



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Energivision for Aalborg Kommune 2050

Østergaard, Poul Alberg; Lund, Henrik; Hvelplund, Frede; Möller, Bernd; Mathiesen, Brian Vad; Remmen, Arne; Odgaard , Lars Michael

Publication date:
2010

Document Version
Tidlig version også kaldet pre-print

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Østergaard, P. A., Lund, H., Hvelplund, F., Möller, B., Mathiesen, B. V., Remmen, A., & Odgaard , L. M. (2010). *Energivision for Aalborg Kommune 2050*. Institut for Samfundsudvikling og Planlægning, Aalborg Universitet.

General rights

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

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

Take down policy

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

Energivision for Aalborg Kommune 2050



Indhold

© Forfatterne
September 2010

Forfattere:

Poul Alberg Østergaard
Henrik Lund
Frede Hvelplund
Bernd Möller
Brian Vad Mathiesen,
Arne Remmen,
Lars Michael Odgaard

Udgiver:

Institut for Samfundsudvikling og Plan-
lægning
Aalborg Universitet
Fibigerstræde 13
9220 Aalborg Ø
www.energyplanning.aau.dk

Pdf-udgave af udgivelse:
www.energyplanning.aau.dk/
Publications/Aalborg

Lay-out: Pernille Sylvest Andersen

Håndtegner: Bernd Möller

Fotos: Bernd Möller, Poul Alberg Øster-
gaard, Tor Bagger Elmegaard, Aalborg
Kommune m.fl.

ISBN 978-87-91830-38-9

Tryk

Forside: Varmeforbrugets tæthed i Aal-
borg Kommune beregnet med Varmeat-
lasset. Baggrundsbilledet er et Landsat
97 satellitbillede, Copyright ESA

1 TJ = 1 Tera Joule = $1 \cdot 10^{12}$ Joule
1 GWh = 1 gigawatt time = $1 \cdot 10^9$ Wh
1 GWh = 3,6 TJ
1 TWh = 1 Terawatt time = 10^{12} Wh
1 TWh = 3600 TJ

INDLEDNING

Forord	3
Forskningssamarbejde med Aalborg Universitet	4
Formål og metode	5
Afgrænsning af energisystemet	6
Status og reference for energiforbrug	7

FORBRUG OG RESSOURCER

Vedvarende energiresourcer	8
Aalborg og fremtidens transport i Danmark	9
Besparelser i industrien	10
Elbesparelser	11
Varmebesparelser	12

FORSYNING

Fremtidens fjernvarme i Aalborg Kommune	13
Aalborgs energiforsyning frem mod 2050	14
Vurdering af alternativer	17
Indregulering af vindkraft	19

REALISERING

Realisering i industri og erhverv	20
Realisering af varmebesparelser	21
Lokale transportløsninger	22
Kommunen kan gå foran	24
Appendiks	26



Forord

Forsyningsvirksomhederne udarbejdede i 1992 en Brundtland-plan for Aalborg Kommune og har siden arbejdet målrettet for at reducere udledningen af CO₂ fra energiforsyningen.

I 2003 lavede Forsyningsvirksomhederne en opfølgning på Brundtland-planen, der resulterede i rapporten "Bæredygtig Forsyning i Aalborg". I forbindelse hermed blev der udarbejdet en energibalance for Aalborg Kommune, der viste, at udledningen af CO₂ fra energiforsyning i Aalborg Kommune, eksklusiv cementfabrikken Aalborg Portland A/S og transport, i perioden 1990 til 2002 var reduceret med 23 %.

I 2004 vedtog Aalborg Byråd et CO₂-reduktionsmål for Aalborg Kommune, der betyder, at CO₂-udledningen i Aalborg Kommune i perioden 1990 til 2012 skal reduceres med 33 %, eksklusiv Aalborg Portland og transport.

I 2008 godkendte Aalborg Byråd Aalborg Kommunes Bæredygtighedsstrategi 2008-2011, hvori indgår mål for forebyggelse af klimaændringer gennem reduktion af drivhusgasser, herunder mål for implementering af en samlet klimastrategi og udarbejdelse af en energibalance og en energiplan med henblik på at opstille nye mål for reduktion af drivhusgasser.

I forlængelse af energibalancen for 2007 har Aalborg Kommune i samarbejde med Aalborg Universitet ud-

arbejdet en energivision for Aalborg Kommune 2050. Visionen er, at Aalborg så vidt muligt vil være uafhængig af fossile brændsler i 2050. Forudsætningen herfor er et energisystem baseret på vedvarende energi kombineret med energibesparelser og energieffektiviseringer, hvilket også er basale forudsætninger for, at Aalborg kan opfylde sin del af Danmarks internationale forpligtigelser på klimaområdet og samtidig fastholde en langsigtet energiplanlægning med et omkostningseffektivt energisystem med en forsvarlig forsyningsikkerhed.

Med henblik på at få fastsat nye CO₂-reduktionsmål for Aalborg Kommune vil Forsyningsvirksomhederne på baggrund af energivisionen udarbejde en energistrategi for energiforsyningen i Aalborg Kommune frem til 2030.

Formålet med såvel energivisionen og energistrategien er at skabe et langsigtet grundlag for både energi- og varmeplanlægning i Aalborg Kommune og for de berørte energiselskabers planlægning i de kommende år.

Tommy Eggers
Rådmand



Forsknings samarbejde med Aalborg Universitet

Denne energivision er udarbejdet af en række energiforskere ved Institut for Samfundsudvikling og Planlægning ved Aalborg Universitet for Aalborg Kommune. Arbejdet har løbende været drøftet med repræsentanter for Forsyningsvirksomhederne, Teknik- og Miljøforvaltningen samt Forvaltningen for Sundhed og Bæredygtig udvikling i Aalborg Kommune.

Visionen findes i to versioner: denne korte version og en mere uddybende version, som begge kan findes på www.energyplanning.aau.dk/Publications/Aalborg.

Aalborg Byråd vedtog i 2008 en Bæredygtighedsstrategi, som bl.a. indeholder en række mål for reduktion af CO₂-udledning, energibesparelser og for øget anvendelse af vedvarende energikilder. I forlængelse heraf indgik kommunen i juni 2009 en aftale med Dansk Naturfredningsforening om at blive såkaldt klima-

kommune, med en forpligtelse til at reducere udledningen af CO₂ med mindst 2% per år fra kommunale aktiviteter.

Denne energivision rækker ud over kommunens aktiviteter som virksomhed, og ser på kommunen som en geografisk og befolkningsmæssig enhed. Energivisionen afdækker mulighederne for at basere hele kommunens energiforsyning på vedvarende energikilder kombineret med markante energibesparelser, og altså ikke kun energibesparelser i kommunalt regi.

Energivisionen er resultatet af et forsknings samarbejde, hvor Aalborg Universitet har trukket på en række gennemførte og igangværende forskningsprojekter. Tilsvarende anvendes resultaterne af denne energivision som case i igangværende forskning og undervisning på universitetet.

Varmeplan Danmark

Varmeplan Danmark blev udarbejdet i 2008 af Rambøll Danmark A/S og Aalborg Universitet, Institut for Samfundsudvikling og Planlægning, og med støtte fra Dansk Fjernvarme. Varmeplan Danmark analyserer fjernvarmens rolle nu og i et fremtidigt dansk energisystem baseret på 100% vedvarende energi. De mange data og analyser er her brugt som grundlag for at vurdere fjernvarmens rolle i Aalborg Kommune.



CEESA

CEESA er et forskningsprojekt koordineret af Aalborg Universitet og med deltagelse af en række andre danske universiteter og forskningsinstitutioner. Projektet udvikler teorier, metoder og værktøjer blandt andet ved at kombinere energisystemanalyser med livscyklusvurdering til at analysere den fremtidige energiforsyning. Her er forskningsprojektet brugt som inspiration til blandt andet afgrænsningen af biomasseressourcerne.



IDA's Klimaplan 2050

IDA's Klimaplan 2050 er en klimaplan udarbejdet af Ingeniørforeningen i Danmark (IDA), der viser hvordan Danmark kan reducere CO₂-emission i 2050. Dokumentation og analyser er samlet i en baggrundsrapport udarbejdet af forskere ved Aalborg Universitet og Risø-DTU. Klimaplanen er det danske bidrag til det internationale projekt Future Climate, hvor 13 ingeniørorganisationer fra hele verden lavede et udspil til FN's Klimakonference, COP 15 i København i december 2009. Her bruges planen som den nationale ramme, som denne energivision skal passe ind i.



Formål og metode

Det primære formål med en langsigtet energivision for Aalborg Kommune er at skabe grundlag for, *at Aalborg Kommune kan bidrage til realiseringen af den langsigtede vision om at Danmark bliver 100 pct. uafhængig af fossile brændsler.*

Den danske regering har fremhævet mindst tre gode grunde til at frigøre os af de fossile brændsler:

- At fastholde forsynings sikkerheden
- At modvirke klimaforandringerne
- At øge beskæftigelsen og fremme eksporten af grønne danske klimaløsninger

Det er intentionen "at slå tre fluer med et smæk" og løse tre store udfordringer samtidigt ved at satse på løsninger, der kombinerer massive energioptimeringer med vedvarende energikilder.

IDA's Klimaplan 2050 er anvendt som udgangspunkt for, hvordan regeringens vision om Danmark baseret på 100% vedvarende energi kan realiseres i 2050. Omdrejningspunktet i IDA's Klimaplan er vedvarende energi i form af indenlandske biomasseressourcer i kombination med vind, sol og bølgekraft. Dette er muligt, hvis der samtidigt satses massivt på besparelser i forbruget og effektiviseringer af hele energiforsyningssystemet. Et sådant energisystem baseret på vedvarende energi kan reducere CO₂-udledningen og gøre Danmark uafhængigt af import af fossile brændsler. Grebet rigtigt an kan dette samtidig generere industriel udvikling og eksport af energieffektive produkter og fremtidens energiteknologier.

Med udgangspunkt i det nationale scenario, kommer vi med et forslag til hvordan energiforsyningen kan udformes i Aalborg Kommune. Tidshorisonten er bevidst sat langt frem i tiden nemlig 2050, når de nuværende anlæg baseret på fossile brændsler er blevet faset ud. Til den tid er levetiden for nuværende tekniske anlæg, f.eks. Nordjyllandsværket og Reno Nord, ophørt.

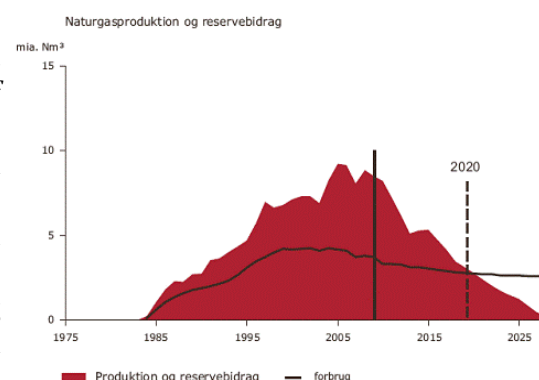
Danmark 100% Vedvarende Energi



Danmarks nationale målsætning er at blive 100% uafhængige af fossile brændsler uden at satse på atomkraft, dvs. at satse på besparelser, effektiviseringer og Vedvarende energi. Denne målsætning blev lanceret af daværende statsminister Anders Fogh Rasmussen i åbningstalen til Folketinget i oktober 2006, og er siden gentaget i en række energipolitiske redegørelser og forlig.

