Bright Green Business

ProjectZero

Masterplan 2029

ProjectZero for et CO_2-neutralt Sønderborg

Udarbejdet for ProjectZero

November 2009

Masterplan 2029

ProjectZero for et CO_2-neutralt Sønderborg

Udarbejdet af konsulentfirmaet **SRC International**, repræsenteret ved Thorkild Kristensen og Kirsten Dyhr-Mikkelsen i samarbejde med Energiplangruppen og ProjectZero's styregruppe for masterplanprocessen.

Energiplangruppen har bestået af:

- Jesper Bang Andersen, DONG Energy
- Ole Damm, Enervision
- Torben Esbensen, Esbensen Rådgivende Ingeniører
- Lotte Gramkow, ProjectZero A/S
- Jens Chr. Hansen, Danfoss
- Steen Kramer Jensen, Energinet.dk
- Vivian Krøll, Sønderborg Kommune
- Steffen Moe, Sønderborg Fjernvarme
- Morten Pindstrup, DONG Energy
- Helge Ørsted Pedersen, Ea Energianalyse
- Peter Rathje, ProjectZero A/S

ProjectZero's styregruppe for masterplanprocessen har bestået af:

- Torben Esbensen, Esbensen Rådgivende Ingeniører
- Lotte Gramkow, Project Zero A/S
- Vivian Krøll, Sønderborg Kommune
- Peter Rathje, ProjectZero A/S

Forord

ProjectZero er visionen om at gøre Sønderborg-området CO_2-neutralt senest i 2029. Til det formål er **Masterplan 2029** udarbejdet, hvor de overordnede rammer for processen udstikkes. Den trinvise implementering af Masterplan 2029 udmøntes i en række Roadmaps, der er selvstændige rapporter.

Masterplan 2029 er udarbejdet af konsulentfirmaet SRC International og Energiplangruppen, som har bestået af både lokale og eksterne aktører. Denne konstruktion har haft til formål at udnytte ekstern ekspertise samtidig med, at der sikres reel forankring og opbakning bag de identificerede muligheder og valgte strategier, således at den senere implementering fremmes mest mulig. Energiplangruppen blev nedsat i april 2009 og har løbende drøftet relevante problemstillinger baseret på indspil fra konsulenten. Repræsentanter for ProjectZero-sekretariatet har undervejs fulgt arbejdet og aktivt deltaget i processen for at sikre synergi med øvrige relevante aktiviteter. Thorkild Kristensen, SRC International, har fungeret som teknisk leder og Kirsten Dyhr-Mikkelsen, Ea Energianalyse, har fungeret som procesleder.

Energiplangruppen bestod af følgende medlemmer:

- Jesper Bang Andersen, DONG Energy
- Ole Damm, Enervision
- Torben Esbensen, Esbensen Rådgivende Ingeniører
- Lotte Gramkow, ProjectZero A/S
- Jens Chr. Hansen, Danfoss
- Steen Kramer Jensen, Energinet.dk
- Vivian Krøll, Sønderborg Kommune
- Steffen Moe, Sønderborg Fjernvarme
- Helge Ørsted Pedersen, Ea Energianalyse
- Morten Pindstrup, DONG Energy
- Peter Rathje, ProjectZero A/S

Styregruppen for masterplanprocessen er overordnet ansvarlig for de beslutninger og valg, der er truffet vedrørende Masterplan 2029. Styregruppen har bestået af:

- Torben Esbensen, Esbensen Rådgivende Ingeniører
- Lotte Gramkow, Project Zero A/S
- Vivian Krøll, Sønderborg Kommune
- Peter Rathje, ProjectZero A/S

Datagrundlaget for Masterplan 2029 stammer hovedsageligt fra seks arbejdsgrupper samt en demografi- og prognosegruppe. Parallelt har Sønderborg Kommune i samspil med de lokale fjernvarmeværker og Rambøll udarbejdet et forslag til en varmeplan for Sønderborg-området, udsendt 11. november 2009. Forslaget er ved afslutningen af Masterplan 2029 rapporten endnu

ikke behandlet i byrådet. Den endeligt vedtagne varmeplan vil blive betegnet ”Varmeplan Sønderborg”.

Styregruppen for masterplanprocessen og Energiplangruppen takker alle deltagere for deres engagerede faglige indspil.

Indholdsfortegnelse

1 Resumé og konklusioner 8

2 Introduktion 21

2.1 ProjectZero 21

2.2 Masterplanens funktion 22

2.3 Arbejdsproces omkring Masterplan 2029 23

2.4 Læsevejledning 26

3 Sønderborg kort fortalt 27

4 CO_2-neutralitet 33

4.1 Energirelateret og ikke-energirelateret klimapåvirkning 33

4.2 Produktionsperspektiv eller forbrugsperspektiv 34

4.3 Sønderborg som integreret del af internationalt system 35

5 Rammer – udfordringer og muligheder 38

5.1 Internationale målsætninger og initiativer 39

5.2 Nationale målsætninger og initiativer 42

5.3 Danske visioner/fremtidsbilleder 44

5.4 Lokale- og regionalpolitiske målsætninger og initiativer 46

6 Udgangspunktet i 2007 49

6.1 Rumopvarmning og varmt brugsvand 50

6.2 Lys og apparater 54

6.3 Fremstillingsprocesser 55

6.4 Vejtransport 56

6.5 Konverteringssektoren 56

6.6 Energibalance for 2007 58

6.7 CO_2-balance for 2007 60

7 Vision og ledestjerner 62

7.1 Vision 62
7.2 Ledestjerner 62
7.3 Udfordringen 63
7.4 Ledestjerne – Energieffektivisering 65
7.5 Ledestjerne – Flerstrenget robust energiforsyning 68
7.6 Ledestjerne – Et dynamisk energisystem 70
7.7 Opsamling 73

8 Sønderborg 2029 78
8.1 Lokale energiressourcer 78
8.2 Rumopvarmning og varmt brugsvand 2029 84
8.3 Lys og apparater 91
8.4 Fremstillingsprocesser 92
8.5 Transport 92
8.6 Energibalance 2029 92
8.7 Anvendelse af lokale energiressourcer 96

9 Samfundsøkonomisk evaluering af Masterplan 98
9.1 Sådan dækkes bruttoenergibehovet i 2029 98
9.2 Varmebesparelser 99
9.3 Elbesparelser 100
9.4 Individuelle varmepumper og biomassefyr 100
9.5 STREAM-modellen 101
9.6 Brændselspriser 102
9.7 CO_2-pris 103
9.8 Beregningsresultater 104
9.9 Følsomhedsberegninger 105
9.10 Konklusion 108

Bilag 1 – Bestyrelserne for Project Zero-Fonden og Project Zero A/S 109

Bilag 2 – Styregruppe og arbejdsgrupper 110

Bilag 3 – Porteføljen af virkemidler 114

Bilag 4 – Energibalance og CO_2-balance 2007 og 2029.....117

1 Resumé og konklusioner

ProjectZero er visionen om at gøre Sønderborg-området CO_2-neutralt senest i 2029.

Målsætningen vedrører følgende former for CO_2-emission:

- CO_2-emission fra energirelaterede forbrug indenfor kommunegrænsen inklusiv vejtransport men eksklusiv banetransport, søtransport og luftfart.
- CO_2-indholdet i energi importeret/eksporteret over kommunegrænsen. Dog indregnes VE-anlæg, som etableres udenfor kommunegrænsen på foranledning af områdets interessenter, som Sønderborg-områdets egne anlæg (f.eks. off-shore vindmøller på Pøls rev).

Målsætningen vedrører således ikke emission af klimagasser gennem ikke-energirelaterede aktiviteter, og den omhandler ikke CO_2-emission fra produktion af importerede varer ligesom der ikke sker fradrag af CO_2-udslip knyttet til eksport af varer.

Opgørelsesmetoden er således baseret på produktionsprincippet.

Det er ambitionen, at der allerede i perioden 2010-2015 (fase 2 + 3) sker en signifikant CO_2-reduktion gennem aktiv involvering af borgere, uddannelsesinstitutioner, erhverv og kommune, og at Sønderborg-området samlet når 25% reduktion i CO_2-udslippet i 2015 i forhold til 2007 niveauet. Vejen til 25% CO_2-reduktion er beskrevet i Roadmap 2010-2015 – et separat dokument.

Private og offentlige aktører og interessenter vil i fællesskab gå sammen om at realisere visionen og definere rammerne for realiseringen af denne.

Realiseringen skal ske gennem 1) **substantielle energieffektiviseringer** og 2) **omlægning af energiforsyningen** til vedvarende energi (VE). Det helt centrale for et bæredygtigt energisystem, er dog 3) transformationen til et **dynamisk energisystem**.

Udover CO_2-neutralitet ønsker ProjectZero også at bidrage til at fastholde og skabe arbejdspladser i de videnstunge erhverv.

Masterplan 2029 præsenterer den overordnede, langsigtede strategi for at opnå det definerede udviklingsmål for Sønderborg-området. Den trinvise implementering af Ma-

sterplan 2029 udmøntes i en række handlingsplaner, hvor "Roadmap 2010-2015" er den første.

Sønderborg-området

Sønderborg-området er landets 16. største kommune og har ca. 77.000 indbyggere. Danfoss, en af Danmarks største industrivirksomheder, har både hovedkontor og omfattende produktion i Sønderborg-området. Området rummer ligeledes et omfattende landbrug fokuseret på svineproduktion.

Der er tradition for aktiv spredning af know-how, og Danfoss har gennem en årrække været motor for etablering af underleverandører indenfor fremstilling og forarbejdning af metal, maskinindustri og elektronikindustri. Sønderborg-området har en stærk mechatronics-klynge, en landbrugs-klynge og en omfattende teglproduktion.

Sønderborg-området er kendetegnet ved en mangfoldighed af uddannelsesinstitutioner og et solidt forskningsmiljø med god forbindelse til erhvervslivet. Herunder hører blandt andet Syddansk Universitet med campus Alsion. Læringsprojektet House of Science er et eksempel på områdets ambition om at styrke koblingen mellem forskning, udvikling og undervisning med en rød tråd fra børnehave til PhD.

