



Ea Energianalyse

Energistrategi for Gladsaxe Kommune - Baggrundsrapport

Udarbejdet af Ea Energianalyse

01-03-2012

Udarbejdet af:

Ea Energianalyse
Frederiksholms Kanal 4, 3. th.
1220 København K
T: 88 70 70 83
F: 33 32 16 61
E-mail: info@eaea.dk
Web: www.eaea.dk

Indhold

1	Sammenfatning	6
1.1	Økonomiske analyser	9
2	Indledning	12
3	Energi i Gladsaxe Kommune	14
3.1	Målsætninger og tiltag på klima- og energiområdet	19
3.2	Kommunens selskabsmæssige interesser	19
3.3	Energiforsyningen og udbygningsplaner	20
3.4	Energiregnskab for Gladsaxe Kommune	23
4	Rammer og udviklingstendenser	29
4.1	Internationale og nationale, forpligtende målsætninger	29
4.2	Nationale visioner og målsætninger for udviklingen af energisystemet	30
5	Potentialet for varmebesparelser	38
5.1	Historisk udvikling	38
5.2	SBI-potentialevaluering	40
5.3	Opsamling	46
6	Fremtidens varmforsyning	47
6.1	Nuværende fjernvarmeproduktionsomkostninger	47
6.2	Den langsigtede udvikling i varmeprisen	48
6.3	Samfundsøkonomisk fjernvarmepris	54
6.4	Fjernvarmepris an fjernvarmebruger	55
6.5	Investering i fjernvarmeinstallation og -net	56
6.6	Kollektiv vs. individuel varmforsyning	59
7	Perspektiver for lokal VE-elproduktion	66
7.1	Solceller	66

7.2	Mini- og mikro-vindmøller	67
7.3	Fliskedel	69
7.4	Store varmepumper	70
7.5	Solvarme	71
8	Scenarier for den fremtidige udvikling.....	75
8.1	Udvikling i det endelige energiforbrug	78
8.2	Sammenligning af energiforbrug i baselinescenariet og besparelsesscenariet	81
8.3	Energiforsyning	81
8.4	Økonomiske vurderinger af scenarierne i 2025	86
9	Referencer	91
10	Bilag A.....	92
10.1	Datakilder til opstilling af Energiregnskab for 2010	92
11	Bilag B.....	95
	Forudsætninger bag beregning af energibesparelser	95
12	Bilag C.....	96
13	Bilag D.....	100
13.1	Baseline vs. besparelsesscenarie	100

1 Sammenfatning

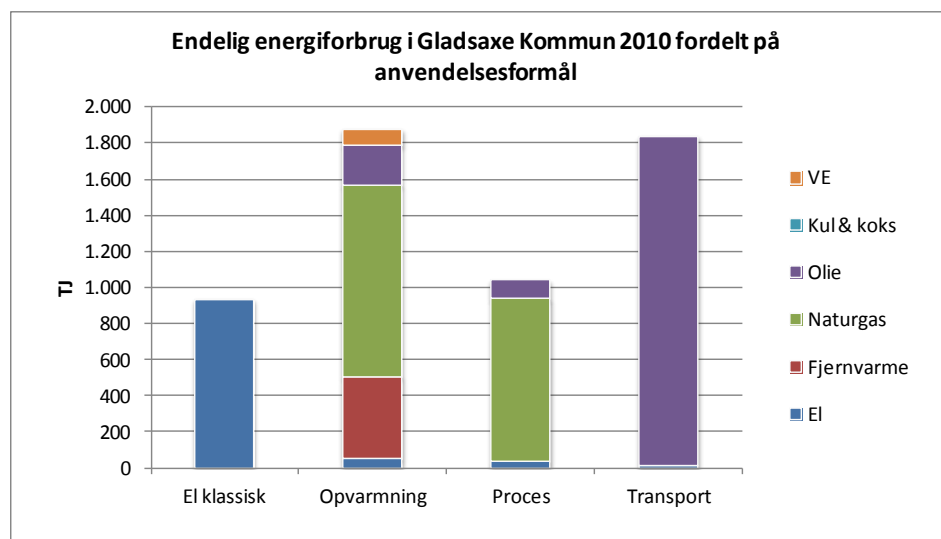
Ea Energianalyse har for Gladsaxe Kommune udarbejdet et oplæg til energistrategi.

Formål

Formålet med dette oplæg til energistrategi er at analysere energisystemet i Gladsaxe med henblik på at identificere relevante muligheder for energibesparelser og lokale energianlæg. Som udgangspunkt for analyserne er der opstillet et energiregnskab for Gladsaxe Kommune. Regnskabet tager udgangspunkt i de data, der ligger til grund for kommunens CO₂-regnskab.

Endelig energiforbrug i dag

Det endelige energiforbrug (dvs. energien leveret til slutbrugerne) i Gladsaxe Kommune fordelt på anvendelsesformål fremgår af figuren nedenfor. Naturgas er den dominerende energikilde til både opvarmning og til procesenergi i industrien. Energiforbruget i husholdningerne i Gladsaxe ligger noget under landsgennemsnittet. Det kan hænge sammen med, at Gladsaxe er blandt de kommuner, som har det laveste boligareal per indbygger.



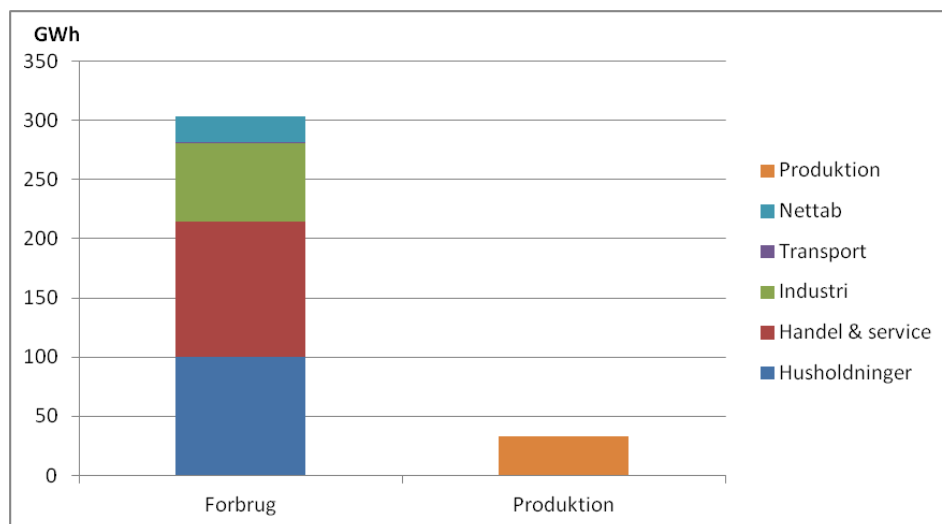
Figur 1: Klimakorrigeret endelig energiforbrug i Gladsaxe Kommune 2010 fordelt på anvendelsesformål

Fjernvarmeforsyningen udvides

Hvis der sammenlignes med Danmark som helhed, er det bemærkelsesværdigt, at fjernvarmes andel i varmeforsyningen er forholdsvis lav. På nuværende tidspunkt foreligger dog en række konkrete planer for udvidelser af fjernvarmen i perioden 2011-2020 fra både Gladsaxe Fjernvarme og Vestforbrænding. Fjernvarmes del af markedet for opvarmning forventes derfor frem mod 2015-2020 at stige fra godt 25 % til ca. 52 %, når de

eksisterende udvidelsesplaner er gennemført. Såfremt det planlagte nybyggeri også tilsluttes fjernvarme, vil dækningen nå op på ca. 58 % i 2025.

Langt størstedelen af energien i kommunen importeres udefra. Der foregår dog en vis elproduktion på lokale naturgasfyrede kraftvarmeværker, der anvendes i industrien samt til blokvarme.



Figur 2: Elforbrug og elproduktion

Tre udviklingsscenarier

For at kaste lys over forskellige energifremtider er der opstillet tre udviklingsscenarier, henholdsvis et baseline-scenarie, et besparelses-scenarie og et kombineret besparelses- og VE-scenarie. Tidshorisonten for scenarierne er i dag og frem til 2050 med en mellemstation i 2025.

I alle tre scenarier forudsættes, at energisystemet på langt sigt omstilles til uafhængighed af fossile brændsler i overensstemmelse med den nuværende og den tidligere regerings langsigtede målsætning. Ifølge regeringens energiudspil skal el- og varmeforsyningen skal være CO₂-neutral i 2035 – og det samlede energisystem inklusiv transportsektoren være omstillet i 2050.

Dog forudsættes det, at Hovedstadens fjernvarmesystem overgår til CO₂-neutral energiforsyning allerede i 2025 i overensstemmelse med målsætningerne for KE, CTR og VEKS.

Baseline-scenariet beskriver en udvikling med begrænset lokal handling i forhold til fjernvarmekonvertering, energibesparelser og etablering af lokal VE produktion.

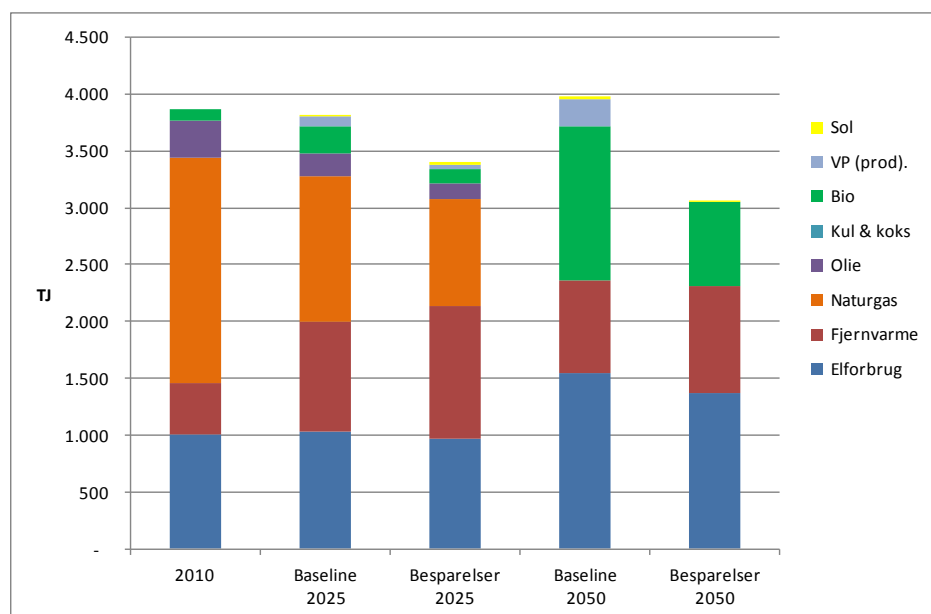
Besparelses-scenariet omfatter yderligere handlinger i Gladsaxe Kommune i form af energibesparelser og yderligere fokus på at reducere naturgasforbruget ved konvertering til fjernvarme i rækkehuse og senere i parcelhuskvarterer.

Det kombinerede *besparelses- og VE-scenarie* er en udbygning af besparelses-scenariet med yderligere indfasning af vedvarende energi lokalt i form af solceller, solvarme og biomassekedel i fjernvarmesystemet.

Udviklingen i det endelige energiforbrug

Figuren nedenfor viser, hvordan det endelige energiforbrug udvikler sig frem mod 2025 og 2050 i hhv. baseline og besparelsesscenariet. Besparelses og VE scenariet har samme udvikling i energiforbruget som besparelsesscenariet.

Besparelsesscenariet adskiller sig fra baseline ved et generelt lavere energiforbrug og en højere andel af fjernvarme. I 2050 forudsættes alle fossile brændsler udfaset. I besparelsesscenariet anvendes varmepumper og biomasse (træpillefyr eller grøn biogas) i villaer og rækkehuse til at opfylde dette mål, mens fjernvarme er den primære opvarmningsform i al byggeri i besparelsesscenariet. I begge scenarier erstatter biomasse og el anvendelsen af naturgas i industrien.

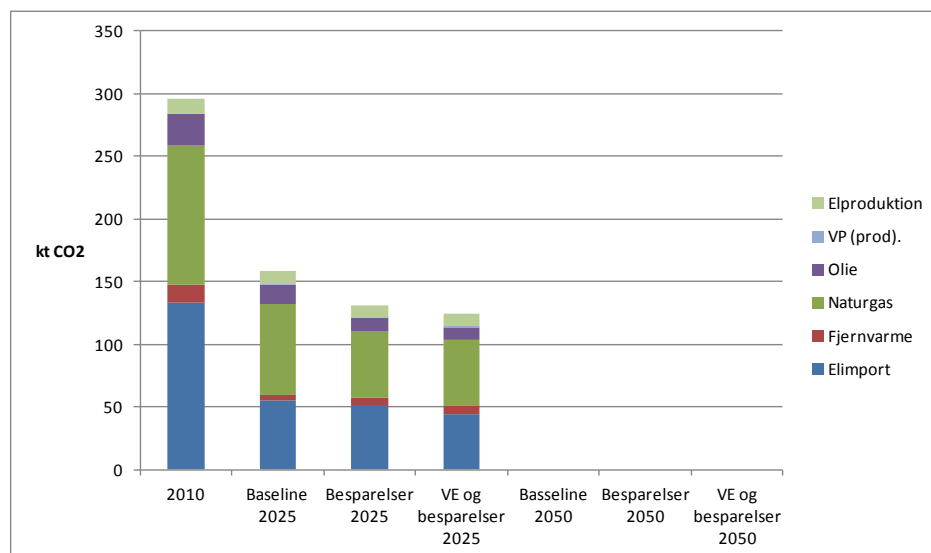


Figur 3: Udvikling i det endelige energiforbrug frem mod 2025 og 2050 i hhv. baseline og besparelsesscenariet. Ekskl. energiforbrug til transport.

CO₂-emissioner

CO₂-emissionerne (ekskl. transport) reduceres betydeligt frem mod 2025 i de tre analyserede scenarier inkl. baseline scenariet (se fFigur 4 nedenfor). Det

hænger sammen med forudsætningen om, at fjernvarmeforsyningen bliver CO₂-neutral (næsten 100 %) i 2025, og at elproduktionen i Danmark er blevet betydeligt mindre afhængig af produktion fra gas og særligt kulfyrede kraftværker. I 2050 er CO₂-emissionen nul i alle scenarier, idet det forudsættes, at den nationale målsætning om at blive uafhængig af fossile brændsler opfyldes.



Figur 4: Udvikling i CO₂-emissioner i scenarierne. Ekskl. emissioner fra transportsektoren.

1.1 Økonomiske analyser

Som et led i udarbejdelsen af scenarierne er der foretaget en økonomisk analyse af en række udvalgte tiltag, der kan bidrage til at reducere energiforbruget eller styrke anvendelsen af vedvarende energi i kommunen. Disse beskrives kort nedenfor:

Varmebesparelser i eksisterende byggeri

Generelt vil varmebesparelser op til ca. 25 % i eksisterende byggeri være både selskabs- og samfundsøkonomisk attraktivt, såfremt de gennemføres i forbindelse med øvrig renovering. Varmebesparelser derudover vil medføre en samfundsøkonomisk og en selskabsøkonomisk meromkostning. Andre forhold som fx øget komfort og robusthed i forhold til energiprisstigninger kan dog tale for, at der gennemføres besparelser udover de 25 %.

Konvertering til fjernvarme

Analyserne peger på, at fjernvarme selskabsøkonomisk er en attraktiv løsning både for eksisterende byggeri og for nybyggeri med et lavt varmebehov.

Fjernvarme er også samfundsøkonomisk en attraktiv løsning i de områder, hvor investeringen i fjernvarmenettet er forholdsvis lav, som fx tæt bebyggede rækkehuskvarterer, mens samfundsøkonomien er mere tvivlsom i villakvarterer, hvor bl.a. eldrevne varmepumper kan være et interessant alternativ på længere sigt. I et langsigtet perspektiv kan det tillægges værdi, at fjernvarme giver større brændselsfleksibilitet og dermed forbedret forsyningssikkerhed sammenlignet med de individuelle løsninger.

Energibesparelser i industrien

På baggrund af energiselskabernes erfarede omkostninger forbundet med at gennemføre energibesparelser som led i deres nationale forpligtelser vurderes det at være både selskabs- og samfundsøkonomisk attraktivt at gennemføre energibesparelser i industrien.

Mini- og mikrovindmøller

Etablering af mini- og mikrovindmøller er både et selskabs- og samfundsøkonomisk dyrt tiltag pga. en høj elproduktionsomkostning på ca. 4 kr./kWh.

Solceller

Prisen på solceller er faldet meget over de senere år, og for private og offentlige elforbrugere, som kan gøre brug af den såkaldte nettomålerordning, hvor elmåleren så at sige løber baglæns (og der derfor spares elafgifter og tariffer), er solceller tæt på at være selskabsøkonomisk attraktivt. For erhvervskunder, som ikke får den gunstige afregning – og samfundsøkonomisk – er solceller stadigvæk langt fra at være rentable. Også sammenlignet med andre VE-alternativer som fx havvindmøller.

Solvarme

Et større solvarmeanlæg til produktion af fjernvarme kan være selskabsøkonomisk interessant med de nuværende afregningsforhold hos CTR. Systemværdien af varmen er imidlertid lav, fordi anlæggene producerer om sommeren, hvor affaldsvarme dækker størstedelen af varmebehovet. Derfor er solvarme næppe samfundsøkonomisk interessant. Det kræver dog nærmere analyser at undersøge – og muligvis kan sæsonvarmelagring i forbindelse med solvarme være en interessant kombination.

Fliskedel

Etablering af en fliskedel kan være en selskabsøkonomisk interessant forsyningsform, fordi biomasse ikke er afgiftsbelagt. På sigt antages

varmeforsyningen i den øvrige fjernvarmeforsyning også i høj grad omstillet til biomasse, og fordelten vil derfor bortfalde over tid. En fliskedel til spids- og mellemlast vil dog formentligt passe godt ind i en overordnet strategi for et CO₂-neutralt fjernvarmesystem i hovedstadsområdet, og det kan derfor anbefales at analysere løsningen nærmere i samarbejde med relevante interessenter herunder CTR.

2 Indledning

Kommunerne har spillet og vil fremadrettet spille en væsentlig rolle i opfyldelse af Danmarks klima- og energimålsætninger. Kommunerne skal bl.a. udføre en planlægning af den kollektive varmforsyning og den fysiske planlægning, hvilket indebærer overvejelser om, hvor der skal etableres fjernvarme og med hvilken timing, samt hvilke individuelle forsyningsløsninger der er mest hensigtsmæssige uden for den kollektive varmforsyning. Desuden skal kommunerne medvirke til, at Danmark på sigt bliver uafhængig af fossile brændsler¹.

Gladsaxe Byråd har taget udfordringen op og vedtog d. 16. juni 2010 en CO₂-handlingsplan, som er kommunens forslag til, hvordan CO₂-udledningen kan reduceres med 25 % i 2020 i samarbejde med virksomheder og borgere

Oplæg til energistrategi

Af planen fremgår det, at Gladsaxe Kommune, for at fremme udviklingen af en miljøvenlig energiforsyning, vil udbygge med miljøvenlig fjernvarme, øge anvendelsen af vedvarende energi og arbejde for, at der bliver gennemført energibesparelser. For at sikre dette sker på en miljømæssig og samfundsøkonomisk optimal måde, ønsker kommunen at udarbejde en energistrategi.

Oplægget til energistrategien skal konkret skabe et samlet overblik over forsynings- og besparelsesmuligheder samt mulighederne for at indpasse udvalgte lokale vedvarende energiløsninger. På foranledning af kommunen har Ea Energianalyse fået til opgave at udarbejde et oplæg til en energistrategi for Gladsaxe.

To centrale spørgsmål

De centrale spørgsmål, der søges løst i opgaven, er: Hvordan vil energisystemer og rammebetingelser udvikle sig på lang sigt, og hvordan påvirker det robustheden af lokale valg i forhold varmforsyning og lokale VE-forsyningsmuligheder?

Analyserne har tilsvarende centreret sig om to hovedområder:

- 1) *opstilling og analyse af langsigtede scenarier og*
- 2) *analyse af udvalgte fokusområder.*

¹ Som skitseret i Oplæg om strategisk energiplanlægning fra marts 2010 og i den tidligere regerings Energistrategi 2050 samt i den nuværende regerings oplæg til de energipolitiske forhandlinger, Vores energi, fra november 2011.

Tre scenarier frem til 2050

Der er opstillet tre scenarier, henholdsvis et baseline-scenarie, et besparelses-scenarie og et kombineret besparelses- og VE-scenarie. Tidshorisonten for scenarierne er i dag og frem til 2050 med en mellemstation i 2025.

Baseline-scenariet er bl.a. inspireret af udviklingen beskrevet i Varmeplan Hovedstadens perspektivscenarie, den nye regerings målsætninger, den af Klimakommissionen beskrevne udvikling af elforsyningen, udbygningsplan for fjernvarmen i Gladsaxe Kommune², Vestforbrændings udbygningsplan og kommunens CO₂-handlingsplan.

Besparelses-scenariet omfatter yderligere handlinger i Gladsaxe Kommune i form af energibesparelser og yderligere fokus på at reducere naturgasforbruget ved konvertering til fjernvarme i rækkehuse og senere i parcelhuskvarterer.

Det kombinerede *besparelses- og VE-scenarie* er en udbygning af besparelses-scenariet med yderligere indfasning af vedvarende energi lokalt i form af solceller, solvarme og biomassekedel i fjernvarmesystemet.

Analyse af varme-forsyning og lokal VE

Analysen af udvalgte fokusområder omhandler valget mellem kollektiv og individuel varmforsyning og potentialet for lokale VE-løsninger.

Inden for fokusområderne analyseres samfundsøkonomi, brugerøkonomi og CO₂-reduktionsomkostninger. Formålet er at anskueliggøre robustheden af løsningerne, og assistere kommunen i dens planlægning af fjernvarme på kort sigt og vejledning af borgerne mht. individuelle forsyningsløsninger.

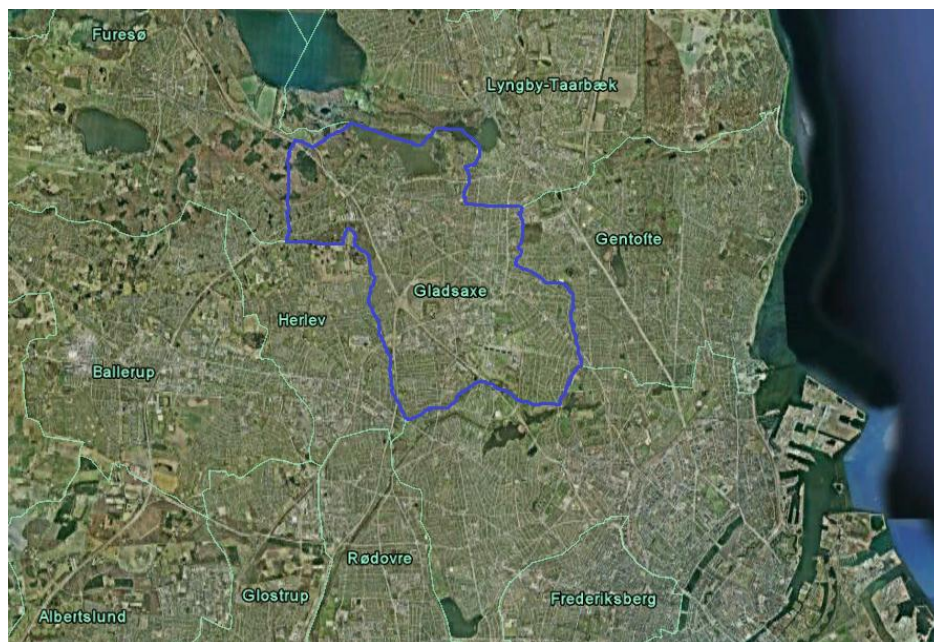
Afgrænsning

Analyserne og scenarierne vedrører ikke energiforbrug til transportsektoren. Ligeledes er behandling af affald, som er en vigtig energiressource, kun indirekte behandlet, fordi affaldsforbrænding finder sted uden for kommunen (Vestforbrænding). Det skal dog understreges, at kommunen har en vigtig rolle i forhold til affald, fx i forbindelse med kildesortering, som kan blive et vigtigt virkemiddel til at sikre øget genanvendelse og til at reducere plastindholdet og CO₂-udledningen fra det affald, der forbrændes. Som medejer af Vestforbrænding har kommunen ligeledes mulighed for at stille krav til behandlingen af det indsamlede affald.

² Forslag til Udbygningsplan for fjernvarme i Gladsaxe fra juni 2008.

3 Energi i Gladsaxe Kommune

Generelt om kommunen Gladsaxe Kommune er beliggende i Region Hovedstaden, hvor den afgrænses af København, Gentofte, Lyngby-Taarbæk, Furesø og Herlev kommuner, som illustreret i Figur 5.



Figur 5: Gladsaxe Kommune og de omkringliggende kommuner. Kilde: Google Maps 2011.

Indbyggertal og
befolkningstæthed

Pr. 1. januar 2011 havde kommunen knap 65.000 indbyggere og antallet af indbyggere forventes, ifølge kommunens seneste prognose for perioden 2010-2025, ikke at ændre sig væsentligt (63.857 indbyggere i 2025).

Gladsaxe er en bykommune med en befolkningstæthed på 2.604 indbyggere pr. km². Til sammenligning er Danmarks befolkningstæthed 126 indbyggere pr. km².

Bolig- og
bygningsforhold

Det er bemærkelsesværdigt, at boligarealet per indbygger er blandt de mindste i landet og udgør kun 41 m² per person. Som det fremgår af Tabel 1, er det kun i Albertslund Kommune, at det boligarealet per indbygger er mindre.

Kommune	Personer	Areal (m ² /person)
Albertslund	27.559	40,9
Gladsaxe	64.509	41,1
København	531.086	41,9
Hvidovre	49.781	42,2
Rødovre	36.278	42,4
Samsø	3.808	70,0
Læsø	1.937	68,0
Ærø	6.621	67,7
Langeland	13.162	65,2
Fanø	3.162	64,5

Tabel 1: Boligareal per person i udvalgte kommuner. Kilde: Danmarks Statistik³.

En forholdsmæssigt stor andel af Gladsaxe Kommunes boliger er etageboliger – ca. 57 %, og det er formentlig én af forklaringerne på det lave boligareal per indbygger. For Danmark som helhed udgør etageboliger ca. 39 % af det samlede antal boliger⁴⁵.

Andelen af rækkehuse, kædehuse og dobbelthuse i Gladsaxe Kommune er godt 20 %, hvilket er over gennemsnittet for både regionen (12 %) og Danmark som helhed (13 %). I Tabel 2 ses boliger fordelt efter art i Gladsaxe Kommune 2010.

Boligtyper	Gladsaxe		Region Hovedstaden
	Antal	%-andel	%-andel
Parcelhuse	6.779	21,5%	22,8%
Rækkehuse mv.	6.470	20,5%	12,4%
Etageboliger	18.183	57,3%	63,1%
Andre	290	9,0%	1,7%
Total	31.722	100%	100%

Tabel 2: Boliger fordelt efter art i Gladsaxe Kommune pr. 1.1.2010. Kilde: Gladsaxe i Tal 2011, baseret på Danmarks Statistik. Andre er anden helårsbeboelse, døgninstitutioner, sommerhuse og kollegier.

Som illustreret i tabellen nedenfor er knap 70 % af kommunens bygningsareal opført i årene 1931-1972, hvor der især blev bygget etageboliger og parcelhuse men også et betydeligt areal af kontorer, butikker og institutioner (handel & service) samt rækkehuse.

³Kilde Danmarks Statistik: http://www.dst.dk/pukora/epub/Nyt/2011/NR354_2.pdf

⁴Kilde Danmarks Statistik: <http://www.dst.dk/pukora/epub/Nyt/2004/NR258.pdf>

⁵ Dog bemærkes at andelen af etageboliger i Region Hovedstaden ligger endnu højere på 63 %.

I perioden 1951-1960 blev 24 % af den nuværende bygningsbestand i kommunen opført, mens 23 % blev opført i 1931-1950 og 21 % i 1961-1972. Selvom kommunen næsten er fuldt udbygget, er der fortsat opført nybyggeri gennem de seneste 10 år.

Periode	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Handel & service	Andre	SUM
Før 1850	5	0	2	4	3	14
1850-1930	213	4	58	48	5	328
1931-1950	294	278	349	83	58	1.062
1951-1960	190	150	314	137	303	1.094
1961-1972	115	28	373	254	184	954
1973-1978	44	37	48	149	67	345
1979-1998	32	82	34	294	69	511
1999-2006	8	15	98	68	4	193
2007-	1	0	0	86	4	91
Total	902	594	1.276	1.123	697	4.592
%-andel	19,6%	12,9%	27,8%	24,5%	15,2%	100%

Tabel 3: Bygningsbestanden (1.000 m²) i Gladsaxe Kommune 2010. Kilde: Danmarks Statistik 2011, data for Statistikbanken er fordelt på typer og opførselsperioder.

Kommunen forventer, at bygningsarealet i Gladsaxe Kommune frem mod 2025 udbygges med yderligere ca. 1,2 mil. m², bl.a. i forbindelse med etablering af Gladsaxe Ringby. Nybyggeriet frem til 2025 svarer til en betydelig udbygning på ca. 26 % af bygningsarealet.

Erhvervsforhold

Der findes ca. 2.400 arbejdssteder i Gladsaxe Kommune. Som det ses af Tabel 4, er ca. 95 % af arbejdsstederne små virksomheder med under 50 ansatte. Endvidere ses det, at over 80 % virksomhederne er inden for det, der kan betegnes som handel & service.

Branche	Størrelse (medarbejdere)							SUM	%andel
	1	2-4	5-9	10-19	20-49	50-99	100+		
Landbrug, skovbrug og fiskeri	1	0	0	0	0	0	0	1	0%
Industri	29	25	19	18	6	2	8	107	4%
Energiforsyning	0	0	1	0	0	0	2	3	0%
Vandforsyning og renovation	0	2	2	1	0	0	0	5	0%
Bygge og anlæg	174	77	37	26	7	1	2	324	14%
Handel	128	112	67	62	37	9	9	424	18%
Transport	50	31	5	4	5	2	1	98	4%
Hoteller og restauranter	26	46	22	9	4	1	0	108	5%
Information og kommunikation	93	24	20	12	6	1	6	162	7%
Finansiering og forsikring	18	9	4	9	2	1	0	43	2%
Ejendomshandel og udlejning	35	29	14	5	2	1	0	86	4%
Vidensservice	165	46	27	14	6	2	5	265	11%
Rejsebureauer, rengøring og anden service	101	31	14	7	5	2	4	164	7%
Offentlig administration, forsvar og politi	2	0	0	1	1	0	5	9	0%
Undervisning	23	2	3	3	10	21	4	66	3%
Sundhed og socialvæsen	117	68	48	63	31	7	12	346	15%
Kultur og fritid	21	5	7	5	3	4	0	45	2%
Andre serviceydelser mv.	61	28	10	9	4	1	1	114	5%
Uoplyst aktivitet	6	4	2	1	0	0	0	13	1%
Total	1.050	539	302	249	129	55	59	2.383	100%
%-andel	44%	23%	13%	10%	5%	2%	2%	100%	

Tabel 4: Arbejdssteder i Gladsaxe Kommune 2009 opgjort efter branche og størrelse. Kilde: Danmarks Statistik 2011.

I Tabel 5 er antallet af beskæftigede i Gladsaxe Kommune fordelt på branche. Det ses bl.a. af tabellen, at handel - og serviceerhverv ligeledes er dominerende målt på antallet af beskæftigede. Det fremgår dog også, at ca. 23 % er beskæftiget inden for fremstillingsindustrien, dvs. virksomheder der typisk har forholdsvist stort energiforbrug.

Branche/erhverv	Antal	%-andel
Gartneri m.v.	3	0%
Fremstilling	8.200	23%
Energi- og vandforsyning	558	2%
Bygge og anlæg	2.729	8%
Handel og restaurant	5.492	15%
Transport	975	3%
It-tjenester og finansiering	3.279	9%
Personlige tjenester	4.513	13%
Offentlig administration	1.459	4%
Undervisning	1.975	5%
Sundhedsvæsen	746	2%
Sociale institutioner	4.938	14%
Uoplyst aktivitet	1.121	3%
Beskæftigede i alt	35.988	100%

Tabel 5: Antal beskæftigede i Gladsaxe Kommune 2009 fordelt på branche/erhverv. Kilde: Gladsaxe Kommune 2011.