Den danske olie og gas slipper op

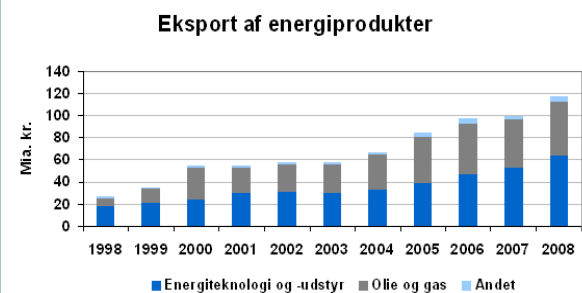
I øjeblikket er Danmark det eneste land af de 27 EU lande, som har en netto-eksport af energi, fordi vi producerer mere olie og gas i Nordsøen end vi bruger.



Men produktionen har toppet og der er ikke mange år til, at Danmark igen bliver netto-importør, hvis vi ikke gør noget for at ændre vores afhængighed af de fossile brændsler.

Kilde: Energistyrelsen 2009

Dansk eksport af energiteknologi i vækst



Mange års satsning på vedvarende energiteknologier så som vindmøller har ført til markant vækst i den danske eksport.

I dag er omsætningen godt 60 mia. kr. og er dermed i samme størrelsesorden som produktionen af olie og gas.

Kilde: Energistyrelsen og DI- Energibranchen 2009

Afgrænsning af energisystemet

Aalborg Kommune er en storbykommune med mindre biomasseressourcer og mere industri pr. indbygger end landet som helhed, specielt når Aalborg Portland medregnes. Det rejser spørgsmålet om, i hvilken grad Aalborg Kommune selv skal dække energiforbruget i hele industrien med lokal vedvarende energi samt i hvilket omfang, Aalborg kan medregne biomasse fra omkringliggende landområder uden for kommunen.

I denne energivision er der valgt det overordnede princip, at Aalborg Kommune skal kunne dække, hvad der svarer til Aalborgs befolkningsmæssige andel af den samlede danske industri og udelukkende med brug af Aalborgs andel af de samlede danske biomasseressourcer. Samme princip er anvendt ift. transportsektoren: Aalborg skal kunne dække sin andel af biomasse til en samlet dansk transportløsning (inkl. biler, tog, skib og fly) inden for den tilrådighedsværende biomasseressource.

Konkret er der regnet med en biomasseressource på 6200 TJ/år (1720 GWh) svarende til Aalborg Kommunes befolkningsmæssige andel af den forventede samlede danske biomasse i form af halm, træ, biogas og bionedbrydeligt affald. Denne mængde svarer samtidig til de ressourcer der iflg. Energibalancen for Aalborg Kommune kan fremskaffes lokalt, hvis der dyrkes energiafgrøder og hvis den nuværende affaldsafblanding opretholdes og udbygges.

I forhold til afgrænsningen af industri bliver der taget udgangspunkt i, at Aalborg med ovennævnte ressourcer skal kunne dække et energiforbrug i industrien på 3500 TJ (970 GWh) i år 2007 svarende til den befolkningsmæssige andel af den samlede danske industri. Dette svarer således til at dække en andel af Aalborg Portlands forbrug plus det samlede forbrug i den øvrige del af industrien i Aalborg Kommune.

Den altdominerende industri i Aalborg er Aalborg Portland med et brændselsforbrug på 15.836 TJ (4400 GWh) primært kul og Petcoke. Herudover er det direkte brændselsforbrug i industrien blot 87 TJ olie og 1080 TJ naturgas. Inkl. Aalborg Portland er forbruget altså 17.003 TJ (4723 GWh), mens det ekskl. Aalborg Portland blot er 1167 TJ (324 GWh). I Danmark som helhed var det direkte forbrug i industrien af kul, olie og gas 98.995 TJ (27,5 TWh) i 2007 (Energistyrelsens energistatistik). I forhold til befolkning (3,56%) udgør Aalborgs andel altså ca. 3500 TJ (972 GWh).



[TJ]/år	Andel af DKs forventede ressourcer efter befolkning	Biomasseressourcer i Aalborg Kommune
Halm	1800	980
Træ	1600	670
Biogas	1400	520
Fiberfraktion	-	60
Bioafgrøder	-	1360
- heraf græs	-	200
Affald	1400	2300
I alt	6200	6090

De anvendte biomasseressourcer svarer til Aalborg Kommunes andel af de forventede danske ressourcer som vist i venstre søjle, men kan også findes inden for kommunen som vist i højre søjle.

Status og reference for energiforbrug

Siden 1992 har Aalborg Kommune, Forsyningsvirksomhederne arbejdet målrettet for at reducere udledningen CO₂ fra energiforsyningen, blandt andet gennem øget udbygning og tilslutning til fjernvarme, øget udnyttelse af overskudsvarme, øget anvendelse af vedvarende energi, effektivisering af energianlæg og øget energispareindsats hos kunderne via tilbud om helhedsrådgivning.

I 2004 vedtog Aalborg Byråd et mål for reduktionen af CO₂-udledningen fra energiforsyning i Aalborg Kommune, eksklusiv Aalborg Portland, i perioden 1990 til 2012 på 33 %.

Status for energiforbruget i Aalborg Kommune fremgår af Energibalancen for Aalborg Kommune (PlanEnergi, 2009), der viser, hvordan kommunens energiforbrug til energiforsyning og transport var sammensat i 2007. Energibalancen er kort fortalt et regnskab, der viser hvordan brændsel i forskellige energianlæg omsættes til energi i form af blandt andet el, varme og procesenergi.

På baggrund af energibalancen kan det konstateres, at energiforbruget i Aalborg Kommune, eksklusiv Aalborg Portland, i perioden 2002 til 2007 er steget med knap 7 %, til trods for at kommunens indbyggerantal i samme periode kun steg knap 2%. Trods stigning i indbyggertal og energiforbrug er det alligevel lykkedes at reducere udledningen af CO₂ i perioden 2002 til 2007 med 8 %, og 20 % i perioden 1990 til 2007. Grunden hertil skal primært søges i øget anvendelse af vedvarende energi, overskudsvarme og kraftvarme. Stigningen i energiforbruget afspejler blandt andet, at energispareindsatsen i perioden ikke har været tilstrækkelig til at modsvare stigningen i produktion og i antallet af energiforbrugende apparater, samt ændret energiadfærd i perioden.

Med udgangspunkt i energibalancen for 2007 er der, blandt andet på baggrund af nationale fremskrivninger, foretaget en fremskrivning af data til henholdsvis 2030 og 2050. Disse fremskrivninger udgør grundscenarie og reference for energivisionen frem mod 2050.

- Elforbruget forventes at stige fra 1.000 GWh i 2007 til 1.095 GWh i 2030 og 1.190 GWh i 2050,

svarende til en stigning på i alt næsten 20 %. Stigningerne i elforbrug forventes at ske inden for forskellige erhverv, mens elforbruget i husholdningerne forventes at falde med 9 %.

- Varmeforbruget i Aalborg Kommune, Fjernvarmeforsyningsens område (central fjernvarme) forventes øget fra 6.086 TJ i 2007, til 6.475 TJ i 2030, og 6.373 TJ (1770 GWh) i 2050, svarende til en stigning på 5 %. Den forventede stigning i fjernvarmeforbruget skyldes øget nybyggeri, der er forudsat opført efter de kendte krav i bygningsreglementet. Det nuværende varmeforbrug på decentrale værker forventes fastholdt på 2007-niveau.
- Energiforbruget til transport forventes at stige fra 6.730 TJ i 2007 til 7.090 TJ i 2030 og 7.440 TJ (2067 GWh) i 2050, svarende til en stigning på i alt knap 11 %. For mindre biler reduceres benzinforbruget frem til 2050 med 30 %, mens dieselforbruget øges med 24 %. Andelen af bio-brændsel forventes i 2050 at udgøre knap 23 % af brændstofforbruget i små biler. Brændstofforbruget til lastbiler og busser forventes frem til 2050 at stige til 2.775 TJ (771 GWh), svarende til en stigning på 24 %.
- Aalborg Portland forventes at reducere elforbruget med 30 % og brændselsforbruget med 37 % i 2050. 50 % af brændselsforbruget forventes dækket af affald og biomasse i 2050.
- Vindkraften forventes øget fra 240 GWh i 2007 til godt 520 GWh i 2030, svarende til en stigning på 117 %, og til næsten 650 GWh i 2050, svarende til en stigning på 170 %. Den øgede vindkraftproduktion er forudsat at ske ved udskiftning af møller inden for eksisterende vindmølleområder.
- Affaldsmængden på Reno Nord forventes at stige fra 537 GWh til 709 GWh, svarende til en stigning på 32 %.

Vedvarende energiresourcer

Aalborg Kommune har en række potentielle vedvarende energikilder. Der er muligheder for at placere vindmøller med henblik på elproduktion, solenergi kan udnyttes i enten solfangere til varmeproduktion eller i solceller til elproduktion; der er geotermiske ressourcer i undergrunden, som kan udnyttes til fjernvarmeproduktion og endelig er der residuale biomasseressourcer - dvs. restprodukter fra anden produktion herunder fødevarerproduktion.

De forskellige ressourcer har forskellige karakteristika i energisystemet. Nogle kan anvendes til produktion af el, nogle kan anvendes til produktion af varme, nogle har en indbygget lagringsmulighed hvorimod andre skal anvendes samtidig med de produceres. Ved sammensætning af et energisystem, der kun anvender lokalt tilgængelige energiresourcer, er der derfor brug for en bred vifte af forskellige ressourcer med forskellige karakteristika.



I 2007 var der ca. 180 vindmøller med en samlet installeret effekt på 114 MW vindkraft i Aalborg Kommune, og i referenceudviklingen forudses 300 MW vindkraft i år 2050. Dette svarer til ca. 100 møller, hvis der opstilles møller af den størrelse, som er kendt i dag. Området er umiddelbart velegnet til vindkraft, om end manglen på gode placeringsmuligheder sætter en begrænsning for udbygningen. Analyserne i denne energivision har vist, at 300 MW ikke er tilstrækkeligt til at opnå et 100% VE system for Aalborg Kommune. Der skal således findes plads til i størrelsesordenen 490 MW, hvis energivisionens andre tiltag gennemføres. Der må derfor enten findes off-shore placeringer eller ændres på nærhedskrav til f.eks. beboelse og veje.

Solenergi anvendes kun i beskedent omfang i Aalborg Kommune; primært på private huse samt tilkoblet fjernvarmeverket i Ulsted. Trods den nordlige breddegrad er der gode muligheder for specielt solvarme, men energiresourcens årlige variation er naturligvis i modfase med forbruget. Der skal altså findes mere hensigtsmæssige kilder til varmeproduktion i vinterperioden. Der installeres således ikke flere solfangere, end hvad der allerede er i Ulsted og på individuelle huse. Solceller til elproduktion er ikke medtaget i denne energivision, om end de kan forventes at undergå en kraftig udvikling i perioden frem til 2050.