Der arbejdes fra flere sider for, at Sønderborg-området skal drive et Syddansk kraftcenter/klynge, som er fokuseret på energieffektivisering (delområde af Cleantech), hvor syddanske virksomheder samarbejder om udvikling af klimavenlige teknologier og løsninger.

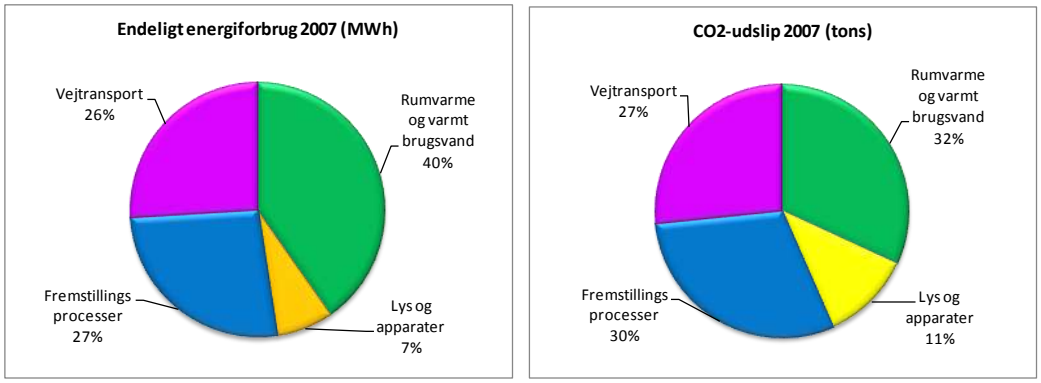
Udgangspunktet 2007

Fjernvarmeforsyningen i Sønderborg-området er i dag baseret på naturgas og affaldskraftvarme. I områder uden fjernvarme anvendes især oliefyr, naturgasfyr og el til rumopvarmning og produktion af varmt brugsvand. Derudover er der et lille antal varmepumper og biomassefyr installeret.

De industrielle fremstillingsprocesser er baseret på fossile brændsler og el, mens vejtransport ligesom i resten af landet udelukkende er baseret på olie.

Områdets bruttoenergiforbrug udgjorde i 2007 omkring 2.822 GWh, og det hertil relaterede CO_2-udslip var 674.000 tons, svarende til 8,8 tons CO_2 per år per indbygger. Energistyrelsen har opgjort det samlede danske CO_2-udslip per indbygger til 9,7 tons i 2007 og 9,4 tons i 2008, dog indgår her al transport og ikke kun vejtransport /Energistatistik 2008, Energistyrelsen, 2009/. Hvis sø-, bane- og lufttransport inkluderes i beregningen af Sønderborg-områdets CO_2-udslip, er udslippet 9,4 tons per indbygger i 2007.

De to figurer nedenfor viser fordelingen af endeligt energiforbrug og CO_2-emission på anvendelseskategorier.

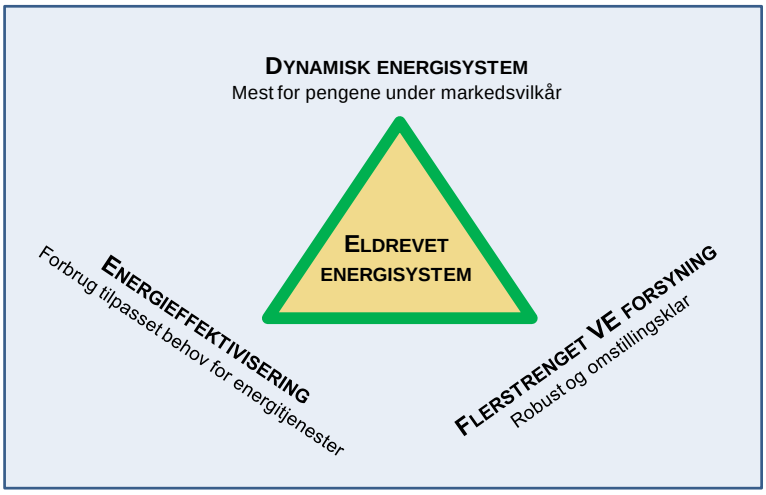


Figur 1: Endeligt energiforbrug og CO_2-udslip 2007 fordelt på slutforbrug.

Vision og ledestjerner

Sønderborg har valgt at forfølge tre overordnede ledestjerner i bestræbelserne for at opnå CO_2-neutralitet:

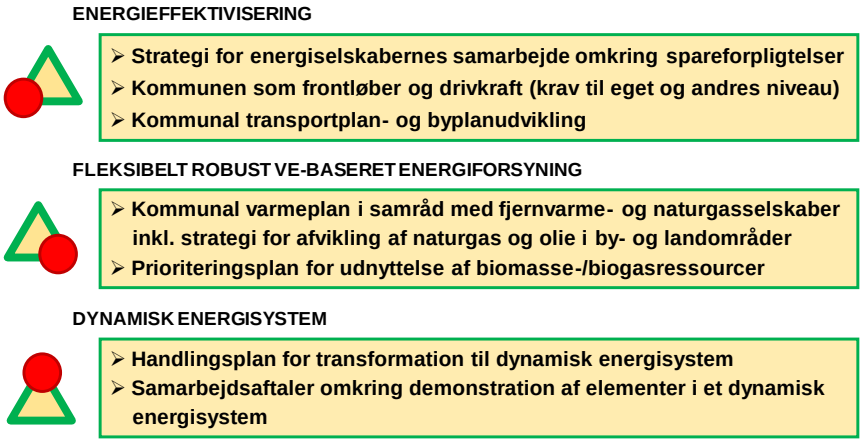
- Energieffektivisering, som mindsker områdets følsomhed overfor stigende energipriser og styrker erhvervenes konkurrenceevne.
- En flerstrenget robust energiforsyning baseret på lokale VE ressourcer i effektivt samspil med eksterne VE ressourcer, som sikrer forsyningssikkerhed.
- Et dynamisk energisystem, der tillader dynamisk optimering af samspillet mellem forbrug og forsyning, således at nye markedsmekanismer i indfasningen af VE-teknologierne udnyttes fuldt.



Figur 2: Strategiens tre overordnede ledestjerner.

Indenfor hver af de tre ledestjerner iværksættes en række virkemidler, som bidrager til at nå det langsigtede mål. To underliggende præmisser for ledestjernerne er en fortsat stigende elektrificering af samfundet i takt med en øget udbygning af vindmøller, se afsnit 5.3, og at fjernvarme baseret på VE fortsat vil være en fremtidsorienteret og bæredygtig energiløsning.

For at nå 2029-målet er det nødvendigt med substantielle energieffektiviseringer i alle led, koordineret med en strategisk prioriteret anvendelse af egne VE ressourcer. Masterplanen skal sikre, at helhedsbetragtninger og langsigtede muligheder ikke tabes, og at udfasningen af fossile brændsler sker målrettet og koordineret. De nødvendige overordnede koordinerende initiativer indenfor hver ledestjerne er vist i *Figur 3*.



Figur 3: Overordnede koordinerende initiativer for hver af de tre ledestjerner.

Hovedstrategierne for hver af de tre ledestjerner er som følger:

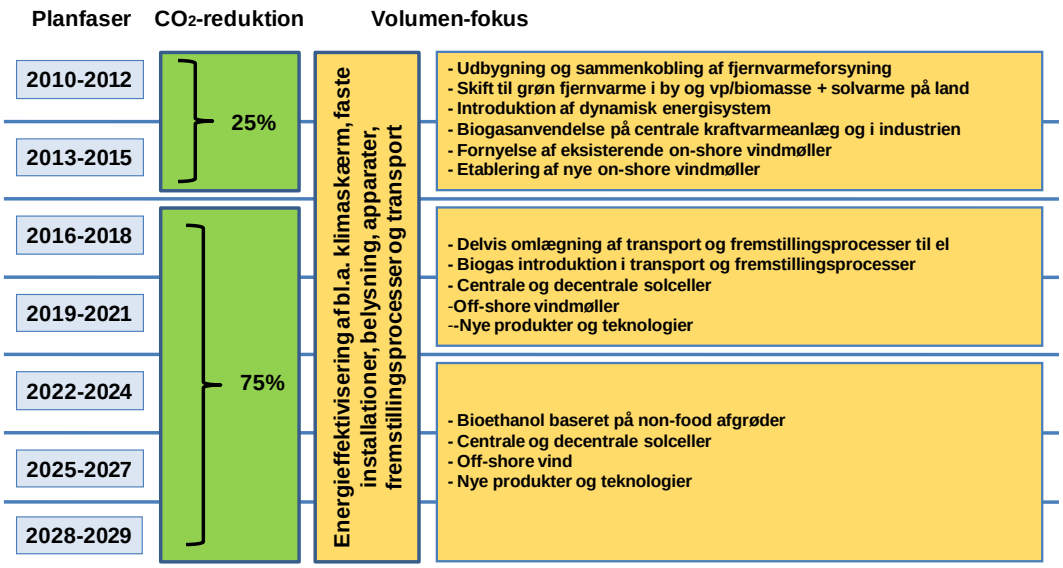
- Energieffektivisering
  - Timing af budskaber og tilbud, så det falder sammen med den naturlige udskiftning, bevirker. at merinvesteringen minimeres, og at forbrugerne er lettere at få i tale. F.eks. når køleskabet bryder sammen eller skolen alligevel skal renoveres. Dermed sikres opbakning fra virksomheder, butikker, borgere og energiselskaber.
  - Kommunens energieffektiviseringer skal være rollemodel for indsatsen blandt områdets virksomheder, butikker, landbrug, borgere og institutioner.
  - Realisering af "nemme" besparelser, men også de som kan være svære at få hul på, nemlig energirenovering, erhverv og transport.
- Flerstrenget VE-baseret energiforsyning
  - Kommunalt fastlagte rammer for valg af opvarmningsform:
    - By – Fjernvarme baseret på affald, geotermi, biogas, biomasse, solvarme og varmepumper.

        - Land – Varmepumper eller biomassefyr; begge i kombination med solvarme med vandakkumulator og elpatron.
    - Elforsyning baseret på kraftvarme, vind, biomasse og solceller.
    - Brændstoffer baseret på biogas og på sigt bioethanol.