På baggrund af Krak-markedsdata⁶ fra 2010 vurderes de virksomheder, der ses i Tabel 6, at være de største potentielle energiforbrugere (el og procesenergi). Virksomhederne er udvalgt på baggrund af branche og antallet af medarbejdere (> 50).

Virksomhed	Branche	Antal ansatte
Alfa Laval Copenhagen A/S	Fremstilling af maskiner	200-499
Beck & Jørgensen A/S	Fremstilling af maling, lak mv.	100-199
Berendsen Textil Service A/S	Erhvervs- og institutionsvaskerier	>1000
BT Components A/S	Fremstilling af låse og hængsler	100-199
Cmc Biopharmaceuticals A/S	Fremstilling af farmaceutiske præparater	100-199
Ferrosan A/S	Fremstilling af andre fødevarer i.a.n.	200-499
GEA Niro	Fremstilling af maskiner til industri	200-499
Iron Pump A/S	Fremstilling af andre pumper og kompressorer	100-199
LYTZEN A/S	Fremstilling af øvrige maskiner til specielle formål i.a.n.	50-99
Novo Nordisk A/S	Fremstilling af farmaceutiske præparater	>1000
Dyrup A/S	Engroshandel og fremstilling af farvestoffer og pigmenter	200-499
Novozymes A/S	Fremstilling af andre organiske basiskemikalier	>1000
Uniscrap A/S	Engroshandel med affaldsprodukter	>200-499

Tabel 6: Erhvervsvirksomheder som skønnes at have et væsentligt energiforbrug. Kilde: Krak-markedsdata 2010.

⁶ Indeholdende data for virksomheder i kommunen med over 5 ansatte.

3.1 Målsætninger og tiltag på klima- og energiområdet

Gladsaxe Byråd vedtog d. 16. juni 2010 sin første CO₂-handlingsplan, der dækker både kommunen som geografisk område og som virksomhed. Handlingsplanen forventes at kunne bidrage til en samlet reduktion af CO₂-udledningen i kommunen med 25 % i 2020 (i forhold til niveauet i 2007) – svarende til en reduktion over 10 år på ca. 107.500 tons CO₂.

Planen er tværgående og indeholder en række initiativer fordelt på fem overordnede indsatsområder med dertilhørende reduktionsmålsætninger:

- Kommunen som virksomhed: 11 %
- Boliger: 15 %
- Erhverv: 10 %
- Trafik: 2.500 tons
- Energiforsyning: 40.000 tons

De største reduktioner skal således finde sted inden for boliger, erhverv og energiforsyning. Kommunen sætter i 2012 særlig fokus på energibesparelser i etageejendomme.

Boliger	Indenfor for indsatsområdet <i>boliger</i> vil kommunen informere, vejlede og inspirere borgere i forhold til at gøre end indsats i forhold til energiforbruget i egen bolig bl.a. via kampagner
Erhverv	Initiativerne inden for erhverv omfatter, at Gladsaxe Kommune gennem samarbejde og oplysning vil motivere kommunens virksomheder til energibesparelser og andre CO ₂ -reducerende tiltag.
Energiforsyning	I forhold til energiforsyning, hvor den største reduktion skal findes, vil Gladsaxe Kommune fremme udviklingen af en mere miljøvenlig energiforsyning primært gennem udbygning af fjernvarme og ved at arbejde strategisk med at udnytte forsynings- og besparelsesmuligheder.

3.2 Kommunens selskabsmæssige interesser

Kommunen har på energiområdet flere selskabsmæssige interesser. Kommunen er bl.a. en del af ejerkredsen af Danmarks største affaldsselskab, interessentselskabet Vestforbrænding, bestående af i alt 19 kommuner. Vestforbrænding indsamler bl.a. affald i Gladsaxe, der genanvendes og

forbrændes på genbrugsstationer⁷ og det affaldsbaserede kraftvarmeværk i Glostrup.

Desuden er Gladsaxe Kommune medejere af interessentselskabet HMN Naturgas⁸ sammen med 56 andre kommuner. HMN distribuerer naturgas, mens koncernen sælger naturgas via dets datterselskaber. HMN har sit sjællandske hovedkvarter i Gladsaxe.

Endelig er Gladsaxe Kommune medejer af Centralkommunernes Transmissionsselskab (CTR). CTR er varmetransmissionsselskab for fem interessentkommuner i hovedstaden – Frederiksberg, Gentofte, Gladsaxe, København og Tårnby. CTR står for køb af varme fra produktionsenhederne, transport gennem transmissionsnettet og salg af varme til de fem interessentkommuner.

Nedenfor beskrives energisituationen i Gladsaxe Kommune, herunder energiforbrug, elforsyning, varmforsyning og CO₂-udledningen.

3.3 Energiforsyningen og udbygningsplaner

Elforsyning

Kun en mindre (11 %) andel af den elektricitet, der forbruges i Gladsaxe, produceres inden for kommunen. Størstedelen af den lokale elproduktion finder sted på NOVO's naturgasfyrede kraftvarmeanlæg. Da NOVO er blevet tilsluttet fjernvarme kan det forventes, at produktionen på kraftvarmeanlægget vil blive mindre fremadrettet.

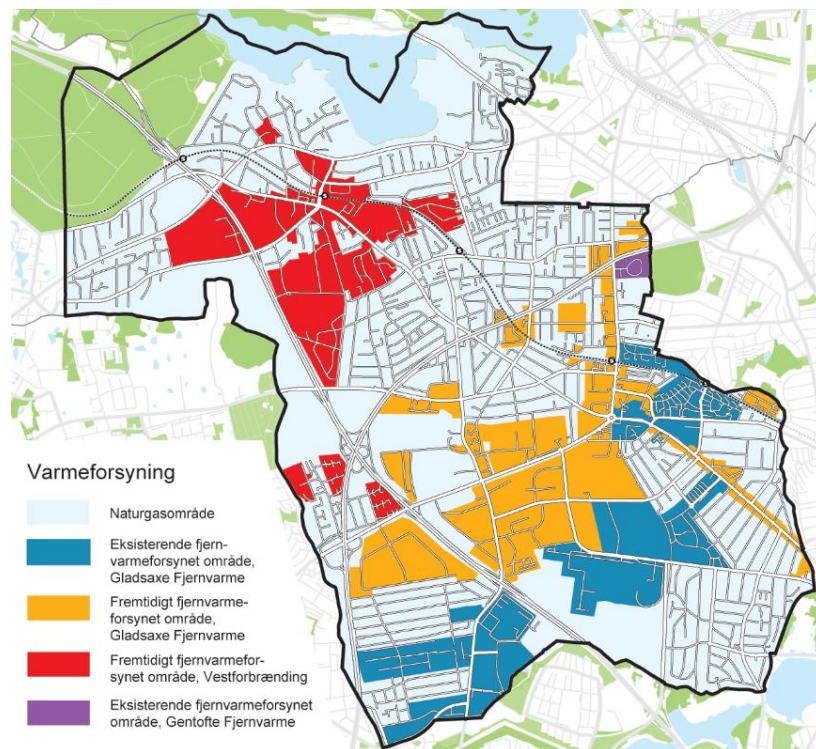
Energiforsyningen beskrives yderligere i afsnit 3.4.

Varmeforsyning

Gladsaxe Kommunes varmforsyning er illustreret i Figur 6. Det ses bl.a., at store områder af kommunen er naturgasområder, mens fjernvarmen er udbredt i den sydlige del af kommunen.

⁷ Genbrugsstationerne er ejet af kommunen men drives af Vestforbrænding.

⁸ HMN blev etableret ved en fusion pr 1. januar 2010 mellem de to distributionsselskaber HNG I/S og Naturgas Midt-Nord I/S.



Figur 6: Varmeforsyning i Gladsaxe Kommune fordelt på naturgasområder, eksisterende fjernvarmeforsynede områder, fremtidigt fjernvarmeforsynet område af hhv. Gladsaxe Fjernvarme og Vestforbrænding og et mindre område ved Kellersvej, som forsynes af Gentofte Fjernvarme. Kilde: Gladsaxe Kommune 2011.

Fjernvarmen i Gladsaxe Kommune distribueres af henholdsvis det kommunale fjernvarmeselskab Gladsaxe Fjernvarme og Vestforbrænding. Gladsaxe Fjernvarme leverer fjernvarme i den sydlige del af kommunen - fra det fælleskommunale varmetransmissionsselskab, Centralkommunernes Transmissionsselskab (CTR), mens Vestforbrænding leverer fjernvarme til kunder i den vestlige og nordvestlige del af kommunen⁹. Et lille område¹⁰ forsynes desuden fra Gentofte Fjernvarme.

Udover Gladsaxe Kommune består CTR af København, Frederiksberg, Gentofte og Tårnby kommuner. CTR-kommunernes varmesystemer er desuden forbundet med henholdsvis Københavns Energis og VEKS' transmissionsnet.

Fjernvarmen - status og udbygningsplaner

I 2010 leverede Gladsaxe Fjernvarme ca. 467 TJ til dets fjernvarmekunder, mens Vestforbrænding leverede ca. 30 TJ og Gentofte Fjernvarme ca. 11 TJ. Den samlede fjernvarmeleverance udgjorde 508 TJ svarende til at fjernvarme dækkede ca. 27 % af energiforbruget til opvarmning 2010.

⁹ Et mindre område i den vestlige del af kommunen (ved Kellersvej) forsynes af Gentofte Fjernvarme.

¹⁰ Ved Kellersvej.

Fjernvarmen produceres hovedsageligt på anlæg beliggende uden for kommunen, med undtagelse af en vis andel som produceres lokalt på gaskedel-spidslastanlæg ejet af CTR. I 2010 androg den lokale produktion af fjernvarme godt 150 TJ svarende til 30 % af det samlede fjernvarmeforbrug i kommunen. Den høje andel skyldes sandsynligvis den kolde vinter.

Derudover findes et antal mindre gaskraftvarme-blokanlæg - med forskellige ejerforhold, som leverede knap 50 TJ varme i 2010. Disse blokanlæg omstilles til fjernvarme i forbindelse med de planlagte konverteringsprojekter.

Gladsaxe Byråd vedtog i 2008 at etablere fjernvarme til de største forbrugere i Buddinge, Søborg, Gladsaxe og Mørkhøj¹¹. Kommunen står derfor i de kommende år over for en større udbygning af fjernvarmen.

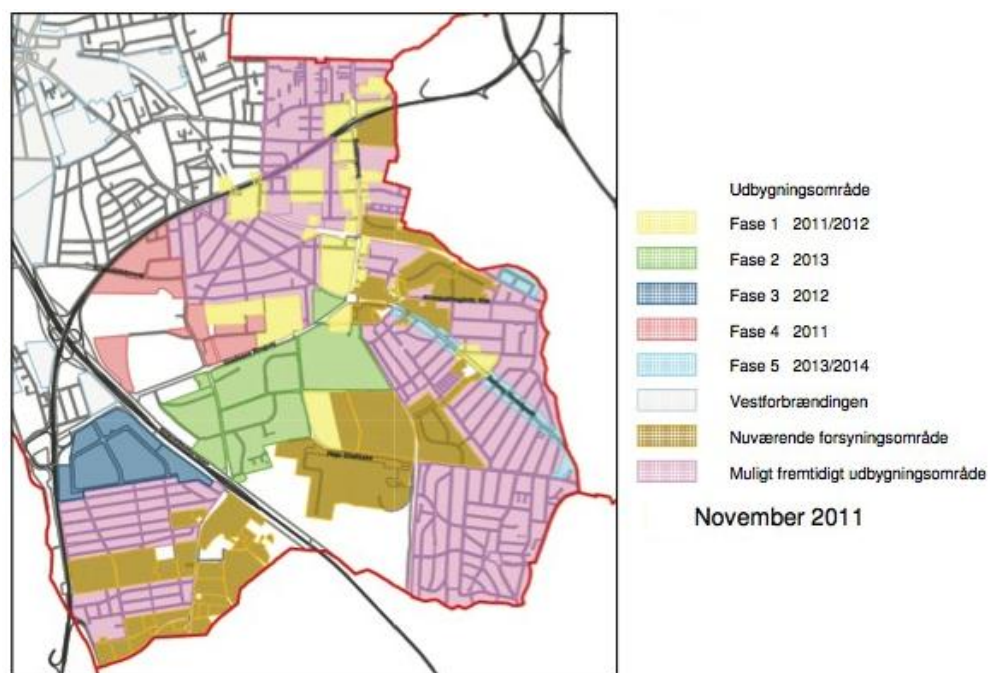
På nuværende tidspunkt foreligger der en række konkrete planer for udvidelser af fjernvarmen i perioden 2011-2020 fra både Gladsaxe Fjernvarme og Vestforbrænding. De konkrete områder og varmebehov fremgår af Tabel 7 og andrager et samlet varmebehov på ca. 520 TJ ekskl. nettab.

Ansvarlig	Fase	Område	Periode	Varmebehov (TJ/år)
GF	1	Søborg Torv, Buddingevej og Gladsaxe Erhvervsområde	2011-12	126
GF	2	Gladsaxe Erhvervskvarter* og Buddinge By	2013	151
GF	3	Mørkhøj Erhvervskvarter	2012	62
GF	4	Gladsaxe Erhvervskvarter**	2011	84
GF	5	Søborg hovedgade	2013-14	47
VF		Opsamling, diverse områder	-2020	24
VF		Bagsværd Park	-2020	26
Total				520

Tabel 7: Planlagte udvidelser af fjernvarmen i Gladsaxe Kommune, herunder hhv. de områder som Gladsaxe Fjernvarme (GF) og Vestforbrænding (VF) er ansvarlige for og de respektive varmebehov (ekskl. nettab). Bemærk at de enkelte varmebehov er omtrentlige. *syd for ring 3, **nord for ring 3. Kilder: Gladsaxe Kommune 2011 og Varmeplan 2015.

Endvidere er områderne i den sydlige del af kommunen illustreret i Figur 7, hvor også mulige fremtidige udbygningsområder ses.

¹¹ Med energiforbrug på over 50 MWh om året, hvilket vil sige virksomheder og boligselskaber.



Figur 7: Plan for Gladsaxe Fjernvarmes udbygning i perioden 2011-2015. Kilde Gladsaxe Kommune 2011.

Fjernvarme forventes frem mod 2015-2020 at dække ca. 52 % af det samlede energiforbrug til opvarmning, når de eksisterende udvidelsesplaner er gennemført. Såfremt det planlagte nybyggeri også tilsluttes fjernvarme, vil dækningen nå op på ca. 58 % i 2025.

3.4 Energiregnskab for Gladsaxe Kommune

For at skabe et overblik, og som udgangspunkt for analyserne, er der opstillet et energiregnskab for Gladsaxe Kommune. De anvendte datakilder og metoder er beskrevet kort nedenfor og uddybet i bilag A.

Baseret på Gladsaxes
CO₂-regnskab

Regnskabet tager udgangspunkt i de data, der ligger til grund for kommunens CO₂-regnskab. Dertil er der foretaget en række mindre ændringer og tilføjelser, bl.a. fordi CO₂-regnskabet ikke indeholder data om anvendelse af biomasse, fx brænde og andet træ anvendt i pejse og brændeovne. Energiforbruget til opvarmning er desuden klimakorrigeret, fordi 2010 var ca. 18 % koldere (målt på graddage) end et normalt år.

Sektorer og
anvendelsesområder

Energiregnskabet er opstillet ud fra de hovedforbrugskategorier, som Energistyrelsens anvender i sin energistatistik. Dvs. med forbrug opdelt på: Husholdninger, handel & service, produktionserhverv og transport.

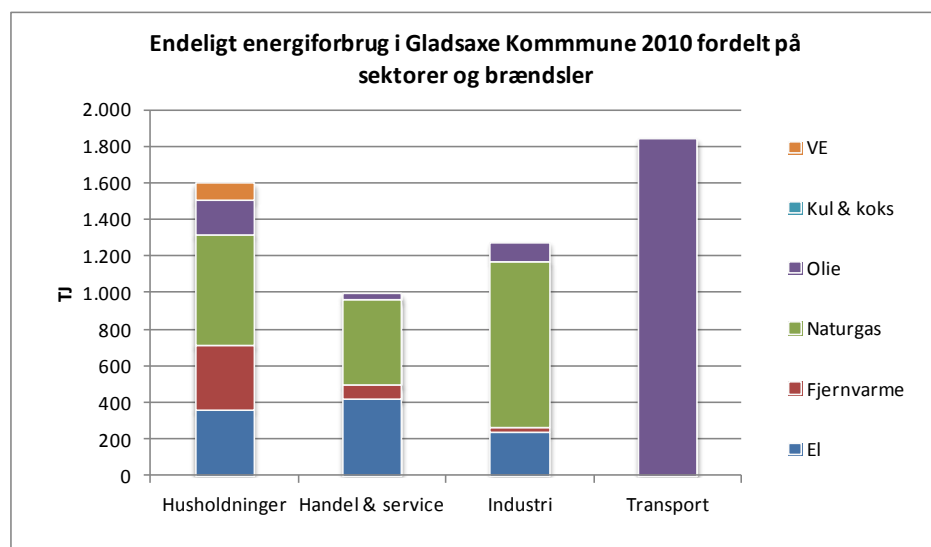
I forhold til en kortlægning af energiforbruget er det desuden relevant at skelne mellem energiforbrug til forskellige anvendelsesområder (formål):

- El (til apparater, lys, motorer mv.)
- Rumopvarmning og varmt vand
- Proces
- Transportformål

Det endelige energiforbrug i Gladsaxe Kommune

Figuren nedenfor sammenfatter det endelige energiforbrug i Gladsaxe Kommune fordelt på sektorer og brændsler. I de efterfølgende figurer er energiforbruget opgjort per indbygger og sammenlignet med det tilsvarende nationale forbrug per indbygger.

Det endelige energiforbrug (dvs. energien leveret til slutbrugerne) i Gladsaxe Kommune fordelt på sektorer er illustreret i Figur 8. Det endelige energienergiforbrug inden for kommunen som geografisk område andrager ca. 5.700 TJ.



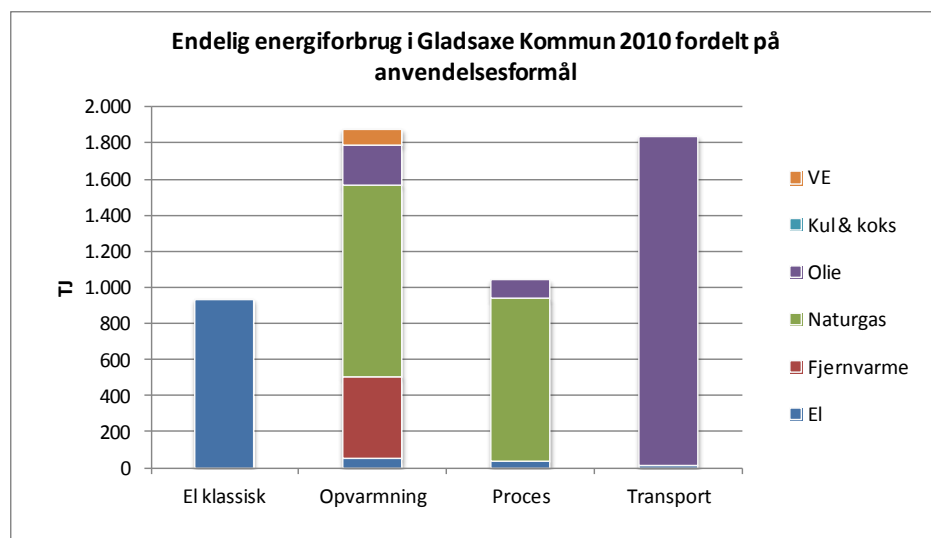
Figur 8: Klimakorrigeret endeligt energiforbrug i Gladsaxe Kommune i 2010 fordelt på sektorer og brændsler

Som det fremgår af Figur 8, forbruges der mest energi i transportsektoren i forhold til de øvrige sektorer. Dernæst følger husholdninger, industri og handel & service.

Hovedparten af energien anvendes til transport og opvarmning

Ses der nærmere på, hvordan forbruget fordeler sig på anvendelser, som illustreret i Figur 9, fremgår det, at hovedparten af energien anvendes til transport og opvarmning.

Naturgas er den dominerende energikilde til både opvarmning og procesenergi.



Figur 9: Klimakorrigeret endelig energiforbrug i Gladsaxe Kommune 2010 fordelt på anvendelsesformål

Forbruget af vedvarende energi, som vist i Figur 8 og Figur 9, er biomasse til opvarmning i husholdningerne.

I henholdsvis Figur 10 og Figur 11 er det endelige energiforbrug i Gladsaxe Kommune, opgjort per indbygger, og landsgennemsnittet vist.

Husholdningernes forbrug er lavere end gennemsnittet

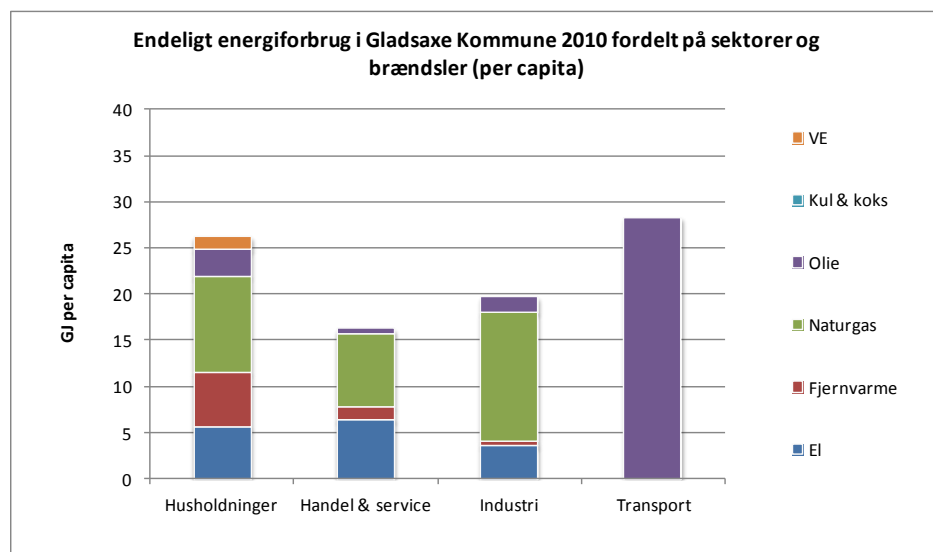
Sammenlignes de to figurer, ses det, at det samlede energiforbrug i husholdningerne i Gladsaxe ligger væsentligt under landsgennemsnittet. Det forholdsmæssigt lavere forbrug i husholdningerne kan hænge sammen med, at Gladsaxe er blandt de kommuner, som har det laveste boligareal per indbygger. Derved reduceres energiforbruget til opvarmning.

Lavere fjernvarmeforbrug end gennemsnittet

Desuden er det bemærkelsesværdigt, at fjernvarmes andel i varmeforsyningen er forholdsvist lav sammenlignet med landsgennemsnittet.

Naturgasforbruget er væsentligt højere

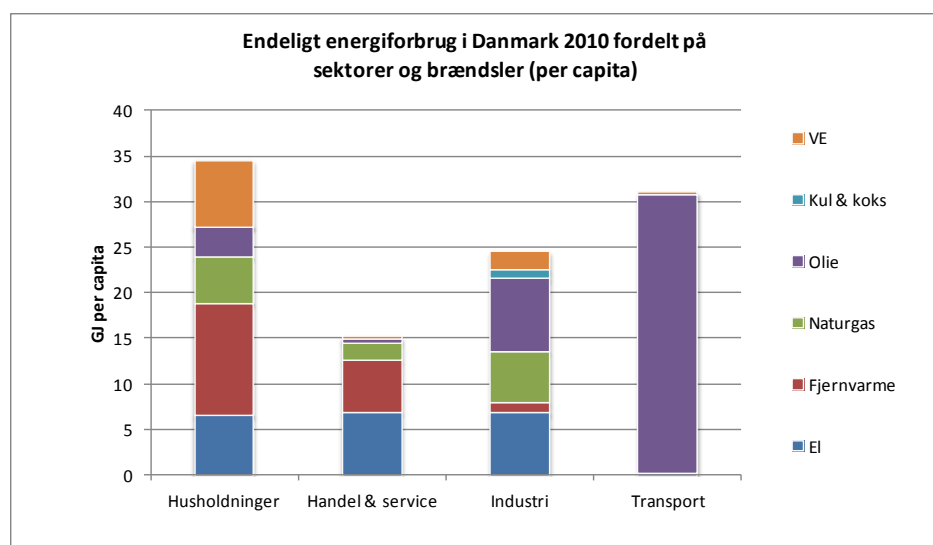
Til gengæld er naturgasforbruget væsentligt højere. Særligt i industrien anvendes store mængder naturgas sammenlignet med resten af landet.



Figur 10: Klimakorrigeret endeligt energiforbrug per indbygger i Gladsaxe Kommune 2010 fordelt på sektorer og brændsler

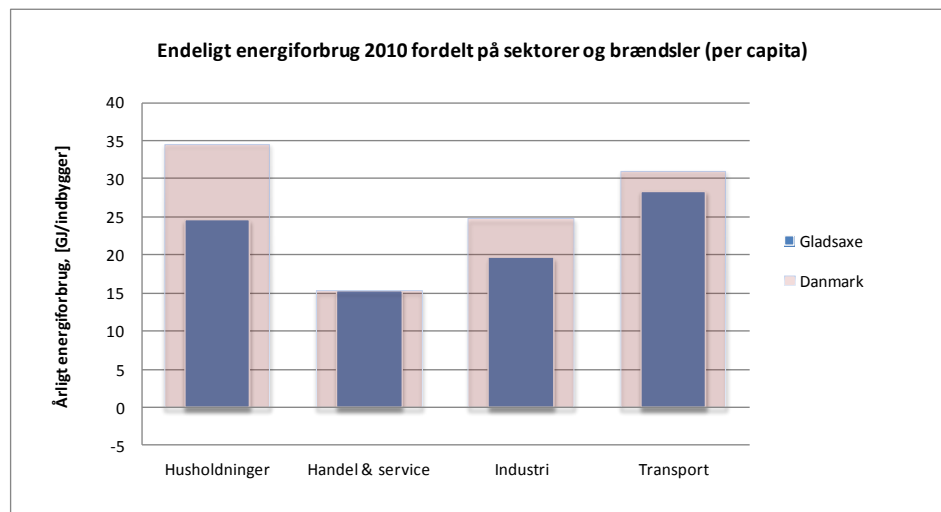
Få husstande benytter træpillefyr eller brændeovne som primær opvarmningsform

Der anvendes også væsentligt mindre biomasse i husholdningerne, hvilket hænger sammen med, at kun meget få husstande i kommunen har træpillefyr eller brændeovne som primær opvarmningsform.



Figur 11: Klimakorrigeret endeligt energiforbrug per indbygger i Danmark 2010 fordelt på sektorer og brændsler

I Figur 12 er det endelige energiforbrug fordelt på sektorer i Gladsaxe Kommune og landsgennemsnittet illustreret.

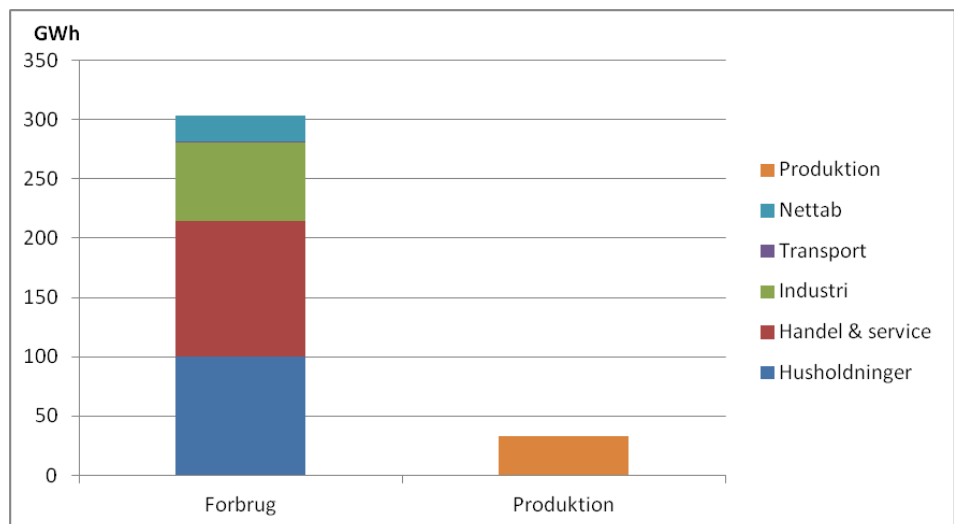


Figur 12: Klimakorrigeret endeligt energiforbrug i Gladsaxe Kommune 2010 og landsgennemsnittet

Forbruget i industri og til transport er under gennemsnittet

Det ses, at forbruget i handel & service i Gladsaxe Kommune er på samme niveau som landsgennemsnittet, mens forbruget i industri og til transport i kommunen ligger under landsgennemsnittet.

Langt størstedelen af energien i kommunen importeres udefra. Der foregår dog en vis elproduktion på lokale naturgasfyrede kraftvarmeværker, der anvendes i industrien samt til blokvarme. Disse anlægs produktion udgør ca. 11 % af elforbruget i kommunen. Brændselsforbruget relateret til elproduktion på disse anlæg er opgjort særskilt.



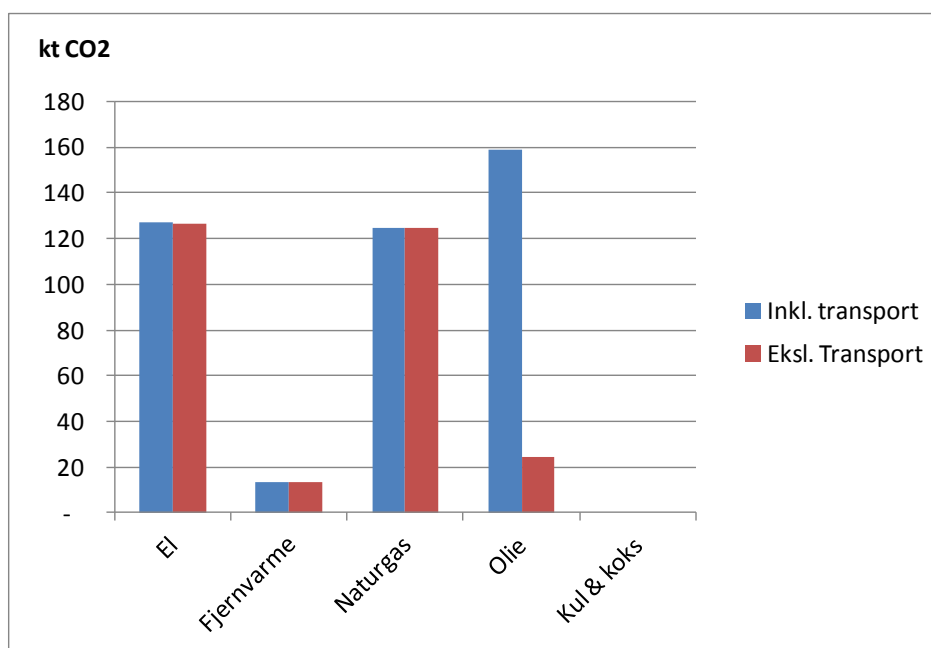
Figur 13: Elforbrug og elproduktion

CO₂-emission

På baggrund af emissionsfaktorer for hhv. el, fjernvarme, olie og naturgas er CO₂-emissionen for 2010 beregnet. For fjernvarme anvendes CTR's miljødeklaration (0,029 t/GJ) og for el Energinet.dk's miljødeklaration (0,133 t/GJ). Begge tal er eksklusiv nettab. De anvendte deklARATIONER er baseret på 200 % varmevirkningsgrad til fordelingen af brændsler og dermed emissioner mellem el og varme på kraftvarmeanlæg.