Aalborg er beliggende ovenpå en efter danske forhold ganske god geotermisk ressource med vand ved en temperatur på op til 58°C i en dybde på op mod 2000 meter. Selve ressourcen kan dække hele fjernvarmebehovet de næste århundreder, men der fordres enten absorptionsvarmepumper drevet med damp eller kompressionsvarmepumper drevet af el for at opnå en tilstrækkelig høj fjernvarmefremløbstemperatur samt for at trække mest muligt varme ud af vandet. Når et geotermisk anlæg med varmepumpe er etableret, så er det både energimæssigt og økonomisk fordelagtigt at anvende ressourcen i videst mulig udstrækning.

Biomasse har den fordel frem for specielt vindkraft, at ressourcen kan lagres og anvendes efter behov. Biomasse kan endvidere anvendes til både el- og varmeproduktion samt til transport. De tilstedeværende biomasseressourcer er beskrevet i Afgrænsningen s. 6.



Søren Holm/Chitii

Aalborg og fremtidens transport i Danmark

En særlig stor udfordring er at reducere transportsektorens energiforbrug og at ændre forbruget af fossile brændsler til vedvarende energi. Behovet for transport er steget i takt med, at det er blevet lettere at bevæge sig rundt, og energiforbruget er øget i takt hermed. Faktisk betyder øget energiforbrug i transportsektoren, at energioptimering i andre sektorer ved f.eks. efterisolering og samproduktion af el og varme bliver "spist op", så det samlede energiforbrug er forholdsvis konstant.

Transportarbejdets vækst hænger sammen med den økonomiske udvikling og bosætningsmønstrene, men også at der er blevet bygget flere og flere veje. Der findes ikke én enkel løsning på at få transporten over på vedvarende energi. Mange virkemidler må tages i anvendelse for at få nedbragt energiforbruget til transporten, og overgå til vedvarende energi. En del af initiativerne, f.eks. busbaner, cykelstier, roadpricing og omlægning af registreringsafgifter og/eller ejerafgifter og forsikringer til kilometerafgifter, kan iværksættes på kort sigt. Andre initiativer kræver en samlet langsigtet plan, f.eks. for jernbanerne, og for den lokale planlægning af byudviklingen. En række af tiltagene er i sagens natur nationale. Men der er tiltag, der kan understøtte udviklingen lokalt, og nogle af de natio-

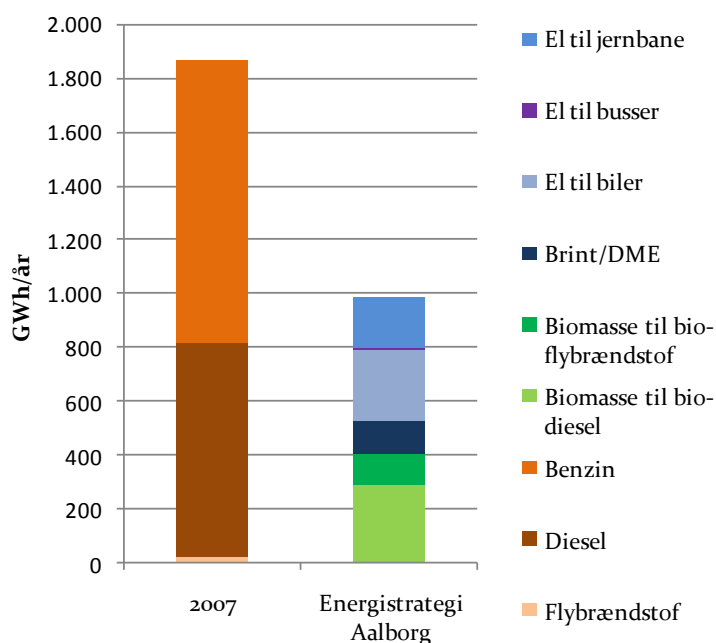
nale tiltag kan også fremmes ved lokale initiativer. Tiltag inden for transport må igangsættes hurtigst muligt for at kunne nå at nedbringe afhængigheden af fossile brændsler på lang sigt.

I denne energivision anvendes en stor palet af virkemidler, hvorved det samlede energiforbrug for transportsektoren reduceres fra ca. 1.870 GWh i 2007 (6.732 TJ) til ca. 985 GWh i 2050 (3.550 TJ) inkl. indenrigs-luftfarten og delvis Aalborg Kommunes andel af udenrigs-luftfarten.

I denne energivision overflyttes halvdelen af væksten i personbiler til tog frem til 2030 ved hjælp af investeringer, der bl.a. muliggør den såkaldte Timeplan, der sikrer, at der er 1 times rejsetid mellem de større byer i Danmark, og hvorved man på tre timer kan komme til København fra Aalborg. Resten af væksten i personbiltransporten reduceres ved at ændre afgifterne, så man betaler mindre for at have sin bil i garagen og mere for at køre i den.

Frem til 2050 laves yderligere investeringer, og den fysiske planlægning lokalt fremmer stationsnærhedsprincippet, så den kollektive transport øger sin markedsandel. I denne energivision foregår ca. halvdelen af persontransporten i biler, 10% på cykler og resten i kollektiv transport. Lokalt kræver dette en satsning på bedre busser og øget frekvens af busser til lokal transport og til regional- og fjerntog, suppleret med letbaner. Gennemførelsen af Timeplanen reducerer desuden indenrigs-flyvningen. Cykel/gang udgør ca. 5% af persontransportarbejdet i dag, og den kollektive transport udgør 15-20%.

Personbilkøretøjet i 2050 består af rene elbiler og hybridbiler, der bruger syntetiske brændsler, som kan fremstilles på strøm fra f.eks. vindmøller. En del af brændslerne til lastbiler og busser er syntetiske brændsler og bio-brændsler. Desuden kan hybridbusser delvis drives på el. Fly og skibe effektiviseres, så energiforbruget sænkes, ligesom en del af væksten i godstransport overflyttes til jernbane og skib.

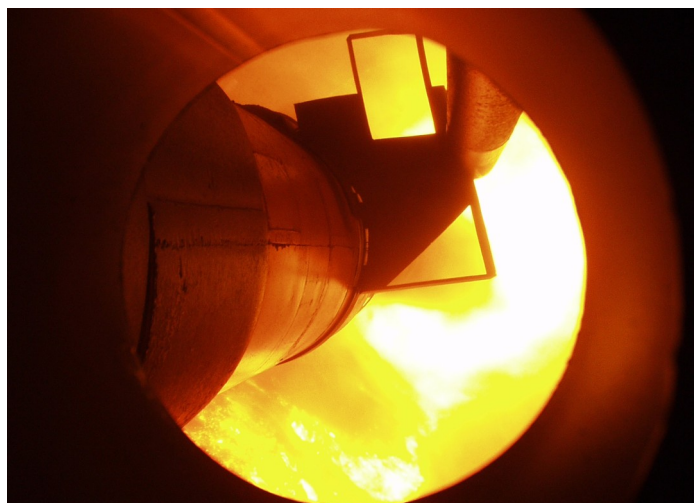




Besparelser i industrien

Industriens sammensætning i Aalborg er temmelig unik, hvilket fremgår klart af Energistyrelsens liste over virksomheder, som er omfattet af CO₂ kvoteordningen, og således har en forpligtelse til en løbende reduktion af CO₂ udledningen.

De helt store CO₂ udledere i kommunen er Aalborg Portland og Nordjyllandsværket, som faktisk begge hører til i Top 3 i Danmark i de fleste år. Der er et markant spring ned til de andre industrier i kommunen, som også er omfattet af CO₂ kvoteordningen. På denne liste er også enkelte decentrale kraftvarmeværker, fx kommer Nibe Varmeværk til i 2007 med en CO₂ udledning på 11.740 ton. Nordjyllandsværket såvel som decentrale kraftvarmeværker behandles dog på s. 14-17.



[Tons CO ₂]	2005	2006	2007
Aalborg Portland A/S	2.565.970	2.695.400	2.764.907
Vattenfall A/S Nordjyllandsværket	1.862.211	2.629.588	2.760.325
Arla Foods Energy A/S. Afd AKafa	38.390	37.904	39.869
Pipers Teglværker A/S / Gandrup Teglværk	14.204	17.866	20.617
Colas Sundholmen, Nørresundby	1.466	1.726	1.756

Kilde: Energistyrelsen, maj 2008.

Der er noget at komme efter – i relation til at få reduceret energiforbruget og udledningen af CO₂ fra industrien, samt foretage en omlægning til brug af vedvarende energikilder.

Den langsigtede energivision for Aalborg Kommune skal som nævnt dække et brændselsforbrug i industrien på 3500 TJ (970 GWh) svarende til Aalborgs andel af den samlede danske industri. Altså brændselsforbruget i Aalborgs industri på 1167 TJ plus en andel af Aalborg Portlands brændselsforbrug.

I forhold til brændselsforbruget på 970 GWh i år 2050 foreslås gennemført samme omlægninger som i IDA's Klimaplan 2050, hvilket vil sige følgende:

- 80 GWh/år svarende til ca. 8% af brændselsforbruget erstattes med fjernvarme. Der regnes med en kedelvirkningsgrad på 80% og dermed et nettofjernvarmebehov på 64 GWh.
- Af de resterende 890 GWh gennemføres alle investeringer med en tilbagebetalingstid under 7,5 år, hvorved brændselsforbruget nedbringes med 290 GWh svarende til 33%. Omkostninger er 1,3 mio.kr. pr. sparet GWh svarende til i alt 377 mio.kr. Investeringen forventes at have en levetid på 30 år.
- Af de resterende 600 GWh erstattes et forbrug på 130 GWh af et el-forbrug på 117 GWh. De resterende 470 GWh forudsættes dækket af biomasse.



Elbesparelser

Denne energivision forudsætter markante elbesparelser i både husholdninger, industri, serviceerhverv, og den offentlige sektor. For husholdninger handler tiltagene om brug af mere energieffektive produkter og oplysningskampagner. For industri og erhverv handler det om elbesparelser og om at flytte løbende driftsomkostninger til køb af energi om til investering i energioptimering.

Elbesparelserne i husholdninger kræver nationale eller EU-tiltag, men kan understøttes af lokale initiativer. Antallet af apparater i husstandene vil sandsynligvis stige i de kommende år. Dette sætter yderligere krav til bedre internationale produktstandarder. I alt implementeres elbesparelser på 50% i forhold til i dag i husholdninger i 2050. Opgørelser af de tekniske elsparepotentialer viser, at forbruget kan reduceres med 50% via relativt enkle forbedringer i husstandes apparater der findes allerede i dag, og tilmed med en fordelagtig økonomi. Det nuværende forbrug på 326 GWh i husholdninger forventes herved at kunne reduceres til 163 GWh om året i 2050.



Ifølge Elsparefonden vil investeringen i den nuværende situation typisk have en tilbagebetalingstid på op til 4 år ved en elpris på 2 kr/kWh.

Hvis de energieffektive teknologier bliver markedsdominerende, vil de ændres fra nicheproduktion med et begrænset marked til at være markedsdominerende. Når elbesparende apparater først bliver markedsdominerende, reduceres ekstraomkostningen væsentligt pga. stordriftsfordele med en tendens til at tangere nul kr. (OECD, 2006, se baggrundsrapport).