- Dynamisk energisystem
    - Udnyttelse af tidstro prissignaler – tariffer og afgifter.
    - Udbygning af lagringskapacitet og flytbare forbrug.
    - Demonstratorium med produkter, hardware- og softwareteknologi i aktion og fortsat udvikling.

Tidsplan

Planperioden er delt i syv faser. Alle de udvalgte virkemidler skal således ikke rulles ud for fuld styrke fra og med første fase. Nogle teknologier skal først videreudvikles og markeder modnes, før de kan bredes vidt ud. Andre skal på plads hurtigt, for at Sønderborg-området kan nå delmålet om 25% reduktion i CO_2-udslip i forhold til 2007-niveauet allerede i 2015. Dette er forsøgt illustreret i *Figur 4*. Indsatsområderne for perioden 2010-2015 er nærmere specificeret i Roadmap 2010-2015. De listede indsatsområderne i de efterfølgende perioder skal kun betragtes som forslag til nogle mulige indsatsområder. Der forskes i, udvikles og testes i disse år en lang række spændende muligheder. Det er således ikke hensigtsmæssigt allerede nu at fastlåse valget af teknologimiks.



Figur 4: De store volumener fordelt på de syv faser af planperioden.

I de to første faser (2010-2015) forventes følgende områder at være de mest effektive indsatsområder:

- Udbygning af fjernvarmesystemerne og etablering af en transmissionsledning fra Sønderborg til Nordborg,
- Geotermi, solvarme, biogas og biomasse i fjernvarmeforsyningen,
- Skift fra oliefyr, naturgasfyr og elvarme til fjernvarme i byområderne,
- Skift fra oliefyr, naturgasfyr og elvarme til varmepumper eller biomassefyr kombineret med solvarme i landområderne,
- Introduktionen af et dynamisk energisystem,
- Biogasanvendelse på centrale værker,
- Fornyelse af eksisterende on-shore vindmøller og
- Etablering af nye on-shore vindmøller.

Disse indsatser vil tilsammen medvirke til at forberede Sønderborg-området til større indpasning af vedvarende energi og nye teknologier på både forbrugs- og forsyningsside. Med andre ord at gøre systemet robust og fleksibelt.

Der gøres status på fremdriften af iværksatte virkemidler, udpeget i Roadmap 2010-2015 i 2012, således at indsatserne kan justeres og nye tilføjes i det omfang det er nødvendigt for at nå 2015-målet. Det kan dog vise sig relevant at gøre status tidligere som følge af høstede erfaringer med iværksatte virkemidler, ændringer i de ydre rammer såsom en ændring i energiafgiftssystemet, eller tilvejekomsten af nye teknologier og produkter.

En status i 2015 skal sammenholde målsætningen for 2015 med det faktisk opnåede, men også danne grundlaget for en handlingsplan for den kommende periode. Det har været Energiplangruppens opgave at formulere et bud på, hvordan Sønderborg-området kan blive CO_2-neutral i 2029 ved i videst mulig omfang at udnytte egne ressourcer. Derfor indgår der i Masterplan 2029 et bud på, hvad der kan opfylde dette krav. **Disse forslag skal dog udelukkende betragtes som teoretiske muligheder.** De faktiske indsatsområder og virkemidler kan først udpeges længere fremme i forløbet. Det væsentlige er, at indsatserne, som iværksættes i perioden 2010-2015, bidrager til robusthed og fleksibilitet i det samlede energisystem.

I perioden 2016-2021 er der i Masterplan 2029 forudsat, at følgende virkemidler har størst effekt på energi- og CO_2-balancen:

- Omlægning af en del af forbruget af fossile brændsler i transport og fremstillingsprocesser til el,
- Introduktion af biogas i transport og fremstillingsprocesser til erstatning af olie og naturgas,

- Etablering af centrale og decentrale solcelleanlæg,
- Etablering af off-shore vindmøller og
- Nye produkter og teknologier.

I den sidste periode (2022-2029) er der i Masterplan 2029 forudsat at følgende virkemidler har størst effekt på energi- og CO_2-balancen:

- Omlægning af en del af forbruget af fossile brændsler i fjernvarmeproduktion, transport og fremstillingsprocesser til bioethanol som følge af en øget produktion af non-food afgrøder,
- Etablering af centrale og decentrale solcelleanlæg,
- Etablering af off-shore vindmøller og
- Nye produkter og teknologier.

Gennem hele planperioden 2010-2029 vil der være en fortløbende indsats for at opnå energieffektiviseringer i alle led. De enkelte elementer og virkemidler vil variere hen over forløbet, men styrken og effekten forventes at være jævn og stærk. Eksempler på indsatsområder, som skal iværksættes allerede i første fase – dvs. 2010-2012 er:

- Energikrav til bygninger i Sønderborg-området, som er en eller to klasser højere end gældende for resten af landet.
- Demonstration af pakkeløsninger til energirenovering af bygningers klimaskærm.
- Energiledelse, energirigtig projektering, og energieffektivisering via produktionsoptimering f.eks. som tilbud under kommunikationsplatformen ZEROcompany.
- Energirigtigt valg af belysning og elapparater vha. opbakning fra området butikker via kommunikationsplatformen ZERObutik
- Forsøg med særlige energispareafgifter, som øger incitamentet til realisering af effektiviseringer.

Ligesom for de to øvrige ledestjerner (flerstrenget VE forsyning og dynamisk energisystem) er det kun virkemidlerne for perioden 2010-2015, der er udpeget på nuværende tidspunkt. Sidst i perioden vil en ny handlingsplan skulle udpege, hvad der helt konkret skal iværksættes efter 2015.

Visionen for 2029 ser Sønderborg-området i førertrøjen. Der arbejdes i disse år globalt med at løse problemstillingen omkring omstilling af energisystemerne til mere dynamiske systemer. Sønderborg har en unik position i kraft af den fornødne erhvervsmæssige ekspertise og F&U kompetencer indenfor området, og i kraft af dialogen mellem kommune, virksomheder, borgere og andre aktører. Cleantech virksomheder findes lokalt og kan afprøve forskellige løsningsmuligheder i nærmiljøet og skabe grønne jobs. Dette

muliggøres bl.a. af, at fjernaflæste målere for både fjernvarme og el allerede er installeret hos forbrugerne og parat til at blive bragt i spil.

Sønderborg-områdets traditioner for samarbejde mellem erhvervsliv, borgere og kommune – Private-Public Partnership – udgør ligeledes et stærkt fundament for at løse de nye udfordringer i samarbejde.

Sønderborg-området har altså en unik platform, som kan anvendes til at demonstrere, hvordan diverse energiløsninger fungerer i praksis. Implementeres de foreslåede virkemidler vil Sønderborg-området kunne fungere som demonstratorium for et dynamisk energisystem, og Sønderborg-området vil kunne præge samfundsudviklingen aktivt – både lokalt, nationalt og internationalt. Lokale initiativer og samarbejder skaber således ringe i vandet til fordel for det samlede samfund.

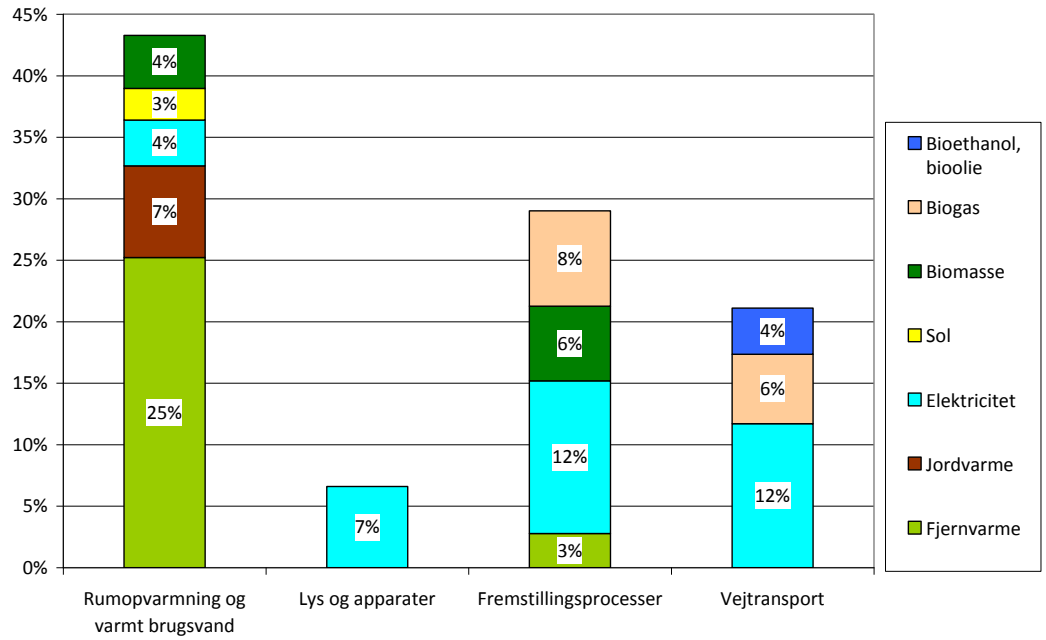
Sønderborg 2029

Sønderborg-området ønsker at være pioner i at skabe og afprøve et dynamisk energisystem, der kan udnytte energimarkedernes prissignaler optimalt i forhold til energibehovet. Dette, i kombination med betydelige energieffektiviseringer og en 100% omlægning til VE, kan gøre Sønderborg-området CO_2-neutralt senest i 2029. Gevinsten for områdets borgere og erhvervsliv er et bedre miljø, nye kompetencer og nye grønne jobs.

Visionen er, at Sønderborg-området indtil 2029 har haft en betydelig vækst indenfor Cleantech erhverv, som er blandt de mest fremtidssikre arbejdspladser. Sønderborg-området har gennem ProjectZero forstærket sin profil som en grøn kommune med spidskompetencer indenfor videnstunge erhverv.