Der opgøres alene emissioner for den el, der importeres til kommunen. Den metode er valgt fordi, det brændsel, der anvendes på naturgaskraftvarmeanlæggene, er medtaget i energiregnskabet. Al fjernvarme regnes som produceret i det fælles fjernvarmesystem.

Når transportsektoren indregnes i opgørelsen er olie den væsentligste kilde til CO₂-emissioner. Derefter følger el og naturgas, mens fjernvarme spiller en mindre rolle. De samlede CO₂-emissioner kan beregnes til 423.000 tons inkl. transport og 291.000 tons ekskl. transport.



Figur 14: Klimakorrigerede CO₂-emissioner i 2010 fordelt på kilder.

4 Rammer og udviklingstendenser

Danmark og omverdenen står over for en række væsentlige udfordringer med at omstille energiforsyningen fra at være baseret på fossile brændsler til i høj grad at være forsynet med vedvarende energi.

På alle niveauer – internationalt, nationalt og lokalt – er der fokus på, hvordan den globale opvarmning kan forebygges ved tilpasning af forsyningsystemer og reduktion i energiforbruget. Men også andre politiske forhold som forsyningssikkerhed, økonomi og priser og øvrige miljøeffekter vil være centrale i de kommende år.

Omstruktureringen stiller nye krav til både myndigheder, producenter og forbrugere. Lokalt har kommunerne en betydelig rolle, da de bl.a. skal udføre en planlægning af varmforsyningen og den fysiske planlægning, hvilket indebærer overvejelser om, hvor der skal etableres fjernvarme, og med hvilken timing, samt hvilke individuelle forsyningsløsninger der er mest hensigtsmæssige uden for den kollektive varmforsyning. De lokale valg af forsyningsløsninger påvirkes i udpræget grad af nationale og internationale målsætninger og rammebetingelser, som eksempelvis målsætninger om indpasning af vedvarende energi og udviklingen i brændselspriser.

I det følgende beskrives de væsentligste internationale og nationale forpligtende målsætninger på klima- og energiområdet. Herefter redegøres der kort for centrale danske visioner og målsætninger for udviklingen af energisystemet.

4.1 Internationale og nationale, forpligtende målsætninger

EU har i de senere år været en aktiv driver i energi- og klimapolitikken, og den udvikling må forventes at fortsætte.

EU's klima- og energipakke

EU vedtog med klima- og energipakken i 2008, at EU som helhed forpligter sig til en reduktion af udledningen af drivhusgasser med 20 % i 2020 (i forhold til 1990). EU har desuden tilkendegivet, at man er parat til at hæve den samlede reduktionsforpligtelse til 30 % i 2020, såfremt andre industrialiserede lande forpligter sig til tilsvarende reduktioner.

Målsætning om 80-95 % reduktion i 2050

Desuden har EU's stats- og regeringschefer sat en målsætning om, at den globale opvarmning skal begrænses til maksimalt 2 grader. Som en

konsekvens heraf skal udledningen af drivhusgasser i de industrialiserede lande reduceres med 80-95 % i 2050 (i forhold til 1990).

Udmøntning i danske målsætninger

På baggrund af især EU's klima- og energipolitiske målsætninger har Danmark følgende internationale forpligtende målsætninger:

- 30 % VE i det endelige energiforbrug og 10 % VE i transport i 2020
- 20 % reduktion i 2020 i ikke-kvoteomfattende drivhusgasudledninger¹² i forhold til 2005
- 21 % reduktion af drivhusgasudledninger i gennemsnit i perioden 2008 – 2012 i forhold til 1990 (Kyoto)

Udover disse forpligtende målsætninger fremlagde den tidligere danske regering en vision om, at Danmark skal være uafhængig af fossile brændsler i 2050. Visionen blev konkretiseret med udgivelsen af Klimakommissionen rapport fra september 2010 og med den nye regerings udspil Vores Energi fra november 2011.

Vores Energi indeholder følgende milepæle frem mod 2050:

- Halvdelen af det traditionelle elforbrug skal dækkes med vind i 2020
- Kul udfases skal udfases fra danske kraftværker i 2030
- Oliefyr skal udfases i 2030
- El- og varmforsyningen skal dækkes af vedvarende energi i 2035
- Hele energiforsyningen – el, varme, industri og transport – dækkes af vedvarende energi i 2050

I det følgende beskrives den sandsynlige udvikling af den danske el- og varmforsyning med udgangspunkt i ovenstående målsætninger og visioner.

4.2 Nationale visioner og målsætninger for udviklingen af energisystemet

Vindkraft og el som energibærer

Flere langsigtede analyser frem mod 2050 peger på, at målet om en stor grad af fossilfrihed i 2050 kræver en kraftig udbygning af VE (herunder især vindkraft suppleret med biomasse) samt en omstilling til stigende integration af el som vigtig energibærer i energisystemet. Sidstnævnte forventes især at foregå ved anvendelse af varmepumper og elpatroner til varmeproduktion

¹² De ikke-kvoteomfattede sektorer udgøres primært af landbrug, transport, boligopvarmning (både individuel olie- og naturgas samt de mindre fjernvarmeværker) samt andet ikke-kvoteomfattet energiforbrug, herunder affald.

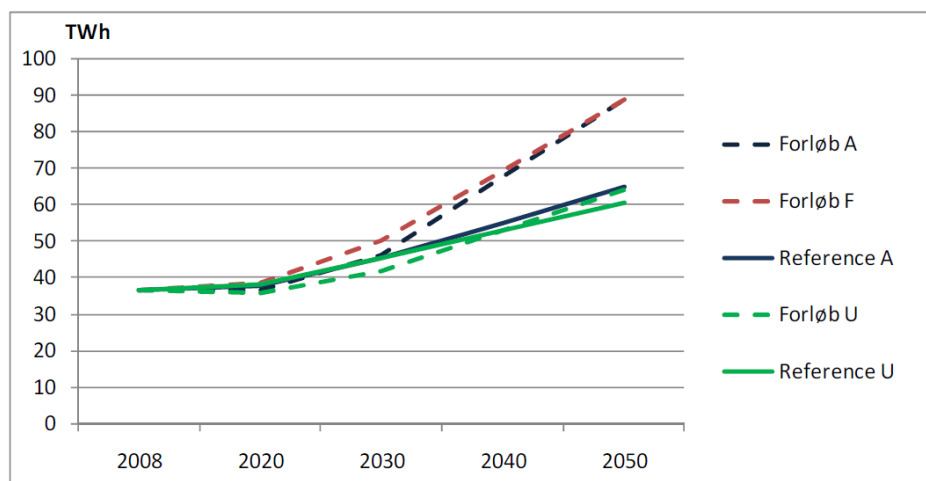
samt en omstilling af industriens energiforbrug til mere el samt introduktion af elbiler.

Klimakommissionens
fremtidsforløb

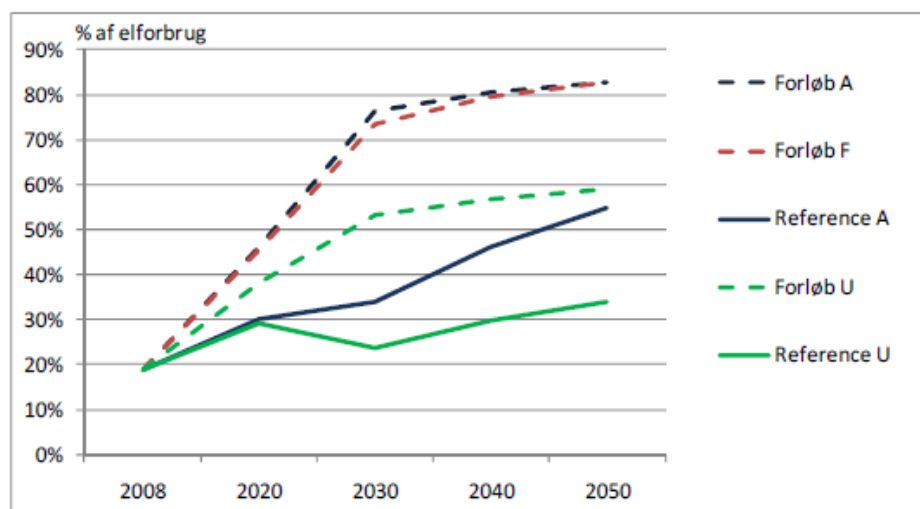
En sådan omstilling fremgår eksempelvis af Klimakommissionens arbejde, og er illustreret på de to nedenstående figurer, der henholdsvis viser andelen af vindkraft af den samlede elproduktion i Danmark samt andelen af elforbrug af det samlede energiforbrug.

Udviklingen i elsystemet

Frem til 2050 øges både vindkraft og el som energibærer betragteligt i de scenarier (fremtidsforløb), der opfylder målsætningen om uafhængighed af fossile brændsler. Hvis et elsystem med så høj en andel af vindkraft skal kunne fungere, forudsættes både udbygning af eltransmissionsforbindelserne til udlandet og introduktion af dynamik i energisystemet.



Figur 15: Samlet elforbrug i Klimakommissionens scenarier frem mod 2050. Kilde: Dokumentationsdelen til Klimakommissionens samlede rapport - GRØN ENERGI- vejen mod et dansk energisystem uden fossile brændsler, Klimakommissionen, september 2010. Klimakommissionen opererer med to forløb med hhv. ambitiøse (A) og uambitiøse (U) klimamålsætninger i omverdenen. I den første er biomasseanvendelsen i Danmark begrænset til egne ressourcer, mens der i det andet regnes med betydelig import af biomasse. Dertil kommer to referenceforløb, hvor Danmark ikke bliver fri for fossile brændsler. Endeligt indgår en variant af forløb A med forceret udbygning med vindkraft og øget elforbrug frem mod 2030 (forløb F).



Figur 16: Vindkraft i forløbene i perioden til 2050. Forløb F angiver et forløb hvor udfasningen af fossile brændsler udfases i el- og varmesystemet allerede i 2030. Kilde: Dokumentationsdelen til Klimakommissionens samlede rapport - GRØN ENERGI- vejen mod et dansk energisystem uden fossile brændsler, Klimakommissionen, september 2010. Forløbene er beskrevet i foregående figur.

På kort sigt er det især andelen af vindkraft, og udviklingen af den konventionelle kraftværkskapacitet, der vil være afgørende for behovet for fleksibilitet i elsystemet. Især når konventionel kraftværkskapacitet udfases, og vindkraft udgør en meget stor del af den samlede elproduktionskapacitet, vil der være brug for fleksibilitet i elsystemet.

Fleksibilitet i elsystemet kan implementeres på flere måder:

- Dynamisk produktion
 - Hurtigregulerende produktionsanlæg
 - Lagring af energi (især vha. vandkraft)
- Substitution
 - Mulighed for skift mellem brændsel og el til varmeproduktion, både i fjernvarmesektoren og i industrielle processer.
 - El anvendes når priserne er særligt lave
- Tilpasning af elforbrug over tid
 - Elforbrug, som kan forskydes i tid, anvendes til at undgå dyre elpriser og udnytte lave elpriser

Behovet for fleksibilitet på kort sigt

På langt sigt er der meget, der tyder på, at energisystemet skal udvikles til at være betydeligt mere fleksibelt og i stigende grad baseres på el som energibærer. De fleste analyser peger dog på, at der først på lidt længere sigt for alvor vil være brug for at tage nye og mere avancerede løsninger i brug.

F.eks. er det i Klimakommissionens baggrundsrapport ”Notat om udfordringerne ved en fremskyndet vindkraftudbygning” udarbejdet af Ea Energianalyse i dialog med Energinet.dk beskrevet, at en udbygning med vindkraft på 400 MW om året frem mod 2020 er teknisk mulig og ikke vil kræve fundamentale ændringer af elsystemet.

Med de planer, der ligger for udbygning af det overordnede transmissionsnet, er der skabt et solidt fundament for at kunne indpasse de stigende mængder vind i samspil med udlandet. Der kræves øget dynamik i elsystemet, men frem mod 2020 vurderes udlandsforbindelser og fjernvarmesektoren at levere det væsentligste bidrag til vindkraftindpasning, bl.a. ved øget anvendelse af varmelagring og brug af varmepumper og el-patroner. Desuden forventes en yderligere udvikling af centrale og decentrale kraftværkers mulighed for at levere reguleringskapacitet.

På kort sigt vil der således ikke være stort behov for udbygning med nye avancerede løsninger for at sikre vindkraftudbygningen, som kan løses ved anvendelse af eksisterende teknologi i eltransmissionssystemet, på elproduktionsanlæggene og i fjernvarmesystemet. Først på længere sigt vil der være behov for dynamisk anvendelse af f.eks. elbiler, biobrændselsfabrikker, udbredt fleksibelt forbrug i husholdninger og i industrien. Der vil dog være behov for pilot- og demonstrationsprojekter og udvikling af nye løsninger, som kan udbredes på længere sigt.

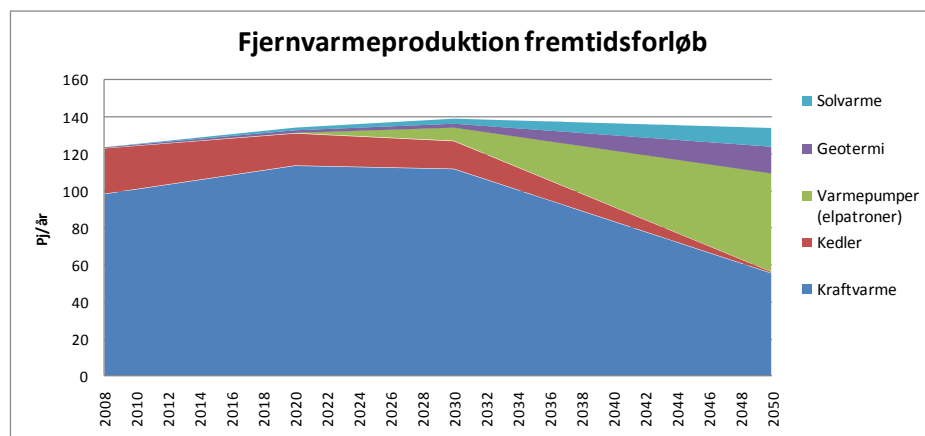
Udviklingen af fjernvarmen

I forhold til udviklingen af fjernvarmen er det i Klimakommissionens ambitiøse scenarie for 2050 antaget, at fjernvarmedækningen øges fra 47 % i dag til 57 %¹³. Den resterende boligmasse – primært enfamiliehuse – forudsættes forsynet med eldrevne varmepumper samt i mindre grad solvarme og biomasse til brændeovne (bl.a. sanket brænde). I referencen antages fjernvarmedækningen øget til 53 % i 2050.

Fjernvarmen kommer i fremtidsforløbet i 2050 som overskudsvarme fra biogas,- affalds- og biomassefyrede kraftvarmeværker samt fra eldrevne varmepumper, solvarme og geotermi. I de decentrale områder forsynes fjernvarmen primært fra biogas, varmepumper og i sommerhalvåret i et vist omfang fra sol, mens fjernvarmen i de centrale kraftvarmeområder leveres fra biokraftvarme, affald og varmepumper. Desuden anvendes geotermi i en del fjernvarmeområder, hvor ressourcen er til stede.

¹³ Målt i forhold til dagens bygningssammensætning øges dækningen kun til 54 %, men da der regnes med en større stigning i boligarealet til kontorer og forretninger (hvor fjernvarmeforsyningen er højere end til boliger), ender fjernvarmeandelen i 2050 på 57 %.

Nedenstående figur viser fjernvarmeproduktion fordelt på anlægstyper i fremtidsforløbet. I figuren indgår også fjernvarme (hedtvand/damp) anvendt som procesvarme i industrien. Her er forudsat et stigende forbrug, særligt i fremtidsforløbet, hvilket forklarer, hvorfor det samlede fjernvarmeforbrug stiger svagt.



Figur 17: Fjernvarmeproduktion fordelt på anlægstyper i fremtidsforløbet. I figuren indgår også fjernvarme (hedtvand/damp) anvendt som procesvarme i industrien. Kraftvarmen leveres fra affalds-, biogas- og biomassekraftvarmefærker.

Udviklingen af Hovedstadens fjernvarmesystem

For fjernvarmesystemet i hovedstadsområdet er der foretaget mere detaljerede analyser af fjernvarmen, end Klimakommissionens scenarier beskrevet ovenfor.

Varmeplan Hovedstaden

I 2008-2009 gennemførte CTR, VEKS og Københavns Energi således en samlet analyse af hovedstadens fjernvarmeforsyning bl.a. med en målsætning om minimum 70 % VE i fjernvarmeforsyningen. I projektet, kaldet Varmeplan Hovedstaden, blev der gennemført en række scenarieanalyser for fjernvarmens udvikling i Hovedstadsområdet frem mod 2025.

Projektets overordnede konklusion var, at det er teknisk muligt og økonomisk fordelagtigt at indpasse 70 % VE og reducere CO₂-emissionen markant frem mod 2025. Desuden blev det konkluderet (under antagelse af tæt integration af el- og fjernvarmesystemet), at det på lang sigt er muligt at omstille hovedstadsområdets fjernvarmesystem til 100 % VE.

Efterfølgende, bl.a. med udgangspunkt i Varmeplan Hovedstaden, har varmeselskaberne hver især fastlagt mål for at reducere udledningen af CO₂

og anvendelsen af fossile brændsler. Fælles for selskabernes målsætninger er, at varmeleverancerne skal være CO₂-neutrale inden 2025. Der er således flere kræfter som arbejder mod samme mål.

Med Varmeplan Hovedstaden blev der også opstillet et scenarie for 2050 – kaldet perspektivscenariet. Med perspektivscenariet blev der tankemæssigt bygget videre på analyserne af implementering af vedvarende energi, varmebesparelser og konvertering af individuelt forsynede områder til fjernvarme. I forhold til scenarierne for 2025, er varmeproduktionen fra biomasse i perspektivscenariet dog reduceret til ca. 60 %.

Beregningerne udført i forbindelse med scenariet viser, at det er en mulig løsning på langt sigt at omlægge fjernvarmesystemet i Hovedstadsområdet til 100 % vedvarende energi.

I scenariet antages det bl.a., at der foretages en betydelig udbygning med solvarme og med geotermisk varme frem mod 2050. Der tænkes konkret etableret 750.000 m² solvarmeanlæg, der forsynes med sæsonlager, og etablering af 525 MW geotermianlæg fordelt i området - svarende til 6 såkaldte geotermistjerneanlæg. Fjernvarmeproduktionen fordelt på brændsler i perspektivscenariet i 2050 ses i Tabel 8.

PJ/år	2050
Bio-affald, Amager	7,22
Bio-affald, Avedøre	6,46
Køge Halmværk	1,30
Affaldscentral, Roskilde	4,84
Geotermi	7,76
Varmepumpe	2,47
Solvarme	1,72
Overskudsvarme	0,50
Elpatron	0,58
Spidslast	1,07
Total	33,94

Tabel 8: Fjernvarmeproduktionen fordelt på kilder i 2050.

Endvidere er det antaget, at alle væsentlige flaskehalse i fjernvarmetransmissionssystemet er fjernet i 2050. Der indgår i højere grad elektricitet til fjernvarmeproduktionen gennem varmepumper, herunder i geotermianlæggene. Derfor skal det marginale elforbrug i 2050 være 100 % baseret på vedvarende energi.

Efter afslutningen af Varmeplan Hovedstaden i september 2009 har varmeselskaberne desuden arbejdet videre med at konkretisere mulighederne for en CO₂-neutral varmforsyning inden 2025. I september 2011 blev opfølgningen på Varmeplan Hovedstaden i det fælles projekt, "Varmeplan Hovedstaden 2", afsluttet.

Formålet med opfølgningen var bl.a. at etablere et afstemt beslutningsgrundlag for varmeselskaberne i forhold til kommende års udbygning af fjernvarmen og at prioritere tiltag til CO₂-reduktion frem mod 2025.

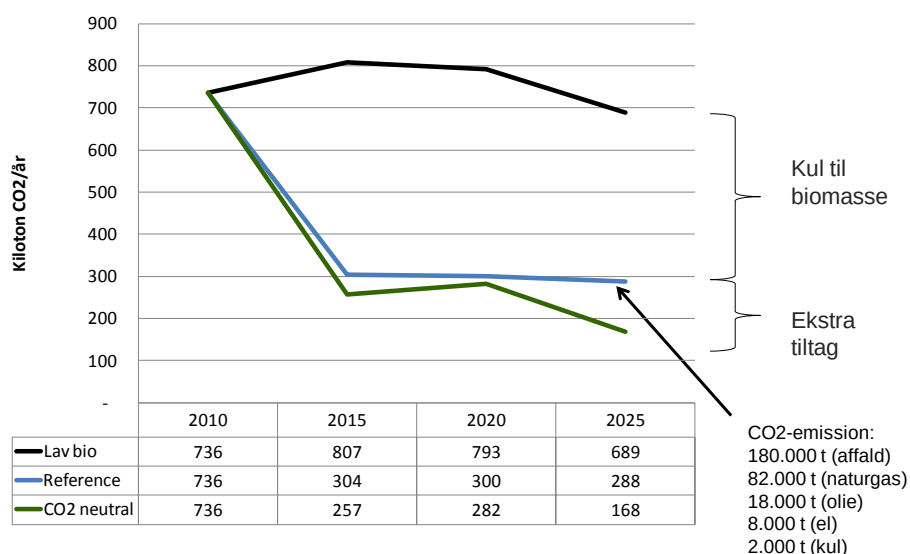
I projektet opstilles der tre udviklingsforløb for fjernvarmesystemet i hovedstadsområdet beregnet for årene 2010, 2015, 2020 og 2025:

- **Reference** – der viser en udvikling med udgangspunkt i Grundscenariet fra Varmeplan Hovedstaden 1. Her omstilles bl.a. til biomasse på Avedøre- og Amagerværket.
- **Lav bio** – som viser udviklingen, såfremt det ikke lykkes at gennemføre øget biomasseomstilling i hovedstaden.
- **CO₂-neutral** – der viser en udvikling, hvor der gøres en særlig indsats for at varmeleverancen bliver CO₂-neutral i 2025.

I Varmeplan Hovedstaden 2 konkluderes det bl.a., at såfremt der ikke gennemføres en omlægning fra kul til biomasse (på Amagerværkets blok 3 og Avedøreværkets blok 1) ender CO₂-emissionen i 2025 på ca. 700.000 tons (scenariet "Lav bio" i figuren nedenfor). Grundet idriftsættelsen af den biomassebaserede blok 1 på Amagerværket er emissionen dog væsentligt mindre end de historiske emissioner, der for 2009 var ca. 1,1 mio. tons CO₂.

Den samlede selskabsøkonomiske omkostning ved at producere varme er højest i lav bio-scenariet, og lavest i referencescenariet. I CO₂-neutral-scenariet er de årlige varmeproduktionsomkostninger ca. 50 mio. kr. højere årligt end i referencen. I dette tal er der ikke taget hensyn til ekstraomkostninger ved udsortering og genbrug af plast i affald.

CO₂-emissionen i referencescenariet reduceres til ca. 300.000 tons i 2025 på grund af omstillingen af de kulfyrede kraftvarmeværker til biomasse, mens emissionen reduceres yderligere i CO₂-neutralscenariet.



Figur 18: CO₂-emissionen i de tre scenarier, lav bio-, reference- og CO₂-neutralscenariet (200 %-metoden) i perioden 2010-2025.

I CO₂-neutral-scenariet investeres i tiltag ud over udviklingen i referencescenariet med den primære hensigt at reducere CO₂-emissionen så meget som muligt frem mod 2025, samtidig med at de øvrige målsætninger for fjernvarmen fastholdes.

Scenariet omfatter følgende ikke-prioriterede tiltag:

1. Udsortering af det nuværende indhold af plastik i affald fra 2015 frem mod 2025. I 2025 forudsættes 50 % af plastikindholdet udsorteret til genbrug.
2. Etablering af et stort varmelager på 50 TJ.
3. Etablering af et geotermi-stjerneanlæg i 2020 med en varmekapacitet på 65 MW ekskl. drivdamp.
4. Etablering af et biomassekraftvarmeanlæg efter 2020 på 150MW indfyret.
5. Tidligere lukning af H.C. Ørsted Værkets blok 8 (i 2025)
6. Omstilling af spidslastanlæg fra naturgas og olie til bioolie og fast biobrændsel.

Alt i alt opnås ikke fuld CO₂-fri produktion i 2025 i CO₂-neutralscenariet. Dette skyldes dels, at det ikke vurderes realistisk at frasortere hele den fossile affaldsmængde inden 2025, dels at der etableres et stort eldrebet geotermianlæg for at sikre en langsigtet robust varmforsyning. Elforbruget til geotermianlægget regnes ikke CO₂-neutralt i 2025, men i takt med omstillingen af elsystemet til mere VE forventes det, at CO₂-emissionen reduceres.

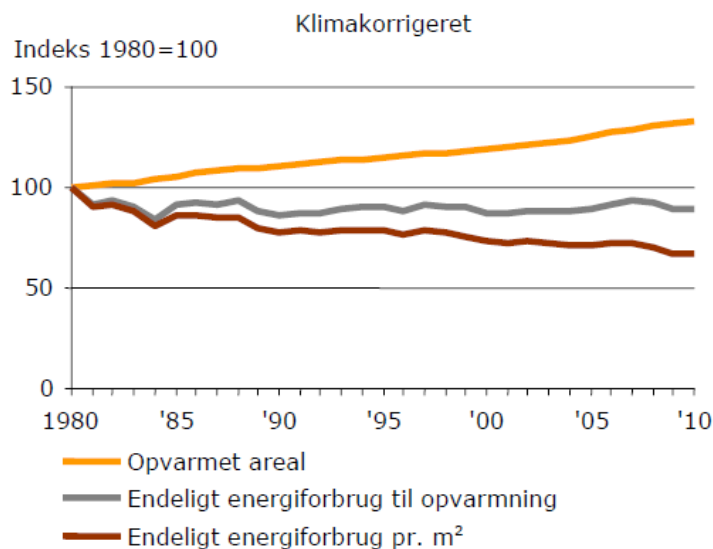
5 Potentialet for varmebesparelser

Til at vurdere hvordan energiforbruget til opvarmning vil udvikle sig fremadrettet anvendes en to-strengt metodik. Dels ses på den historiske udvikling i energiforbruget til opvarmning baseret på nationale data fra Energistyrelsen, dels ses på en teknisk analyse af besparelspotentialet fra Statens Byggeforskningsinstitut (SBI).

5.1 Historisk udvikling

Figuren nedenfor viser, hvordan energiforbruget til opvarmning i Danmark har udviklet sig i perioden 1980 til 2010. Det absolutte energiforbrug til opvarmning (rumopvarmning og varmt brugsvand) er faldet fra 179,8 PJ i 1980 til 160,1 PJ i 2010 svarende til et fald på 10,9 %.

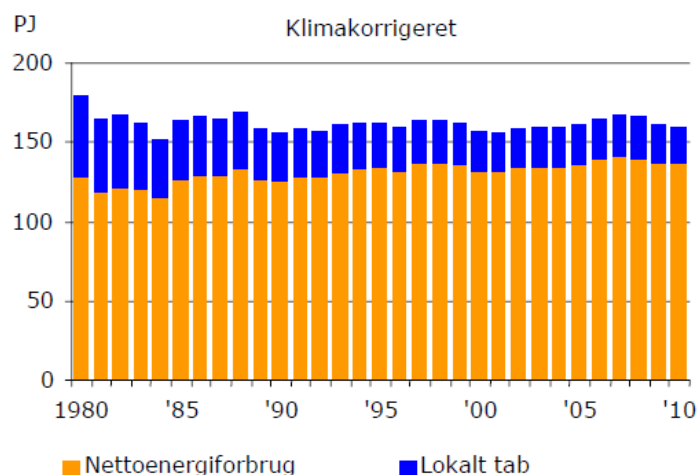
Energiforbruget til opvarmning pr. m² i perioden 1980 til 2010 faldet med 33 %. Faldet kan ifølge Energistyrelsen forklares dels ved forbedring af ældre boligers isolering, dels ved udskiftning af gamle oliefyr med mere effektive naturgasfyr og fjernvarmeinstallationer. Hertil kommer de stramme krav til nybyggeris energiforbrug.



Figur 19: Udvikling i energiforbruget til opvarmning. Kilde: Energistyrelsen 2011.

Hvis man betragter udviklingen i nettoenergiforbrug til opvarmning ses en stigning i husholdningernes rumopvarmning og opvarmning af brugsvand på 7,3 % mellem 1980 og 2010. Ved nettoenergiforbrug forstås den nyttiggjorte

energi. Forskellen mellem endeligt energiforbrug og nettoenergiforbrug er det lokale tab, som finder sted hos forbrugerne, fx i olie- og naturgasfyr.



Figur 20: Udvikling i nettoenergiforbruget til opvarmning og lokale tab i kedler mv.

Ovenstående fortæller, at en stor del af den reduktion, der er sket i energiforbruget til opvarmning, skyldes reduktion i energitabet i kedlerne. Det lokale tab har indenfor de seneste 10-15 år stabiliseret sig på knap 20 %, mens det i 1980 gennemsnitligt udgjorde 40 %.

Den besparelse, der kan tilskrives forbedringer i klimaskærmen, kan ud fra ovenstående data estimeres til 19 % for perioden 1980-2010. Det svarer til en årlig reduktion på 0,63 %. I en fremskrivningssammenhæng vil man kunne argumentere for både stærkere og svagere reduktionsforløb end det historiske. For et stærkere reduktionsforløb taler, at energipriserne er stigende, at der er et stærkt fokus på energibesparelser i dag og en række virkemidler er i spil, særligt i forhold til nybyggeri. For et svagere forløb, taler at de mest oplagte og billigste besparelspotentialer allerede er høstet.

Da nybyggeri i perioden 1980-2010 er opført med lavere energiforbrug end eksisterende byggeri (før 1980) kan man samtidig udlede at besparelserne i det eksisterende byggeri har ligget under 0,63 % årlig.

	1980	2010
Areal	100	133
Nettoenergiforbrug til opvarmning	100	107,3
Faktor (energi/areal)	1	0,81

Tabel 9: Udvikling i opvarmet areal og nettoenergiforbrug til opvarmning, 2010 sammenholdt med 1980.

Anvendes de 0,63 % som fremskrivningsfaktor fremadrettet, kan energiforbruget til opvarmning estimeres til at være reduceret med ca. 9,5 % i 2025 og 25 % i 2050.

5.2 SBI-potentiale vurdering

I det følgende beskrives indledningsvis potentialet for varmebesparelser på langt sigt i det eksisterende byggeri på baggrund af rapporten, *"Dansk bygnings energibehov i 2050"*, udarbejdet af Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) i 2010. Efterfølgende opgøres potentialet for energibesparelser i Gladsaxe Kommune og omkostningerne herved med udgangspunkt i SBI-rapportens beregninger.

SBI-rapportens potentiale vurdering er baseret på data fra energimærkningsordningen, som er ekstrapoleret til den samlede danske bygningsmasse på baggrund af informationer fra Bolig- og Bygningsregistret (BBR) og Danmarks Statistik.

På baggrund heraf er der opstillet modeller af fem bygningskategorier inden for ni tidstypiske byggeperioder, som bygningerne fremgår i dag. Hver periode repræsenterer en byggeskik eller skærpede energikrav i de gældende bygningsreglementer.

Dernæst er energiforbruget til varme og varmt vand i bygningerne beregnet. Efterfølgende er der foretaget en beregning af bygningernes energiforbrug på baggrund af tre forskellige scenarier for gennemførelse af energiforbedringer af klimaskærmen, ventilation med varmegenvinding og solvarmeanlæg til varmt brugsvand, frem mod 2050:

- Scenarie A – en reduktion af energiforbruget på 52 %¹⁴
- Scenarie B – en reduktion af energiforbruget på 65 %
- Scenarie C – en reduktion af energiforbruget på 72 %

I SBI-rapporten er omkostningerne ved at foretage energirenoveringer opgjort både som her-og-nu-investeringer og som en del af den almindelige forbedring og vedligeholdelse af bygningerne.