Inden for industri og erhverv er der et stort besparelspotentiale. Ofte bliver disse ikke realiseret pga. krav om 1-3 års tilbagebetalingstid. Det er derfor ikke de mest effektive teknologier, der bliver implementeret med dette tilbagebetalingskrav. I beregningerne tages udgangspunkt i, at de realiserbare elbesparelser har en tilbagebetalingstid på mellem 5 og 10 år. Dette sker med afsæt i IDA's Klimaplan 2050, hvor besparelspotentialerne er opgjort med udgangspunkt i erfaringer fra konkrete realiserede tiltag i virksomheder. I denne energivision realiseres besparelser på 45% af forbruget i 2007 i industri og erhverv frem mod 2050 ved at sørge for, at der bliver implementeret mere energieffektive anlæg.

Elforbruget i Aalborg Kommune inden for industri og erhverv (ekskl. Portland) var i 2007 ca. 746 GWh. I referenceenergisystemet stiger dette til 1.034 GWh i 2050. Dette forbrug nedbringes, som forklaret ovenfor, til 410 GWh i 2050. Det samlede elforbrug i 2050 er dermed 573 GWh (se også s. 15)

Aalborg Kommune kan iværksætte en række initiativer i eget regi og i forhold til husholdninger, industri og erhverv, som kan skubbe på denne udvikling. Aalborg Kommune har som Klimakommune forpligtiget sig til at reducere CO₂-udslippet med 2% pr. år indenfor de kommunale aktiviteter inkl. transport, og skal desuden lave energibesparelser i offentlige bygninger ifølge en aftale med Staten. Elbesparelserne i husholdninger og erhverv skal også ses i lyset af de samlede energibesparelserforpligtigelser for el, varme og gasselskaberne i Aalborg Kommune på i alt ca. 55 GWh pr. år fra 2010.



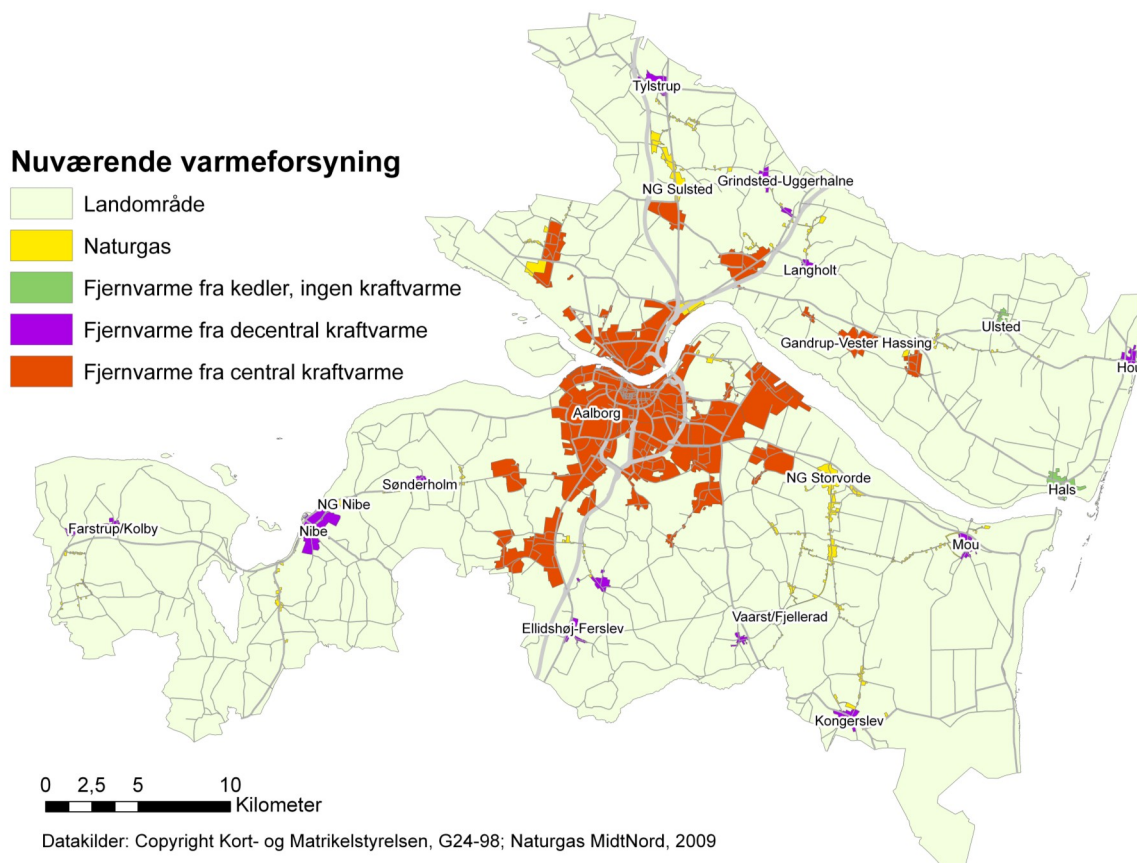
Varmebesparelser

Aalborg er kendt for sin billige fjernvarme. Derfor har der hidtil ikke været megen fokus på varmebesparelser. Men fremtidens forbrug af ressourcer til opvarmning er stærkt afhængigt af bygningsmassens evne til at holde på varmen samt dennes beliggenhed i forhold til fjernvarmenettet. Med omfattende efterisolering og bedre bygningsinstallationer kan der i Aalborg Kommune gennemsnitligt spares 44 % af varmebehovet til rumvarme og varmt vand. Tre fjerdedele af varmeforbruget dækkes i dag af fjernvarme, hvoraf 87 % leveres af Aalborg Kommune, Fjernvarmeforsyningen (AKF), mens resten produceres i mindre kraftvarmeverker og fjernvarmeverker. 11 % procent af nettoopvarmningsbehovet i hele kommunen ligger i det åbne land, hvor det oftest er olie- og træpillefyr, som leverer varmen.

Hele Aalborg Kommunes bygningsmasse er blevet kortlagt detaljeret med den enkelte bygning som mindste enhed, hvor opvarmningsbehovet og potentialet for varmebesparelser samt deres omkostninger er

blevet vurderet. Bygningernes forsyningsform og mulighederne for at blive tilsluttet til fjernvarme er blevet vurderet. Kortlægningen af varmeforsyningen er blevet brugt til at vurdere, om mindre bysamfund med fordel kan kobles til AKF's fjernvarmenet.

Potentialet for varmebesparelser varierer med bygningsmassens tilstand, alder og anvendelse. Således er områder som Sønderholm, Storvorde og Grindsted-Uggerhalne kendetegnet ved lavere besparelsemuligheder på 39-41 %, mens Ulsted, Kongerslev, Ellidshøj-Ferslev og de naturgasforsynede dele af Nibe har større potentialer på 46-47 %. Det største potentiale for varmebesparelser findes i det åbne land, hvor 49 % af varmen kan spares ved gennemgribende efterisolering. Økonomien i varmebesparelserne er også blevet undersøgt; således kan 30% af hele nettoforbruget spares for gennemsnitligt ca. 30 øre per sparet kWh (årligt nettoopvarmningsbehov over en levetid på 20 år), hvis bygningerne alligevel skal renoveres.





Fremtidens fjernvarme i Aalborg Kommune

Effektive fjernvarmenet er altafgørende og går hånd i hånd med varmebesparelserne. Når nettene renoveres i takt med at bygningerne isoleres, kan fjernvarmenettet på sigt dimensioneres med mindre og bedre isolede rør, således nettabet ikke overstiger 20 %.

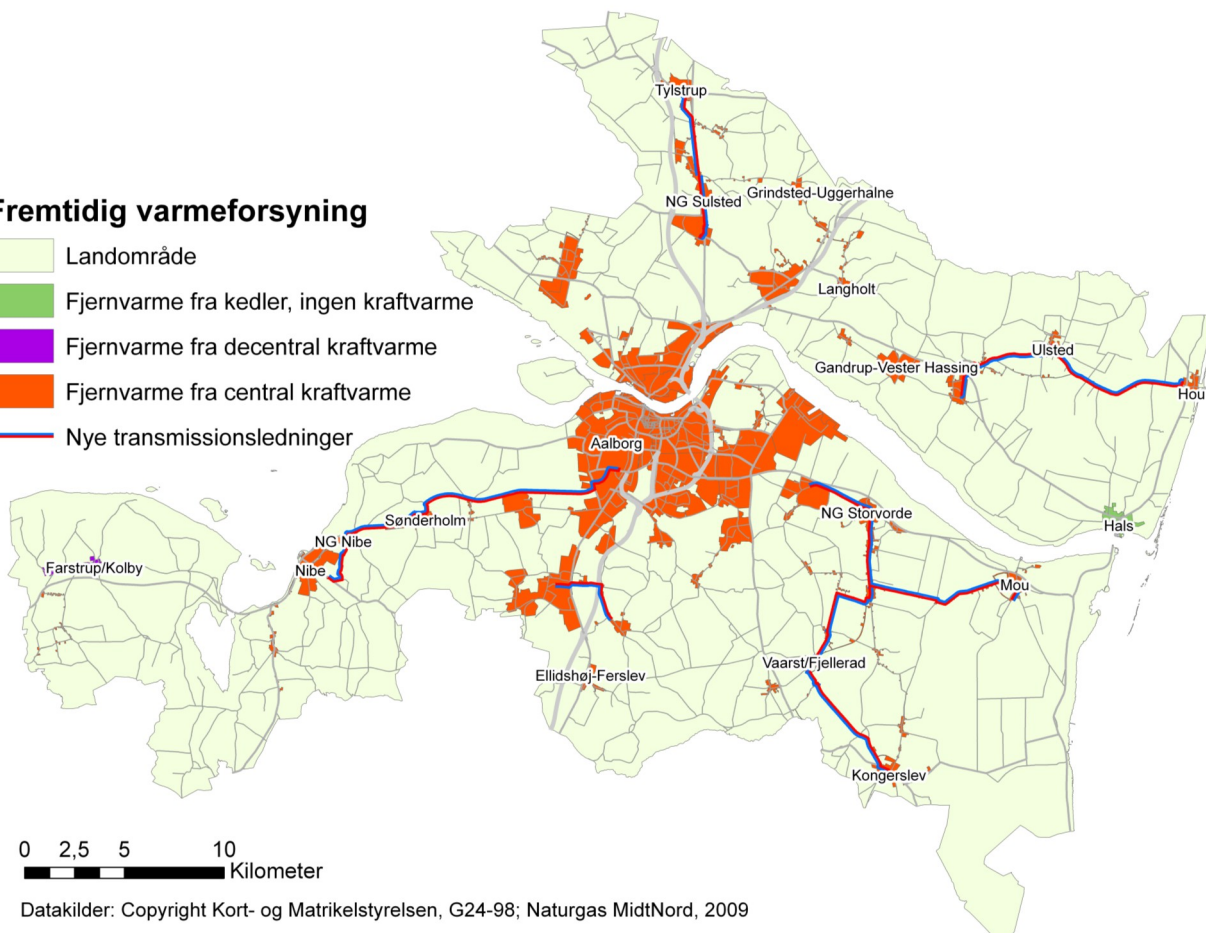
Der er mulighed for at udvide fjernvarmedækningen fra 74 % af nettoopvarmningsbehovet til knap 87 %, hvis samtlige bygninger inden for fjernvarmeforsynde områder tilsluttes, og hvis bynære naturgasområder konverteres til fjernvarme. Potentialet for at øge tilslutningen til fjernvarmeforsyningen er størst i de mindre byer, hvor tilslutningsprocenten typisk er lavere end i AKF's forsyningsområde. Individuel opvarmning med naturgas dækker kun 3 % af nettoopvarmningsbehovet i kommunen, primært i Storvorde og Sulsted samt i naturgasområder i nærheden af eksisterende fjernvarmenet. Anlæggelsen af nye fjernvar-

menet og udnyttelsen af 90 % af hele tilkoblingspotentialt kan resultere i 261 GWh ny fjernvarme til anlægsomkostninger for nye rør og husinstallationer på ca. 388 mio. kr.