Det lokale fællesskab er styrket af borgernes og erhvervenes aktive involvering i realiseringen af Masterplan visionen. Sønderborg-området har ved proaktiv handling været frontløber for en transformation af Danmarks samlede energisystem og dermed bidraget til opfyldelsen af Danmarks energipolitiske mål. Sønderborg-området har medvirket til at fastholde Danmarks position som et af de førende lande indenfor bæredygtige energisystemer og participatorisk planlægning.

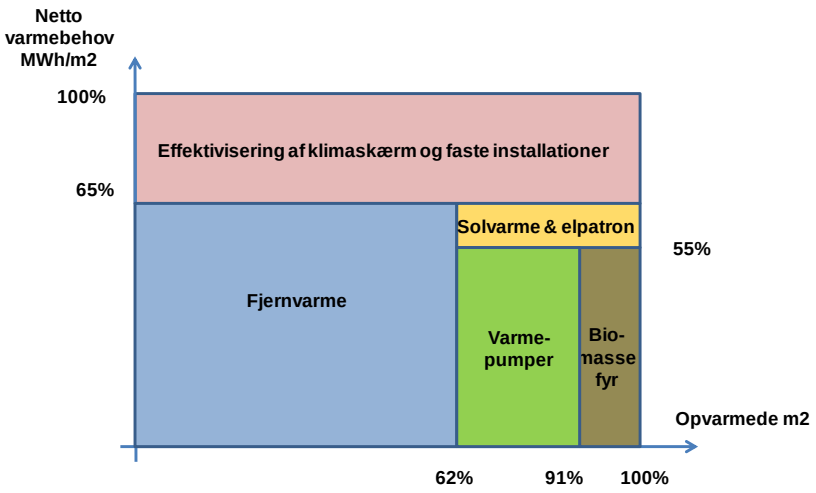
Det endelige energiforbrug i 2029 (1.434 GWh) forventes i visionen at være 45% lavere end i 2007. Fordeling på anvendelser fremgår af *Figur 5*.



Figur 5: Fordelingen af det endelige energiforbrug i 2029 opgjort på slutforbrug og energityper /Energibalance 2029/. Energiforbruget til varmepumper er fordelt på to energityper, nemlig jordvarmebidraget og elektriciteten, som driver varmepumperne.

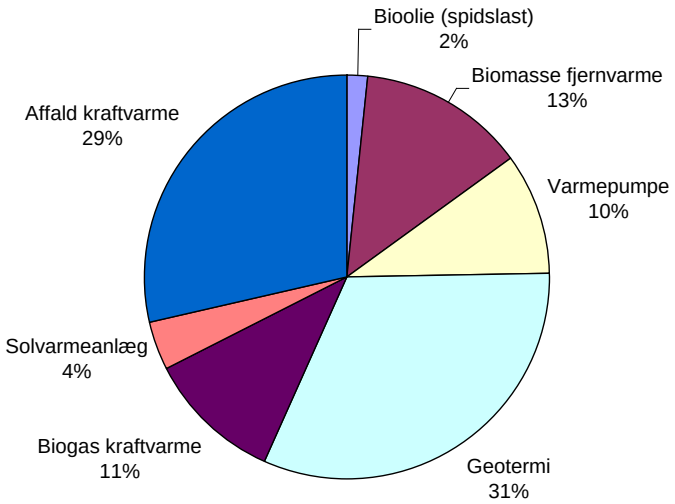
Masterplanen forudsætter, at fjernvarmeforsyningen udbygges til at dække 62% af det samlede nettovarmebehov (se *Figur 6*). Nettovarmebehovet i landdistrikterne forudsættes i 2029 dækket som følger:

- 65% med individuelle varmepumper (heraf 1/3 el og 2/3 omgivelsesvarme).
- 20% med individuelle biomassefyr, f.eks. træpillefyr.
- 15% med solvarme som supplement til de individuelle varmepumper og biomassefyr.



Figur 6: Forventet dækning af nettovarmebehovet i Sønderborg-området inklusive Danfoss proces /Energibalance 2029/.

Der forudsættes etableret en transmissionsledning mellem Sønderborg og Nordborg med tilkobling af alle byer undervejs. Fjernvarmesystemerne i Gråsten og Broager er antaget fortsat at være selvstændige enheder, men de kan også være koblet på det store transmissionssystem med henblik på at kunne få maksimal gavn af affaldsvarme, geotermi, solvarme og varme fra biogasfyrede kraftvarmeanlæg – valget vil afhænge af konkrete projektvurderinger. Den samlede fjernvarmeproduktion i kommunen tænkes fordelt som vist i *Figur 7*.



Figur 7: Forventet brændselsanvendelse til fjernvarmeproduktion i Sønderborg-området, 2029.

Behovet for energi til fremstillingsprocesser og vejtransport tænkes dækket af elektricitet, biomasse, biogas eller bioethanol. Teknologivalgene i Masterplan 2029 er foretaget med det mål for øje, at samtlige kommunens biomasseressourcer skal finde anvendelse lokalt. Det medfører bl.a., at Masterplan 2029 indeholder bioethanolproduktion i 2029.

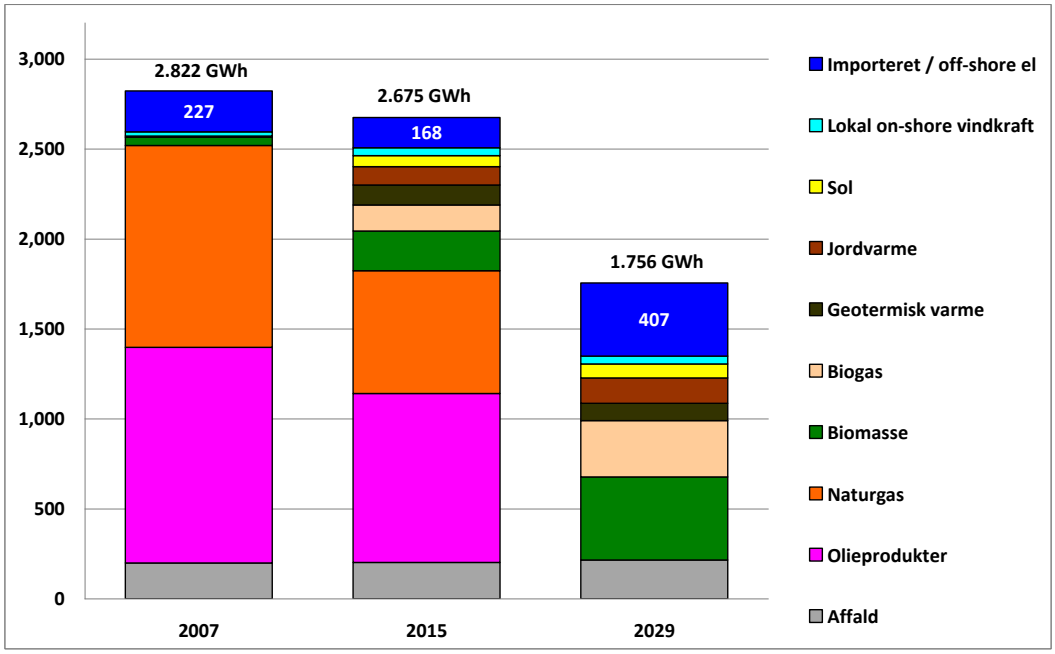
Det er naturligvis usikkert, om en sådan produktion vil blive en realitet, eller om det til den tid vil være mere formålstjenligt at anvende ressourcerne på anden vis. Allerede i dag er der stor uenighed om hensigtsmæssigheden af de forskellige teknologier på kort sigt, og denne usikkerhed med hensyn til, hvad der er optimalt, bliver naturligvis ikke mindre, når teknologierne vurderes i et 20-årigt perspektiv. Buddet i Masterplan 2029 skal derfor ses som et af flere mulige miks af brændsler og teknologier, hvor samtlige biomasseressourcer i kommunen på meningsfuld måde anvendes til at dække Sønderborg-områdets energibehov.

Bruttoenergiforbruget, hvor endeligt forbrug af el og fjernvarme er omregnet til brændselsforbrug, er i visionen i 2029 reduceret til 1.756 GWh, dvs. med 38% i forhold til 2007.

Mikset af energiressourcer er i 2029 skiftet fra en stor andel af fossile brændsler til udelukkende at bestå af lokal VE samt import af CO_2-neutral el over kommunegrænsen.

Det er antaget, at el-importen dækkes af egne off-shore vindmøller. Hvorvidt det er miljømæssigt og økonomisk fordelagtigt at basere el-importen på produktion fra egne produktionsanlæg udenfor kommunegrænsen eller andet afhænger af samspilsmulighederne med det øvrige elsystem.

Den lokale produktion og effektivitet i udnyttelsen af biomasse forventes at være steget betydeligt.



Figur 8: Skiftet i anvendte energityper fra 2007 til 2015 til 2029/Energibalance/.

Økonomien i den samlede masterplan er evalueret med STREAM-modellen. Konklusionen er, at med anvendelse af IEA's brændselsprisprognoser fra 2008 vil omkostningerne i Masterplan 2029 være stortset identitiske med omkostningerne i Referencen. Referencen er defineret som den fysiske situation i 2007 men med anvendelse af de fremtidige brændselspriser.

Masterplan 2029 indeholder mange elementer. Nogle vil være bedre end Referencen, hvilket bl.a. gælder langt de fleste elementer i varmeplandelen, mens andre vil have en dårligere økonomi end Referencen.

De individuelle valg af teknologier vil naturligvis til sin tid blive baseret på konkrete projektøkonomiske kalkuler, hvilket kan gøre, at nogle af elementerne ikke bliver implementeret som skitseret i Maserplan 2029.

Det skal endvidere understreges, at beregningerne er forbundet med en del usikkerhed, da der regnes på et relativt lille fysisk system, hvor 80% af elektriciteten produceres på vindmøller. I et sådant system skal de resterende 20% af strømmen i princippet produceres på anlæg med en effekt, som kan dække hele elforbruget på dage uden vind, hvilket er urealistisk, da der er tale om affaldsfyret kraftvarme og biogasfyrede motoranlæg.