¹⁴ Hvis solvarme ikke medregnes vurderer Energistyrelsen, at den samlede besparelse bliver 3-5 % mindre. Kilde: Energistyrelsen 2011.

I nedenstående tages der udgangspunkt i scenarie A og omkostningerne ved en løbende forbedring og vedligeholdelse (marginale omkostninger), da det vurderes at være det mest realistiske, bl.a. set i lyset af den historiske udvikling.

Det skal bemærkes, at fremgangsmåden er forbundet med visse usikkerheder. Væsentlige usikkerheder og beregningsforudsætninger beskrives i bilag B.

Beregnet enhedsforbrug og energibesparelspotentiale

Tabellen nedenfor viser det af SBI beregnede enhedsforbrug i kWh pr. m² til varme og varmt brugsvand før implementering af energibesparende tiltag. Det fremgår, at det højeste enhedsforbrug findes i parcelhuse og rækkehuse bygget i perioderne 1931-1950 og 1951-1960. I disse perioder blev der netop, jf. beskrivelsen i kapitel 3, opført meget byggeri i Gladsaxe Kommune.

Periode	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Handel & service
Før 1850	147,5	144,2	136,3	96,5
1850-1930	154,9	164,5	152,9	102,9
1931-1950	182,3	185,4	157,5	158,6
1951-1960	184,6	178,1	139,9	135,4
1961-1972	136,4	127,8	123,2	122,7
1973-1978	111,2	99,6	116,3	110,0
1979-1998	85,6	75,7	113,4	92,6
1999-2006	68,1	60,9	76,0	70,3
2007-	48,2	44,0	51,9	50,8

Tabel 10: Beregnet enhedsforbrug (kWh/m²) til varme og varmt brugsvand før implementering af energibesparende tiltag. Kilde: SBI 2010.

Beregnes besparelspotentialet i kWh pr. m² ses det, at det største potentiale findes i ovennævnte perioder – især byggeri fra 1931-1950. Det skal bemærkes, at der også indenfor handel & service og etageboliger findes et betydeligt besparelspotentiale i denne periode. Besparelspotentialet ses i Tabel 11.

Periode	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Handel & service
Før 1850	66,3	64,8	71,3	52,6
1850-1930	71,6	77,9	93,1	61,7
1931-1950	90,9	93,3	94,5	97,8
1951-1960	86,1	88,4	85,1	82,9
1961-1972	62,6	62,3	76,5	70,3
1973-1978	52,7	51,1	73,7	63,4
1979-1998	38,3	35,3	69,7	54,8
1999-2006	23,2	22,0	38,0	32,8
2007-	20,1	18,4	30,5	26,9

Tabel 11: Beregnet besparelspotentiale (kWh/m²) i SBI-scenarie A, ekskl. øget elforbrug til ventilation.

Det gennemsnitlige besparelspotentiale er således størst for de to perioder, hhv. 1931-1950 og 1951-1960, hvor der ligeledes blev opført mest byggeri i Gladsaxe Kommune – knap halvdelen af det nuværende bygningsareal i kommunen.

Beregnet energiforbrug til opvarmning og varmt vand i Gladsaxe

I Tabel 12 er det nuværende energiforbrug til opvarmning og varmt beregnet for Gladsaxe Kommune for hhv. husholdningerne (parcelhuse, rækkehuse og etageboliger) og handel & service på baggrund af Tabel 3 og Tabel 10.

Periode	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Handel & service	SUM
Før 1850	2.920	0	981	1.389	5.291
1850-1930	140.489	2.665	37.160	20.002	200.315
1931-1950	242.522	221.578	229.875	51.970	745.945
1951-1960	142.579	110.273	179.483	72.385	504.721
1961-1972	62.853	15.185	182.760	129.392	390.190
1973-1978	18.612	13.623	23.446	65.508	121.188
1979-1998	10.174	22.486	14.898	105.520	153.078
1999-2006	1.961	3.290	28.469	19.735	53.455
2007-	173	0	0	17.374	17.547
Total	622.283	389.099	697.072	483.275	2.191.730
%-andel	28%	18%	32%	22%	100%

Tabel 12: Beregnet energiforbrug (GJ) til opvarmning og varmt brugsvand før implementering af energibesparende tiltag i Gladsaxe Kommune 2010.

Det ses af tabellen, at det højeste energiforbrug til opvarmning og varmt vand findes i kommunens etageboliger og parcelhuse, mens det højeste energiforbrug, opgjort på opførselsperiode, findes i perioden 1931-1950 og dernæst 1951-1960.

Det fremgår endvidere af Tabel 12, at det samlede energiforbrug til opvarmning og varmt vand i husholdningerne og handel & service andrager 608.000 MWh eller ca. 2.190 TJ. Til sammenligning er det klimakorrigerede 2010 energiforbrug til opvarmning beregnet til 1885 TJ baseret på data fra energiselskaberne. Differencen er på ca. 14 %.

Usikkerhederne taget i betragtning vurderes overensstemmelsen mellem de to beregninger at være forholdsvis god. Forskellen kan både være forklaret i fysiske forhold, fx at bygningerne i Gladsaxe har bedre isoleringsstandard end gennemsnittet for Danmark, og i beregningsforudsætningerne¹⁵.

Energiforbrug i etageboliger

Gladsaxe Kommune har indsamlet data om energiforbrug for etageboliger forsynet med fjernvarme. Disse repræsenterer ca. 61% af det samlede etageboligareal i kommunen. Energidata for etageboliger er sammenlignet med faktiske forbrugsdata fra Gladsaxe Fjernvarme for at sikre, at analyserne er nogenlunde repræsentative for kommunen.

De faktiske energiforbrug i Gladsaxe ligger i den høje ende sammenlignet med SBI's data fra energimærkeordningen, hvilket indikerer at potentialet for varmebesparelser kan være større end SBI-analyserne antyder.

Konkret kan det vægtede enhedsforbrug beregnes til 146 kWh/m² på baggrund af de målte energiforbrug mod ca. 140 kWh/m² ifølge SBI (gennemsnit for etageboliger for perioden 1931-1972, hvor hovedparten af bygningerne er opført).

Det bemærkes, at den observation står lidt i modstrid med den generelle analyse af energiforbrugsdata, som peger på en lidt bedre isoleringsstandard af boliger i Gladsaxe.

I Tabel 13 er energiforbruget beregnet efter implementering af energibesparelser. Der er korrigeret for et øget elforbrug, da en stor andel af varmebesparelsen opnås ved anvendelse af ventilationsanlæg med varmegenvinding.

¹⁵ Fx kan der være bolig- eller erhvervsarealer som ikke er opvarmet i praksis og ligesom biomasseanvendelsen (brænde mv) i husholdninger er vanskelig at bestemme.

Periode	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Handel & service	SUM	%-andel
Før 1850	1.608	0	468	632	2.708	0%
1850-1930	75.573	1.403	14.532	8.010	99.518	10%
1931-1950	121.585	110.082	91.973	19.919	343.559	34%
1951-1960	76.064	55.544	70.335	28.068	230.012	23%
1961-1972	34.009	7.782	69.271	55.275	166.337	17%
1973-1978	9.794	6.635	8.589	27.766	52.784	5%
1979-1998	5.620	12.000	5.743	43.073	66.436	7%
1999-2006	1.293	2.101	14.229	10.531	28.154	3%
2007-	101	0	0	8.175	8.276	1%
Total	325.647	195.547	275.139	201.451	997.784	100%
%-andel	33%	20%	28%	20%	100%	-

Tabel 13: Beregnet energiforbrug (GJ) til varme og varmt brugsvand i Gladsaxe Kommune 2050 i SBI-scenarie A, inkl. øget elforbrug til ventilation.

Efter implementering af energibesparelser fås et samlet energiforbrug til opvarmning på 277.000 MWh svarende til på 998 TJ i 2050. Det svarer til en besparelse på 54 %. Det er lidt højere end det generelle besparelsesniveau i scenarie A. Det hænger sammen med bygningssammensætningen i Gladsaxe, hvor der er en forholdsvis stor andel bygninger med højt energiforbrug og dermed et større besparelspotentiale.

Antages potentialet på 54 % at blive indfaset over 40 år svarer det til en årlig reduktion 1,35 % altså mere end dobbelt så kraftig en reduktion som den historiske trend.

Den totale energibesparelsespris i kr. pr. GJ fremgår af nedenstående tabel. Det ses, at de laveste besparelsesomkostninger findes i etageboliger og handel & service.

Periode	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Handel & service
Før 1850	3.611	4.444	2.778	3.611
1850-1930	3.889	4.444	2.778	3.611
1931-1950	3.889	3.889	2.500	2.500
1951-1960	3.889	4.167	2.500	2.778
1961-1972	4.722	5.000	3.056	2.778
1973-1978	5.000	5.556	3.333	3.056
1979-1998	3.889	5.000	2.778	2.222
1999-2006	2.222	2.778	2.222	2.500
2007-	1.667	2.222	2.500	2.222

Tabel 14: Total energibesparelsespris ekskl. moms (kr./GJ) for de marginale omkostninger ved de samlede tiltag i SBI-scenarierne.

Beregnes de samlede omkostninger for den beskrevne energibesparelsesindsats i bygningsbestanden i Gladsaxe Kommune frem mod 2050 fås omkostningerne, der ses i Tabel 15, fordelt på typer og opførelsesperioder.

Periode	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Handel & service	SUM
Før 1850	4.739	0	1.426	2.734	8.899
1850-1930	252.451	5.609	62.854	43.304	364.217
1931-1950	470.310	433.595	344.755	80.128	1.328.789
1951-1960	258.668	228.037	272.871	123.101	882.677
1961-1972	136.210	37.016	346.772	205.881	725.878
1973-1978	44.090	38.818	49.524	115.322	247.754
1979-1998	17.711	52.430	25.432	138.770	234.343
1999-2006	1.484	3.302	31.646	23.009	59.442
2007-	120	0	0	20.441	20.562
Total	1.185.784	798.807	1.135.280	752.690	3.872.561

Tabel 15: Omkostninger ekskl. moms (1.000 kr.) ved samlet energibesparelsesindsats i henhold til scenarie A i Gladsaxe Kommune fordelt på typer og opførelsesperioder.

Det ses, at den beskrevne energibesparelsesindsats andrager 3,9 mil. kr.

For at vurdere hvorvidt besparelsesindsatsen er rentabel, skal investeringen dog bl.a. ses i forhold til dens levetid. Foretages en annuisering af omkostningerne, der fremgår Tabel 14, fås den årlige marginale omkostning ved den samlede energibesparelsesindsats fordelt på typer og opførelsesperioder. Den annuiserede, marginale energibesparelsespris i kr. pr. GJ er vist i Tabel 16.

Periode	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Handel & service
Før 1850	290	357	223	290
1850-1930	312	357	223	290
1931-1950	312	312	201	201
1951-1960	312	334	201	223
1961-1972	379	401	245	223
1973-1978	401	446	267	245
1979-1998	312	401	223	178
1999-2006	178	223	178	201
2007-	134	178	201	178

Tabel 16: Annuiseret, marginal energibesparelsespris ekskl. moms (kr./GJ) ved samlet energibesparelsesindsats ved 20 års levetid på renoveringer og 5 % i rente

Som gennemsnit for kommunen er den annuiserede omkostning for varmebesparelserne 260 kr./GJ med 20 års levetid og 5 % rente. I praksis kan renten afvige fra de 5 %, bl.a. set i lyset af udviklingen af bankudlånsrenten i

løbet af de seneste to år, som pt. ligger tydeligt under 5 %¹⁶. Der bør dog også tages hensyn til en risikopræmie for investeringer. Alt i alt vurderes 5 % til at være en rimelig forudsætning for investeringer af private forbrugere. Dette renteniveau er også anvendt i de efterfølgende analyser af bl.a. varmeproduktionsteknologier.

Øges levetiden af varmebesparelsen til 30 år fås en omkostning på 210 kr./GJ. Prisen er det totale gennemsnit for varmebesparelserne, dvs. den gennemsnitlige priser per enhed, hvis hele potentialet implementeres. I praksis vil de første varmebesparestiltag være billigere end de sidste. En analyse foretaget af SBI fra 2009 pegede således på, at omkostningen ved at gennemføre varmebesparelser svarende til 23 % på landsplan er ca. 75 kr./GJ (30 års levetid)¹⁷.

Derudover skal den årlige omkostning sammenholdes med, hvad det koster at forsyne med den relevante opvarmningsform.

5.3 Opsamling

Der vurderes at være en ikke uvæsentlig usikkerhed forbundet med at vurdere udviklingen i energiforbruget til opvarmning. SBI potentialeanalysen viser, at der er betydeligt teknisk potentiale, som kan implementeres med rimelige omkostninger. Omvendt indikerer den historiske udvikling, at indfrielsen af potentialet kan ske forholdsvis langsomt.

I scenarieanalyserne i kap. 8 opereres derfor med to udviklinger frem til 2025. En baseline udvikling, hvor energiforbruget i det eksisterende byggeri reduceres med 10 % og et besparelæsscenarie, hvor det reduceres med 20 %. Tilsvarende arbejdes i 2050 med et interval på 25-50 % varmebesparelser.

¹⁶ Ifølge Danmarks statistik lå den effektive bankudlånsrente på mellem 3,7 og 4,2 % i 2010 og 2011. For realkreditlån er den effektive lånerente lavere.

¹⁷ Analysen af beskrevet i Varmeplan Hovedstaden 1

6 Fremtidens varmeforsyning

I dette kapitel undersøges fordele og ulemper ved forskellige fremtidige varmeforsyningsmuligheder for Gladsaxe Kommune.

Gladsaxe Kommune forsynes i dag primært med naturgas, men fjernvarmeforsyningen udvides i disse år og forventes med de eksisterende udbygningsplaner at nå op på godt 50 % fjernvarmetilslutning.

Det centrale spørgsmål som søges undersøgt er, om det kan svare sig at udvide fjernvarmeforsyningen til den resterende boligmasse i kommunen, som primært består af parcel- og rækkehuse. Og videre om det kan svare sig at tilslutte nybyggeri til fjernvarmesystemet.

Først undersøges, hvordan prisen på fjernvarme kan forventes at udvikle sig. Herefter foretages en komparativ analyse af fjernvarme sammenholdt med forskellige individuelle forsyningsalternativer.

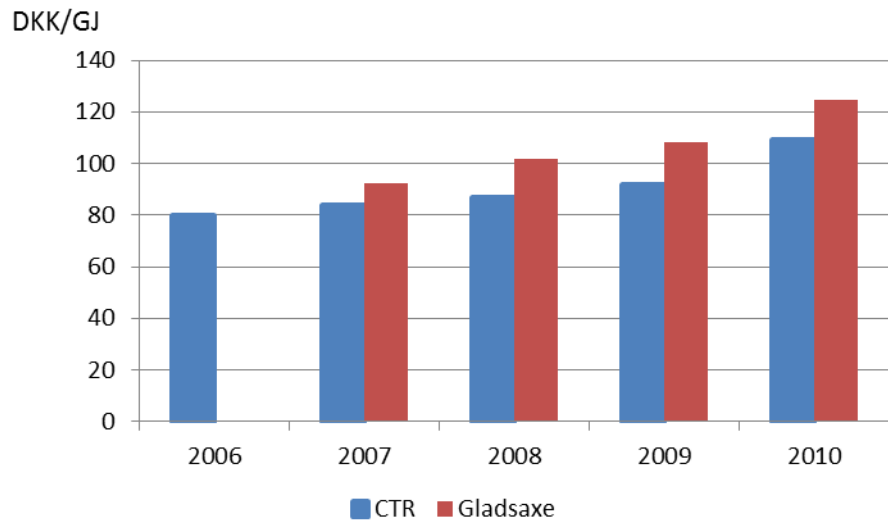
6.1 Nuværende fjernvarmeproduktionsomkostninger

Gladsaxe Fjernvarme køber i dag sin fjernvarme fra CTR, Central Kommunernes Transmissionsselskab. Langt størstedelen af CTRs omkostninger, ca. 90%, dækker omkostninger til køb af varme fra hovedsagligt kraftvarmeværker og affaldsværker. Dertil kommer omkostninger til drift og vedligehold, finansiering og afskrivning på anlæg og el til pumper.¹⁸

Afregningen mellem CTR og interessentkommunerne sker ud fra en fælles enhedspris, puljeprisen. Puljeprisen er steget fra ca. 80 kr./GJ til ca. 90 kr./GJ i 2009 og 109 kr./GJ i 2010.

Den høje pris for 2010 blev fastsat ud fra den i 2009 vedtagne omlægning af brændselsafgifterne, Forårspakke 2.0, der trådte i kraft 1. januar 2010, og som indebar særligt store afgiftsstigninger for byer med varmeforsyning fra de store kraftværker. Afgiftsstigningen slog dog ikke helt så hårdt igennem som budgetteret og CTR udviste derfor et betydeligt overskud på 180 mio. kr. Hvis man korrigerer herfor ville puljeprisen have været knap 100 kr./GJ i 2010, heraf ca. 90 kr./GJ til varmekøb.

¹⁸ Varmekøb (ca. 1860 mio. kr.), omkostninger til drift og vedligehold (73 mio. kr.), finansiering og afskrivning på anlæg (88 mio. kr.) og el til pumper (61 mio. kr.).



Figur 21: Udvikling i CTR's puljepris 2005-2010 og Gladsaxe fjernvarmes normalkundepris.

For fjernvarmekunderne i Gladsaxe, skal der yderligere lægges omkostninger til afskrivninger, nettab og drift- og vedligehold af fjernvarmedistributionsnettet. I 2011 var varmeprisen ifølge Gladsaxe Fjernvarmes hjemmeside 133 kr./GJ ekskl. moms for normal kunder¹⁹. Som det fremgår af sammenligningerne på CTR's og Gladsaxes fjernvarmepris, samt af Gladsaxe Fjernvarmes årsregnskab, udgøres mellem 85-90 % af fjernvarmeprisen af omkostninger til varmekøb.

6.2 Den langsigtede udvikling i varmeprisen

Den fremadrettede varmepris vil afhænge af en række forhold herunder væsentligst udviklingen i brændselspriser, økonomiske incitamenter (afgifter og kvoter og tilskud), den fremtidige sammensætning af varmeproduktionsapparatet (teknologivalg) og reguleringen af varmeprisen herunder fordelingen af kraftvarmefordelen mellem el- og varmesiden.

Produktionsomkostningerne til fjernvarme afhænger af den anvendte teknologi til varmeproduktionen. I den langsigtede varmeproduktionsomkostningspris indgår kapitalomkostninger, drift og vedligeholdelsesomkostninger, brændselsomkostninger CO₂-kvoteomkostninger, afgifter og indtægter fra elsalg (inkl. evt. tilskud).

¹⁹ Visse kunde grupper opnår rabat. Der er ikke taget hensyn til øgede eller reducerede takster som følge af incitamentstariffen for afkøling.

I forhold til forbrugeren skal der hertil lægges omkostninger til drift af fjernvarmenettet og dækning af tab i fjernvarmenettet. Dertil kommer kapitalomkostninger til udvidelse af fjernvarmenettet.

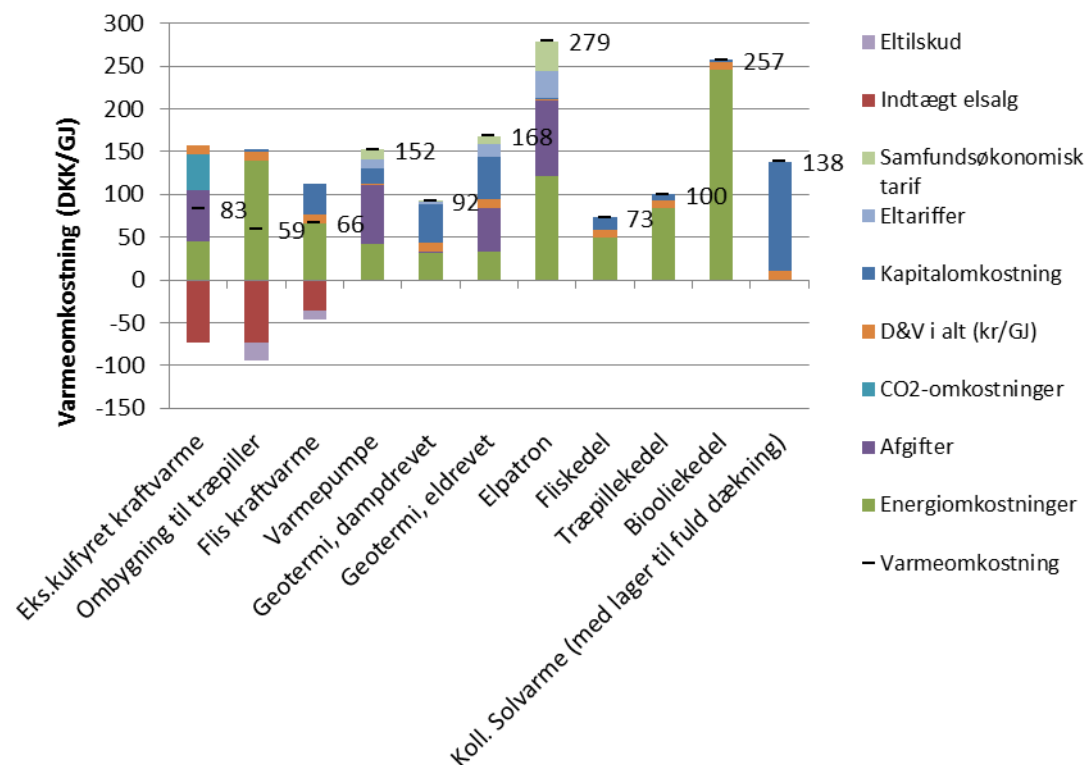
I det følgende analyseres udviklingen i fjernvarmepriser frem mod 2025. Senere i kapitlet vurderes udviklingen på endnu længere sigt frem mod 2050.

I projektet Varmeplan Hovedstaden 2²⁰ blev produktionsomkostningerne for forskellige teknologier beskrevet, og en oversigt fremgår af figuren nedenfor. Brændsels, CO₂ og elpriser svarer til Energistyrelsens forventninger til 2025 – og beregningen er gennemført under forudsætning af, at teknologierne leverer grundlast (6000 fuldlasttimer årligt). Det skal desuden bemærkes, at beregningen forudsætter fuld kraftvarmefordel til varmesiden, svarende til at varmeselskaberne ejer produktionsanlæggene.

Biomassebaseret kraftvarme ses at have forholdsvis lave selskabsøkonomiske varmeproduktionsomkostninger, hvilket gælder både ved ombygning af eksisterende kulkraftværker til træpillefyring og ved opførelse af større flisbaserede kraftvarmeverker. Ligeledes har ren varmeproduktion baseret på flis forholdsvis lave omkostninger, hvilket primært skyldes lavere investeringsomkostninger og et forholdsvis billigt brændsel. Den gode selskabsøkonomi for biomasse hænger sammen med, at brændslet ikke er afgiftsbelagt.

Ser man bort fra afgifter vil de eksisterende kulkraftvarmeverker være den billigste varmekilde med en produktionsomkostning på ca. 25 kr./GJ (produktionsomkostningen på 83 kr./GJ inkluderer afgifter på 60 kr./GJ.)

²⁰ Varmeplan Hovedstaden 2 – Handlemuligheder for en CO₂-neutral fjernvarme, Ea Energianalyse, september 2011.



Figur 22: Selskabsøkonomiske varmeproduktionsomkostninger for forskellige teknologier. Der indgår ikke moms. Kilde: Beregninger gennemført i forbindelse med projektet VPH2. Beregninger for solvarme er opdateret på baggrund af oplysninger fra Gladsaxe fjernvarme. Omkostningerne er beregnet under antagelse af en driftstid på 6000 fuldlasttimer. For træpillebaseret kraftvarme er der kun medtaget investeringsomkostninger til ombygning af et eksisterende kulkraftværk. Der er ikke taget hensyn til en mulig kommende afgift på biomassebaseret kraftvarmeproduktion. Beregningerne gælder for 2025, dvs. med forventede brændsels, el og CO₂-omkostninger for 2025.

De beregnede langsigtede varmeproduktionspriser for 2025 er ikke væsentligt forskellige fra 2011. Det skyldes, at en stigning i brændselspriserne (især biobrændsler) og CO₂-kvotepriser til dels opvejes af en højere elpris. Samtidig er der ikke regnet med nogen markant teknologiudvikling.

Varmeproduktionspriserne for biomassebaseret eller elbaseret varmeproduktion vil derfor skønsmæssigt være ca. 5-10% lavere i 2011, mens kulfyret kraftvarme vil være knap 15 % lavere.

Sammensætning af produktionsapparat

Varmeproduktionsomkostninger er blandt andet afhængige af driftstiden på de forskellige anlæg, da driftstiden, og dermed varmeproduktionen, er afgørende for hvor stor en varmemængde de faste omkostninger i form af kapitalomkostninger og faste drift og vedligeholdelsesomkostninger kan fordeles over. Det vil derfor være de kapitaltunge teknologier med lave variable omkostninger, der leverer grundlast og omvendt for spidslastteknologier.

På **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** skitseres sammensætningen af et produktionssystem ud fra de langsigtede marginale omkostninger for en række af de ovennævnte teknologier²¹. Til dette formål er der anvendt en forbrugsprofil for fjernvarmeforbruget i det storkøbenhavnske fjernvarmesystem. Der er taget udgangspunkt i en tænkt situation, hvor alle produktionsteknologier skal etableres fra ny.

For træpillebaseret kraftvarme er der derfor medtaget de fulde investeringsomkostninger, og ikke blot omkostninger til ombygning af et eksisterende kulkraftværk. For affaldsværker er kapaciteten fastsat på forhånd, idet det forudsættes, at al affald skal afbrændes. Affaldsbaseret varmeproduktion prioriteres derfor højere end andre anlæg. I en situation, hvor store dele af affaldsmarkedet liberaliseres, kan denne antagelse diskuteres, idet der opstår muligheder for at importere og eksportere affald.

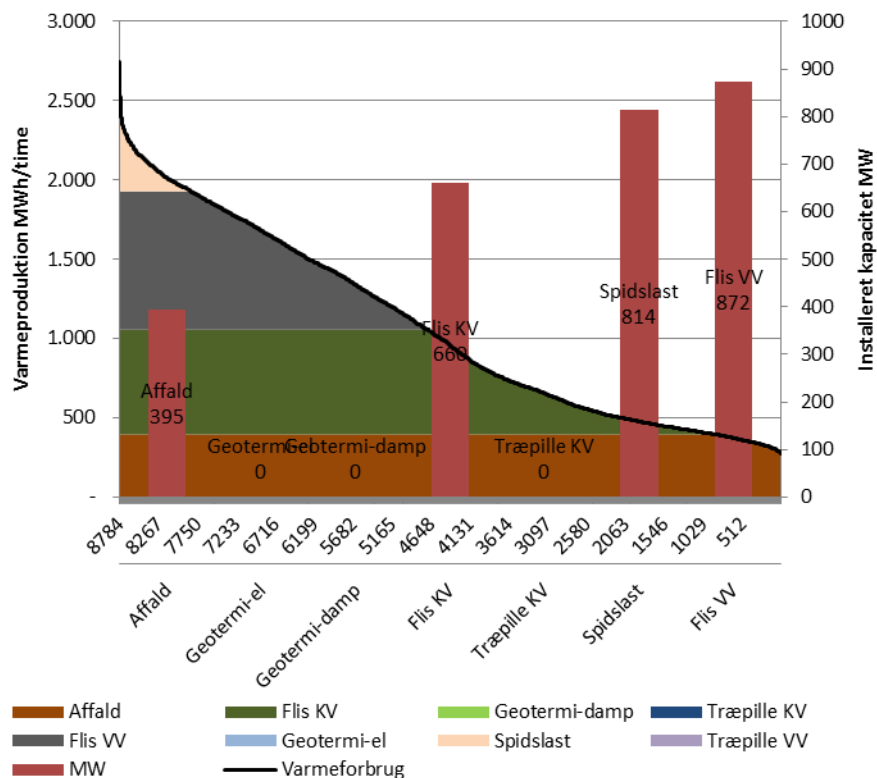
I praksis vil det fremtidige produktionssystems sammensætning også afhænge af andre forhold, bl.a. at en stor del af de eksisterende kraftvarmeværker må formodes stadig at være i drift i 2025. Eksemplet benyttes dog til at skitsere den fremtidige udvikling af varmeproduktionsomkostningen. Det skitserede system er i høj grad baseret på affalds- og biomassebaseret kraftvarme og ren varmeproduktion på biomasse. Dette svarer i grove træk til udviklingen af hovedstadens kraftvarmesystem mod en CO₂-neutral fjernvarmeforsyning, beskrevet i Varmeplan Hovedstaden 2.

I Varmeplan Hovedstaden 2 CO₂-neutral-scenariet gælder dog:

- Der opføres et større geotermianlæg
- De store kraftvarmeværker (Amagerværket og Avedøreværket) omstilles til træpillefyring
- Der er ikke forudsat nær så store mængder varmekedler

Geotermianlægget er ikke i sig selv selskabsøkonomisk attraktivt med gældende rammebetingelser, men er primært et tiltag, der har til hensigt at mindske den stigende afhængighed af biomasse i varmeproduktionen samt at opsamle erfaringer.

²¹ Vurderingen er foretaget vha. en regnearksmodel. En særlig forsimpning er, at modellen ikke håndterer udtagsanlæg. Alle anlæg regnes altså som enten rene varmeproducerende anlæg eller kraftvarmeanlæg med et fast forhold mellem el- og varme. Endvidere er beregningerne udført med en fast elpris i alle årets timer.



Figur 23: Varmeproduktionssystem ved produktionssammensætning ift. de langsigtede marginale omkostninger. Områdegafen viser varmeproduktionen i MWh pr. år (Venstre y-akse), mens søjlerne angiver kapaciteten i MW (højre y-akse). Beregninger baseret på projektet VPH2. Beregningsår: 2025.

Ved den skitserede sammensætning af produktionsapparatet dækkes ca. 36 % af varmebehovet af affaldsbaseret kraftvarme, ca. 38 % af flisbaseret kraftvarme, ca. 24 % af flisbaseret varmeproduktion og de resterende knap 2 % af gasbaseret spidslastproduktion. Det skal bemærkes, at beregningen ikke tager hensyn til udfald af produktionsenheder og netbegrænsninger, hvorved den samlede produktionskapacitet - særligt på spidslastanlæggene - kan være undervurderet lidt.

Udviklingen af varmemarkedet kan ligeledes have betydning for den optimale sammensætning af kraftværksparken. I ovenstående er det antaget, at varighedskurven for varmemeforbrug er uændret, uanset betydningen af varmebesparelser. I praksis kan det vise sig, at varmebesparelser hos de enkelte forbrugere kan påvirke varighedskurven, således at spidsforbruget bliver relativt højere, på grund af et mere udpræget varmemeforbrug på meget

kolde dage²². Omvendt vil varmemeforbruget til brugsvand få en større betydning i forhold til varmemeforbrug til opvarmning. Dette må antages at give et mere jævnt forbrug over året. Frem til 2025 vurderes effekten dog at være begrænset.

Den gennemsnitlige varmeproduktionsomkostning i ovennævnte system er ca. 62 kr./GJ. Det er beregningsmæssigt antaget, at affaldsbaseret kraftvarmeproduktion tilskrives samme langsigtede marginalomkostning som flisbaseret kraftvarme (substitutionspris)²³.

Sammenlignet med dagens puljepriser fra CTR på ca. 90 kr./GJ til varmekøb, forventes der derfor et fald i fjernvarmeprisen (dertil kommer omkostninger til drift af transmissionsnettet på ca. 10 kr./GJ). Prisreduktionen hænger sammen med omlægningen til biobrændsler, der er afgiftsfritaget.

Som nævnt forudsætter beregningen desuden fuld kraftvarmefordel til varmesiden, svarende til at varmeselskaberne ejer produktionsanlæggene.

Væsentlige øvrige faktorer, der kan forskyde resultatet er bl.a. elprisen og forholdet imellem brændselspriserne. En øget elpris vil således trække imod en større andel kraftvarmeproduktion. En større spredning i elpriserne med flere høje og lave elpriser -fx som en konsekvens af mere vindkraft i elsystemet - kan derimod føre til en lavere kraftvarmeandel og på sigt gøre det attraktivt at investere i andre teknologier som fx elpatroner og varmepumper. Frem mod 2025 vurderes bidraget fra elpatroner og varmepumper dog at blive beskedent.