Endelig er omkostningerne og potentialet for at sammenkoble kommunens fjernvarmenet blevet undersøgt. Baseres ledningstracéerne på den korteste vejafstand mellem byerne, og bruges specifikke omkostningsdata fra AKF og Varmeplan Danmark, så koster de nye transmissionsledninger til at forbinde samtlige fjernvarmenet, på nær Farstrup/Kølby og Hals, med AKF's centrale net i alt 303 mio. kr. Hvis der først gennemføres omfattende varmebesparelser i samtlige tilsluttede byer samt at frem- og returtemperaturerne i nettet sænkes, så kan der spares knap 71 mio. kr. Altså godt 20% mindre i investeringsbehov, vel at mærke hvis rækkefølgen er den rigtige.

Fremtidig varmeforsyning

- Landområde
- Fjernvarme fra kedler, ingen kraftvarme
- Fjernvarme fra decentral kraftvarme
- Fjernvarme fra central kraftvarme
- Nye transmissionsledninger



Produktion af varme i 2050	
0,09 TWh	Individuelle varmepumper
0,06 TWh	Fjernvarmekedler
0,39 TWh	Fjernvarmepumper
0,10 TWh	Kraftvarmeværk
0,11 TWh	Affaldsforbrænding
0,70 TWh	Geotermisk anlæg
1,45 TWh	Samlet varmeproduktion

i mindre grad fra rensningsanlæg og biomassefyrede kedler, der er dimensionerede til om nødvendigt at kunne varetage hele varmeproduktionen. En kompressionsvarmepumpe drevet af el på 24 MW_e/86 MW_{th} bidrager også til fjernvarmeforsyningen i det centrale net.

Af industriens brændselsforbrug er 8% omlagt til fjernvarme, og 33% af det resterende brændselsforbrug er reduceret gennem energibesparelser og resten omlagt til 117 GWh el samt 470 GWh biomasse.

Som beskrevet er der forudsat en svag stigning for transportbehovet frem mod 2050. Dette antages dækket af biobrændstof, brint, el og kollektiv transport. Specielt for elbiler gælder, at det specifikke energiforbrug er faldet med en faktor tre gennem mere effektive teknologier set i forhold til konventionelle biler baseret på forbrændingsmotorer.

Energiforbrug til transport i 2050
400 GWh Biomasse
460 GWh el
125 GWh brint

Der introduceres nye elforbrug til kollektive og individuelle varmepumper, til brændselsubstitution i industrien, til transport, til produktion af brint til transport samt til produktion af biogas. Der etableres således et væsentligt nyt elforbrug, og i alt øges forbruget således med 979 GWh givende et samlet elforbrug på 1470 GWh. En medvirkende årsag til dette er, at vindkraft – og dermed el – er eneste reelle mulighed inden for området. Skulle behovet i stedet dækkes med bio-

masse, ville der skulle importeres betydelig mængder til området eller også skulle fødevarerproduktionen nedsættes.

Elforbrug i 2050
+ 120 GWh til varmepumper
+ 117 GWh til industrien
+ 460 GWh til transport
+ 192 GWh til brint
+ 9 GWh til biogasfremstilling
898 GWh ekstra elforbrug
573 GWh andet elforbrug
1470 Samlet elforbrug

Elforsyningen baseres på fornævnte kraftvarmeværk og affaldsforbrændingsanlæg samt i høj grad på vindkraft. Kraftvarmeværket har en årlig elproduktion på 150 GWh, affaldsforbrændingsanlægget 100 GWh, og endelig producerer vindmøllerne 1230 GWh.

Der er et samtidighedsproblem i energisystemet på grund af en begrænset evne til at lagre ressourcer til elproduktion. På årsplan er der derfor en udveksling med områder uden for Aalborg Kommune på 290 GWh. Dvs., at der er både en import og en eksport af denne størrelse, mens nettoudvekslingen naturligvis er nul.

En del af biomassen skal transformeres til brændsler, der kan anvendes i transportsektoren eller i højeffektive brændselscellebaserede kraftvarmeværker. Derfor skal der være en kraftig udbygning med biogasanlæg samt forgasningsanlæg.

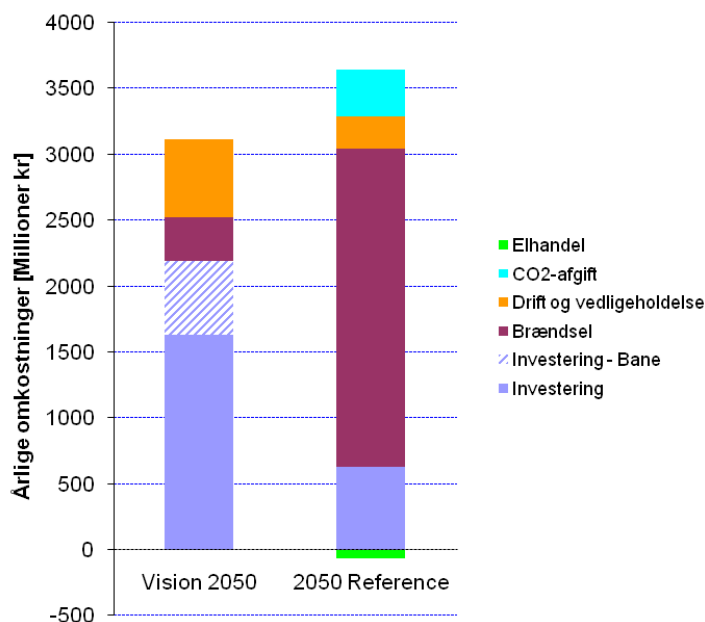
Hvad angår dækning af transportbehov med biomasse, så er der i beregningerne alene medtaget omkostninger og energiforbrug ved omdannelse af biomasse til biogas. Der er ikke medtaget energiforbrug og omkostninger videre til mere sofistikerede flydende brændsler, som er anvendelige i f.eks. fly. Det kan blive aktuelt, men det er på den anden side en produktion, som vil finde sted centralt på nationalt plan.

Det er blevet beregnet, hvor meget det vil koste at indføre det skitserede energisystem. De økonomiske

beregninger ser på behovet for investeringer, brændselsomkostninger samt andre drift og vedligeholdelsesomkostninger. Beregningerne er samfundsøkonomiske, hvilket vil sige, at der ikke tages hensyn til skatter, afgifter og tilskud. Der er dog heller ikke indregnet sparede helbreds- eller miljøomkostninger, som kan inkluderes i samfundsøkonomiske omkostninger. Til sammenligningen i figuren er der taget udgangspunkt i en oliepris på 88,5 kr/GJ (~110 \$/tønne).

I appendiks er vist de konkrete investeringer, herunder de anlægsstørrelser samt omkostninger der er anvendt. De samlede årlige omkostninger bliver i størrelsesordenen 16.000 kr. pro persona, hvoraf hovedomkostningen ligger i investeringer, som det fremgår af søjlediagrammet. De 16.000 kr. er bestemt ud fra en befolkning på 200.000 indbyggere og omfatter alle de anførte omkostninger til energi herunder brændsel, investeringer samt drift og vedligeholdelse forbundet med privat, offentligt og erhvervsmæssigt el- og varmekonsum.

Omkostningerne ved at anvende de modellerede transportformer (f.eks. elbiler, biomassedrevne lastbiler, forbedret baneinfrastruktur og letbaner) frem for eksisterende teknologier er også omfattet heraf. For transportmidlerne er der altså tale om den ekstra omkostning ved at anvende energirigtige løsninger.



At hovedparten af omkostningen flyttes fra brændsler – der vil skulle importeres – og til investeringer samt drift og vedligeholdelse betyder, at flere penge holdes i Danmark samt i kommunen.

Eftersom de økonomiske analyser er samfundsøkonomiske analyser, skal de naturligvis kobles med virksomheds-/privatøkonomiske analyser før en eventuel investering.

Vurdering af alternativer

Følsomheden for visionen som beskrevet i det foregående er undersøgt i forhold til en række faktorer, nemlig

- Med og uden Aalborg Portlands bidrag til fjernvarmen
- Med og uden et sammenkoblet fjernvarmenet for hovedparten af kommunen
- Med mere biomasse øremærket til transport og derfor færre elbiler
- Med mindre ambitiøse elbesparelser
- Mindre geotermi og mere konventionel varmepumpe
- Med et mindre effektivt kraftvarmeværk

Varmeleveringen fra Aalborg Portland udgør i udgangspunktet omkring 36% af det totale fjernvarmebehov i kommunen efter varmebesparelser og omlægninger til fjernvarme. Energivisionen er sammensat uden hensyntagen til Aalborg Portland, men hvis Aalborg Portland vedbliver med at levere en sådan varmemængde til fjernvarmenettet, så kan det geotermiske anlæg mindskes i størrelse, hvilket vil forøge elproduktionen på forbrændingsanlægget og mindske behovet til vindkraft.

Uden visionens sammenkobling af fjernvarmenet skal en række decentrale fjernvarmenet omlægges til varmepumpedrift. Anlægsinvesteringerne til sammenkoblingen af fjernvarmenettene bortfalder således, men til gengæld øges investeringerne til decentrale varmepumper. Elforbruget stiger, men samtidig stiger

elproduktionen på affaldsanlægget, og alt i alt er effekten af sammenlægningen lille.

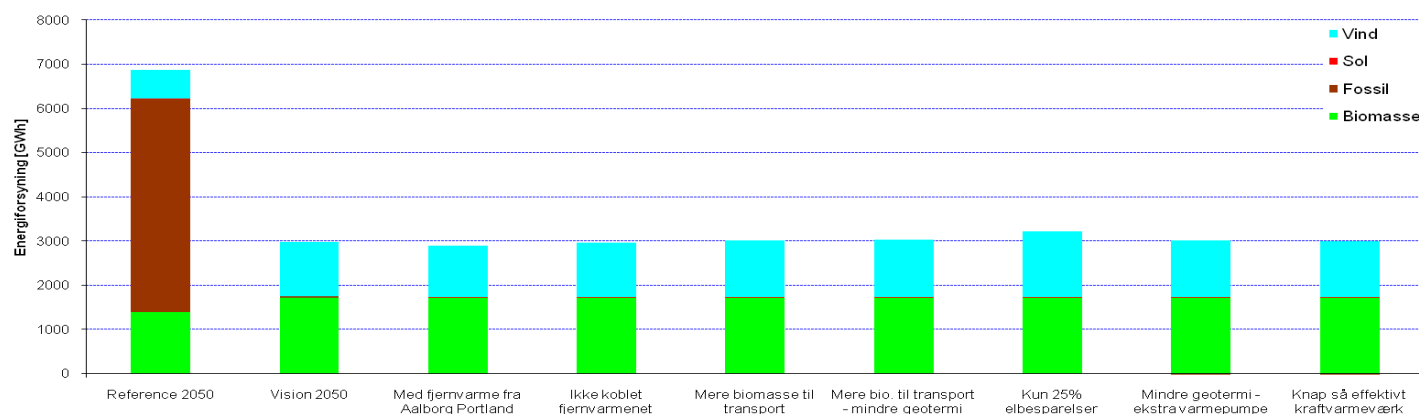
Hvis transporten ikke omlægges til el i visionens omfang, øges behovet for biomasse. Dette sænker således muligheden for at anvende biomasse i elproduktionen, samtidig med at det mindsker muligheden for at anvende elbiler som lagre for elsystemet. Da elbiler er tre gange mere effektive end biler baserede på forbrændingsmotorer betyder en mindre omlægning til elbiler paradoksalt, at der skal etableres mere vindkraft.