Det er derfor antaget, at anlæg udenfor Sønderborg-området vil kunne dække behovet i timer, hvor de lokale anlæg inkl. vindmøllerne ikke kan. Den samlede årlige elproduktion fra de lokale anlæg skal dog svare til det samlede årlige forbrug, hvilket betyder, at en del af vindmøllestrømmen forudsættes ”lagret” i elnettet i vindrige perioder og taget tilbage i vindstille perioder.

”Lagringen” i elnettet er i Masterplan 2029 søgt minimeret ved at introducere fleksible forbrug, som kan aftage strøm, når der er overskuds-el fra vindmølleproduktionen i forhold til de ufleksible el-behov, og som kan afbrydes, når der er underskud i forhold til de ufleksible el-behov. Det drejer sig om elbiler, individuelle varmepumper hos forbrugerne og centrale varmepumper i fjernvarmesystemet. Tilsammen udgør de fleksible elforbrug 44% af det samlede elforbrug i Sønderborg-området i 2029.

Der er i de samfundsøkonomiske beregninger forudsat, at fleksible elforbrug sammen med udveksling med omverdenen kan sikre, at hele årsproduktionen fra vindmøllerne kan anvendes lokalt. Overensstemmelsen mellem forbrug og produktion på minut- og timebasis skal sikres gennem etableringen af et dynamisk energisystem, som er nærmere omtalt i Roadmap 2010-2015.

IEA forventer i et fremtidsscenarie, at CO_2-kvoteprisen i 2030 bliver 110 USD/tons CO_2 svarende til 640 kr./ton. Den aktuelle CO_2-kvotepris er 100 kr./ton, så den fremtidige CO_2-regning med det eksisterende energisystem i Sønderborg-området således blive 540 kr./ton x 674.000 ton/år = 364 mill.kr./år, hvis IEA scenariet bliver en realitet.

Til evalueringen af Masterplan 2029 er der anvendt en CO_2-pris på 640 kr./ton – og det bidrager naturligvis til konklusionen, som er, at omkostningerne ikke er større end i Referencen.

Nøgleordet for Masterplanen og Sønderborg-områdets vision er *samspil*. Det er gennem samarbejde og dialog at lokale og fælles styrker og ressourcer udnyttes bedst mulig. Det er gennem fælles udvikling og udveksling af fleksible og robuste løsninger, at de fælles mål om et bæredygtigt samfund kan realiseres. Lokal ansvarlighed og forandring i Sønderborg-området kan således medvirke til at fremme ansvarlighed og forandring i den øvrige verden til fælles gavn.

2 Introduktion

Den nuværende afhængighed af fossile brændsler er ikke holdbar, og forbrugsomlægninger og energieffektiviseringer er vigtige for at undgå klimaforandringer og afhængighed af importeret energi, og for at sikre fortsat økonomisk vækst lokalt såvel som nationalt og internationalt.

Regeringen har for at sikre opfyldelsen af disse mål nedsat en Klimakommission, som inden udgangen af 2010 give et bud på, hvordan Danmark på sigt kan blive CO_2-neutralt.

ProjectZero er visionen om at gøre Sønderborg-området CO_2-neutral senest i 2029. Dette kan kun ske ved, at alle trækker på samme hammel: Byråd, kommunale institutioner, virksomheder, uddannelsessteder, energiselskaber, borgere etc.

Masterplan 2029 er ProjectZero's bedste bud på de konkrete aktiviteter, som bør iværksættes for at Sønderborg-området:

- realiserer sit ambitiøse mål om CO_2-neutralitet senest i 2029,
- markerer sig blandt frontløberne for en bæredygtig fremtid og
- fastholder og videreudvikler sine erhvervsmæssige styrkepositioner.

Det handler i vid udstrækning om at finde fælles fodslag ved at koordinere indsatserne og udnytte mulighederne for samarbejde, således at de store perspektiver tilgodeses og umiddelbare løsninger realiseres, når mulighed byder sig. Derudover vil der være behov for at udvikle og afprøve nye teknologier. Der er i Masterplanen lagt vægt på at fremhæve mulighederne og behovet for samspil mellem relevante aktører set i et tidsperspektiv – således at Sønderborg kan realisere de ønskede aktiviteter og CO_2-besparelser inden for det ønskede tidsrum.

2.1 ProjectZero

Formulering, forankring og realisering af Sønderborg-områdets masterplan varetages af ProjectZero (PZ).

ProjectZero Sekretariatet driver visionen om at blive CO_2-neutral senest i år 2029 gennem substantielle energieffektiviseringer, omlægning af energiforsyningen til vedvarende energi (VE) og etablering af et dynamisk energisystem. Udover CO_2-neutralitet forventer projektet også at fastholde og skabe nye arbejdspladser indenfor Cleantech erhvervene.

ProjectZero Sekretariatet er forankret i Project Zero Fonden og datterselskabet Project Zero A/S. Bestyrelsernes sammensætning fremgår af bilag 1.

Project Zero Fonden blev etableret i foråret 2008 med støtte fra Sønderborg Kommune, Bitten & Mads Clausens Fond, SYD ENERGI, DONG Energy og Nordea-Fonden. Project Zero A/S er det operative selskab, som driver områdets udvikling mod CO_2-neutralitet.

Det særlige for Sønderborg-områdets arbejde mod CO_2-neutralitet er den solide forankring i det lokale erhvervsliv og samarbejdet mellem offentlige og private virksomheder (PPP – Private-Public Partnership).

2.2 Masterplanens funktion

Masterplan 2029 er resultatet af et samarbejde mellem hovedaktører og interessenter, som i fællesskab har defineret en fremtidsvision for Sønderborg og rammerne for realiseringen af denne.

Masterplanens funktion er at fastholde visionen og udstikke den overordnede langsigtede strategi og retningslinjerne for arbejdet på at opnå det i fællesskab definerede udviklingsmål for Sønderborg indenfor den ønskede tidsramme. Masterplanen er således et værktøj – for alle områdets interessenter og beslutningstagere – der skal sikre at vigtige værdier fastholdes og kritiske valg foretages rettidigt, således at det ambitiøse og visionære mål nås. Den konkrete trinvise implementering af Masterplan 2029 udmøntes i en række Roadmaps, hvoraf Roadmap 2010-2015 er den første.

Roadmap 2010-2015 er en handlingsplan, som angiver de aktiviteter, der skal iværksættes på kort sigt, for at nå 25% reduktion i Sønderborg områdets CO_2-udslip i 2015 i forhold til udgangspunktet i 2007, og den vil dermed udgøre et vigtigt arbejdsgrundlag for at opfylde visionen, som er opstillet i Masterplan 2029.

Masterplanen udstikker således de overordnede og mere generelle hensigter og anbefalinger samt udpeger hovedkomponenterne i Sønderborgs udviklingsstrategi, mens den enkelte Roadmap giver en mere detaljeret præsentation af de enkelte virkemidler og arbejdsetaper – altså en handlingsplan for en given årrække – og følger op på de generelle anbefalinger specificeret i Masterplanen.

Masterplanen vil samtidig kunne fungere som en dialogplatform, hvormed Sønderborg kan være med til proaktivt at præge udviklingen nationalt og internationalt. Et eksempel kunne være en dialog omkring Klimakommissionens arbejde, som skal rapportere til

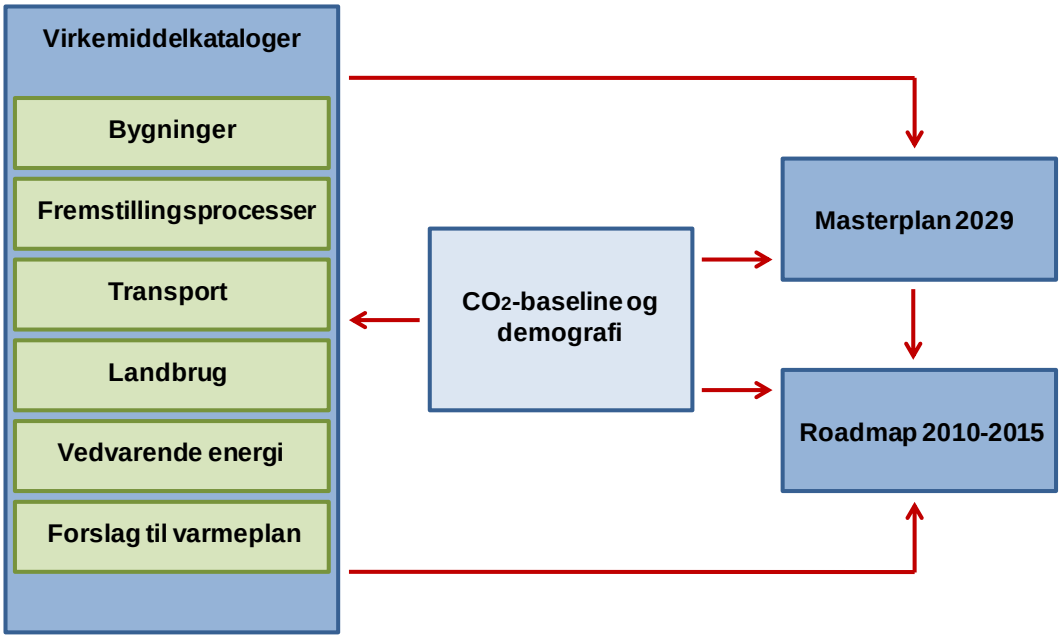
regeringen inden udgangen af 2010, hvordan Danmark kan frigøre sig fra fossile brændsler (se mere i afsnit 5.3).

2.3 Arbejdsproces omkring Masterplan 2029

ProjectZero´s masterplan proces blev igangsat efter indledende overvejelser i efteråret 2008, hvor en række primært danske rådgivere/eksperter blev inviteret til dialog om udfordringen.

I foråret 2009 etableredes en række lokalt forankrede arbejdsgrupper til at varetage det egentlige Masterplanarbejde (se bilag 2). Dette omfattede udarbejdelse af referencen (baseline 2007) for udviklingen i Sønderborg-områdets CO_2-udslip, samt virkemiddelkataloger for bygninger (inkl. faste installationer og apparater), fremstillingsprocesser, transport, landbrug, og VE (inkl. affald). Som led i det kommunale varmplanarbejde påbegyndtes desuden udarbejdelsen af et forslag til en varmeplan.