Derudover kan fremtidige afgiftsændringer spille en væsentlig rolle. Der er fx ikke taget hensyn regeringens nye energiudspil, hvor der lægges op til at indføre en forsyningssikkerhedsafgift, som formentlig også vil omfatte biomasse. Antages denne at være på 17 kr./GJ, som foreslået af den tidligere VK regering, vil det slå igennem med ca. 14 kr./GJ på fliskraftvarmeproduktion og ca. 17 kr./GJ på produktion fra fliskedler. Samlet vil afgiften kunne øge den gennemsnitlige varmeproduktionsomkostning med ca. 15 kr./GJ.

²² Gladsaxe fjernvarme har f.eks. oplyst at større forbruger med varmegenvindingsanlæg på ventilationsanlægget, kan få et højere spidsforbrug når varmegenvindingsanlægget har driftsproblemer.

²³ Den gennemsnitlige varmeproduktionsomkostning (ekskl. indflydelsen fra affaldsanlæg) i ovennævnte system kan i øvrigt beregnes til ca. 87 kr./GJ.

	Langsigtet gennemsnitlig varmeproduktionsomkostning	Langsigtet gennemsnitlig varmeproduktionsomkostning inklusive forsyningssikkerhedsafgift
Produktionsomkostning	62 kr./GJ	77 kr./GJ
An distributionsnet	72 kr./GJ	87 kr./GJ

Tabel 17: Fjernvarmeproduktionsomkostninger i 2025 i kr./GJ. Prisen an distributionsnet er beregnet inkl. omkostninger til drift af transmissionsnet (CTR) på 10 kr./GJ

6.3 Samfundsøkonomisk fjernvarmepris

Ved udvidelser af fjernvarmenettet vil de selskabsøkonomiske varmeproduktionsomkostninger svare nogenlunde til dem, der er beskrevet foroven. En samfundsøkonomisk analyse bør derimod tage hensyn til den marginale varmeproduktionspris, dvs. den ekstra varmeproduktion, der finder sted ved tilkobling af nye forbrugere. Denne beregning bør ideelt set tage hensyn til netbegrænsninger, således at det kan beregnes præcist hvilke anlæg i systemet, der vil producere den ekstra varme.

I en langsigtet planlægningssammenhæng kan det dog antages at placering af produktionsanlæg vil tilpasses til det ekstra forbrug, og den marginale varmeproduktionsomkostning vil derfor ikke adskille sig væsentlig fra de foroven viste priser, dog ekskl. affaldsproduktion, da den vil være marginal en meget lille del af året.

Derudover bør der ved beregninger på fjernvarmeudvidelser også tages hensyn til investeringer i selve fjernvarmenettet, og eventuelle omkostninger til tilslutning til det eksisterende net.

Samfundsøkonomisk
beregning

De samfundsøkonomiske priser adskiller sig udover marginalbetragtningen fra de selskabsøkonomiske ved ikke at tage hensyn til afgifter og tilskud. Derfor skal der ikke indregnes tilskud til biomassebaseret kraftvarmeproduktion, ligesom der ikke skal indregnes en eventuel forsyningssikkerhedsafgift på biomasse²⁴.

Sammensætning af
produktionsapparat

Ud fra et samfundsøkonomisk synspunkt vil der være andre incitamenter til at sammensætte produktionsapparatet, end der er vist på Figur 23. Fx vil kulkraftvarme med de forventede CO₂-priser for 2025 være en samfundsøkonomisk billigere produktionsform end biomassekraftvarme. Det er imidlertid valgt at tage udgangspunkt i den selskabsøkonomiske

²⁴ Ifølge Energistyrelsen vejledning til samfundsøkonomiske beregninger skal der derudover tages hensyn til en nettoafgiftsfaktor på 1,17. Denne er der set bort fra her ligesom der ikke er taget hensyn til skatteforvridningstab. I forbindelse med en konkret projektvurdering af fx en udvidelse af fjernvarmenettet bør der tages højde for disse faktorer.

sammensætning af produktionsapparatet, da aktørerne i sektoren må antages at agere ud fra de selskabsøkonomiske incitamenter. Dette vil dog føre til en overvurdering af fjernvarmeprisen i forhold til et system, der er sammensat på basis af de samfundsøkonomiske incitamenter.

Man kan ligeledes argumentere for, at produktion fra vedvarende energianlæg har en særlig værdi for samfundet, fordi Danmark er pålagt en EU målsætningen om at øge andelen af vedvarende energi til 30 % af det endelige energiforbrug i 2020 - men der foreligger ikke (endnu) anvisninger om, at dette forhold bør indgå i de samfundsøkonomiske beregninger.

Den baggrund fås nedenstående marginale samfundsøkonomiske fjernvarmproduktionsomkostninger (baseret på selskabsøkonomisk incitament struktur).

	Langsigtet gennemsnitlig varmeproduktionsomkostning
Produktionsomkostning	91 kr./GJ
An distributionsnet	101 kr./GJ

Tabel 18: Samfundsøkonomiske fjernvarmeproduktionsomkostninger i 2025 i kr./GJ. Prisen an distributionsnet er beregnet inkl. omkostninger til drift af transmissionsnet (CTR) på 10 kr./GJ

6.4 Fjernvarmepris an fjernvarmeforbruger

Fjernvarmeprisen an fjernvarmeforbruger afhænger af de foroven beskrevne produktionsomkostninger, og de deraf resulterende omkostninger an distributionsnet. For Gladsaxes fjernvarmeforbrugere vil der hertil komme omkostninger til drift af distributionsnettet og tab i distributionsnettet. Ifølge Gladsaxe fjernvarmes årsrapport for 2010 ligger tabet på mellem 2-4 % i Gladsaxe. Dette er lavere end i mange andre fjernvarmenet og hænger sammen med fjernvarmeforbrugerne i Gladsaxe er store kunder.

I fremtiden kan det relative tab forventes at stige i takt med flere mindre forbrugere tilsluttet. I alt vurderes det, at prisen for fjernvarmeforbrugere inkl. omkostninger til drift af fjernvarmenettet i Gladsaxe vil ligge ca. 15 % over fjernvarmeprisen an distributionsnet hos fremtidige kunder i villa og rækkehuse og nybyggeri. Dermed fås de i tabellen nedenfor viste priser an fjernvarmeforbruger.

	Privatøkonomisk fjernvarmepris	Samfundsøkonomisk fjernvarmepris
An forbruger	83 kr./GJ	116 kr./GJ

Tabel 19: Fjernvarmeproduktionsomkostninger i 2025 i kr./GJ.

6.5 Investering i fjernvarmeinstallation og -net

Investering til fjernvarme udgøres af tre til fire hovedkomponenter:

1. Brugerinstallation
2. Stikledning
3. Gadenet (Distributionsnet)
4. Transmissionsnet ved udvidelse af fjernvarmens områdefgrænsning

Afhængigt af afstanden til det eksisterende fjernvarmenet og produktionsanlæggene kan det være nødvendigt at investere i transmissionsnettet, herunder varmevekslere til tilkobling af nye forbrugere på distributionsniveau. Investeringen i stikledning og gadenet afhænger i høj grad af det konkrete område, tætheden på bebyggelsen, varmekonsumet pr. enhed og om der er tale om nye bebyggelsesområder eller konvertering af eksisterende byggeri.

Alt i alt kan investeringsbehovet for udbredelse af fjernvarme derfor variere betydeligt, hvor de laveste omkostninger findes ved tilslutning af

- eksisterende bygninger i eksisterende fjernvarmeområder uden behov for et nyt gadenet (såkaldt fortætning) og
- nye tæt bebyggede fjernvarmeområder

De højeste omkostninger findes ved konvertering af eksisterende bebyggelse, hvor der også kræves et nyt gadenet og eventuel transmissionsledning.

Derudover er investeringerne typisk højere i hovedstadsområdet end i Jylland.

Tabellerne nedenfor viser eksempler på omkostninger, som er anvendt i forskellige referencer.

Kr.	Hustype	Brugerin- stallation	Stikledning + tilslutning	Gade- net	Total
Dansk Energi ²⁵	Villa	20.000	24.000		44.000
Varmeplan Hovedstaden	Eksisterende villa				91.224
Varmeplan DK I (Kbh)	Eksisterende parcelhus	13.500	34.050	53.800	101.350
Varmeplan DK I (Jylland)	Eksisterende parcelhus	13.500	17.025	26.900	57.425
Varmeplan DK II – (konkret eksempel, Odense)	Nye huse Gns. 105 rækkehuse, 75 parcelhuse	15.000	46.800		61.800
Varmeplan DK II – (konkret eksempel, Gladsaxe)	Nye rækkehuse	11.500	32.747		44.247

Tabel 20: Investeringer i fjernvarmeinstallation ekskl. moms.

	Netto varmebehov MWh/år	Investering nybyggeri kr.		Investering eksisterende byggeri kr.	
		Lavt niveau	Højt niveau	Lavt niveau	Højt niveau
Parcelhus	<10	32.150	51.300		
Rækkehus	<10	22.050	31.100		
Parcelhus	10- 20	47.600	81.700	57.425	101.350
Rækkehus	10- 20	31.375	49.750	36.950	60.900
	21-50	70.150	120.300	85.850	151.700
	51-100	112.750	193.000	141.625	250.750
	101-200	180.600	303.700	232.200	406.900
	>200	286.750	464.500	357.875	606.750

Tabel 21: Detaljerede forudsætninger for total investering for brugerinstallation, stikledning og gadenet i Varmeplan DK I.

I Gladsaxes plan for udvidelse af fjernvarmeområdet indgår især tilslutning af nye bebyggelser af række- og parcelhuse samt konvertering af eksisterende parcelhuse, der i dag er opvarmet med naturgasfyr. Der præsenteres derfor to tilfælde: Nye bebyggelser og eksisterende bebyggelser. For begge er der, ligesom for alle andre teknologier, regnet på to forskellige varmebehov. Dette har også indflydelse på investeringerne. Forudsætningerne er opsummeret nedenfor.

²⁵ "Den lille blå om varmepumper", Dansk Energi, marts 2011

For eksisterende parcelhuse svarer investeringen ca. til middelværdien af Varmeplan Danmark I forudsætning for Hovedstadsområdet og Jylland. For eksisterende rækkehuse er der for estimatet ligeledes taget udgangspunkt i middelværdien fra Varmeplan Danmark I.

Investeringsomkostninger for ny bebyggelse er estimeret ud fra de to konkrete eksempler i Varmeplan Danmark II og ligger ca. 25 % under investeringen for eksisterende byggeri. Det skal bemærkes, at forudsætningerne fra Varmeplan Danmark I (Tabel 1) peger på, at omkostningerne kan være lavere for nyt lavenergibyggeri, som der her tale om, men da denne besparelse vurderes at være forbundet med nogen usikkerhed, har vi valgt at basere beregningen på eksemplerne fra Varmeplan Danmark II.

	Varmebehov MWh/år	Bruger- installation (Kr.)	Stikledning, gadenet + tilslutning (Kr.)	Total (Kr.)
Eksisterende parcelhus	18,1*80% = 14,5 MWh/år			80.000
Eksisterende rækkehus	18,1*80% = 14,5 MWh/år			50.000
Ny bebyggelse Parcelhus	4,4 MWh/år	15.000	45.000	60.000
Ny bebyggelse Rækkehus	4,4 MWh/år	11.500	32.500	45.000

Tabel 22: Investeringer i fjernvarmeinstallation og net ekskl. moms.

Varmebehov

Udover investeringsomkostningerne adskiller ny og eksisterende bebyggelse sig på varmekonsumet. Ny bebyggelse skal leve op til bygningsreglementets energiramme krav. I de nuværende krav indgår der en frivillig klassificering Lavenergi2015, som formentlig bliver bindende i 2015. Ifølge kravene for Lavenergi2015 må et parcelhus leve op til en energiramme på 36,7 kWh/m². Forsynes huset med fjernvarme, må der dog indregnes en faktor på 0,8, dvs. det faktiske varmekonsum ved fjernvarmeforsyning må derfor være 36,7/0,8 = 45,9 kWh/m².

I udkastet til bygningsreglementet for 2020²⁶, som skal gælde fra 2020, indgår der en energiramme på 20 kWh/m². Samtidig sænkes faktoren for

²⁶ http://www.ebst.dk/file/160959/baggrundsnotat_for_2020.pdf

fjernvarmeforsyning dog til 0,6 og det faktiske forbrug må derfor komme op på 33 kWh/m². Denne værdi bruges her til ny bebyggelse i 2025.

For at forsimple beregningerne, er der antaget samme varmebehov for parcel og rækkehuse på i alt 4,4 MWh/år (svarende til 132,5 m² * 33 kWh/m²). Det faktiske varmebehov for større parcelhuse vil være lidt højere, og tilsvarende lavere for mindre rækkehuse. Desuden kan varmekonsumet i praksis være højere, hvis der for eksempel installeres solceller for at kompensere for dette. Samtidig vil der gælde andre krav for andre varmeforsyningsformer. Eksempelvis vil et parcelhus forsynet med naturgas skulle leve op til højere krav end en fjernvarmeforsynet bolig, fordi naturgas indgår med en faktor 1,0 i energirammeberegningen. For overskuelighedens skyld, er der dog her valgt at regne på samme faktiske varmebehov for alle forsyningsformer.

6.6 Kollektiv vs. individuel varmeforsyning

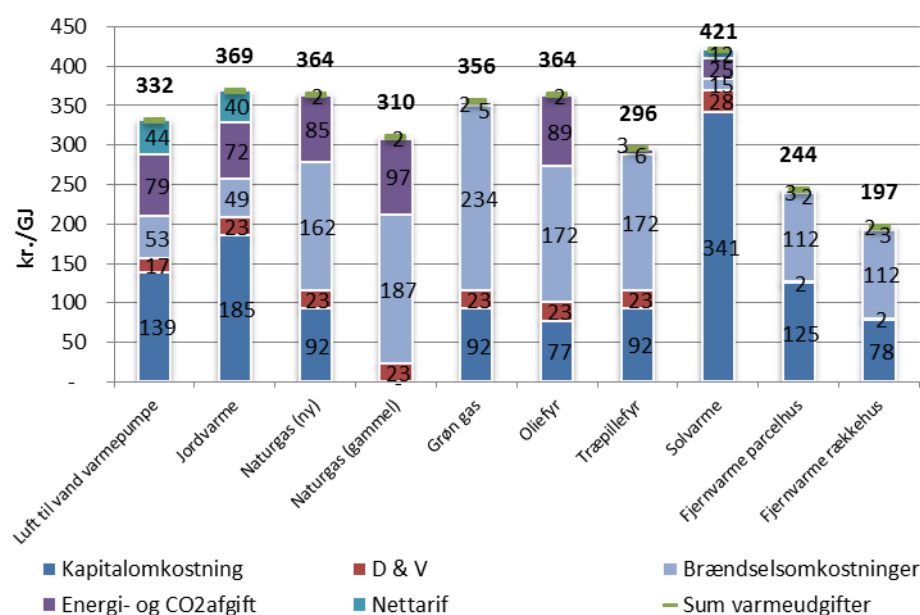
For at sammenligne kollektive og individuelle varmeforsyningsløsninger er der gennemført en sammenligning af varmeproduktionsomkostningerne i 2025. For fjernvarme er der taget udgangspunkt i en selskabsøkonomisk pris på 83 kr./GJ og samfundsøkonomisk pris på 112 kr./GJ, da dette regnes for den marginale pris.

Beregningerne er gennemført for et eksisterende standardparcelhus med et varmekonsum svarende til 80 % af et standardhus i dag (18,1 MWh/år). For fjernvarme er der desuden regnet på både et rækkehus og et parcelhus, da dette har indflydelse på investeringsomkostningerne, som forklaret i afsnit 6.4. Derudover er der regnet på nybyggeri, som har et lavere energikonsum. Dette har desuden indflydelse på investeringsomkostningen. For fjernvarme er dette beskrevet i afsnit **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** foroven. For de andre teknologier er det skønsmæssigt forudsat, at investeringsomkostningen falder med 20 %. De detaljerede forudsætninger er beskrevet i bilag C.

Selskabsøkonomi

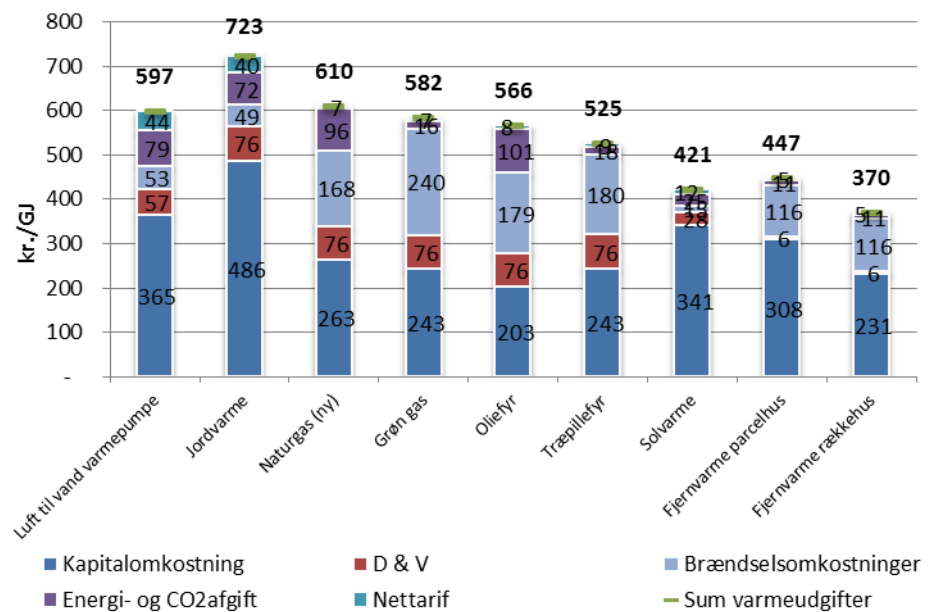
De privatøkonomiske varmeproduktionsomkostninger for et standardparcelhus i 2025 fremgår af Figur 24**Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** Det fremgår, at fjernvarme er den selskabsøkonomisk mest attraktive løsning. Hvor der ikke er mulighed for at etablere fjernvarmeforsyning, eller hvor investeringsomkostningen afviger væsentligt fra det her forudsatte, viser træpillefyr, luft-vand varmepumper og på sigt gasfyr baseret på VE-gas, de laveste omkostninger. Jordvarmepumper er en forholdsvis dyr løsning på grund af de høje investeringsomkostninger. Jordvarmepumpen og luft-vand varmepumpen adskiller sig således på to punkter: Jordvarmepumpen har en højere investeringsomkostning (ca. 30.000 kr.), men også en højere

effektfaktor (3,25 mod luft-vand varmepumpens knap 3). For den privatøkonomiske omkostning, hvor energiudgiften på grund af afgifter og tariffer er relativ høj, vil varmeproduktionsomkostningen for de to være den samme ved en effektfaktor på ca. 2,5 for luft-vand varmepumpen ved uændret investering. For de samfundsøkonomiske omkostninger eller for lavere varmeforbrug (se længere nede) vil luft-vand varmepumpen også være billigst ved en effektfaktor på 2. Det viste solvarmeanlæg vil ikke kunne dække hele varmebehovet og har desuden en højere produktionsomkostning sammenlignet med de øvrige teknologier.



Figur 24: Selskabsøkonomiske varmeproduktionsomkostninger ved individuel varmeproduktion 2025 for et standardparcelhus med et forbrug på 14,5 MWh/år. Nettariffen angiver den selskabsøkonomiske nettarif for el. For andre brændsler er distributionsomkostningen inkluderet i brændselsprisen. Priserne er inkl. moms.

For nye bebyggelser regnes der med et væsentligt lavere varmeforbrug, hvilket favoriserer løsninger med lave investeringsomkostninger. Som det fremgår af Figur 25 er fjernvarme dog stadig den mest attraktive løsning, idet det tages i betragtning, at solvarme ikke er i stand til at dække det fulde varmebehov.



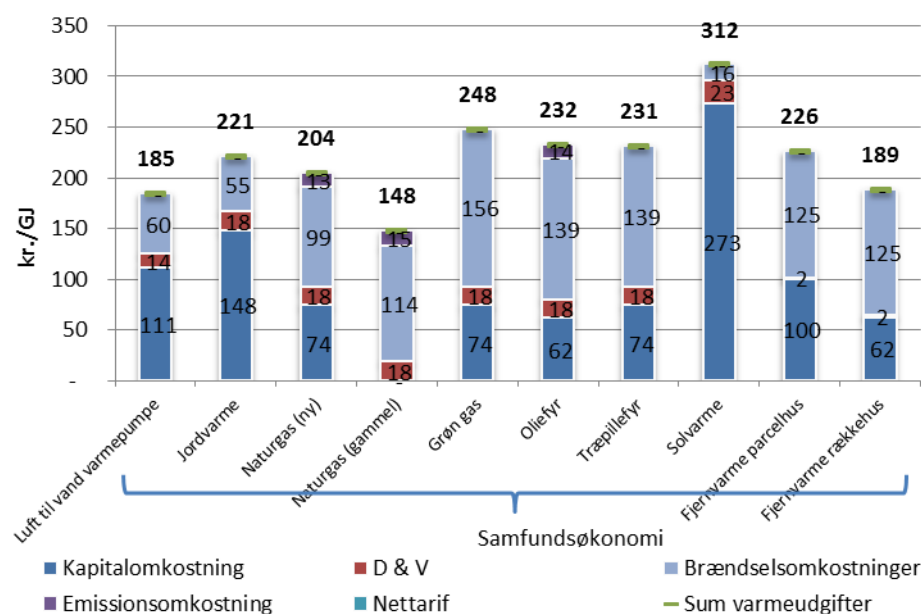
Figur 25: Selskabsøkonomiske varmeproduktionsomkostninger ved individuel varmeproduktion 2025 for et standardparcelhus med et forbrug på 4,4 MWh/år. Elforbrug til pumper og brændere er antaget konstant, og derfor kan brændselsomkostningen i kr./GJ variere en smule. Nettariffen angiver den selskabsøkonomiske nettarif for el. For andre brændsler er distributionsomkostningen inkluderet i brændselsprisen. Priserne er inkl. moms.

Varmeproduktionsomkostningen fra solvarmeanlægget antaget at være den samme som for et hus med højere varmekonsum og fremstår konkurrencedygtig med fjernvarme til parcelhuse. I praksis kan det lavere varmekonsum i huset betyde, at det ikke al varmeproduktionen fra solvarmeanlægget kan udnyttes. Prisen for den nyttiggjorte solvarme kan derfor være højere. Solvarmeløsningen kan desuden ikke stå alene og vil skulle kombineres med en anden forsyningsløsning.

Samfundsøkonomi

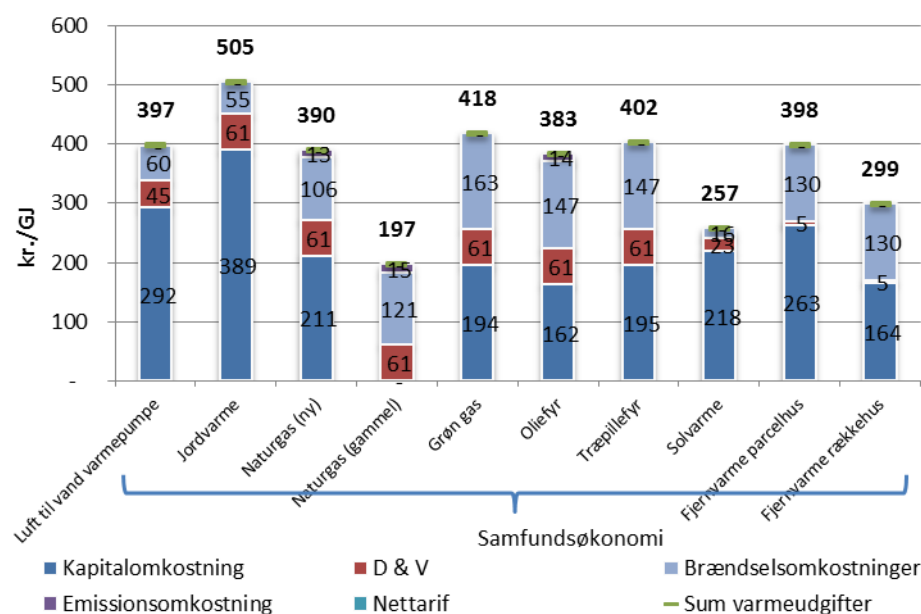
Når man betragter varmeproduktionsomkostningerne med samfundsøkonomiske briller, ser resultatet væsentligt anderledes ud. Det skyldes i primært, at der indgår afgifter på el og naturgas i den selskabsøkonomiske beregning.

For eksisterende parcelhuse vil fjernvarmeomkostningerne være på niveau med jordvarme og træpillefyr, men højere end en luft-til-vand varmepumpe eller et naturgasfyr. For rækkehuse er fjernvarmeomkostningerne dog stadig en af billigste løsninger, da investeringsomkostningen i fjernvarmenet her er mindre. Eksisterende naturgasfyr vil dog fortsat være billigere.



Figur 26: Samfundsøkonomiske varmeproduktionsomkostninger ved individuel varmeproduktion 2025 for et standardparcelhus med et forbrug på 14,5 MWh/år. Brændselsomkostninger inkluderer de samfundsøkonomiske omkostninger ved distribution af el og brændsler.

Såfremt der er tale om nybyggeri med et lavt varmeforbrug, er den samfundsøkonomisk mest attraktive løsning et gasfyr, da det har de laveste investeringsomkostninger, som det fremgår af Figur 27. **Fejl! Henvissningskilde ikke fundet..** Direkte elvarme vil samfundsøkonomisk være konkurrencedygtig ved lave varmeforbrug på grund af lave investeringsomkostninger. Løsningen vil dog sandsynligvis give problemer i forhold til bygningsreglementet og kræve ekstra investering i isolering og er derfor ikke medtaget her. For rækkehuse hvor omkostningerne til fjernvarmenet er moderate, er fjernvarme stadig den mest attraktive løsning.



Figur 27: Samfundsøkonomiske varmeproduktionsomkostninger ved individuel varmeproduktion 2025 for et parcelhus med et forbrug på 4,4 MWh/år. Brændselsomkostninger inkluderer de samfundsøkonomiske omkostninger ved distribution af el og brændsler.

Opsamling

Ovenstående analyser viser, at fjernvarme selskabsøkonomisk er en attraktiv løsning både for eksisterende byggeri og for nybyggeri med et lavt varmebehov. Fremtidige afgiftsændringer som en forsyningssikkerhedsafgift vil øge fjernvarmeprisen, samtidig med at det er muligt at lavere elafgifter sænker prisen for varmeproduktion på varmepumper. Det vurderes dog, at resultatet er robust overfor dette, selvom forskellen på varmeproduktionsomkostningerne vil blive mindre.

Samfundsøkonomisk er luft-til-vand-varmepumper interessante, da de har lave energiomkostninger og samtidig er billigere i investering end jordvarmeanlæg. Fjernvarme er også samfundsøkonomisk en attraktiv løsning i de områder hvor investeringen i fjernvarmenettet er forholdsvis lav, som f.eks. tæt bebyggede rækkehuskvarterer.

Naturgasfyr kan være samfundsøkonomisk attraktive, hvis der er tale om eksisterende naturgasområder uden behov for etablering af gadenet og stikledning, men passer ikke ind i det langsigtede mål om fossil uafhængighed. Ved lavere varmekonsum i nybyggeri har teknologier med lave investeringsomkostninger en fordel og gasfyr baseret på VE-gasser kan derfor vise sig at være attraktive. Fjernvarmeomkostninger er dog stadig på niveau med eller under omkostninger for træpillefyr og varmepumper.

Andre aspekter

Udover de økonomiske analyser er der en række andre forhold, der kan tale for eller i mod de forskellige løsninger:

- Individuelle varmeproduktionsanlæg som træpillefyr og brændeovne kan have betydelige lokale emissioner (og disse er ikke værdisat i beregningerne). Lokale emissioner er nemmere at håndtere på store produktionsanlæg, hvilket favoriserer løsninger baseret el eller fjernvarme. Emissionerne fra naturgasfyr er også relativt små.
- Der vil være opgravningsgener i forbindelse med etablering af jordvarme (opgravning af have) og fjernvarme (opgravning af veje)
- I forbindelse med etablering af vertikale jordvarmeanlæg baseret på jord-spyd kan der være problemstillinger omkring forurening af grundvand.
- Luft-vand varmepumper kan medføre støjgener.

Løsningernes robusthed på længere sigt frem mod 2050

På længere sigt kan det vise sig, at varmepumper er attraktive i fjernvarmesystemer, fordi de kan aftage strøm fra nettet og være med til at balancere store mængder vindkraft - og samtidigt mindske behovet for biomasse. Da der er bedre muligheder for varmelagring i fjernvarmenettet, har varmepumper i et fjernvarmesystem bedre mulighed for fleksibel drift end individuelle varmepumper og kan således udnytte lave elpriser mere effektivt. I perioder med høje elpriser vil det omvendt være muligt at basere fjernvarmeproduktionen på biomasse. Der til kommer, at individuelle varmepumper vil være dimensioneret til at dække det lokale varmebehov ved forholdsvis konstant drift. Det begrænser mulighederne for fleksibel varmeproduktion.

Varmepumper i fjernvarmesystemet kan desuden placeres, så de kan udnytte varmekilder som spildevand eller industriel overskudsvarme. I alt vil deres effektivitet dog sandsynligvis stadig ligge under effektiviteten for individuelle varmepumper, da individuelle varmepumper kan nøjes med et lavere temperaturløft, end der er brug for i fjernvarmesystemet.

I et langsigtet perspektiv kan det også tillægges værdi, at fjernvarme giver større brændselsfleksibilitet og dermed forbedret forsyningssikkerhed sammenlignet med de individuelle løsninger.

Strategisk planlægning

I forhold til opnå en total udfasning af fossile brændsler til opvarmning kan udvidelse fjernvarmeområderne være et effektivt virkemiddel, fordi udviklingen er nemmere at styre i forhold til individuelle varmeproduktionsløsninger. For de individuelle løsninger vil der sandsynligvis

blive tale om et miks af teknologier, og det er sværere at sikre VE-baseret varmeproduktion.

7 Perspektiver for lokal VE-elproduktion

I dette kapitel undersøges perspektiverne i lokal VE-baseret el og varmeproduktion. For elproduktion er fokus på solceller og mini-vindmøller. De to teknologier er holdt op i mod udbygning med havmøller, der ses som et relevant alternativ til de lokale VE løsninger. For varmeproduktion vises omkostninger for varmeproduktions baseret på en fliskedel og kollektiv solvarme.

7.1 Solceller

Prisen på solceller er faldet betydeligt gennem de senere 2-3 år. Omkostningen for solcelle elproduktion varierer i dag mellem 1,6 kr./kWh og 3,0 kr./kWh afhængigt af anlæggets størrelse (højest for små anlæg), mens den for havmøller er ca. 0,75 kr./kWh. For alle anlæg er der regnet med 5 % realrente og 20 års levetid.

Produktionsomkostningen er beregnet an forbruger inkl. eventuelle nettab. Der er ikke indregnet systemomkostninger forbundet med integration af teknologierne i elnettet. Disse omkostninger kan forventes at stige i takt med, at andelen af fluktuerende el øges.

Selvom priserne er faldet er solceller således stadig langt fra et være et samfundsøkonomisk attraktivt alternativ til vindkraft.