Øges biomasseforbruget til transport, begrænses potentialet for geotermi, da denne drives af damp produceret på biomasse. Det mindsker også elproduktionen på biomassefyrede værker, som så må kompenseres med yderligere vindmøller.

Hvis der gennemføres mindre ambitiøse elbesparelser – 25% i stedet for de modellerede 50% - stiger behovet for vindmøllekapacitet drastisk med omkring 100 MW over de ca. 486 MW i visionen. Alternativet er, at biomassebegrænsningen ikke fastholdes.

Hvis geotermianvendelsen mindskes, skal fjernvarmen produceres på anden vis – f.eks. konventionelle varmepumper. Det øger elforbruget og dermed behovet for vindmøllekapacitet. Alternativet er, at biomasseforbruget stiger.

Hvis der i stedet for et højeffektivt biomassefyret kraftvarmeanlæg på 40 MW og med el- og varmevirkningsgrader på hhv. 54% og 36% anvendes et mindre effektivt anlæg med el- og varmevirkningsgrader på





hhv. 40% 55%, gør biomassebegrænsningen, at størrelsen må reduceres til 30 MW. Vindmøllebestanden må derfor øges for at sikre samme elproduktion. Til gengæld kan elproduktionen på det affaldsfyrede værk

øges marginalt, da der er mindre behov for dampudtag til elproduktion. I tabellen er en række hovedresultater opsummeret for de enkelte følsomhedsanalyser.

	2050—Reference	Vision 2050	Vision 2050 – inkl. Portland	Vision 2050 – separate fjernvarmenet	Vision 2050 ABV – mere bio til transport	Vision 2050 – mere bio til transport – mindre geo	Vision 2050 – kun 25% elbesparelser	Vision 2050 – ekstra varmepumpe	Vision 2050 – Virkningsgrader på 40/55 % på CHP ₃
CO ₂ [Mt] (Netto)	1820	0	0	0	0	0	0	0	0
Årlige omkost. ¹ [Mio. kr.]	3574	3485	3465	3493	3551	3551	3485	3517	3468
Brændselsforbrug alt incl – korrigeret [TWh] ²	6,87	2,98	2,90	2,95	3,01	3,03	3,22	2,99	2,98
Biomasseforbrug [TWh]	1,39	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72
Brændselsforbrug kraftvarmehed(er) [TWh]	1,28	0,29	0,31	0,32	0,20	0,20	0,28	0,36	0,30
Brændselsforbrug på fjernvarmekedler [TWh]	1,02	0,07	0,04	0,02	0,04	0,04	0,07	0,09	0,05
Brændselsforbrug på affaldsværk [TWh]	0,71	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5
Fjernvarme fra Aalborg Portland [TWh]	0	0	0,4892	0	0	0	0	0	0
Fjernvarme fra geotermi [TWh]	0	0,70	0,13	0,67	0,59	0,45	0,70	0,30	0,67
Vindmølleeffekt [MW]	300	486	460	486	511	517	589	511	500
Geotermi [%] ³	0	100	25	100	100	75	100	50	100
Varmepumpe - centralt fjernvarmenet [MW _e]	0	24	24	24	34	37	24	33	24
Fjernvarmekedler [MW]	510	310	310	310	310	310	310	310	310
Kraftvarmeverksstørrelse [MW _e]	323 ⁴	40	57	55	20	20	39	39	30
Elekspport [TWh]	0,14	0,28	0,26	0,27	0,35	0,35	0,38	0,29	0,31

¹ Brændsel, D&V, CO₂ (229 kr/t), investering

² Korrigeret for import/eksport af el

³ 100% defineret som produktionen ved maksimalt 63% dampudtag.

⁴ I de økonomiske beregninger henføres kun 40 MW eller ca. 88% af omkostningen til Aalborg.

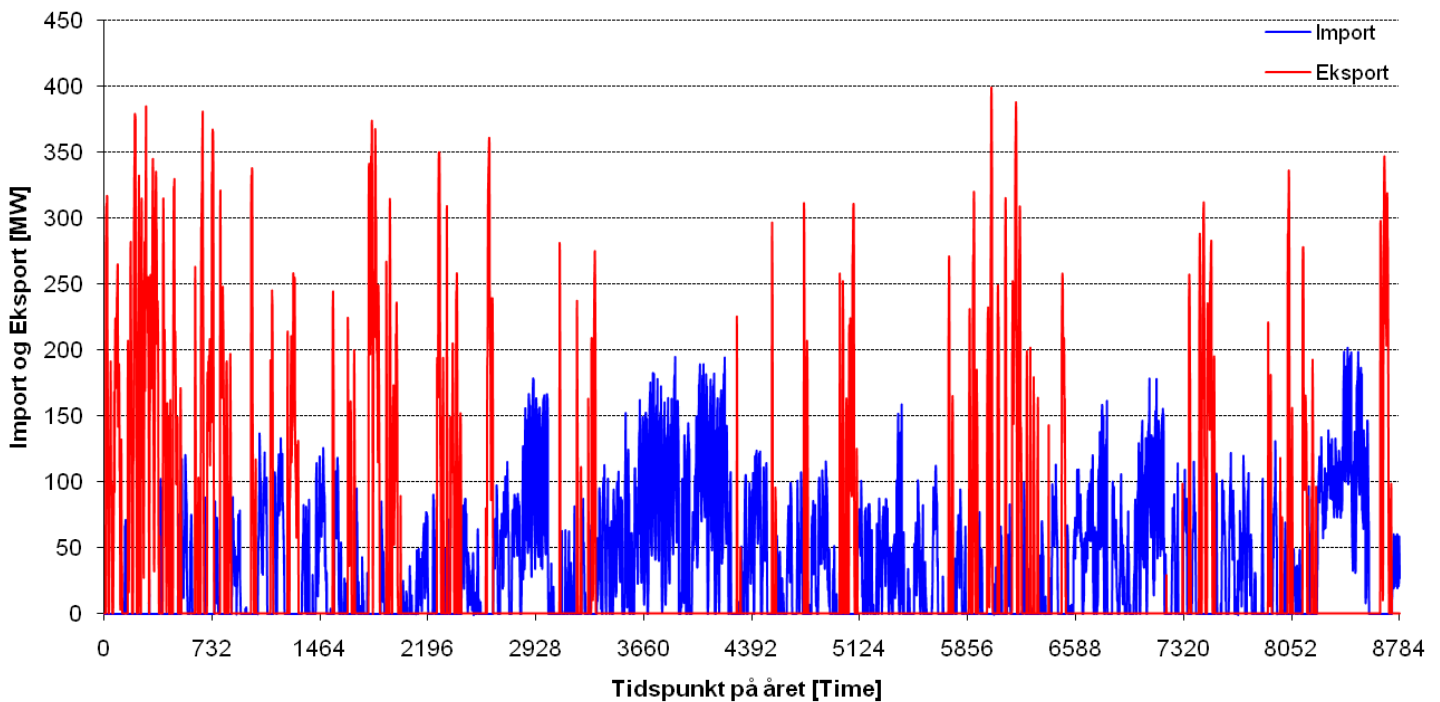
Indregulering af vindkraft

Med et stort bidrag af elproduktionen fra vindmøller og kraft/varmeværker med begrænset eller ingen mulighed for at tilpasse produktionen efter det øjeblikkelige behov, opstår der store udfordringer for elsystemet, når Aalborg Kommune omlægger til vedvarende energi. I figuren er vist udvekslingen med el mellem Aalborg Kommune og resten af Danmark time for time gennem et typisk år. I løbet af et år er netto-udvekslingen lig nul, men som det kan ses af figuren, er der et betydeligt behov for både eleksport samt elimport.

Det vil ikke være hensigtsmæssigt at løse alle disse ubalancer indenfor Aalborg Kommunes egne grænser. Det mest økonomiske vil være at løse det i fællesskab med resten af Danmark, idet der vil være en vis udjævning med andre kommuner og regioner. Præcist hvordan dette skal gøres kan derfor ikke analyseres alene for Aalborg Kommune.

I visionen er det blevet analyseret, hvordan ubalancerne kan nedbringes dels ved at anvende brint og vanadium-redox batterier, men der findes også andre muligheder.

Først og fremmest er der muligheder for at øge fleksibiliteten i affaldsforbrændingsanlægget, især hvis dette kombineres med et damplager i forbindelse med geotermianlægget. Endvidere vil kapaciteten på den biomassefyrede kraftvarmeanhed i Aalborg kunne forøges for derved at kunne erstatte noget import. Det giver dog et brændselsproblem, idet hele den tilstedeværende mængde brændsel allerede anvendes. En yderligere mulighed er en øget fleksibilitet af forbrug og produktionsanlæg. Analyser lavet i andre sammenhænge har dog vist, at såkaldt fleksibelt elforbrug ikke tilfører energisystemer tilstrækkelig fleksibilitet til at sikre balance mellem forbrug og produktion. I forsyningssystemet er der muligheder, men de er også potentielt investeringstunge.





Realisering i industri og erhverv

Energieffektivisering er i alle henseender den mest bæredygtige løsning. Industrien kan slå ”tre fluer med et smæk” og både spare penge, nedsætte klima- og miljøbelastningen, samt forbedre virksomhedens miljøprofil.

Under højkonjunktoren har fokus i industrien været på produktion og afsætning, hvorfor der er ”lavthængende frugter” at plukke med energieffektiviseringer.

I *Netværk for Bæredygtig Erhvervsudvikling* samarbejder virksomheder, Aalborg kommune og AAU, og her kan der sættes ekstra fokus på opstilling af reduktionsmål, motivation og inddragelse af medarbejdere, energiledelse, erfaringsudveksling om brugbare løsninger, osv.. Et tilbud til industrien om klimatilsyn kan sætte blus under en fælles indsats med Energi-Nord og Energicenter Aalborg om at realisere besparelsespotentialer – med tilhørende finansieringsmuligheder, så løsninger med tilbagebetalingstid ud over de normale 2-3 år også kan realiseres.

I relation til handel og service er der en igangværende indsats *Grøn butik* med fokus på energibesparelser. En miljø- og energigennemgang hos de første 17 butikker har vist, at butikkerne tilsammen kan realisere elbesparelser på knap 140.000 kWh. Altså en reduktion på samlet lidt over 76 tons CO₂ – eller ca. 4,5 tons CO₂ for hver butik, hvis alle forslag realiseres. Endvidere er der anvist besparelser på 450 m³ vand og 5780 kWh varme.

Teknologien er ofte ikke problemet; men derimod at få omlagt de løbende driftsudgifter til investeringer i løsninger, der reducerer energiforbruget. En kritisk revision af afgifts- og tarifstrukturen er nødvendig for at fremme målet om markante energieffektiviseringer. Brug af Energiservicevirksomheder (ESCO), der gennemfører energioptimeringer mod at få andel i den årlige energibesparelse, er en mulig forretningsmodel. Mange kommuner er i fuld gang hermed i relation til kommunale bygninger, men også industrivirksomheder kan bruge denne model.