Figur 9 skitserer den indbyrdes relation mellem Masterplanprocessens dokumenter inklusive forslaget til Varmeplan.



Figur 9: Skitse af Masterplanprocessens dokumenter.

Virkemidlerne, der planlægges sat i værk i planperioden 2010-2015, kan deles op i tekniske virkemidler og implementeringsvirkemidler. De tekniske virkemidler er de tekniske løsninger, der skal iværksættes for at nå 25% reduktion i CO_2-udslippet i forhold til niveauet i 2007. Implementeringsvirkemidlerne er de tiltag, der skal til for at sikre interesse og opbakning omkring de tekniske virkemidler. For eksempel er energirigtig renovering – energirenovering – af eksisterende bygninger et teknisk virkemiddel, som skal

understøttes af Sønderborg Kommunes beslutninger samt kampagner og faglige samarbejder for at sikre bygningsejernes interesse og byggebranchens kompetencer og opbakning til at tilbyde og udføre energirigtig renovering.

Virkemiddelgrupperne har desuden haft til opgave at anbefale et antal virkemidler, som tilsammen vil kunne føre til 25% reduktion i Sønderborg-områdets CO_2-udslip i 2015 i forhold til udgangspunktet i 2007. Disse indgår i Roadmap 2010-2015.

Det har været energiplangruppens opgave at samle bidragene fra hver af de øvrige arbejdsgrupper og varmeplanarbejdet, analysere disse i en samlet sammenhæng baseret på gruppernes anbefalinger. Emneområder, som ikke er dækket af de øvrige arbejdsgrupper, er varetaget af energiplangruppen. Energiplangruppen har således bidraget med de tværgående elementer, såsom helhedsbetragtninger omkring et dynamisk energisystem og gennemregning af konsekvenser. Energiplangruppens arbejde omkring Masterplan 2029 og Roadmap 2010-2015 er løbende drøftet med ProjectZero´s nedsatte styregruppe omkring masterplanprocessen. Styregruppen bestod af direktør Torben Esbensen fra Esbensen, planchef Vivian Krøll fra Sønderborg Kommune samt direktør Peter Rathje og projektleder Lotte Gramkow fra ProjectZero A/S.

Hver arbejdsgruppe bestod af en ekstern proceskonsulent og en til to eksterne tekniske konsulenter suppleret af en følgegruppe overvejende bestående af lokale interessenter (se bilag 2). Denne konstruktion har haft til formål at udnytte ekstern ekspertise samtidig med, at der sikres reel forankring og opbakning bag de identificerede virkemidler og valgte strategier, således at den senere realisering fremmes mest mulig. Repræsentanter for ProjectZero Sekretariatet har deltaget i alle arbejdsgrupper for at sikre synergi. De ansvarlige for ledelsen af den enkelte arbejdsgruppe og de skriftlige afleveringer er præsenteret i *Figur 10*.

CO2-baseline og prognose (referencen)			
	Opgaveleder	Trine Hadrup Mikkelsen	Enervision
Bygninger inkl. faste installationer og apparater			
	Procesleder	Gert Johannesen	CREO Arkitekter
	Teknisk leder	Signe Antvorskov	Esbensen Rådgivende Ingeniører
Fremstillingsprocesser			
	Procesleder	Peter Maagøe Petersen	Viegand & Maagøe
	Teknisk leder	Per Mikael Pedersen	Enervision
Transport			
	Procesleder	Michael Aakjær Nielsen	Grontmij|Carl Bro
	Teknisk leder	Hanne Hansen Wrisberg	Rambøll
Landbrug (ressourcer og besparelsesmuligheder)			
	Procesleder	Peder Damgaard	Gråsten Landbrugsskole
	Teknisk leder	Gert Schneider	Sloth Møller Rådgivende Ingeniører
	Teknisk leder	Jens Bo Holm-Nielsen	Center for Bioenergi, AAUE
Vedvarende energi (inkl. affald)			
	Procesleder	Ejvin Beuse	PlanEnergi
	Teknisk leder	Per Alex Sørensen	PlanEnergi
Energiplan (Masterplan 2029 og Roadmap 2010-2015)			
	Procesleder	Kirsten Dyhr-Mikkelsen	EA Energianalyse
	Teknisk leder	Thorkild Kristensen	SRCI

Figur 10: Arbejdsgruppernes proces- og tekniske ledere.

Forarbejdet udført af disse arbejdsgrupper udgør grundlaget for overvejelserne bag Masterplanarbejdet. Masterplanen beskriver, hvilke af de af arbejdsgrupperne belyste elementer Sønderborg-området, der bør bringes i spil på kort og lang sigt.

En opfølgning på Roadmap 2010-2015 og en vurdering af fremdriften af de iværksatte virkemidler vil om nødvendigt skulle finde sted igen inden 2015.

Der gøres regelmæssigt status på fremdriften i realiseringen af Masterplanen med henblik på at vurdere, hvorvidt det er nødvendigt at justere ledestjernerne. Første planlagte status finder sted i 2012 og gentages i 2015, 2018, 2021, 2025 og 2030. Det kan vise sig relevant at gøre status på andre tidspunkter f.eks. som følge af høstede erfaringer med iværksatte virkemidler eller ændringer i de ydre rammer, såsom en ændring i energiafgifter. Ligeledes opdateres virkemiddelkatalogerne efter behov.
ProjectZero Sekretariatet er ansvarlig for denne proces.

De samfundsøkonomiske analyser af virkemiddelporteføljen som skal føre til en realisering af Masterplanens vision er gennemført vha. modelværktøjet STREAM[a].

Værktøjet STREAM blev oprindeligt udviklet til Teknologirådets projekt "Fremtidens danske energisystem" og senere videreudviklet som en del af EU's teknologivurderings-

[a] Sustainable Technology Research and Energy Analysis Model, se http://www.tekno.dk/subpage.php3?article=1074&toppic=kategori7&language=dk

enheds (STOA) projekt "Fremtidens Energi Systemer i Europa" i et samarbejde mellem Teknologirådet, DTU/ RISØ, EA Energianalyse, samt Europa parlamentarikere og repræsentanter fra energiindustrien og interesseorganisationer. Dette Excel baserede værktøj er oprindeligt udviklet til tvær-europæiske scenarie-analyser, som kan belyse, hvordan EU's mål for forsyningssikkerhed og CO_2-reduktion kan nås omkostningseffektivt og give en forståelse for energisektorens udfordringer, barrierer og muligheder[b]. Modellen indgår i undervisningen på DTU.

STREAM-modellen, hvis udvikling bl.a. er blevet delfinansieret af Bitten og Mads Clausens Fond, kan altså håndtere integrerede scenarieanalyser af energi- og CO_2-scenarier inklusive transportsektoren, og indeholder grunddata på landeniveau.

2.4 Læsevejledning

Masterplanrapporten starter med en introduktion af Masterplanens funktion og organisatoriske set-up her i kapitel 2, hvorpå følger en kort præsentation af Sønderborg-området i kapitel 0.

Der er mange fortolkninger af begrebet CO_2-neutralitet og Sønderborgs definition er derfor udførligt beskrevet i kapitel 4.

Masterplanen tager udgangspunkt i en analyse af Sønderborgs situation i 2007, gengivet i kapitel 5, samt en analyse af de ydre rammer: Hvad sker der nationalt og internationalt som kan have relevans for Sønderborgs bestræbelser på at nå nul CO_2 (kapitel 6).

Sønderborgs vision er i kapitel 6 udmøntet som et fremtidsbillede funderet på tre overordnede ledestjerner. En ledestjerne er den retning Sønderborg forventer samfundet vil skulle bevæge sig i for at realisere målene.

Efterfølgende præsenteres i kapitel 8 det forventede resultat af Masterplanarbejdet, nemlig energibalancen og CO_2-balancen for 2029 og i kapitel 9 en samfundsøkonomisk vurdering af Masterplanen.

Kilder angives i rapporten med skråstreger – /kilde/.

Betegnelsen "Sønderborg-området" og "Sønderborg kommune" referer til det geografiske område omfattet af Sønderborg kommune og "Sønderborg" refererer til det geografiske område Sønderborg by, mens "Sønderborg Kommune" referer til kommunen som offentlig virksomhed.

[b] www.streammodel.org

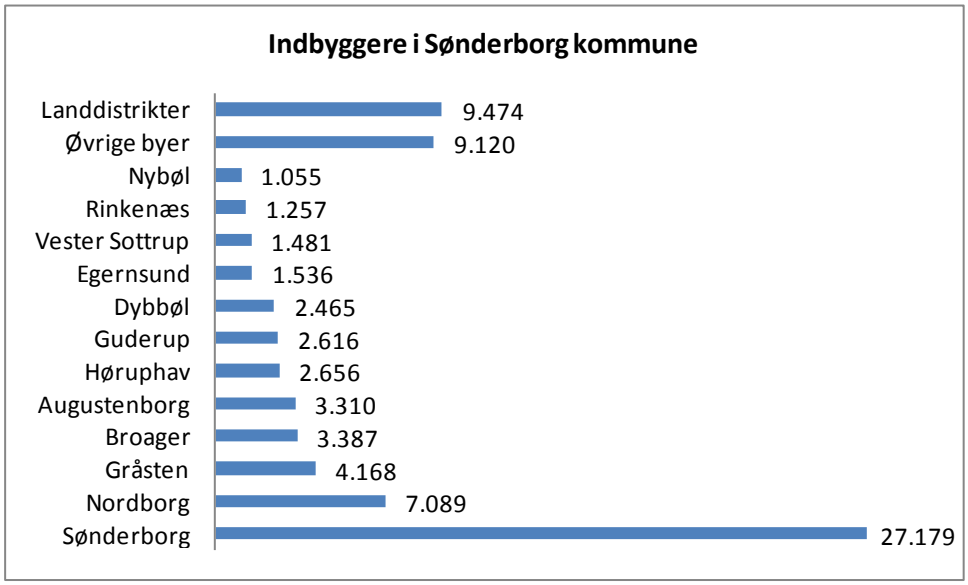
3 Sønderborg kort fortalt

Sønderborg-området er efter seneste kommunalreform landets 16. største kommune ud af 98 og indgår i Region Syddanmark. Sønderborg Kommune omfatter de tidligere kommuner Augustenborg, Broager, Gråsten, Nordborg, Sundeved, Sydals og Sønderborg.