Privatøkonomisk er solceller mere interessante. Det hænger sammen med at der gives et meget stort tilskud til disse lokale elproduktionsteknologier via nettomålerordningen (sparede afgifter, PSO, net og distributionsomkostninger). I praksis svarer det til et elproduktionstilskud på ca. 1,5 kr. per kWh. For et større solcelleanlæg kan privatøkonomien derfor se nogenlunde fornuftig ud, såfremt der kan finansieres til en lav rente og accepteres en forholdsvis lang afskrivningsperiode. For husstandsinstallationer op til 6 kW gælder nettomålingen på årsbasis, og solcellernes produktion kan derfor godt overstige husstandens forbrug i perioder, uden at det reducerer tilskuddet. Det kollektive elnet fungerer derfor som "lager". For større anlæg på erhvervsbygninger, må elnettet ikke anvendes som lager, og det er derfor en fordel, at dimensionere

solcelleanlægget i forhold til grundlastforbruget for at undgå, at solcelleproduktionen overstiger egetforbruget af el.²⁷

For nybyggeri har det desuden været en driver for solcelleudbygningen, at det er muligt at modregne produktion fra solceller i behovet for tilført energi i energirammeberegningen og derved gøre det lettere at leve op til denne. Desuden kan installationsomkostningerne for solceller reduceres i forbindelse med nybyggeri ligesom, der potentielt set kan spares investeringer tag- eller vægbeklædning i forbindelse med bygningsintegrerede løsninger.

	Solceller i dag			Havmøller	
	lille husstands anlæg (1,1 kW)	større husstands anlæg (7,4 kW)	stand alone anlæg (5 MW)	(> 200 MW)	
Areal ²⁸	Ca. 10 m ²	Ca. 67 m ²	4,5 ha		
Investering	27.500.000	19.600.000	15.300.000	26.000.000	DKK per MW
Årlig produktion	823	852	920	3800	MWh/MW
D&V fast	275.000	196.000	153.000	0	kr./MW per år
D&V var	0	0	0	134	kr./MWh
Kapitalomkostning	2.206.671	1.572.755	1.227.712	2.086.307	Kr./år
Produktionsomkostning	3017	2076	1501	683	kr./MWh
Nettab	0%	0%	5%	7%	
Omkostning anbruger	3017	2076	1580	734	kr./MWh

Tabel 23: Elproduktionsomkostninger for solceller og havmøller²⁹

7.2 Mini- og mikro-vindmøller

Definitionen af mikro- og minivindmøller varierer fra studie til studie. Der kan anvendes følgende definitioner:

- Mikro-vindmøller er anlæg med en nominel effekt under 1 kW
- Mini-vindmøller er anlæg med en nominel effekt mellem 1 og 10 kW.

²⁷ For en nærmere forklaring henvises til Energistyrelsens hjemmeside: <http://www.ens.dk/da-dk/undergrundogforsyning/elogvarmeforsyning/elforsyning/elproduktion/stoette-til-vedvarende-energi/solceller/sider/forside.aspx>, hentet 20-12-2011.

²⁸ Arealet er angivet ved en effekt på 0,11 kW per m². Dette er afhængigt af indstrålingen og solcelletypen. Mono- eller polykrystallinske solceller har en højere ydelse pr m² end tyndfilmssolceller. Se eksempelvis http://www.iea.org/papers/2010/pv_roadmap.pdf

²⁹ Data om husstands anlæg er baseret på priser fra EnergiMidt <http://www.energimidt.dk/Privat/Energi-med-omtanke/Solceller/Documents/solceller-til-din-bolig.pdf> (10-06-2011). Data om stort solcelleanlæg er baseret på Phoenix Solar: fast installation, oplyst i præsentation af Jan Vedde, VE-netsol gruppemøde, 28. marts 2011. Data om havvindmøller er baseret på forudsætningerne for Klimakommissionens arbejde, "Sektoranalyse af el og varmeforsyning", Ea Energianalyse, 2010.

I forhold til vindmølleteknologien sondres der desuden overordnet mellem to typer teknologier: De horisontal-akslede og vertikal-akslede møller. Størrelsesmæssigt vil mikro-vindmøller typisk være møller, der (fx af privatpersoner) monteres på mindre bygninger, enkelthusstande eller på master til vejbelysning, mens mini-vindmøller kan være relevante for montering på større bygninger beliggende på åbne arealer (af fx en kommune eller en virksomhed).

Lovgivningsmæssigt falder både mikro- og mini-vindmøller ind under betegnelsen *husstandsmøller*, som defineres ved:

- En maksimal højde på 25 m fra fundament til øverste vingetip
- En rotordiameter på op til 13 meter, og
- En maksimal effekt på 25 kW

Ea Energianalyse har i et studie for Københavns Kommune i 2009³⁰ undersøgt erfaringer med mini- og mikro-vindmøller i Danmark såvel som i udlandet, herunder med henblik på at belyse bl.a. projekt- og samfundsøkonomi. I undersøgelsen blev det konkluderet, at erfaringer med mini-vindmøller fra Danmark, USA, England og andre steder viser, at den faktiske elproduktion ofte er væsentligt lavere end den forventede produktion. Dette skyldes ofte, at forventningerne til middelvinden ikke har været realistiske.

Produktionsomkostningerne blev i studiet vurderet til ca. 3-5 kr. pr. kWh (ca. 800-1400 kr. pr. GJ), hvilket er omtrent det dobbelt af produktionsomkostningerne for solceller, jf. forrige afsnit.

Ydermere blev det konkluderet, at der skal et meget stort antal minivindmøller til at opnå samme årlige produktion som blot en enkelt havvindmølle eller en større landvindmølle.

Det vurderes på den baggrund, at mini og mikro-vindmøller ud fra både en selskabsøkonomisk og en samfundsøkonomisk betragtning er en omkostningsfuld måde at øge andelen af vedvarende energi og reducere udledningen af CO₂ på.

Afslutningsvis vurderes det, at vindforholdene i Gladsaxe Kommune, sammenlignet med andre steder i landet, ikke er specielt velegnede til opstilling af mini- og mikro-vindmøller. Små vindmøller i bybilledet kan dog have en vis symbolværdi.

³⁰ Minivindmøller i København (Ea Energianalyse 2009).

7.3 Fliskedel

En mulighed for at opføre lokal fjernvarmeproduktion vil være etablering af en flisfyret varmekedel. Så længe opførelsen sker i forbindelse med en udvidelse af fjernvarmeforbruget, vurderes etableringen at være i overensstemmelse med varmeforsyningsloven³¹. Dette ville dog skulle undersøges nærmere.

Varmeproduktionsomkostningen på en fliskedel med en årlig driftstid på 6000 fuldlasttimer er i kapitel 5 beregnet til i størrelsesordenen 73 kr./GJ³². Hvis kedlen alene skal forsyne de nye fjernvarmeområder i kommunen vil driftstiden formentlig blive det halve, ca. 3000 driftstimer, hvorved produktionsomkostningen bliver gennemsnitlig 95 kr./GJ. Med forsyningssikkerhedsafgiften vil varmeproduktionsomkostningen stige med ca. 17 kr./GJ til 112 kr./GJ.

Grundlastproduktion vurderes at kunne produceres til en lidt lavere pris fra større flisfyret kraftvarmeanlæg end fra en fliskedel. Omvendt vurderes en fliskedel til at levere mellemlast til det samlede system at passe udmærket ind i den langsigtede plan for omstillingen af fjernvarmesystemet i hovedstadsområdet, som er skitseret i Varmeplan Hovedstaden 2.

Etableres fliskedlen som eneste forsyningsform til nye varmeområder vil der spares omkostninger til varmekøb hos CTR systemet. Prisen for varme fra CTR er som tidligere nævnt ca. 100 kr./GJ i dag, men kan frem mod 2025 falde til ca. 72 kr./GJ, hvis forsyningen omlægges til biobrændsler som ikke er afgiftsbelagt. Inklusiv en forsyningssikkerhedsafgift – som også vil ramme biomasse - vil varmeprisen kun falde til ca. 87 kr./GJ. Ved etablering af en fliskedel kan der dertil muligvis spares investeringer i vekslerkapacitet i forbindelse med udvidelse af fjernvarmenettet.

Endelig vil eget ejerskab til produktionskapaciteten minimere usikkerheden omkring fordelene af kraftvarmefordel mellem el og varme, hvilket giver større sikkerhed for varmeprisen. Omvendt vil forsyningen blive mere følsom overfor prisen på et enkelt brændsel (flis) sammenholdt med forsyning fra det sammenhængende system med et bredere produktionsmiks.

³¹ Der er i dag frit brændselsvalg til kraftvarmeproduktion, mens produktion af varme alene, dvs. på varmekedler uden tilhørende elproduktion, som hovedregel er begrænset til afgiftsbelagte brændsler, med mindre anlægget ligger uden for naturgasområder eller centrale kraftvarmeområder. Anvendelsen af afgiftsfrie brændsler, dvs. biobrændsler, til ren varmeproduktion kan kun godkendes i to situationer. Enten hvis spids- og reservelastkedlerne udbygges, fordi der er tale om et øget varmebehov eller hvis kedlerne etableres i tilknytning til en eksisterende kraftvarmeproduktion med biobrændsler - dvs. at hovedbrændslet i forvejen er afgiftsfritaget.

³² Investering: 2-3 mio. kr./MW varme. 5 % i rente. Levetid 20 år.

Samlet ses peger analysen på, at det med de nuværende fjernvarmepriser og afgifter kan være selskabsøkonomisk attraktivt at etablere en fliskedel til forsyning af nye forbrugere i Gladsaxe Kommune. I takt med at det øvrige fjernvarmesystem i hovedstaden omstilles til biomasse, bliver fordelene dog reduceret. Hvis en fliskedel skal være en attraktiv løsning i 2025, skal det formentlig være som en integreret løsning i det sammenhængende fjernvarmesystem og ikke som en selvstændig forsyningsløsning for de nye fjernvarmeforbrugere.

Ved vurderingen af om en fliskedel er en attraktiv løsning bør andre forhold desuden tages i betragtning, herunder om der er egnet grund med tilstrækkelig lagerplads og om de trafikale adgangsforhold er fornuftige. I et systemperspektiv kan det vise sig at være mere hensigtsmæssigt at placere en fliskedel ved en havn (fx Københavns havn, Køge mv.), hvor mulighederne for forsyning er flis og anden biomasse er lettere og billigere. Ligeledes bør valget af placering ses i sammenhæng med begrænsningerne i varmetransmissionsnettet. Det har ikke været muligt at gå i dybden med disse forhold indenfor rammerne af det aktuelle projekt.

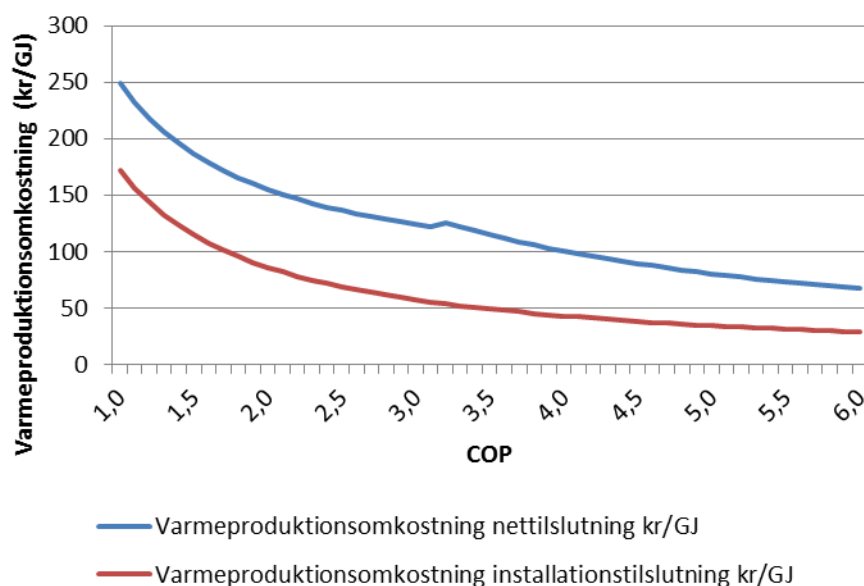
7.4 Store varmepumper

Ligesom lokal fjernvarmeproduktion med fliskedler er det principielt muligt at lokalt at producere fjernvarme med store varmepumper. Også dette skal dog ses i sammenhæng med det storkøbenhavnske varmesystem. Varmepumper leverer ikke 100 % VE-baseret varme, idet de forbruger el. Dette elforbrug vil i høj udstrækning blive produceret på kraftværker baseret på fossilt brændsel frem til 2025. På længere sigt kan denne forudsætning blive udfordret og store varmepumper kan hjælpe med at integrere fluktuerende elproduktion i elsystemet.

Ea Energianalyse har i flere sammenhænge analyseret større varmepumper i fjernvarmenet.³³ For det storkøbenhavnske system er den alternative varmforsyning med biomassebaseret fjernvarme forholdsvis billig. Med de eksisterende afgifter og tariffer for varmepumper, betyder dette at store varmepumper med en COP på ca. 3 ikke er interessante. Hvis der kan findes muligheder for at etablere varmepumper med en høj COP på f.eks. 5 og der kan opnås afgiftsfritagelse, kan varmepumper være en interessant løsning. Dette kræver dog for det første en alternativ varmetilslutning med f.eks. et begrænset varmeløft på den varme side (eksempelvis forvarmning til fjernvarmevand) og for det andet afgiftsændringer eller afgiftsfritaget

³³ http://ea-energianalyse.dk/projects-danish/1121_samspil_ml_vindmoeller_og_varmepumper.html og http://ea-energianalyse.dk/projects-danish/929_miljoe-alternativer_til_Aarhus_fjernvarme.html

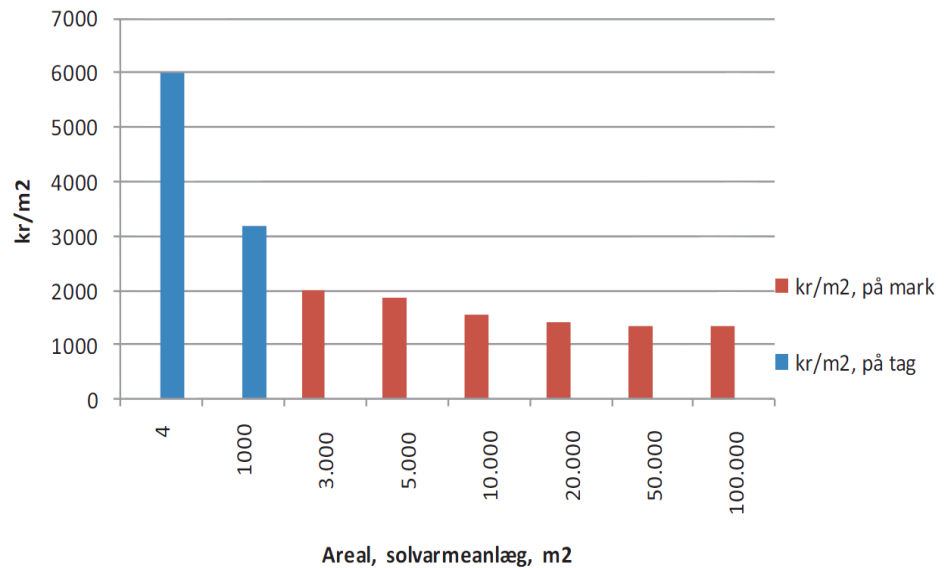
elforbrug ved en direkte tilslutning til vindmøller. Figur 28 viser den kortsigtede varmeproduktionsomkostning for varmepumper. Ved en COP på 3 og almindelig afgifts- og tariffbetaling ligger varmeproduktionsomkostningen på ca. 124 kr/GJ. Dertil kommer kapitalomkostninger. I alt ligger prisen ved en COP på 3 derfor væsentlig over den forventede fjernvarmeproduktionspris på 87 kr/GJ (eksklusiv indflydelse fra affaldsanlæg) skitseret i afsnit 6.2 .



Figur 28: Kortsigtet marginal varmeproduktionsomkostninger for varmepumper afhængigt af COP'en. Nettilslutning angiver omkostningen ved almindelig tarif og afgiftsbetaling. Installationstilslutning angiver varmeproduktionsomkostningen ved installationstilslutning med vindmøller, hvor varmepumpens elforbrug stort set fritages for afgifter og tariffer.

7.5 Solvarme

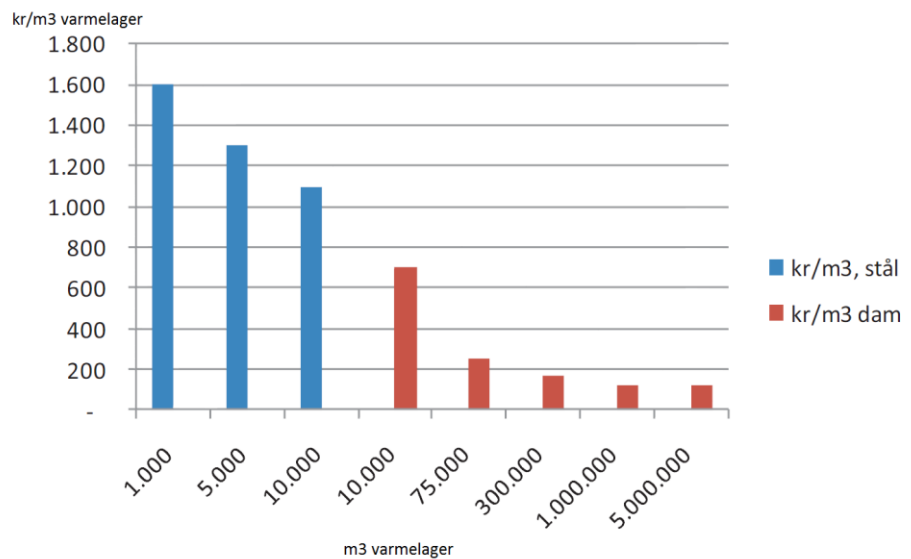
Kollektiv solvarme er en anden mulighed for lokal VE-baseret fjernvarmeproduktion. I forhold til individuelle solvarmeanlæg, har kollektive anlæg fordelene af betydeligt lavere investeringsomkostninger og bedre mulighed for varmeafsætning, herunder eventuelt til sæsonvarmelagre. Investeringsomkostningen i individuelle og kollektive solvarmeanlæg er illustreret på figuren nedenfor.



Figur 29: Anlægsomkostninger for solvarme afhængig af størrelsen på det samlede anlæg. Kilde: Varmeplan Danmark 2010, bilagsrapport.

Gladsaxe Fjernvarme har været i kontakt med solfangerproducenten Arcon Solar og fået oplyst, at et anlæg mellem 10.000 m² og 75.000 m² kan opføres for omkring 1.300 kr/m² alt inklusive. Dette stemmer godt overens med priserne fra Varmeplan Danmark 2010, som er vist på figur 16.

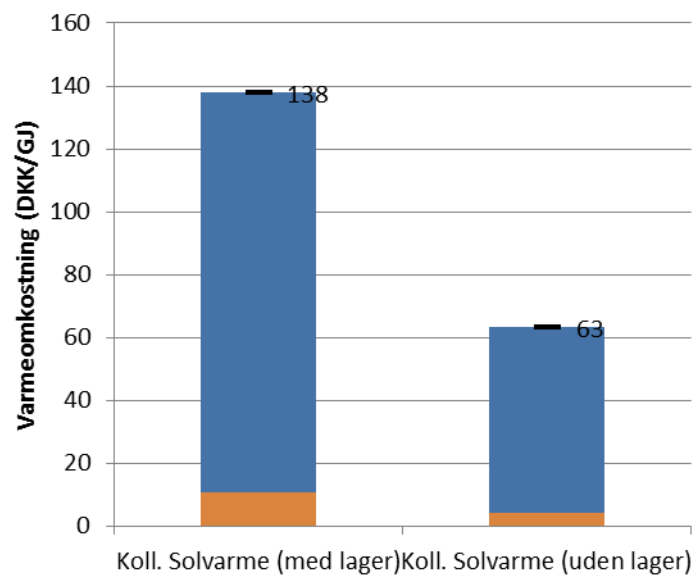
Udover selve solvarmeanlægget vil det også være relevant at analysere sæsonvarmelagre, for at kunne overføre varme fra sommerperioden til fyringssæsonen. Investeringsomkostningerne for sæsonvarmelagre afhænger ligeledes af størrelsen, som det fremgår af figur 30. Sæsonvarmelagre kan desuden dimensioneres forskelligt. De i kapitel 5 viste varmeproduktionsomkostninger for et solvarmeanlæg med sæsonvarmelager forudsætter en dimensionering for at kunne dække hele varmebehovet i et fjernvarmeområde. Der er derfor regnet med 6 m³ lager pr. m² solfangerareal. I praksis vil dimensioneringen være mindre. I Varmeplan Danmark anslås således ca. 2,5 m³ lager pr. m² solfangerareal. Ligesom for selve solfangerne, gælder det at varmelagre er væsentligt dyrere, hvis de etableres hos de enkelte forbrugere. Det skal dog bemærkes, at individuelle forbrugere med f.eks. en varmepumpeinstallation, sandsynligvis i forvejen har et mindre varmelager, som ville kunne udnyttes.



Figur 30: Investeringsomkostninger til sæsonvarmelagre, afhængigt af størrelsen. Kilde: Varmeplan Danmark 2010, bilagsrapport..

Nedenfor er varmeproduktionsomkostningen for kollektiv solvarme illustreret med hhv. med og uden et sæsonvarmelager. Eksklusive lageromkostningerne er solvarmens produktionsomkostninger konkurrencedygtige med alternative teknologier, som f.eks. biomassebaseret kraftvarmeproduktion eller biomassebaseret ren varmeproduktion.

Sæsonvarmelageret er dimensioneret, så solvarmen kan dække 100 % af varmekonsumet. Dette er valgt for at vise en pris, i et system, hvor al varme produceres vha. solvarme. Dette gør prisen sammenlignelig med andre produktionsteknologier. Uden lager vil solvarmeanlægget kunne dække op til ca. 20 % af varmekonsumet, når der ikke samtidig er anden tvungen varmeproduktion i sommerperioden, som f.eks. affaldsvarme. Da der i hovedstadens fjernvarmesystem indgår ca. 30 % affaldsvarme vil solvarme skulle sammentænkes med resten af systemet og eksempelvis skulle opføres med sæsonvarmelager.



Figur 31: Varmeproduktionsomkostninger for kollektive solvarmeanlæg hhv. med sæsonvarmelager til fuld dækning af varmeforbruget og ud lager. Uden lager vil solvarmeanlægget kunne dække op til ca. 20 % af varmeforbruget, når der ikke samtidig er anden tvungen varmeproduktion i sommerperioden, som f.eks. affaldsvarme.

Samlet set peger analyserne på, at et solvarmeanlæg vil kunne producere til en omkostning, der ligger betydeligt under den nuværende CTR puljepris på 100 kr./GJ og også under den estimerede langsigtede puljepris i 2025 på i størrelsesordenen 72-87 kr./GJ afhængigt af, om der indføres en forsyningssikkerhedsafgift eller ej. Selskabsøkonomisk forekommer solvarme således at være en attraktiv løsning. Dette forudsætter imidlertid en fortsættelse af den nuværende afregningspraksis med CTR, hvor puljeprisen er den samme over året. Hvis puljeprisen varierede over året således, at den afspejlede de faktiske produktionsomkostninger, hvor affaldsvarme er marginal i en stor del af sommerperioden, hvor også solvarmeanlægget producerer mest, ville regnestykket se væsentligt anderledes ud.

I dag er værdien af solvarmeproduktion om sommeren således begrænset. Det kan dog ændre sig på sigt, såfremt produktionen på affaldskraftvarmeanlæggene bliver mere fleksibel end i dag.

8 Scenarier for den fremtidige udvikling

I dette kapitel opstiles der tre scenarier for udviklingen af energisituationen i Gladsaxe Kommune som geografisk område, henholdsvis et:

- baseline-scenarie
- besparelses-scenarie
- besparelses- og VE-scenarie

I alle tre scenarier forudsættes det, at energisystemet på langt sigt omstilles til uafhængighed af fossile brændsler i overensstemmelse med den nuværende og den tidligere regerings langsigtede målsætning. Ifølge regeringens energiudspil skal el- og varmeforsyningen skal være CO₂-neutral i 2035 – og det samlede energisystem inklusiv transportsektoren være omstillet i 2050.

Dog forudsættes det, at Hovedstadens fjernvarmesystem overgår til CO₂-neutral energiforsyning allerede i 2025 i overensstemmelse med målsætningerne for KE, CTR og VEKS. Der vil imidlertid stadig være en mindre emission fra affaldsforbrænding.

Transportsektoren er ikke genstand for analyse i scenarierne.

Baseline

I baseline-scenariet har kommunen en forholdsvis passiv rolle. De planlagte projekter for konvertering til fjernvarme gennemføres, men derudover foretages ingen udbygning. Dog tilsluttes nybyggeri også fjernvarme. Da Gladsaxe Kommune i høj grad baserer sig på import af el og fjernvarme, vil der selv i baseline-scenariet ske en meget væsentlig grøn omstilling. Ligeledes indgår der i scenariet, at naturgas og olie i industrien på lang sigt frem mod 2050 udfases til fordel for øget anvendelse af biomasse og el, som blandt andet anvendes i eldrevne varmepumper. Denne omstilling antages at blive fremmet vha. virkemidler fra national side, fx i form af afgifter, standarder og normer.

Udviklingen i industriens energiforbrug antages at følge udviklingen på landsplan. Der er med andre ord ikke indlagt antagelser om, at produktionsvirksomhederne i kommunen flytter ud, eller at der i særlig grad tiltrækkes nye virksomheder. Denne forudsætning gælder i alle scenarier.

Det såkaldte klassiske elforbrug til belysning og apparater i husholdninger og handel og service antages ligeledes at følge nationale trends. Der antages at

ske et vist niveau af varmebesparelser i det eksisterende byggeri svarende til en forlængelse af de historiske trends, men da der forventes betydeligt nybyggeri i kommunen, falder det samlede energiforbrug til opvarmning kun lidt.

Besparelser-scenarie

I besparelsscenariet opereres med et højere niveau af varmebesparelser i kommunen. Dette gælder både i kommunale og i private bygninger samt i industrien. Derudover forudsættes det, at arbejdet med konvertering af naturgas og anden individuel forsyning fortsætter, således at alle rækkehuse konverteres til fjernvarme frem mod 2025 og alle parcelhuse frem til 2050. I 2050 foregår al opvarmning i kommunen således med fjernvarme.

Konverteringen til fjernvarme er direkte afhængig af lokale handlinger i kommunen. De ekstra varmebesparelser, som indgår i scenariet, kan både være et resultat af lokale handlinger – som beskrevet i Gladsaxe Kommunes CO₂-handlingsplan – eller af andre forhold, herunder fx virkemidler på nationalt plan eller fra EU's side. Gladsaxes Kommunes klimaindsats antages at bidrage til at gennemføre besparelser i industrien.

Besparelser- og VE-scenarie

Besparelser- og VE-scenariet er en overbygning på besparelser-scenariet, hvor der forudsættes forskellige tiltag til at øge den lokale VE-produktion. Energiforbruget udvikler sig ligesom i besparelsscenariet. Frem mod 2025 investeres i et større solvarmeanlæg til fjernvarmeforsyningen, en fliskedel ligeledes til fjernvarmeforsyningen og i en vis mængde solcellekapacitet, primært på nybyggeri. I perioden 2025-2050 investeres yderligere i lokale eldrevne varmepumper til fjernvarmeforsyningen og i yderligere solceller på tagene i kommunen. Endvidere forudsættes en omstilling af industriens energiforbrug til VE-baserede løsninger (biomasse og biogas) og til el.

Der forudsættes samme udvikling i elforbruget i husholdninger i alle tre scenarier, da det vurderes, at kommunens muligheder for at påvirke elforbruget her er begrænsede.

De to tabeller nedenfor sammenfatter de væsentligste forudsætninger, som indgår i scenarierne for hhv. 2025 og 2050.

Scenarier	Baseline	Besparelser	Besparelser og VE
Varmebesparelser eksisterende byggeri	- 10 %	-20 %	-20 %
Energibesparelser industri	Business-as-usual baseret på Energistyrelsens fremskrivning	Aktiv kommunal indsats via Klimateam mv. 15 % reduktion i forhold til baseline	Aktiv kommunal indsats via Klimateam mv. 15 % reduktion i forhold til baseline
Elbesparelser husholdninger og handel/service	Business-as-usual baseret på Energistyrelsens fremskrivning		
Varmeforsyning og lokal elforsyning	Nuværende projekter for konvertering til fjernvarme gennemføres (50 % FV-andel) Olie overgår i vist omfang til naturgas og varmepumper. Nuværende naturgasanvendelse fastholdes. Fjernvarmeforsyningen bliver CO ₂ -neutral	Som baseline. + konvertering af rækkehuse til fjernvarme (+ ca. 20 %-point FV-andel)	Som besparelsscenariet samt Kollektivt solvarmeanlæg Fliskedel Solceller på nybyggeri
Elforsyning	Væsentlig omstilling til VE svarende til virkemidler og mål i regeringens oplæg om "Vores Energi".		

Tabel 24: Nøgleantagelser forudsætninger for 2025

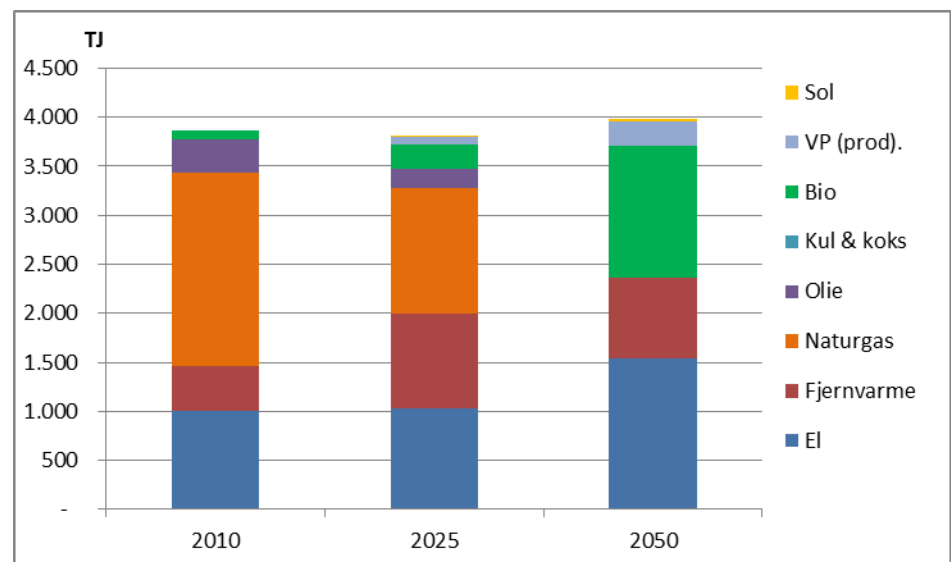
Scenarier	Baseline	Besparelser	Besparelser og VE
Varmebesparelser eksisterende byggeri	- 25 %	-50 %	-50 %
Nybyggeri	Opføres i henhold til lavenergistandard for 2020. Nybyggeri antages fjernvarmeforsynet.		
Energibesparelser industri	Business-as-usual baseret på Klimakommissionens (blanding af reference og ambitiøst forløb).	Aktiv kommunal indsats via Klimateam mv. 30 % reduktion i forhold til baseline	
Elbesparelser husholdninger og handel/service	Business-as-usual baseret på Klimakommissionens fremskrivninger		
Varmeforsyning og lokal elforsyning	Fjernvarmeandel som i 2025. Olie stort set udfaset. Naturgas i vist omfang udskiftet til varmepumper og biomassefyr. Fjernvarmeforsyningen fortsat CO ₂ -neutral	Villaer konverteres også til fjernvarme således at varmeforsyningen er 100 % fjernvarmebaseret i kommunen,	Som besparelsscenariet, derudover: Kollektivt solvarmeanlæg Fliskedel Solceller på ca. 10 % af det samlede tagareal. Varmepumper.
Elforsyning	100 % omstillet til vedvarende energi.		

Tabel 25: Nøgleantagelser forudsætninger for 2050

8.1 Udvikling i det endelige energiforbrug

I baseline scenariet reduceres det endeligt energiforbrug – dvs. energiforbruget i husholdninger, handel og service samt industri lidt fra knap 3.850 TJ i 2010 til ca. 3800 TJ i 2025, men herefter stiger energiforbruget igen til 4000 TJ i 2050.