Aalborg har rigeligt med energi især i form af overskudsvarme fra Aalborg Portland og Nordjyllandsvær-

ket, og fjernvarmen er oven i købet billig, så hvad skal vi med de obligatoriske besparelser? En vej ud af dette dilemma er en udvidelse af fjernvarmeområdet til flere husstande og virksomheder; men der er yderligere mulighed.



Flere virksomheder har overskudsvarme, som i dag ikke udnyttes på grund af afgiftsstruktur, mv. I Aalborg handler dette primært om Aalborg Portland, som kan levere dobbelt så megen fjernvarme som i dag. Dette energipotentialer kan nyttiggøres via en erhvervspolitisk satsning på at tiltrække især energiforbrugende industrier til Aalborg Øst. Lokalisering af energikrævende industri her vil give en energieffektivisering, idet ”overskudsenergien” bliver anvendt til nye formål.

Kalundborg er velkendt internationalt for at føre disse principper ud i praksis – *Industrial Symbiose*. Mange virksomheder anvender her kommercielt hinandens biprodukter som ressourcer i nye produktionsprocesser, fx bruges ”overskudsvarmen” som procesdamp hos bl.a. Novozymes og Novo Nordisk. Industriel symbiose er også anvendt til at føre erhvervspolitik, og sikre en lokalisering af INBICON, der producerer 2.generations bioethanol af halm – et biprodukt fra landbruget.

Cementproduktionen hos Aalborg Portland giver et lignende erhvervspolitisk og miljømæssigt potentialer ved at lokalisere energiforbrugende produktion i Aalborg.



Realisering af varmebesparelser

Frem til 2050 opbygges i Aalborg Kommune et nyt forsyningssystem baseret på vedvarende energikilder. Parallelt reduceres varmføbruget med knap 50%. Dette kan betale sig, såfremt energisparetiltagene laves i forbindelse med bygningsrenoveringer. Investeringer i bygningsmassen har levetider på 30-60 år, så allerede nu skal der etableres virkemidler, der sikrer en energistandard i de bygningsrenoveringer der gennemføres i de nærmeste år, som passer til de forsyningssystemer, der bliver introduceret frem til 2050.

Det anbefales derfor, at Folketinget skærper bygningsreglementet så meget, at renoveringer af eksisterende bygninger medfører en energibesparelse på i gennemsnit ca. 50% frem til 2050. Derudover anbefales det, at der indføres en grøn ejendomsværdiskat, så boligejere får skatterabat, hvis husene har en energistandard, der lever op til det foreslåede bygningsreglement. Endelig bør varmforsyningsloven ændres, så varmforsynings-virksomheder kan yde tilskud, kaution og langfristede lån til renoveringer, der lever op til det ovenfor skærpede bygningsreglement.

Aalborg Kommunale Fjernvarmforsyning (AKF) tilskrives en meget stor rolle i den fremtidige varmforsyning i Aalborg Kommune gennem sammenlægninger af fjernvarmenet samt omlægninger til fjernvarmforsyning. Det er derfor vigtigt, at Aalborg Kommune sikrer, at selskabet vitterligt forbliver et kommunalt ejet selskab, som kan påtage sig en række public service opgaver på varmebesparelsesområdet.

Allerede nu kan der indføres varmetariffer, der afspejler AKFs betaling til den dyreste forsyningsenhed, og ikke som nu forsyningens gennemsnitlige betaling for købt varme. Samtidig skal den faste omkostning for fjernvarmebrugere tilsvarende reduceres. Derved bliver energispare-motivationen næsten fordoblet, uden at den samlede varmeregning for den enkelte stiger. Det kan og skal sikres, at dette ikke medfører øget fyring i brændeovne. Dernæst skal man i løbet af

de næste 2-3 år sikre tariffer, der afspejler, hvad det koster at levere varme i et fremtidigt vedvarende energi-baseret system. Derved etableres en økonomisk optimal tilpasning mellem husenes fremtidige isoleringsstandard og det fremtidige forsyningssystem.



Ligesom det nu er muligt at sælge el til elnettet, skal huse og virksomheder kunne sælge sol- og vindkraft-baseret varme til fjernvarmenettet med flerårige pris-aftaler for sådanne leverancer.

AKF skal give tilskud til bygherrer, der gennemfører renovering af huse, som lever op til det skærpede bygningsreglements krav. Ligeledes skal AKF yde kaution for lån til energibesparelser og sikre, at der udbydes lange (30-60-årige) lavtforrentede (2%-3% p.a.) lån til investering i varmebesparelser, der lever op til kravene i det skærpede bygningsreglement.

Endelig skal AKF øge Energikonsulentrådgivningen og give tilskud til de energisyn, der kan danne basis for uddeling af ovennævnte incitamenter.

På denne måde kan forbrugerne i Aalborg fortsætte med at have omkostninger til opvarmning, der er blandt de laveste i landet, samtidig med Aalborgs varmforsyning kan blive baseret på vedvarende energi.



Lokale transportløsninger

I denne energivision tages der udgangspunkt i en national plan for omstilling fra fossile brændsler til vedvarende energi. Dette kræver en række nationale initiativer, som dog ikke kan gøre det alene. Det er helt afgørende for f.eks. overflytning fra vejtransport til baneltransport, at den lokale infrastruktur og byudvikling understøtter denne udvikling. Her gives en række eksempler på tiltag i Aalborg-området, der kan understøtte omstillingen fra fossile brændsler til vedvarende energi i transportsektoren. Det skal understreges, at der ikke er lavet konkrete beregninger på effekten og økonomien i de enkelte konkrete tiltag foreslået her. Tiltagene er opdelt i tiltag, der er relevante på kort sigt eller er iværksat, og i tiltag der kan iværksættes på længere sigt.

I Aalborg Kommune kan omlægningen f.eks. allerede inden for en kort årrække understøttes af letbaner, der forbinder midtbyen med aktiviteterne ved Gigantium, Aalborg Universitet, CVU, Tech College og det nye sygehus i Aalborg Øst. Denne forbindelse arbejder kommunen allerede med på skitseplan. På længere sigt kan andre forbindelser undersøges, der sammenbinder byen yderligere på tværs. F.eks. via en by-bro ved Nordkraft, som kan føre en letbane og biler over Limfjorden midt i byen. Herfra kan letbanen gå videre gennem Nr. Sundby mod Vodskov.

Allerede i dag er der en nærbane i Aalborg. Denne kan imidlertid inden for relativ kort tid forlænges til lokalsamfund, der ligger i nærheden af banen, såsom Vestbjerg, Tylstrup, Sulsted og Ellidshøj. Der kan også laves flere stationer i Aalborg og Nr. Sundby, f.eks. ved

Over Kæret og ved nybyggeriet på Slagterigrunden. På længere sigt kan banen udbygges til f.eks. lufthavnen og City Syd. Desuden kan frekvensen sættes op med flere afgang, der kan indsættes "hurtigtog", hvor mindre stationer springes over, og der kan indsættes bedre og mere komfortable tog. Lokale baner i Nordjylland, i Nordsjælland og på Lolland har haft succes med at øge antallet af passagerer ved målrettede satsninger, der forbedrer servicen for passagererne.

Der findes mange europæiske byer på Aalborgs størrelse, hvor der er sket en stor overflytning til banebåren transport fra biltransport. Også i byer, hvor der først i nyere tid er kommet letbaner til. Både letbaner og nærbane kan sikre let tilgang for passagerer til regional- og fjerntog. De kan imidlertid ikke stå alene. Det er nødvendigt at have et godt forgrenet busnet, der dels sikrer fødekæden til letbaner, nærbane, regional- og fjerntog, dels i sig selv udgør et sammenhængende rutenet, der gør det muligt at komme fra A til B de steder, hvor letbaner ikke er rentable.



Den kollektive trafik kan forbedres ved informations-systemer i busserne, hvilket kommunen allerede arbejder med, og ved f.eks. større frekvens af busser. I samarbejde med virksomheder kan der udarbejdes transportplaner, der kan øge antallet af passagerer og danne grundlag for, at busnettet udvides og tilpasses behovene til f.eks. større virksomheder, hvilket der også allerede er sat tiltag i gang på i kommunen.

I samarbejde med private kan servicen også forbedres, så flere busser kører lige til døren i en større virksomhed f.eks. gennem privat vej, eller f.eks. helt til indgangen i City Syd. Kommunen kan også fremme brugen af hybrid-busser, biogas og bio-brændsler i busser.

Man kan forbedre informationsniveauet for den kollektive transport ved øget brug af live-information i udvalgte butikker såsom Salling, Føtex, Tornhøj



Karen Holm/Chilli



Centret, på biblioteket, i Gigantium, i Friis mv. samt andre steder med mange mennesker, f.eks. i større kantiner. I bymidten kan det være både information om de næste afgang i NTs lokale/regionale busser og information om de næste landsdækkende/regionale togafgange. Uden for bymidten, hvor der er større afstand til en togstation, kan det være NTs lokale/regionale busser.

Desuden skal den langsigtede kommunale planlægning sikre stationsnærhed for udvikling af nye boligkvarterer, samt fremme cykeltransporten. I det hele taget er der gode muligheder for at fremme cyklisten, hvilket kommunen er begyndt at have mere fokus på. Flere danske byer har haft succes med, forholdsvis beskedne midler, at øge antallet af cyklister betragteligt. De bedste eksempler er Odense og København. Dette kræver en bred vifte af tiltag og en samlet langsigtet strategi, der forbedrer forholdene for cyklister. Der kan f.eks. laves målinger på antallet, så det er muligt at lave opfølgninger, forbedre trafikikkerheden for cyklister, etablere "cykelmotorveje", der reducerer antallet af stop pga. kryds med "grønne cykelbølger", give mulighed for højresving uden der er grønt i lyskrydset, udvide bycykelordningen og forbedre cykelparkering. Desuden kan der sikres en god standard for cyklister ved periodiske kommunale tilsyn af cykelstier, og man kan få cyklister til at hjælpe med indberetning via SMS eller e-mail. Effektive foranstaltninger, der forhindrer (organiseret) cykeltyveri kunne også overvejes.

Kommunen kan understøtte delebiler, der giver fleksibilitet i områder, hvor den kollektive transport ikke kan komme. Kommunen kan også fremme brugen af elbiler ved at erstatte en del af de kommunale biler og ved at lave ladestationer på udvalgte steder. Både delebiler og elbiler kan også fremmes yderligere ved at kommunen indgår i partnerskaber med virksomheder, eller ved at disse må køre på busveje i modsætning til almindelige biler. For biltrafikken kan man f.eks. understøtte parkering i periferien af byen ved kombination med billig transport med bus. Her kan man evt. kombinere parkeringsbillet med gratis/billig busbillet. Intelligent transportstyring med busprioritering og

information om kødannelse mv. bruger kommunen allerede, og der kan gøres større brug af intelligent transportstyring i fremtiden.

Aalborg og Archimedes

Frem til 2012 vil Aalborg Kommune gennemføre en række projekter som led i det europæiske projekt ARCHIMEDES inden for følgende otte områder:

1. Øge andelen af alternative brændstoffer og rene og energivenlige køretøjer

Lave infrastrukturforsyning af biobrændstof og indføre bio-diesel i 50 busser i den kollektive trafik.