Sønderborg-området rummer nogle af landets smukkeste naturområder med en kyststrækning på knap 200 kilometer og vidtstrakte skove, herunder skoven omkring Gråsten og Danmarks længste kystskov på østsiden af Als (Nørreskoven). Området er 497 km^2 og dækker geografisk hele Als og en radius på cirka femten kilometer ind i Jylland /Kommune web/.

Figur 11: Sønderborg-området /kommune web/.

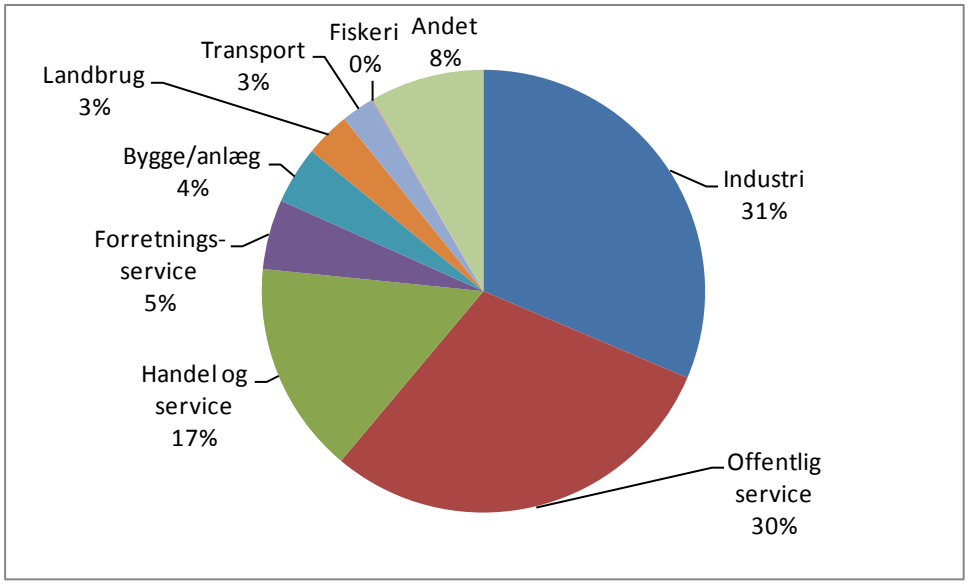
Sønderborg-området har ca. 76.800 borgere og dermed en befolkningstæthed på 154 indb/km^2. Befolkningstallet forventes ikke, at ændres synderligt i perioden frem til 2029 /Arbejdsgruppen for CO_2-baseline og demografi/. Sønderborg Kommune regner i sin seneste prognose med at der etableres ca. 1.400 nye boliger i alt i perioden 2009-2021. 35% af områdets indbyggere bor i Sønderborg by og 9% i Nordborg, mens der bor omkring 12% i landdistrikterne (defineret som i byer med mindre end 200 indbyggere).



Figur 12: Indbyggerantal fordelt på byer i Sønderborg Kommune /Dnamarks Statistik/.

Sønderborg-området har et dynamisk erhvervsmiljø inden for højteknologi, maskin-, og levnedsmiddelindustri, og har mange uddannelsessteder og kollegier. Campus Alsion, Syddansk Universitet er beliggende i Sønderborg.

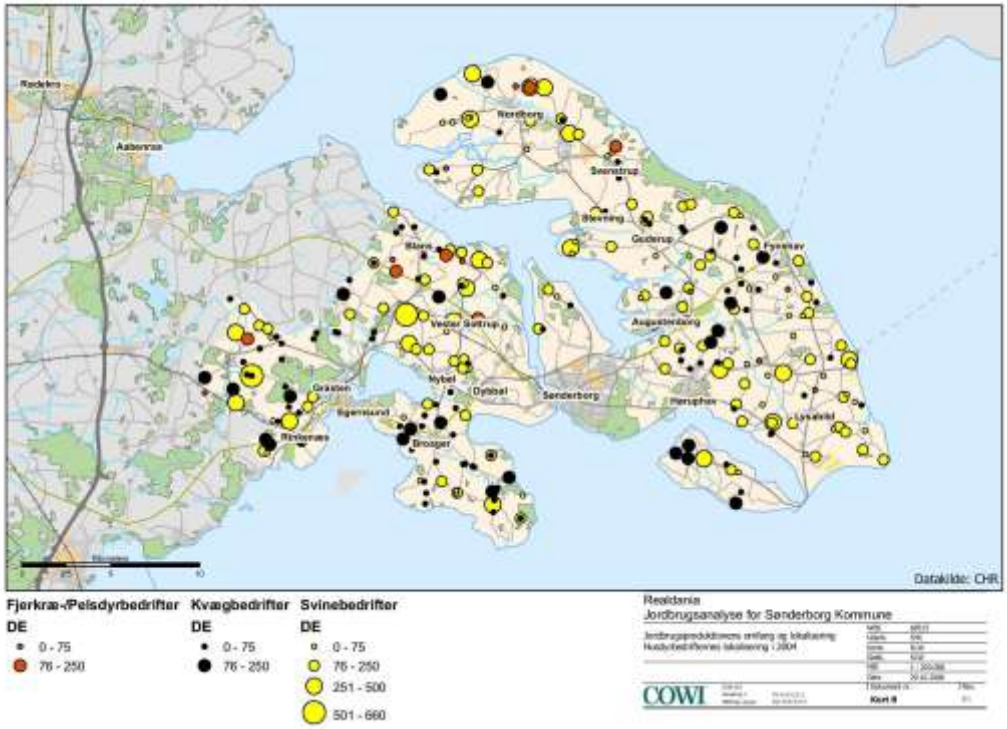
Beskæftigelsen i erhvervene i Sønderborg-området fordelte sig i 2003 med 31% indenfor industri, 30% indenfor offentlig service og 17% indenfor handel og service, mens 3% er beskæftiget ved landbrug /Virkemiddelkatalog for bygninger/.



Figur 13: Fordeling af erhverv i Sønderborg-området /Kommunernes Landsforening/.

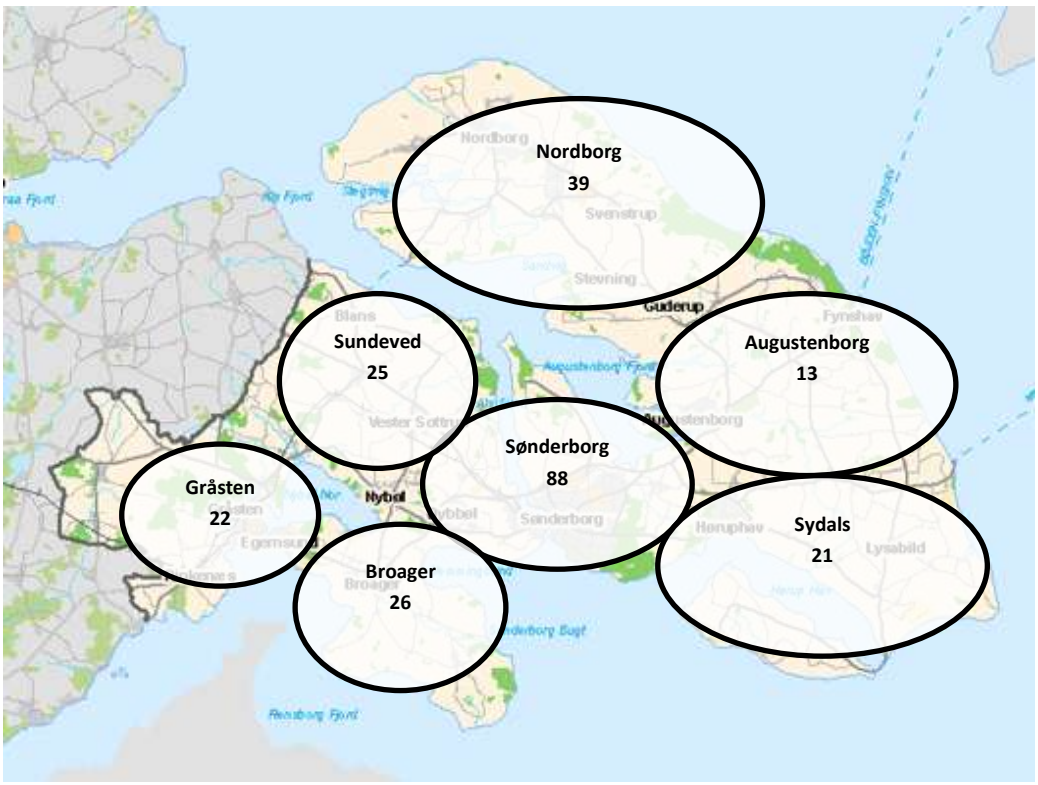
Landbrugsproduktionen er især baseret på svineproduktion, og der pt. er en bestand på 43.173 dyreenheder svarende til over 2 millioner svin /Virkemiddelkatalog for landbrug/. Husdyrbedrifternes størrelse og placering er vist i *Figur 14*.

Danish Crown har et slagteri i Blans med omkring 725 ansatte, som foretager ca. 56.000 slagtninger per uge /Danish Crown, oktober 2009/.



Figur 14: Husdyrbedrifternes lokalisering og omfang. /Virkemiddelkatalog for landbrug/

En optælling viser, at der i alt er 234 industrielle virksomheder i Sønderborg-området. Disse fordeler sig som vist i *Figur 15* /Virkemiddelkatalog for fremstillingsprocesser/.



Figur 15: Geografisk placering af 234 industrier i Sønderborg-området /Virkemiddelkatalog for fremstillingsprocesser/.

Historisk er erhvervslivet i Sønderborg-området præget af Danfoss' aktiviteter, som går tilbage til 1930'erne. Danfoss har været medvirkende til at skabe grundlag for etablering af mindre virksomheder som underleverandører indenfor samme brancher. Således er 133 virksomheder i dag registreret under kategorierne fremstilling og forarbejdning af metal, maskinindustri og elektronikindustri. Hertil kommer virksomheder indenfor fødevarer samt teglværkerne. Herudover har Danfoss også arbejdet aktivt på spredning af know-how og givet gode betingelser for udvikling og etablering af nye virksomheder.