Elforbruget er nogenlunde konstant mellem 2010 og 2025, men stiger herefter med ca. 50 % hvilket blandt andet hænger sammen en antagelse om et højere elforbrug i industrien som led i udfasningen af fossile brændsler. Dette er også en væsentlig årsag til stigningen i anvendelse af biomasse. Derudover sker dog også en stigning i såkaldt ”klassisk elforbrug” i handel og service og husholdninger, som er drevet af vækst i bruttonationalproduktet, som medfører højere indtægter i befolkningen og større efterspørgsel på energitjenester.



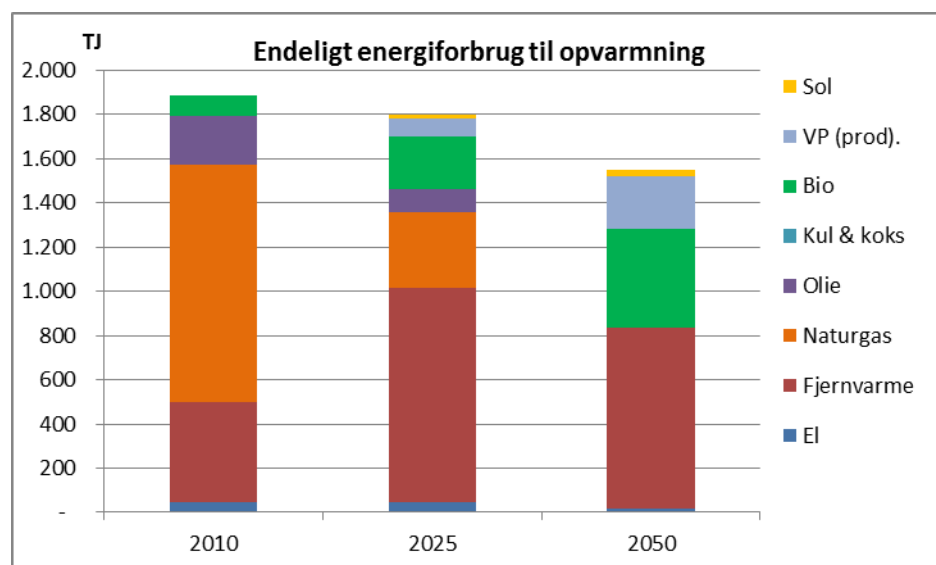
Figur 32: Udvikling i det endelige energiforbrug i baseline scenariet. Eldrevne varmepumpers produktion er vist under VP (prod), heri ligger et elforbrug der svarer til ca. 1/3 tredjedel af varmepumpernes produktion.

Derudover ses en kraftig stigning i fjernvarmes rolle fra 2010 til 2025, mens naturgassens andel tilsvarende reduceres. Dette hænger sammen med fjernvarmekonverteringsprojekterne. Olieanvendelsen til opvarmning forventes ligeledes reduceret i overensstemmelse med nationale trends og erstattes af bl.a. biomasse (biokedler eller ”grøn gas” i naturgasnettet) og eldrevne varmepumper.

Mellem 2025 og 2050 reduceres energiforbruget til opvarmning som følge af energirenoveringer, mens det øvrige energiforbrug forudsættes at stige

noget. Fjernvarmeandelen i det samlede endelige energiforbrug falder derimod.

Figur 33 viser hvordan det endelige energiforbrug til opvarmning udvikler sig.

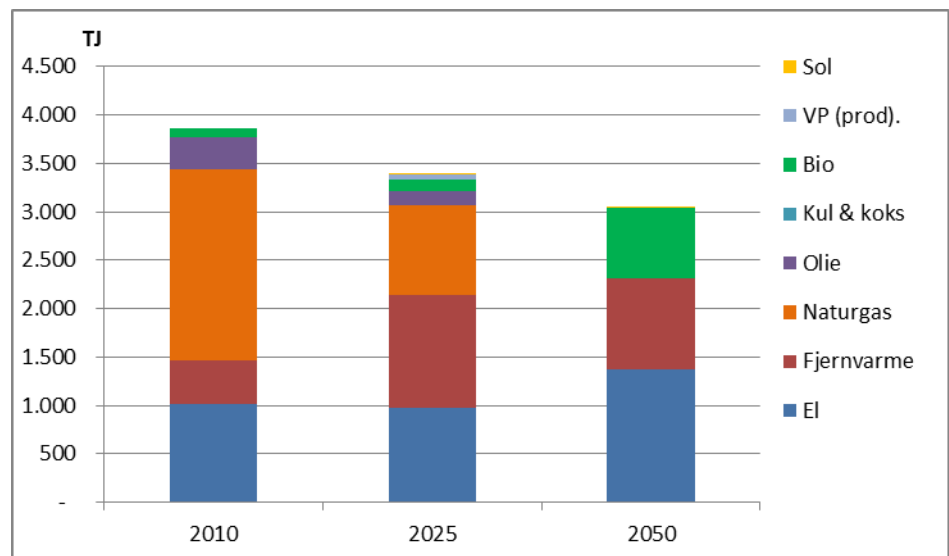


Figur 33: Endeligt energiforbrug til opvarmning i baselinescenariet

Besparelsscenariet

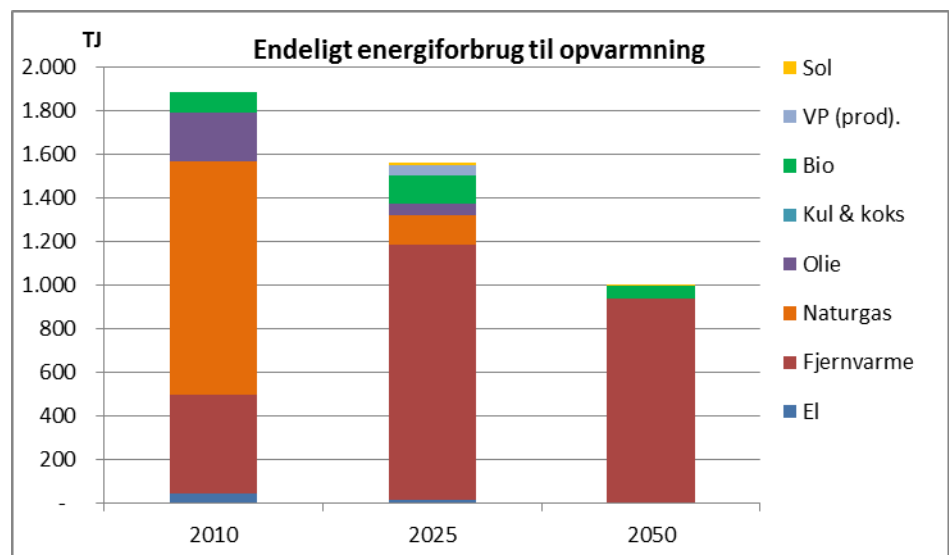
I besparelsscenariet reduceres det endelige energiforbrug over tid fra ca. 3850 TJ i 2010 til 3400 TJ i 2025 og 3050 TJ i 2050. Fjernvarmens andel i energiforbruget stiger markant mellem 2010 og 2025 som følge af dels de planlagte konverteringsprojekter af etageejendomme og erhverv, men dertil også af rækkehuse. Stigningen i fjernvarmeforbruget sker i høj grad på bekostning af naturgas. Fra 2025 til 2050 sker der igen en reduktion i fjernvarmeanvendelsen på trods af, at fjernvarmen udvides til også at omfatte villaer. Grunden til dette er massive varmebesparelser, ca. 50 % i 2050, i det eksisterende byggeri.

Industriens energiforbrug forudsættes ligesom i baselinescenariet at blive omstillet til biomasse og el i 2025.



Figur 34: Udvikling i det endelige energiforbrug i besparelsscenarioet. Eldrevne varmepumpers produktion er vist under VP (prod.), heri ligger et elforbrug der svarer til ca. 1/3 tredjedel af varmeproduktionens produktion.

Figuren nedenfor viser udviklingen i energiforbrug til opvarmning gennem perioden. Her ses skiftet til fjernvarme endnu tydeligere. Selvom alle bygninger forudsættes konverteret til fjernvarme i 2050, er der regnet med, at der fortsat vil være et mindre forbrug af biomasse i husholdninger som supplerende opvarmning i pejs eller brændeovn.

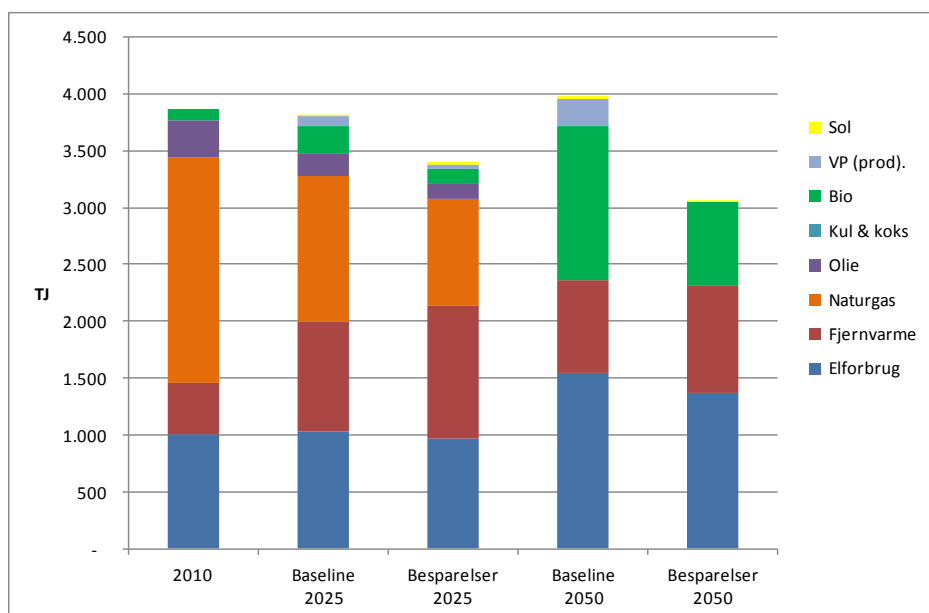


Figur 35: Endeligt energiforbrug til opvarmning i besparelsscenarioet

8.2 Sammenligning af energiforbrug i baselinescenariet og besparelæsscenariet

Figuren nedenfor viser, hvordan det endelige energiforbrug udvikler sig frem mod 2025 og 2050 i hhv. baseline og besparelæsscenariet. Besparelser og VE scenariet har samme udvikling i energiforbruget som besparelæsscenariet.

Besparelæsscenariet adskiller sig fra baseline ved et generelt lavere energiforbrug og en højere andel af fjernvarme. I 2050 forudsættes alle fossile brændsler udfaset. I besparelæsscenariet anvendes varmepumper og biomasse (træpillefyr eller grøn biogas) i villaer og rækkehuse til at opfylde dette mål, mens fjernvarme er den primære opvarmningsform i al byggeri i besparelæsscenariet. I begge scenarier erstatter biomasse og el anvendelsen af naturgas i industrien.



Figur 36: Udvikling i det endelige energiforbrug frem mod 2025 og 2050 i hhv. baseline og besparelæsscenariet. Ekskl. energiforbrug til transport.

8.3 Energiforsyning

Størstedelen af den energi, der bruges i Gladsaxe i dag, importeres udefra.

Dette forhold bliver endnu mere tydeligt i baselinescenariet, fordi de blokvarmeanlæg, der i dag producerer kraftvarme, forudsættes at blive integreret i fjernvarmesystemet og derefter ophører med at producere. Dog er det forudsat, at de industrielle kraftvarmeanlæg fortsætter med at producere. De eksisterende gasdrevne spidslastanlæg ejet af CTR, som er

placeret i kommunen, antages frem mod 2025 at blive lukket eller omstillet til biomasse, som led i bestræbelserne på at gøre hovedstadens fjernvarmeforsyning CO₂-neutral.

I besparelsscenarioet antages samme udvikling af forsyningssiden som i baselinescenariet.

I besparelser- og VE-scenariet indgår et antal tiltag på forsyningssiden. Der etableres solceller på nybyggeri frem til 2025 og efter 2025 også på eksisterende byggeri. Derudover etableres en fliskedel inden 2025 til forsyning af de nyttilsluttede rækkehuse, og i perioden 2025-2050 antages det, at der etableres et antal større eldrevne varmepumper i fjernvarmesystemet som virkemiddel til at integrere vind.

Solceller

I VE- og besparelsscenarioet antages det, at tagarealet på 25 % af nybyggeriet vil blive udlagt til solceller. Tagarealet på nybyggeriet er groft anslået til at udgøre ca. 1/3 af nybyggeriets opvarmede areal, da det forudsættes at de nye bygninger i gennemsnit er på ca. 3 etager. Samlet vurderes solcellerne på disse tage at kunne producere ca. 14.000 MWh eller 50 TJ. Det svarer til ca. 5 % af kommunens nuværende elforbrug.

Efter 2025 forudsættes det, at der også etableres solceller på eksisterende bygningerne. Tagarealet på det eksisterende byggeri er groft estimeret til ca. 2 mio. m² – svarende til at alle eksisterende bygninger i kommunen i gennemsnit er på 2,3 etager. Her forudsættes det, at 12,5 % af arealet kan udnyttes til solceller. Udnyttelsesgraden er anslået at være halvt så stor som for nybyggeri, fordi byggeriet ikke er etableret med henblik på at udnytte solceller. Samlet vurderes solceller på eksisterende byggeri at kunne producere ca. 36.000 MWh eller 130 TJ svarende til 13 % af det nuværende elforbrug.

Solvarmeanlæg til fjernvarmeproduktion

I VE og besparelsscenarioet indgår desuden et solvarmeanlæg til produktion af fjernvarme. Gladsaxe Kommune har oplyst, at grunden ved Tinghøj Batteri vil kunne anvendes til at sådant anlæg. Grunden er på 100.000 m². Større solfangeranlæg placeres sædvanligvis sydvendte og skrånede (45-60 °) for at opnå optimal indstråling. For at minimere skyggeeffekter vil selve solfangerarealet være godt 1/3 mindre end grundens areal. I det videre er solfangeranlæggets areal antaget at være 60.000 m². Under antagelse af en virkningsgrad på 40 % vil anlægget kunne producere ca. 28.000 MWh fjernvarme årligt eller 104 TJ. Det svarer til 23 % af fjernvarmeforbruget i

2010, men kun ca. 9 % af fjernvarmeforbruget i 2025 i VE- og besparelsscenariet på grund af de indregnede udvidelser af fjernvarmedækningen i kommunen.

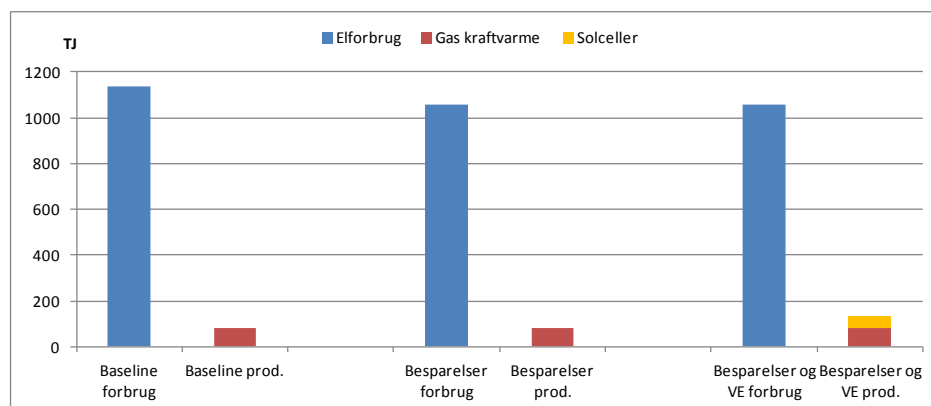
Fliskedel

I VE- og besparelsscenariet indgår desuden etableringen af en fliskedel på 30 MW frem mod 2025. Kedlen tænkes opført med henblik på forsyning af nye fjernvarmeområder, men formentligt vil det være hensigtsmæssigt at integrere den i det samlede system, hvor den vil kunne levere mellemlast og eventuelt spidslast. Grundlastforsyningen, også til de nye varmforsyningsområder vil ske fra affaldskraftvarme og biomassekraftvarmeværker placeret udenfor kommunen.

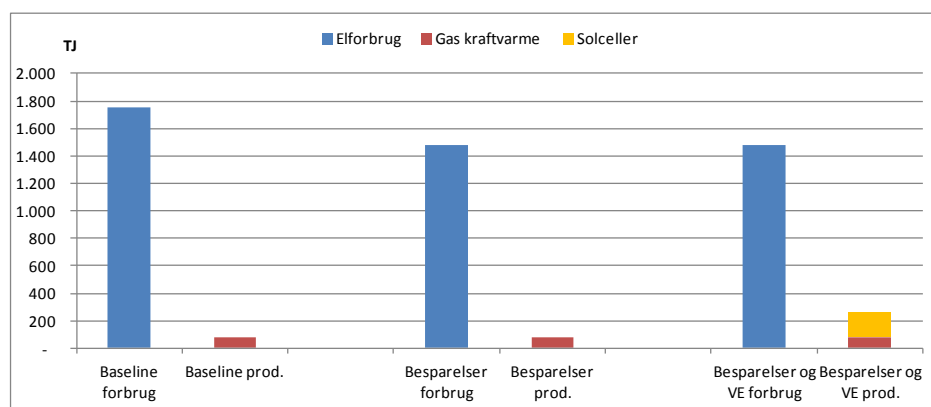
En fliskedel på 30 MW vil som mellemlastanlæg have en årlig benyttelsestid på ca. 3000 timer og producere 90.000 MWh årligt eller 325 TJ. Det svarer til hele 71 % af det nuværende fjernvarmeforbrug i kommunen, men i 2025 kun til 28 %.

Balance mellem elforbrug og elproduktion

De to figurer nedenfor sammenfatter balancen for elforbrug og elproduktion i de tre scenarier i hhv. 2025 og i 2050. Kraftvarmeproduktionen antages i 2050 at være konverteret fra naturgas til ”grøn” gas (fx biogas eller forgasset biomasse), da samproduktion af varme og el fortsat vurderes at være hensigtsmæssigt i et VE-baseret energisystem i 2050.

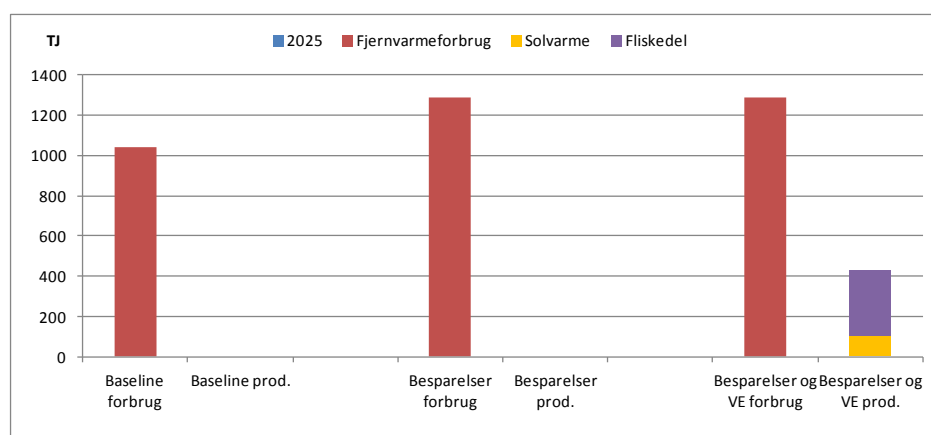


Figur 37: Balance mellem elforbrug (inkl. nettab) og elproduktion i 2025 i scenarierne.

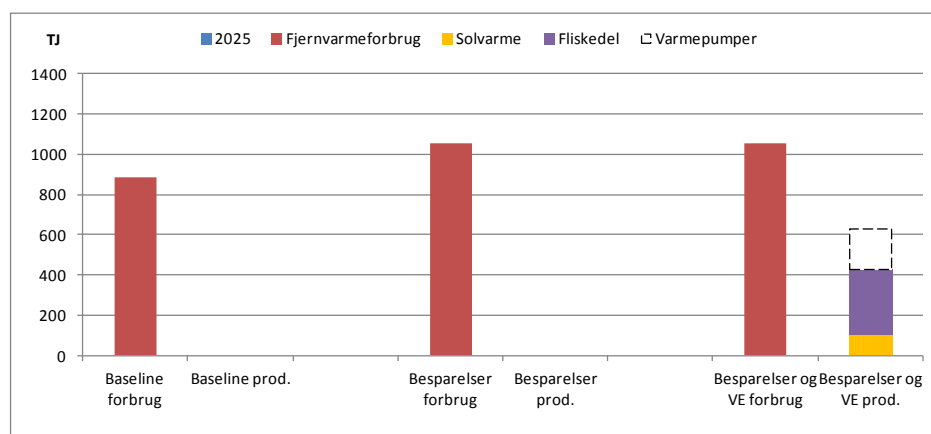


Figur 38: Balance mellem elforbrug (inkl. nettab) og elproduktion i 2050 i scenarierne.

I de følgende figurer er foretaget en tilsvarende sammenligning af fjernvarmeforbrug og fjernvarmeproduktion i kommunen. Solvarmeanlægget og fliskedlen vil kunne levere en betydelig del af den efterspurgte varme i kommunen i 2025 og i endnu højere grad i 2050, hvor varmeforbruget falder som følge af de gennemførte varmebesparelser. I 2050 er også indikeret en mulighed for lokal fjernvarmeproduktion på eldrevne varmepumper. Denne mulighed er ikke analyseret nærmere, men kan blive relevant på længere sigt som led i at integrere større mængder vindkraft. Såfremt der skal indpasses større mængder varmepumper i det sammenhængende fjernvarmesystem, vil det formentligt være attraktivt at lægge dem decentralt i systemet tæt på forbrug og tæt på eventuelle kilder til overskudsvarme fx industri eller spildevand. Varmepumpernes virkningsgrad kan forbedres, hvis nye fjernvarmenet udlægges til lave temperaturniveauer.



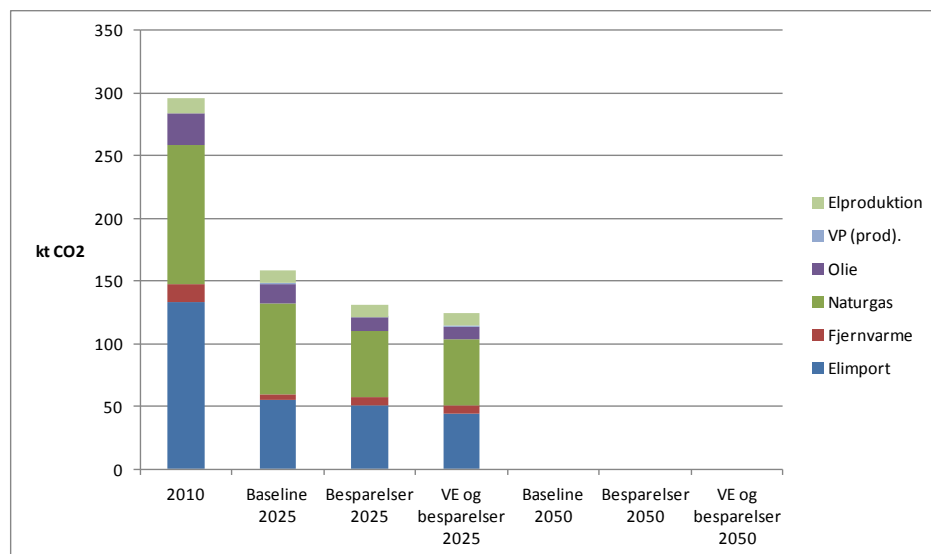
Figur 39: Balance mellem fjernvarmeforbrug (inkl. nettab) og fjernvarmeproduktion i 2025 i scenarierne.



Figur 40: Balance mellem fjernvarmeforbrug (inkl. nettab) og fjernvarmeproduktion i 2050 i scenarierne.

CO₂-emissioner

CO₂-emissionerne (ekskl. transport) reduceres betydeligt frem mod 2025 i alle de analyserede scenarier inkl. baseline scenariet. Det hænger sammen med forudsætningen om, at fjernvarmeforsyningen CO₂-neutral (næsten 100 %) i 2025, og at elproduktionen i Danmark er blevet betydeligt mindre afhængig af produktion fra naturgas og særligt fra kulfyrede kraftværker. Samtidig betyder konverteringsprojekterne til fjernvarme, at naturgasforbruget reduceres, og de dertilhørende CO₂-emissioner ligeledes falder betragteligt. I besparelsscenariet og i VE- og besparelsscenariet reduceres CO₂-emissionerne yderligere, således at de er hhv. 27 og 34 kt under baseline i 2025. I 2050 er CO₂-emissionen nul i alle scenarier, idet det forudsættes, at den nationale målsætning om at blive uafhængig af fossile brændsler opfyldes.



Figur 41: Udvikling i CO₂-emissioner i scenarierne. Ekskl. emissioner fra transportsektoren.

8.4 Økonomiske vurderinger af scenarierne i 2025

Der er foretaget en indledende økonomisk vurdering af økonomien i scenarierne i 2025 med udgangspunkt i både en selskabs- (privat) og en samfundsøkonomisk tilgang. En mere detaljeret redegørelse for beregningerne findes i Bilag D.

Selskabsøkonomisk vurdering

Den selskabsøkonomiske beregning inkluderer afgifter, dog ikke moms. Der er desuden tale om gennemsnitlige årlige omkostninger i 2025, hvor investeringer fx til varmeinstallationer og net er annuieret, således at der indgår de årlige kapitalomkostninger i form af renter og afdrag. Beregningen af kapitalomkostninger er baseret på en forudsætning om 5 % realrente og en levetid på 20 år for energianlæg og 30 år for varmebesparestiltag og fjernvarmerør.

Besparelsscenariet er billigst

Tabellen nedenfor sammenfatter resultatet af den selskabsøkonomiske analyse.

Omkostninger er opdelt på energiforbrug og energiforsyning. Energiforbrug dækker forbrugernes omkostninger til køb af energi opdelt på anvendelsesområder, hhv. "klassisk el"³⁴, energi til opvarmning og procesenergi. Energiforsyning omfatter de tre tiltag på produktionssiden (solceller, solvarme og fliskedel), som behandles i Besparelser og VE-scenariet.

³⁴ Dvs. el til lys og apparater, men ikke el til transport, opvarmning og procesformål.

Selskabsøkonomi			
Omkostninger (mio. kr.)	Baseline	Besparelser	Besparelser og VE
Energiforbrug			
Energikøb			
El klassisk	219	213	213
Opvarmning	364	284	284
Proces	143	121	121
Energibesparelser			
El klassisk	-	-	-
Opvarmning	13	72	72
Proces	-	14	14
<i>Energikøb+besparelser</i>			
<i>El klassisk</i>	<i>219</i>	<i>213</i>	<i>213</i>
<i>Opvarmning</i>	<i>376</i>	<i>355</i>	<i>355</i>
<i>Proces</i>	<i>143</i>	<i>136</i>	<i>136</i>
Delsum energiforbrug	738	704	704
Energiforsyning			
Produktionsomkostning			
Solceller	0	0	25
Solvarme	0	0	7
Fliskedel	0	0	31
Energisalg			
Solceller	0	0	-15
Solvarme	0	0	-7
Fliskedel	0	0	-31
<i>Nettoomkostning</i>			
<i>Solceller</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>10</i>
<i>Solvarme</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>-1</i>
<i>Fliskedel</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>-0</i>
Delsum energiforsyning	0	0	8
Total sum	738	704	712

Tabel 26: Sammenfatning af den selskabsøkonomiske analyse. Omkostningerne opgjort eksklusiv moms, men inklusiv afgifter.

Det fremgår, at besparelsscenariet har de laveste selskabsøkonomiske omkostninger af de tre scenarier. Herefter følger VE- og besparelss scenariet og endelig baselinescenariet.

Gevinsten ved at gå fra baselinescenariet til besparelsscenariet skyldes konverteringen fra naturgas til fjernvarme, som i sig selv indebærer en gevinst på ca. 50 mio. kr., samt gennemførelsen af energibesparelser i industrivirksomhederne som groft kan skønnes at indebære et plus på ca. 13 mio. kr.

Omkostningerne til udvidelse af fjernvarmenettet til rækkehuse i besparelsscenariet indgår i energikøb til opvarmning. Udvidelsen af nettet

til rækkehusene udgør en årlig kapitalomkostning på ca. 20 mio. kr. svarende til en samlet investeringsomkostning på ca. 300 mio. kr.

Gennemførelsen af varmebesparelsetiltagene i sig selv har en meromkostning på ca. 30 mio. kr. Det skyldes, at omkostningen ved at gennemføre varmebesparelser er noget højere (ca. 345 kr./GJ), end omkostningen ved at forsyne med varme (ca. 150 -250 kr./GJ afhængigt af forsyningsform).

Solceller Når VE og besparelæsscenariet er dyrere end besparelæsscenariet, hænger det sammen med, at omkostningen til solceller er forholdsvis stor sammenholdt med værdien af den solgte el. Dette gælder i særlig grad solceller, som opsættes på erhvervsbyggeri, som ikke kan anvende nettomålerordningen, hvor elmåleren populært sagt løber baglæns.

Solvarme Etableringen af et solvarmeanlæg i fjernvarmeforsyningen udviser derimod et lille selskabsøkonomisk plus. Dette beror dog på, at den nuværende afregningspraksis med CTR opretholdes, hvilket indebærer, at solvarme afregnes til gennemsnitsproduktionsomkostningen selvom afsætningen sker om sommeren, hvor værdien af den afsatte varme er relativt lav. Det lave varmeforbrug om sommeren betyder således, at affaldskraftvarmeværker kan være prissættende i varmemarkedet.

Fliskedel Såfremt der etableres en fliskedel, vil det formentlig være mest hensigtsmæssigt at indpasse den i det sammenhængende fjernvarmesystem. Den selskabsøkonomiske værdi af produktionen vurderes at være af samme størrelsesorden som produktionsomkostningen ud fra den tankegang, at hvis fliskedlen ikke etableres i Gladsaxe vil den formentlig blive etableret et andet sted i hovedstadsområdet fjernvarmesystem. Eller sagt på en anden måde, værdien af at levere mellemlast vil formentlig blive prissat af et lignende alternativ.

Samfundsøkonomisk vurdering

I tillæg til den selskabsøkonomiske analyse er der foretaget, en forsimplet samfundsøkonomisk analyse.³⁵ I den samfundsøkonomiske analyse indgår ikke energifgifter og tilskud, da disse blot er transaktioner mellem borgere og staten. Endvidere anvendes en højere pris for fjernvarme, fordi der regnes på prisen på den marginale forsyningsform i hovedstadens fjernvarmesystem og ikke gennemsnitsfjernvarmeprisen.

³⁵ Der anvendes ikke nettoafgiftsfaktor, og der tages ikke hensyn til skatteforvriddingstab ligesom CO₂ er den eneste emission der indregnes i analysen.

Staten kan have en interesse i at de selskabsøkonomiske incitament er svarer til de samfundsøkonomiske. Derfor kan den samfundsøkonomiske analyse også ses som en robusthedstest af økonomien i den selskabsøkonomiske beregning.

Analysen viser, at baselinescenariet er billigst, herefter følger besparelsscenariet og endelig besparelser og VE scenariet.

Samfundsøkonomi			
Omkostninger (mio. kr.)	Baseline	Besparelser	Besparelser og VE
Energiforbrug			
Energikøb			
El klassisk	172	167	167
Opvarmning	327	290	290
Proces	124	105	105
Energibesparelser			
El klassisk	0	0	0
Opvarmning	13	72	72
Proces	-	14	14
<i>Energikøb+besparelser</i>			
<i>El klassisk</i>	<i>172</i>	<i>167</i>	<i>167</i>
<i>Opvarmning</i>	<i>340</i>	<i>362</i>	<i>362</i>
<i>Proces</i>	<i>124</i>	<i>120</i>	<i>120</i>
Delsum energiforbrug	636	649	649
Energiforsyning			
Produktionsomkostning			
Solceller	0	0	25
Solvarme	0	0	7
Fliskedel	0	0	31
Energisalg			
Solceller	0	0	-9
Solvarme	0	0	-4
Fliskedel	0	0	-31
<i>Nettoomkostning</i>			
<i>Solceller</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>16</i>
<i>Solvarme</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>3</i>
<i>Fliskedel</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>-0</i>
Delsum energiforsyning	0	0	18
Total sum	636	649	667

Tabel 27: Sammenfatning af den samfundsøkonomiske analyse.