Kampagne for økokørsel og sikker kørsel for erhvervschauffører

2. Fremme brug af den kollektive trafik

Indføre Rejsekortet i 80 busser

3. Behovsstyring

Påvirke kørselsmønstre og mængde ved revision af parkeringstakster

4. Rejseadfærd og valg af transportmiddel

Udvikle cykelkampagne målrettet skoler samt pendlerplaner til offentlige og private virksomheder

5. Sikker og tryk infrastruktur

Udvikle et sikkert og trygt miljø for bløde trafikanter på Havnefronten og etablere hastighedszoner

6. Alternative og energieffektive transportmidler

Lave "cykelmotorvej" mellem Midtbyen og Universitetet samt indføre bycykler

7. Godstransport og citylogistik

Indføre miljøzone i Aalborg midtby

8. Innovative ITS systemer

Indføre monitorer i busserne med næste stop, trafikinformation, nyheder mv. samt rejseinformation i mobiltelefonen

Kommunen kan gå foran

Der er mange eksempler på, hvad kommunen kan gøre:

- På energiområdet er kommunernes anlægsloft blevet fjernet med virkning fra 2010. Det gør det finansielt muligt at gennemføre energibesparelser i kommunens bygninger, f.eks. sammen med en renovering af disse.
- Kommunen kan investere i vindmøller, alene eller i samspil med vindmøllelaug. Det er tilladt, hvis overskuddet fra den solgte strøm øremærkes til nye vedvarende energiinitiativer eller energispareprojekter i kommunens institutioner.
- Kommunen kan stille energisparekrav til virksomheder, der vil etablere sig i kommunen, og på den måde både spare energi og sikre både kommune og virksomhed en grøn profil.
- Kommunen kan vælge fortsat ejerskab af el- og varmforsyningsnettet. Dermed muliggøres, at kommunen kan gennemføre en tarifomlægning, der motiverer til energibesparelser.
- Lave transporthandlingsplan for hver forvaltning i Aalborg Kommune.
- Sørge for at flere kommunalt ansatte får erhvervskort til kollektiv transport.
- Øge brugen af elbiler og delebiler, evt. i partnerskab med virksomheder.
- På landsplan kan kommunen endvidere arbejde for en række tiltag inden for transport, der er nødvendige for at gennemføre transportplanen, såsom f.eks. roadpricing for personbiler og lastbiler, gode muligheder for elbiler, krav til skibs- og flytransport mm.

Sælges el- og varmforsyningsnettene til en privat virksomhed, vil denne være motiveret til, via en høj fast afgift, at gøre isoleringsinvesteringer urentable og dermed sikre et stort varmesalg og større fortjeneste til virksomheden. En sådan tariffastsættelse er mulig med den nuværende varmforsyningslov. Det betyder derfor meget for realiseringen af kommunens langsig-

tede energivision, om kommunen også fremover ejer el- og varmforsyningsnettene.

Skolerne udgør ca. 40% af kommunernes bygningsareal, og skolerne er derfor et vigtigt felt for energibesparelser for kommunerne.

Aalborg Kommune er gået foran på dette felt med et fællesprojekt mellem Energicenter Aalborg, 3 skoler i Aalborg Kommune og Aalborg Universitet, hvor langvarige adfærdsbetingede energibesparelser i skolerne er blevet undersøgt, hvilket viste, at der kan spares på energien i skolerne. Desuden kan skolerne på energiområdet være det gode eksempel i elevernes læreprocesser omkring energiforbrug og besparelsemuligheder. Der udarbejdes i den forbindelse en energisparehåndbog for skoler, som afprøves i 2010, og som på sigt kan anvendes af skoler over hele landet.



De nuværende budgetteringsregler på skolerne fremmer imidlertid ikke energibesparelser. Reglerne er således, at forbruget i de tre foregående år afgør tildeling af midler til energiområdet det fjerde år. Tildeling af midler til el og varme i 2011 vil altså svare til gennemsnittet af forbruget i 2008, 2009 og 2010. Hvis en skole gennemfører f.eks. 10% besparelse hvert år i tre år, så får de tildelt 10% færre penge til el og varme det fjerde år. Dette svækker den økonomiske motivation til at gennemføre besparelser og til at påvirke elevernes holdning og adfærd til energibesparelser.

Derfor indfører kommunen nu en forsøgsordning på fem skoler i 2010, hvor det sikres, at en energibesparelse også økonomisk kommer den enkelte skole til gode.

Forsøgsordningens går i korthed ud på, at:

- Skolernes varme og elforbrug i m³ varme og kWh elforbrug beregnes ud fra et indeksår, som i forsøgsordningen er 2008.
- Forbruget omregnes til kroner ved brug af aktuel energipris.
- Der fratrækkes 1% af forbruget til en incitamentspulje som bruges til formål, så som sikkerhedsnet til skoler i specielt vanskelige situationer, præmiering af skoler med særligt grønne tiltag, etc.

Hvis skolen f.eks. i 2010 bruger 10% færre kWh el end i 2008, vil den besparelse, der kommer den enkelte skole til gode, være 2010 energipriserne ganget med den 10% besparelse i forbruget af kWh el (dog minus 1% af besparelsen til incitamentspuljen).

Såfremt forsøgsordningen virker efter hensigten, vil den kunne udvides til at blive den generelle model på



skolerne i Aalborg Kommune de efterfølgende år.

Samtidig hermed udarbejdes en energisparehåndbog på nogle skoler i kommunen. Ved at inddrage energispareaktiviteten som en del af undervisningen fås en tredobbelt virkning, nemlig for det første at skolen sparer energi, for det andet at eleverne lærer om forbindelse mellem naturvidenskab og konkrete energibesparelser og for det tredje at eleverne tager den erhvervede viden, motivation og adfærd med hjem.

Appendiks

De følgende tabeller viser det samlede investeringsforløb, startende med de specifikke omkostninger for de enkelte investeringer (Tabel 1), de konkrete udbygninger (Tabel 2), årlige variable drift og vedligeholdelsesomkostninger (Tabel 3) samt endelig de samlede årlige omkostninger (Tabel 4).

Alle årlige omkostninger er beregnet ud fra den anførte periode for hver enkelt teknologi samt en diskonteringsfaktor på 3%.

Det skal bemærkes, at omkostningerne for el og brintkøretøjer er ekstraomkostninger ved at anvende el og

brint; dvs., at det f.eks. er den omkostning der ligger ud over det, en normal elbil koster. Det skal også bemærkes, at investeringen i jernbaner og letbaner er Aalborgs andel af den nødvendige investering nationalt frem til 2050. Ud af den nævnte andel er ca. 3,5 mia. DKK investeringer lokalt, hvoraf halvdelen har en levetid på 30 år og halvdelen på 100 år. De sparede omkostninger til investeringer i veje er ikke medregnet.

Alle omkostninger er samfundsøkonomiske – dvs. uden skatter, afgifter og tilskud.

Tabel 1: Investeringsomkostning og faste D&V-omkostninger

	Specifik investering [Mio. kr/enhed]	Enhed	Periode [År]	Invest/år [Mio. kr/enhed]	D&V [% af invest/år]
Varmepumper - Dec fjernvarmenet	20	MWe	20	1,34	0,2
Varmelager - Fjernvarmenet	10	GWh	20	0,67	1
KV-enheder - Cen fjernvarmenet	6	MWe	20	0,40	10
Varmepumper - Cen fjernvarmenet	4	MWe	20	0,27	1,3
Kedler - Cen fjernvarmenet	1	MW_Th	20	0,07	3
Kondensværker	0	MWe	30	0,00	0
Vindmøller	8	MWe	20	0,54	2,4
Elektrolyseanlæg	4	MWe	20	0,27	2,5
Brintlager til transport	75	GWh	30	3,83	0
Individuelle varmpumper	55	MWe	15	4,61	0,7
Individuelle solfangere	5000	TWh/år	20	336,08	1
Varmebesparelser	5440	44% reduktion	20	365,65	0
Elbesparelser husholdninger	421	50% reduktion	10	49,35	0
Elbesparelser - andre steder	1498	45% reduktion	15	125,48	0
Industrielle besparelser	1,3	GWh/år	20	0,09	0
Geotermi/absorptionsvarmepumpe	87,5	200 m ³ /h system	25	5,02	0,7
Fjernvarmeudvidelse	480	Et system	30	24,49	1
Fjernvarmenet (eksist+besparelser)	6300	Et system	40	272,55	1,5
Biogasanlæg	550	Et system	20	36,97	10
Forgasningsanlæg	600	Et system	20	40,33	17
Affaldsforbrændingsanlæg	75	MWe	20	5,04	3,3
Elkøretøjer	1081	Et system	13	101,65	11,16
Brintkøretøjer	736	Et system	13	69,21	6
Ladestationer (2 stk/bil)	636	Et system	10	74,56	0
Jern- og letbane	11000	Aalborgs andel	30	561,21	0

Tabel 2: Investeringsomkostninger og faste D&V-omkostninger - Aktuelle investeringer

	Anlæg	Enhed	Invest/år [Mio. kr]	O&M/år [Mio. kr/enhed]
Varmepumper - Dec fjernvarmenet	1,3	MWe	2	0,1
Varmelager - Fjernvarmenet	0,125	GWh	0	0,0
KV-enheder - Cen fjernvarmenet	40	MWe	16	24,0
Varmepumper - Cen fjernvarmenet	24	MWe	6	1,2
Kedler - Cen fjernvarmenet	310	MW_Th	21	9,3
Kondensværker	0	MWe	0	0,0
Vindmøller	486	MWe	261	93,3
Elektrolyseanlæg	30	MWe	8	3,0
Brintlager til transport	1	GWh	4	0,0
Individuelle varmepumper	9	MWe	41	3,5
Individuelle solfangere	0,006	TWh/år	2	0,3
Varmebesparelser	1	44% reduktion	366	0,0
Elbesparelser husholdninger	1	50% reduktion	49	0,0
Elbesparelser - andre steder	1	45% reduktion	125	0,0
Industrielle besparelser	261	GWh/år	23	0,0
Geotermi/absorptionsvarmepumpe	4	200 m3/h system	20	2,5
Fjernvarmeudvidelse	1	Et system	24	4,8
Fjernvarmenet (eksist+besparelser)	1	Et system	273	94,5
Biogasanlæg	1	Et system	37	55,0
Forgasningsanlæg	1	Et system	40	102,0
Affaldsforbrændingsanlæg	14	MWe	71	34,7
Elkøretøjer	1	Et system	102	120,6
Brintkøretøjer	1	Et system	69	44,2
Ladestationer (2 stk/bil)	1	Et system	75	0,0
Jern- og letbane	1	Aalborgs andel	561	0
- total			2197	593

Tabel 3: Variable omkostninger

	Mængde [TWh/år]	Mængde [Enhed/år]	Enhed	Pris [Mio. kr./Enhed]	I alt [Mio. kr]
Biobrændsel	1,72	6,19	PJ	52,5	325
Variabel D&V			-		3
Elhandel		0	TWh	0	0
CO ₂ omkostning		0	MT	0	0
- total					328

Tabel 4: Totale årlige omkostninger

	[Mio.kr]
Investering	2197
Faste omkostninger	593
Variable omkostninger	3
Biobrændsel	325
- total	3118