Konverteringen til fjernvarme bliver mindre attraktiv pga. den højere fjernvarmepris, og fordi der ikke indgår afgifter på fossile brændsler. Beregningerne peger dog stadig på en lille gevinst på ca. 4 mio. kr. årligt ved dette tiltag.

Omkostning til opvarmning øges med 22 mio. kr.

Varmebesparelserne medfører derimod en omkostning på ca. 26 mio. kr., hvorfor den samlede omkostning til opvarmning øges med i alt 22 mio. kr. ved gå fra baselinescenariet til besparelsscenariet. Den højere pris på fjernvarme øger værdien af varmebesparelser. Modsat tæller det, at der ikke indgår afgifter på fossile brændsler i de bygninger, der fortsat opvarmes med naturgas og olie.

Energibesparelser i industri giver gevinst på 9 mio. kr.

Energibesparelserne i industrien en gevinst på ca. 9 mio. kr., hvilket dækker over besparelser på energikøb af procesvarme og el på ca. 23 mio. kr. en omkostning til besparelserne på 14 mio. kr.

Den samfundsøkonomiske nettoomkostning ved at gennemføre besparelsscenariet bliver dermed 13 mio. kr.

Ved at gennemføre tiltagene i Besparelser og VE-scenariet (solceller, solvarme og fliskedel), er der en yderligere omkostning på ca. 18 mio. kr. Den samfundsøkonomiske omkostning ved disse tiltag er større end den selskabsøkonomiske, fordi produktionstilskud til solceller ikke indgår i den samfundsøkonomiske vurdering, og fordi den samfundsøkonomiske værdi af solvarmeproduktion ligeledes er lavere.

9 Referencer

- Varmeplan Hovedstaden
- Varmeplan Hovedstaden 2
- Varmeplan Danmark 1
- Varmeplan Danmark 2
- Ministeriet for Sundhed og Forebyggelse (2011):
<http://www.noegletal.dk/>
- Gladsaxe Kommune (2011): *Gladsaxe Kommune i tal 2011*
- Denmark.dk (2011): <http://www.denmark.dk/en/menu/About-Denmark/Denmark-In-Brief/Facts-about-Denmark.htm>
- Gladsaxe Kommune (2010): *Befolkningsprognose 2010-2025*
- Energistyrelsen 2011: *Reduktion af energiforbruget i eksisterende bygninger – potentialer, omkostninger, barrierer og virkemidler.*
- Statens Byggeforskningsinstitut 2010: *Danske bygningers energibehov i 2050.*
- Energistyrelsen 2011: *Energistatistik 2010.*

10 Bilag A

10.1 Datakilder til opstilling af Energiregnskab for 2010

Naturgas

Data om anvendelse af naturgas er indhentet fra HMN. Data er opgivet på et forholdsvist aggregeret niveau, opdelt på kokekunder, varmekunder, erhvervskunder og timeafregnede kunder. Derudfra er der lavet en estimeret fordeling på husholdninger, handel/service (inkl. kommunens egne bygninger) og produktionserhverv. Kommunen har skønnet, at gaskunder over 6.000 m³ er erhverv.

Ud fra Energiproducenttællingen er det vurderet at 105.000 GJ naturgas i kommunen anvendes til fjernvarmeproduktion eller på lokale blokvarmeanlæg.

El

Data vedrørende forbruget af el er oplyst af DONG Energy og foreligger på et forholdsvist detaljeret niveau, som har muliggjort en præcis fordeling på sektorer.

Fjernvarme

Fjernvarmeforbrugsdata er indhentet fra Gladsaxe Fjernvarme oplyst til CO₂-regnskabet. Gladsaxe Fjernvarme har ikke data for fordelingen af forbrug på slutkunder. Den anvendte fordeling er derfor skønnet.

Dertil er indeholdt fjernvarme leveret fra Vestforbrænding: 7320 MWh leveret til NOVO og 846 MWh leveret til husholdninger – samt leverancer fra Gentofte Fjernvarme, 3000 MWh, leveret til husholdninger (Kellersvej).

Olie

Olieforbrugsdata er baseret på skønnene anvendt i CO₂-regnskabet, dog med en opdateret estimat for olieforbrug til opvarmning i husholdninger. Ifølge BBR er der registreret ca. 4.300 oliefyr Gladsaxe Kommune. Undersøgelser i et boligkvarter har imidlertid vist at ca. 50 % var forkert registrerede i BBR. Data fra HMN peger på, at hovedparten af disse kunder reelt har gas. På baggrund af HMN data skønnes det reelle antal oliefyr at udgøre ca. 2340. Herudfra er olieforbruget til opvarmning i husholdninger estimeret til 190 TJ³⁶.

Industri

Vi har været i kontakt med Danmarks Statistik, der pga. udskiftning og indkøring af medarbejdere ikke har kunnet producere et udtræk over industriens energiforbrug.

³⁶ Baseret på en forudsætning om et nettoopvarmningsbehov på 65 GJ per husstand/oliefyr og en varmeeffektivitetsgrad af oliefyret på 80 %.

Biomasse

Det er forbundet med nogen usikkerhed at bestemme anvendelsen af brænde og anden biomasse til opvarmning. Ifølge BBR anvender blot 10 bygninger brænde, eller andre faste brændsler, som deres primære opvarmningsform. Disse bygningernes energiforbrug kan estimeres til blot 0,9 TJ. Dertil må man dog formode, at en række husstande supplerer med brænde, som opvarmningsform.

Den lokale skortenstensejermester, Peter Heilsesen, har været kontaktet og har oplyst, at der ikke foreligger operationaliserbare data for forbruget af biomasse. Biomasseforbruget er derfor estimeret på baggrund af det nationale forbrug.

I 2010 blev der, ifølge Energistyrelsens energistatistik, anvendt 26,7 PJ brænde i énfamiliehuse (og 10,1 PJ træpiller, men det vurderes ikke at være relevant som supplerende opvarmningsform). I Danmark findes ca. 1,560 mio. énfamiliehuse³⁷. Gennemsnit på 17 GJ brænde per énfamiliehus. I Gladsaxe antages niveauet at være halvdelen af landsgennemsnit dvs. 8,5 GJ, da brændeforbruget primært er supplerende. Antallet af énfamiliehuse i Gladsaxe er ca. 10.700 (parcel, række- og dobbelthus). Derved fås et estimeret brændeforbrug i kommunen på 91 TJ (10.700 huse multipliceret med 8,5 GJ/hus).

Omgivelsesvarme til varmepumper

Omgivelsesvarme anvendt i varmepumper er ikke indregnet i energiregnskabet, da elforbruget til varmepumper er meget beskedent ifølge oplysninger fra Dong Energy. Dette elforbrug kan dog være undervurderet, idet nogle husejere muligvis anvender luft-luft varmepumper som supplement til øvrig varmforsyning.

På baggrund af ovenstående kan der opstilles et energiregnskab per sektor. I tillæg dertil fordeles energiforbruget på førnævnte anvendelsesområder. Fordelingen på formål kan være vanskeligere, at bestemme, fordi man ikke måler energiforbruget per formål. Fx kræver det et kendskab til de enkelte brancher indenfor produktionserhverv, at være hvor stor en del brændselsforbruget, der er relateret til for eksempel rumopvarmning hhv. procesvarme.

I forhold til fordelingen af energiforbrug efter formål gøres følgende antagelser:

³⁷ Kilde: Danmarks Statistik, <http://www.dst.dk/pukora/epub/Nyt/2004/NR258.pdf>

- Al brændselsforbrug og fjernvarmeforbrug i husholdninger anvendes til opvarmning og varmt vand (en mindre men negligerbar del anvendes til madlavning).
- 5 % af husholdningernes elforbrug går til opvarmning (forbrugere med elvarme eller varmepumper- der er set bort fra øvrig elanvendelse til opvarmning, fx varmeblæsere mv.)
- 7 % af elforbrug handel & service går til opvarmning (estimeret ud fra nationale tal Baseret på Dansk Energianalyse 2000)
- 13 % industriens elforbrug går til procesvarme (øvrige forbrug til apparater mv, estimeret ud fra nationale tal Baseret på Dansk Energianalyse 2000)
- 1 % af elforbruget i industrien går til opvarmning (estimeret ud fra nationale tal Baseret på Dansk Energianalyse 2000).
- Industrien fjernvarmeforbrug, som er forholdsvis lille forudsættes anvendt til opvarmning. Øvrigt brændselsforbrug forudsættes anvendt til procesformål.

Klimakorrektion af 2010 data.

På baggrund af data om graddage vurderes det, at energiforbruget til opvarmning var ca. 18 % højere end i et normalt år. 65 % af al energiforbrug til opvarmning i husholdninger og handel og service antages at være graddage afhængigt. For at bestemme et klimakorrigeret energiforbrug for 2010 er disse energiforbrug delt med 1,18 (dog ikke olie- og brændeforbrug som baseret på estimerer for normalår). Denne fremgangsmetode svarer til Energistyrelsens metode på de nationale data. [industriens procesenergiforbrug er ikke graddagskorrigeret].

11 Bilag B

Forudsætninger bag beregning af energibesparelser

I SBI-rapporten er der anvendt en række forudsætninger. Dertil er der visse usikkerheder ved fremgangsmåden i indeværende rapport. Nedenfor beskrives og kommenteres der kortfattet på nogle af disse. For en gennemgang af samtlige forudsætninger henvises til SBI-rapporten.

SBI-forudsætninger	Til beregningerne er der anvendt en række forudsætninger bl.a. om etagehøjder. Der er endvidere regnet med et energiforbrug til varmt ud fra et standardforbrug på 45 liter pr. person pr. dag, som opvarmes til 45 grader celsius. For kontor/handel er der anvendt et forbrug af varmt vand på 100 l/m² pr. år. Ydermere er der forudsat forskellige niveauer for indetemperatur og varmetab ved ventilation mv. I SBI-rapporten ekstrapoleres data fra energimærkningsordningen til den samlede danske bygningsmasse dels på baggrund af Bolig- og Bygningsregistret (BBR) og dels på informationer fra Danmarks Statistik. Selvom energimærkningsordningen og BBR indeholder den bedste foreliggende data, har de nogle begrænsninger.
Begrænset datagrundlag	Det er muligt, at det energimærkede areal er ikke repræsentativt for den samlede bygningsmasse. I SBI-rapporten fremgår det, at 2,7 % af stuehuse, 9,4 % af parcelhuse, 13,9 % af række-/kædehuse og 7,5 % af kontor/handel er energimærket.
Validitet	Der kan også visse usikkerheder med BBR-data, da validiteten afhænger af, at fx parcelhusejere indmelder renoveringer og ombygninger mv.
Fremgangsmåde i denne rapport	Det er Energistyrelsens vurdering ³⁸ , at bygningerne inden for kontor/handel er rimeligt repræsentative for alle bygninger inden for handel- og service- erhvervene, herunder den offentlige sektor. Denne vurdering er der i denne rapport taget udgangspunkt i. Desuden er de af SBI opstillede opførselsperioder og potentialet for energibesparelser samkørt med data for bygningsbestanden i Gladsaxe Kommune. Data vedr. de 9 opførselsperioder og bygningsbestanden er ikke konsistent, da SBI fx opererer med perioden "Før 1850", mens Danmarks Statistik anvender perioden "Før 1900".

³⁸ Fagligt notat udarbejdet på baggrund af SBI-rapporten: "Reduktion af energiforbruget i eksisterende bygninger – potentialer, omkostninger, barrierer og virkemidler", Energistyrelsen, marts 2011.

12 Bilag C

Forudsætninger for beregning af varmepriser for forsyning af individuelle forbrugere fremgår af tabellen forneden. De nærmere forudsætninger for beregning af fjernvarmeprisen er beskrevet i afsnit 6.4 og 6.5. Centrale kilder er "Den lille blå om varmepumper" udgivet af Dansk Energi i 2011 og Energistyrelsens tekniske baggrundsrapport for "Perspektiver for den danske varmeforsyning frem mod 2025" fra 2005.

Brændselsomkostninger

For brændselsomkostninger er der forudsat brændselspriser ud fra Energistyrelsens forudsætninger fra maj 2011 an forbruger. For de selskabsøkonomiske brændselsomkostninger er der dog lavet følgende ændringer:

- El: Omkostninger til transmissions- og distributionstarif er sat til 27,3 øre/kWh baseret på angivelser fra elpristavlen for Gladasaxe. PSO-tariffen er sat til 10 øre/kWh.
- Naturgas: De samlede omkostninger for distributionstariffer og avancer for netselskabet er sat til 57,7 kr/GJ baseret på "Opdatering af samfundsøkonomiske brændselspriser", Ea Energianalyse og Wazee, 2011. Dette lægges oveni markedsprisen for naturgas.

Grøn gas kan i princippet være forskellige former for VE-gas, der distribueres igennem naturgasnettet. Det er her antaget, at der er tale om biogas med en pris på 135 kr/GJ inkl. omkostninger til opgradering. Dertil kommer de samme distributionsomkostninger som for naturgas.

Investeringsomkostninger

Investeringsomkostninger er baseret på "Den lille blå om varmepumper". For naturgas og grøn gas er der tillagt en omkostning på knap 16.000 kr. ekskl. moms for etablering af gadenet og stikledning baseret på "Perspektiver for den danske varmeforsyning frem mod 2025". I praksis kan denne omkostning helt eller delvist spares, såfremt der er tale om eksisterende naturgasområder. Privatøkonomisk kan der for eksisterende naturgaskunder derudover være tale om et afbrydelsesgebyr til naturgasselskabet. Dette er ikke taget med i beregningerne.

Omkostninger til drift- og vedligeholdelse er estimeret med udgangspunkt i 10 % af anlægsinvesteringen for varmepumper. Dette giver 1.200 kr. inkl. moms per år for en jordvarmepumpe. For andre teknologier er der forudsat samme værdi, bortset fra solvarme og fjernvarme, som vurderes at have væsentligt lavere omkostninger på hhv. 200 og 100 kr. inkl. moms per år. (Estimeret på baggrund af "Perspektiver for den danske varmeforsyning frem mod 2025")

	Luft til vand varmepumpe	Jordvarme	Natur-gas	Grøn gas	Oliefyr	Træpillefyr	Solvarme	Fjernvarme parcelhus	Fjernvarme rækkehus
Investering (kr.)	90.000	120.000	55.950	59.950	50.000	60.000	30.000	100.000	62.500
Levetid (år)	20	20	20	20	20	20	20	30	30
Årlig varmeproduktion (GJ)	52	52	52	52	52	52	7	52	52
Varmevirkningsgrad	2,98	3,25	1,04	1,04	1,03	0,83	1,00	0,95	0,95
FastD&V (kr/anlæg/år)	900	1200	1200	1200	1200	1200	200	100	100
Elforbrug (kWh/år)			252	252	270	290	180	180	180

Tabel 28: Forudsætninger for individuelle varmeproduktionsanlæg. Priser er angivet inkl. moms. Elforbrug angiver elforbrug til pumper og brændere.

13 Bilag D

I dette bilag gives en mere detaljeret gennemgang af økonomien i de gennemførte scenarieanalyser.

Først sættes fokus på forbrugssiden (energikøb og energibesparelser) ved en sammenligning af baselinescenariet og besparelsscenariet. Herefter analyseres tiltagene på produktionssiden ved en sammenligning besparelsscenariet og VE- og besparelsscenariet.

13.1 Baseline vs. besparelsscenarie

Selskabsøkonomi

Tabellen nedenfor viser de årlige selskabsøkonomiske omkostninger forbundet med energiforbrug i hhv. baseline scenariet og besparelsscenariet

Baseline									
mio kr.	Elforbrug	Fjernvarm	Naturgas	Olie	Kul & kok	Bio	VP (prod)	Sol	SUM
El klassisk	219	-	-	-	-	-	-	-	219
Opvarmning	22	153	82	38	-	40	23	6	364
Proces	7	-	120	16	-	-	-	-	143
SUM	248	153	202	54	-	40	23	6	725
Besparelser									
mio kr.	Elforbrug	Fjernvarm	Naturgas	Olie	Kul & kok	Bio	VP (prod)	Sol	SUM
El klassisk	213	-	-	-	-	-	-	-	213
Opvarmning	8	185	32	20	-	21	13	5	284
Proces	6	-	102	14	-	-	-	-	121
SUM	226	185	134	34	-	21	13	5	618

Tabel 29: Årlige selskabsøkonomiske omkostninger forbundet med energiforbrug i hhv. baseline scenariet og besparelsscenariet³⁹ i 2025. Omkostningerne opgjort eksklusiv moms, men inklusiv afgifter.

Det fremgår, at de samlede omkostninger til dækning af energiforbruget i Gladsaxe Kommune er godt 100 mio. kr. lavere i besparelsscenariet end i baseline. Heri indgår omkostninger til udbygning af fjernvarmenettet til rækkehuse i besparelsscenariet, men ikke omkostninger til ekstra varmebesparelsetiltag og omkostninger forbundet med at gennemføre energibesparelser i industrien.

³⁹ NB: elforbrug til klassisk elforbrug er beregnet med udgangspunkt i elpris for procesvirksomhed. Husholdninger og g servicevirksomhederne vil skulle betale en højere elpris pga. højere afgifter, men da elforbruget hos disse forbrugere er identisk i alle scenarierne, påvirker det ikke differencen mellem scenarierne. Prisen for fjernvarme beregnet for rækkehus og for øvrig opvarmning for villaer/rækkehuse. For etageejendomme og erhverv vil omkostningerne til opvarmning være lidt lavere end beregnet pga. lavere relative omkostninger for fjernvarmenet og øvrige varmeinstallationer.

Omkostninger til
varmebesparelser

Omkostningerne til varmebesparelser er estimeret med udgangspunkt i kapital 5. Der er regnet med en enhedsomkostning på 75 kr./GJ i baseline og 210 kr./GJ i besparelæsscenariet, hvor der foretages mere gennemgribende energirenoveringer. Omkostning ved at gå fra besparelsesniveaue i baseline til niveauet i besparelæsscenariet er 345 kr./GJ. Omkostninger er baseret på en levetid på 30 år og 5 % rente. Der desuden tale om marginale omkostninger for varmebesparelser, jf. diskussionen i kap 5. Det antages med andre ord, at energirenoveringerne foretages som led i anden renovering.

Varmebesparelser	Baseline	Besparelæsscenarie	
Energibesparelse	171	341	TJ
Enhedsomkostning	75	210	Kr./GJ
Omkostning	13	72	mio. kr.

Tabel 30: Omkostninger til at gennemføre varmebesparelser. Omkostning ved at gå fra baseline til besparelæsscenariet er 345 kr./GJ.

Omkostninger til
opvarmning reduceres i
besparelæsscenariet
pga. konvertering til
fjernvarme

Det fremgår, at den årlige meromkostning forbundet med varmebesparelsen er ca. 60 mio. kr. årligt (72 mio. kr. – 13 mio. kr.), hvilket skal sammenlignes med at omkostningerne til opvarmning reduceres med ca. 80 mio. kr. årligt (364 mio. kr. – 284 mio. kr.). Samlet set reduceres omkostningerne til opvarmning således med 20 mio. kr. ved at gå fra baseline til besparelæsscenariet. Den største del af besparelsen skyldes dog konverteringen fra naturgas til fjernvarme (ca. 50 mio. kr.), mens varmebesparelestiltagene i sig selv har en omkostning på ca. 30 mio. kr.

Varmebesparelserne
giver dog
meromkostning

Det skyldes, at omkostningen ved at gennemføre varmebesparelser er noget højere end omkostningen ved at forsyne med varme (ca. 150 -250 kr./GJ afhængigt af forsyningsform).

Energibesparelser i
erhverv

Det er forbundet med en væsentlig usikkerhed at bestemme omkostningerne ved at gennemføre energibesparelser i erhverv. Som et estimat for omkostningerne er der set nærmere på de erfarede omkostninger, som energiselskaberne har haft i forbindelse med gennemførelsen af den spareindsats, de er blevet pålagt af regeringen. Antages en levetid for de gennemførte besparelser på ca. 5 år, bliver gennemsnitsomkostningen per sparet kWh 14 øre (udiskonteret). Evalueringsrapporten af Energiselskabernes spareindsats pegede imidlertid på, at ca. halvdelen af de gennemførte besparelser ville komme af sig selv – og at halvdelen dermed ikke er et resultat af energiselskabernes indsats. Derfor regnes i det videre med en gennemsnitlig besparelsesomkostning i erhvervene på ca. 28 øre/kWh_sparet

energi svarende til 78 kr./GJ⁴⁰. Denne værdi anvendes i det videre forløb som et skøn over omkostningen ved at gennemføre energibesparelser i industrien - både i forhold til elbesparelser og brændselsbesparelser.

Energibesparelser i erhverv vurderes at være rentable – men der er betydelig usikkerhed herom

I besparelsscenariet reduceres industrien energiforbrug med 15 % sammenlignet med baseline i 2025. Herved reduceres det endelige energiforbrug med ca. 184 TJ, hvilket med en enhedsomkostning på 78 kr./GJ svarer til ca. 14 mio. kr. årligt. Til sammenligning sparer industrien ca. 27 mio. kr. årligt på indkøb af energi. Besparelsetiltagene medfører med andre en samlet gevinst for industrivirksomhederne på ca. 13 mio. kr. (27-14 mio. kr.) Besparelsen hænger sammen med, at omkostning til køb af el og produktion af procesvarme er estimeret til at være 250 hhv. 130 kr./GJ – altså betydeligt over omkostningen ved at gennemføre besparelsen.

Det skal dog bemærkes, at særligt omkostningen ved at gennemføre energibesparelser om 15 år kan have ændret sig betydeligt fra det forudsatte, efterhånden som de billigste besparelser er gennemført.

Samlet selskabsøkonomisk gevinst ved besparelsscenariet

Tabel 31 nedenfor sammenfatter de økonomiske analyser af tiltagene på forbrugssiden ud fra differencen mellem baseline og besparelsscenariet. Negative værdier indikerer en gevinst ved besparelsscenariet. Den selskabsøkonomiske analyse peger på en samlet gevinst på ca. 34 mio. kr. ved at implementere besparelsscenariet.

Mio. kr. Økonomisammenfatning - difference mellem baseline og besparelsscenariet		
Omkostninger til køb af energi	Selskabsøkonomisk	Samfundsøkonomisk
El klassisk	-6	-5
Opvarmning	-80	-37
Proces	-21	-18
Omkostning til besparelser		
Opvarmning	59	59
El og proces	14	14
Total	-34	13

Tabel 31: Opsamling på økonomiske af analyser af tiltag på forbrugssiden. Tabellen viser differencen mellem baseline og besparelsscenariet. Negative værdier indikerer en gevinst ved besparelsscenariet.

⁴⁰ Forudsætninger for beregning af omkostninger ved energibesparelser i erhverv er beskrevet nærmere i "En strategisk energiplan for Holstebro Kommune" (Ea Energianalyse, 2010).

Men et mindre
samfundsøkonomisk tab

Samfundsøkonomi

Den tilsvarende samfundsøkonomiske analyse peger på en omkostning på 13 mio. kr. Ændringen i forhold til den selskabsøkonomiske analyse skyldes to forhold:

- der inddrages ikke afgifter på fossile brændsler fx naturgas, og
- prisen for fjernvarme er højere, fordi der regnes på de marginale forsyningsformer i hovedstadens fjernvarmesystem.

Derfor bliver konverteringen til fjernvarme mindre attraktiv. Beregningerne peger dog stadig på en lille gevinst på ca. 4 mio. kr. årligt ved dette tiltag. Varmebesparelserne medfører derimod en omkostning på ca. 26 mio. kr. og energibesparelserne i industrien en gevinst på ca. 9 mio. kr. Den samfundsøkonomiske nettoomkostning bliver dermed 13 mio. kr.

Besparelsscenariet vs. VE- og besparelsscenariet

I VE- og besparelsscenariet indgår tre tiltag på forsyningssiden, som ikke indgår i besparelsscenariet. Dette er etablering af:

- Solceller på nybyggeri
- Solvarmeanlæg
- Fliskedel

De økonomiske forhold for de tre teknologier er nærmere beskrevet i forrige kapitel.

Solceller

Produktionsomkostningen for solceller på nybyggeri estimeret til 1,75 kr./kWh ved 5 års rente og 20 års levetid. Omkostningerne for mindre anlæg er i dag noget højere (men lavere for større markkrævende anlæg), men der må regnes med en yderligere reduktion i prisen på solceller frem mod 2025. Dertil kan der muligvis opnås besparelser ved at integrere solcellerne i selve bygningskonstruktionen sammenlignet med anlæg, der eftermonteres på eksisterende tage.

Den samfundsøkonomiske værdi af den producerede el vil være ca. 62 øre/kWh (elpris an husholdning) ifølge Energistyrelsens seneste elprisfremskrivning fra april 2011. Den selskabsøkonomiske værdi vil derimod være væsentligt højere, såfremt den producerede el kan afsættes via nettomålerordningen. Ordningen indebærer, at den el, solcelleanlægget producerer, fratrækkes husejerens elforbrug, medførende en reduceret elregning. Inkl. afgifter vil det give en afregning på ca. 1,7 kr./kWh. Ordningen

gælder anlæg på op til 6 kW per hus, grund eller ejendom. Den gælder også institutioner (100 m² bebygget areal modsvarer en husstand) og etageejendomme, men ikke erhverv⁴¹.

Erhvervsejendomme vil blive afregnet til 60 øre/kWh de første 10 år af solcelleanlæggets levetid – regnet fra den dato, solcelleanlægget tilmeldes og 40 øre/kWh for de næste 10 år⁴².

I 2025 er den årlige produktion fra solceller lige godt 50 TJ i VE og besparelsscenarioet. Denne vil medføre en produktionsomkostning på ca. 25 mio. kr. Den samfundsøkonomiske værdi af produktion er ca. 9 mio. kr. For private og offentlige ejendomme, der udnytter nettomålerordningen, er værdien ca. 24 mio. kr., altså ca. samme størrelsesordenen som produktionsomkostningen. For erhverv vil værdien imidlertid være betydeligt mindre, ca. 6 mio. kr. Antages halvdelen af nybyggeriet at være privat/offentligt og den anden halvdel erhverv, er den selskabsøkonomiske af solcelleproduktion i alt 15 mio. kr. På den baggrund kan den samfundsøkonomiske værdi groft estimeres til ca. -16 mio. kr. årligt og den selskabsøkonomiske til ca. -10 mio. kr.

Solvarme

Solvarmeanlægget producerer i 2025 lige godt 100 TJ årligt til en produktionsomkostning på ca. 63 kr./GJ. Derved fås en årligt produktionsomkostning for solvarmeanlægget på 6,5 mio. kr.

Værdien af den afsatte varme vil være ca. 72 kr./GJ, hvis den i 2025 fortsat kan afsættes til puljeprisen (estimeret til varmekøb på 62 kr./GJ + 10 kr./GJ drift af transmissionsnet). Det giver en indtægt fra varmesalg på 7,5 mio. kr. Den marginale værdi af varmen for systemet vil imidlertid være mindre, da varmen som tidligere nævnt primært produceres om sommeren, hvor affaldsvarme dækker langt størstedelen af varmebehovet. Omvendt kan indførelsen af en forsyningssikkerhedsafgift på biomasse øge værdien af solvarmen.

Den samfundsøkonomiske værdi af den afsatte varme er derfor også betydeligt mindre. Det er uden for dette projekts ramme at vurdere, hvad værdien af solvarmen er, hvilket også vil afhænge af hvilken fleksibilitet, der kan opnås på affaldskraftvarmeværkerne i 2025. I det følgende er værdien groft sat til halvdelen af den selskabsøkonomiske værdi, dvs. 36 kr./GJ. Derved

⁴¹ http://www.energitjenesten.dk/files/resource_4/Marts2010/Nettomalerordning_for_solceller.pdf

⁴² <http://www.nrgi.dk/solnrgi/st%C3%B8tteordninger/nettom%C3%A5lerordning>

fås en værdi af den afsatte varme på knap 4 mio. kr. årligt og en netto samfundsøkonomisk tab på 3 mio. kr. Dette estimat er dog forbundet med meget væsentlige usikkerheder.

Etableres solvarmelagret med et sæsonvarmelager vil værdien af produktionen kunne øges meget betydeligt. Et fuldt sæsonlager vil imidlertid indebære en høj produktionsomkostning på ca. 140 kr./GJ. En mindre lager vil dog formentligt være tilstrækkeligt til at flytte varmeleverancen fra sommerperioden til efterår/tidlig vinter, hvor den vil have større værdi. Inkl. et sådant lager vil produktionsomkostning stige til ca. 100 kr./GJ, men værdien vil samtidigt øges til op i mod 90-100 kr./GJ, såfremt anlægget fortrænger mellemlastproduktion i stedet for affaldsgrundlast.

Fliskedel

Varmeproduktionsomkostningen på en fliskedel med en årlig driftstid på 6000 fuldlasttimer er beregnet til i størrelsesordenen 73 kr./GJ⁴³. Hvis kedlen alene skal forsyne de nye fjernvarmeområder i kommunen, vil driftstiden formentlig blive det halve, ca. 3000 driftstimer, hvorved produktionsomkostningen bliver gennemsnitlig 95 kr./GJ.

Såfremt der etableres en fliskedel, vil det formentligt være mest hensigtsmæssigt at indpasse den i det sammenhængende fjernvarmesystem. Her vil den tjene til levering af mellemlast og formentligt opnå en driftstid på ca. 3000 timer. Kedlen vil i så fald levere ca. 325 TJ årligt til en årlig produktionsomkostning på ca. 31 mio. kr. Den selskabsøkonomiske værdi af produktionen vurderes at være af samme størrelsesorden ud fra den tankegang, at hvis fliskedlen ikke etableres i Gladsaxe vil den formentlig blive etableret et andet et sted i hovedstadsområdet fjernvarmesystem. Eller sagt på en anden måde, værdien af at levere mellemlast vil formentlig blive prissat af et lignende alternativ og derfor ende på ca. 95 kr./GJ.

I og med at alternativet vurderes at være en anden fliskedel, vil den samfundsøkonomiske værdi også svare til produktionsomkostningen på 95 kr./GJ.

Sammenfatning forsyningstiltag i VE- og besparelsscenarioet

Nedenstående tabel sammenfatter de økonomiske analyser af forsyningstiltagene i VE- og besparelsscenarioet. Analyserne er, som det fremgår af ovenstående, behæftet med betydelig usikkerhed vedr. særligt prisudviklingen for solceller og den samfundsøkonomiske værdi af solvarme.

⁴³ Investering: 2-3 mio. kr./MW varme. 5 % i rente. Levetid 20 år.

Desuden bør det understreges, at den selskabsøkonomiske analyse er foretaget med udgangspunkt i gældende regulering. Denne kan naturligvis ændre sig betydeligt i et 15 års perspektiv.

Tiltag - mio. kr.	Produktions- omkostning	Selskabsøkonomisk værdi	Samfundsøkonomisk værdi	Netto selskabsøkonomi	Netto samfundsøkonomi
Solceller	25	15	8,7	-10	-16
Solvarme	6,5	7,5	4,0	1	-3
Fliskedel	31	31	31	0	0

Tabel 32: Økonomisk analyse af forsyningstiltag i VE- og besparelsscenariet i 2025.

Solceller fremstår både selskabs- og samfundsøkonomisk uattraktivt. For private og det offentlige nybyggeri er solceller dog meget tæt på at være selskabsøkonomisk interessant. Derimod skal der ske et meget betydeligt fald i produktionsprisen, før solceller også er samfundsøkonomisk interessante.

Solvarme kan omvendt være selskabsøkonomisk interessant med de nuværende afregningsforhold for varme fra CTR. Samfundsøkonomisk er solvarme mindre attraktivt, fordi solvarmen primært vil fortrænge affaldskraftvarme.

Fliskedlen vurderes at være både samfunds- og selskabsøkonomisk neutral, da den vurderes at fortrænge et tilsvarende anlæg et andet sted i det sammenhængende varmesystem.