Sønderborg-området er kendetegnet af en mangfoldighed af uddannelsesinstitutioner og har et solidt forskningsmiljø med forbindelse til erhvervslivet. Herunder hører blandt andet Syddansk Universitet, som har til huse på Alsion. House of Science (HoS) er et eksempel på en sammenkobling mellem forskning, udvikling og undervisning – populært sagt, fra børnehave til PhD. House of Science er et samarbejde imellem Sønderborg Kommune, ProjectZero, områdets fire ungdomsuddannelsesinstitutioner og Danfoss Universe. Projektet har til formål at skabe et stærkt læringsmiljø, der binder formelle og uformelle uddannelsesmuligheder effektivt sammen med erhvervslivet. Kompetenceudvikling i bred forstand – fra ansvarlighed til faglige spidskompetencer – er en nødvendighed for at nå visionen og vil samtidig skabe arbejdspladser.

ProjectZero er med til at skabe det efterspørgselsbaserede grundlag for, at Sønderborg-området kan blive et kraftcenter og etablere en eller flere klynger inden for Cleantech, som er en samlet betegnelse for de løsninger og teknologier, der er nødvendige for at kunne løse klimaudfordringen. Til Cleantech hører energi- og vandbesparende udstyr samt grøn energi- og vandforsyning. Sønderborg-området har særlige kompetencer indenfor køle-, varme-, belysnings- og processtyring, som kan sammenfattes i produkter, der kan lede til energieffektivisering. Flere af områdets virksomheder er involveret i fjernvarme-, solvarme-, varmepumpe-, solcelle- og brint-teknologier, også kaldet VE-teknologier.

Den kollektive energiforsyning i Sønderborg-området er i dag overvejende baseret på naturgas og affaldskraftvarme suppleret med en mindre andel on-shore vind samt elimport over kommunegrænsen. I områder uden fjernvarme anvendes især naturgas og fyringsolie til rumopvarmning og produktion af varmt vand. Samlet set er fjernvarmedækningen i området 34% af nettovarmebehovet, hvilket er relativt lavt i forhold til landsgennemsnittet. Industrielle fremstillingsprocesser er primært baseret på fossile brændsler og el, mens transport ligesom i resten af landet udelukkende er baseret på benzin og dieselolie. Der er i Sønderborg et uudnyttet potentiale for biomasse-/biogasanvendelse og spildvarme fra industrielle processer. Dertil kommer muligheder for udnyttelse af solvarme og geotermi.

Transportmæssigt er Sønderborg-området karakteriseret ved en stor landorienteret kommune, hvor Sønderborg by er tyngdepunktet og med Gråsten og Nordborg som de øvrige bymæssige ankerpunkter.

Der går hovedveje fra Sønderborg by til hhv. Åbenrå og Kruså/Padborg. I løbet af de næste 10 år forventes der etableret en ny motorvejsforbindelse mellem motorvej E45 ved Kliplev og frem til Sønderborg by, hvis sigte er at øge tilgængeligheden mellem Sønderborg og motorvejsnettet samt reducere trafikbelastningen på de to eksisterende vestgående trafikkorridorer.

Sønderborg-området rummer et stort antal strækninger med cykelstier, og i de kommende år er fokus på at skabe et cykelnet, hvor de store cykel- og knallertstrømme tilbydes en god fremkommelighed og tryghed. Sønderborg Kommune har udarbejdet en cykelruteplan, som definerer det fremtidige cykelrutenet og planlægger i år 2010 at udarbejde en cykelhandlingsplan, der beskriver de initiativer, som Sønderborg Kommune vil arbejde med for at fremme cyklismen i Sønderborg-området.

Der er 3 færgeruter i Sønderborg-området, nemlig Alsruten (Fynshav-Bøjden), Ærøforbindelsen (Mommark-Søby) og Hardeshøj-Ballebro (ejet af Sønderborg Kommune). I nær

fremtid vil Ærøforbindelsen opgive sejlads på Mommark havn og i stedet flytte til Fynshav færgehavn. For alle tre færgeruter gælder, at de har stor lokal og regional betydning.

Flytrafikken til Sønderborg-området betjenes via Sønderborg Lufthavn, ejet af Sønderborg Kommune. Lufthavnen er i dag åben for alle typer luftfart, og anvendes både til ruteflyvning, charterfly og privatflyvning plus helikopterservice.

4 CO_2-neutralitet

Der findes flere måder at opgøre Sønderborgs klimapåvirkning på. Målsætninger forudsætter afklaring og principiel stilling til, hvad "nul CO_2" betyder. Skal alle drivhusgasser medregnes? Skal alle kilder tages i betragtning? Hvordan håndteres udvekslingen af varer og transport over grænser? Hvordan håndteres el-import/-eksport? Kan der købes aflad for manglende reduktion i CO_2-emission?

4.1 Energirelateret og ikke-energirelateret klimapåvirkning

Drivhusgasser er medvirkende årsag til den globale opvarmning. Drivhusgasser omfatter foruden CO_2 også metan (CH_4), lattergas (NO_2), hydroflourcarboner (HFC gasser), perfluorcarboner (PFC-gasser) samt svovlhexafluorid (SF_6). For sammenlignelighedens skyld omregnes samtlige gasser ofte til CO_2-ækvivalenter, hvor man tager hensyn til, hvor kraftigt gassen påvirker atmosfæren, idet nogle er mere potente end andre.

I Sønderborgs Masterplan 2029 medregnes **kun CO_2 fra energirelaterede formål** ud fra et ønske om at fokusere indsatsen på de energirelaterede virkemidler, og på muligheden for at fungere som demonstratorium for et dynamisk energisystem og realisere store energibesparelser gennem public-private-partnership.

Sønderborgs Masterplan 2029 adresserer således ikke metan fra lossepladser og industrigasser, samt metan og lattergas fra landbruget. Emissionen af metan og lattergas fra landbruget påvirkes bl.a. af størrelsen af svineproduktion, mængden af malkekvæg, fodereffektivitet, udtagningen af landbrugsareal, skovrejsning og biogasproduktion.

Landbrug er vigtigt i drivhusgas sammenhænge. I Danmark er 24% af drivhusgasudledningerne, regnet i CO_2-ækvivalenter, ikke-energirelateret (se nedenstående *Tabel 1*). Sønderborg har en relativt stor andel landbrug og det kan derfor formodes, at Sønderborgs andel af ikke-energirelateret udledning er større end landsgennemsnittet.

Tabel 1: Danmarks drivhusgasudledning 2005 opdelt på sektorer og kilder (mio. tons CO_2-ækvivalenter) /Miljø og økonomi 2009, Det Økonomiske Råd, s. 270/.

			Energi-relateret CO2	Ikke-energi-relateret CO2	I alt	
Kvoteomfattede			**24,5**	**1,9**	**26,4**	*41%*
	El- og fjernvarmeproduktion mv.		21,8	1,9		
	Øvrige erhverv		2,7			
Ikke-kvoteomfattede			**23,7**	**13,6**	**37,3**	*59%*
	Erhverv	Landbrug	3,5			
		Byggeri	0,7			
		Industri	1,0			
		Privat service	0,7			
		Offentlig service	0,7			
	Husholdninger, varme		3,6			
	Transport	Privat biler (husholdninger)	5,8			
		Fragt på vej	5,3			
		Øvrig transport	2,4			
	Metan og lattergas fra landbrug			10,0		
	Øvrig drivhusgasudledning			3,6		
I alt			**48,2**	**15,5**	**63,7**	*100%*
			76%	*24%*	*100%*	

4.2 Produktionsperspektiv eller forbrugsperspektiv

Der er i CO_2-opgørelsen i Sønderborgs Masterplan 2029 anlagt samme synsvinkel på CO_2-belastningen som i Kyoto-aftalen, dog er området afgrænset til Sønderborg kommune i stedet for Danmarks grænser. Dette kaldes et "produktionsperspektiv" /IDAs Klimaplan 2050, s.67/.

Målet om CO_2-neutralitet omfatter således **det direkte energiforbrug**, men ikke det indirekte energiforbrug. Det vil f.eks. sige, at forbruget af energi til at se TV indgår, men ikke energiforbruget ved produktionen af TV-apparater, hvis disse er produceret udenfor Sønderborgs grænser.

I CO_2-balancen indgår således energiforbruget til **produktion** f.eks. industrielle fremstillingsprocesser, uanset om de fremstillede produkter anvendes i Sønderborg-området eller udenfor området.

Energiindholdet i øvrigt vareforbrug indgår ikke i betragtningerne i Masterplan 2029.

Der findes ikke tal for Sønderborg-områdets reelle transportforbrug. Derfor er transportforbruget skønnet ud fra data for Danmarks transportforbrug. Det vil sige, at Sønderborg-områdets andel af transportforbruget skønnes at svare til Sønderborg-områdets andel af det samlede danske befolkningstal.

Ud fra en betragtning om, at Sønderborg har begrænset indflydelse på skibsfart, togtransport og flytransportpolitikkerne er disse udeladt af CO_2-balancen og CO_2-målet. Opgørelsen i *Tabel 2* viser betydningen af denne beslutning. Vejtransport udgør mere end ¾ af både energiforbrug og CO_2-udslip af den samlede transport. Det udeladte transportforbrug udgør omkring 7% af Sønderborgs samlede CO_2-udslip inklusive al transport (se eventuelt bilag 4).

Tabel 2: Sønderborgs andel af den samlede danske transport etsimeret på basis af relativ andel af Danmarks befolkingstal.

Transportform	Energikilde (MWh)						CO2-emission (tons)	
	JP2 (flybenzin)	Motor-benzin	Diesel-/gasolie	Fuelolie, petroleums-koks	I alt			
Vejtransport		307.125	370.828		677.953	78%	179.501	78%
Banetransport			11.983		11.983	1%	3.192	1%
Indenrigs søtransport			13.289	4.275	17.564	2%	4.741	2%
Indenrigs luftfart	5.769				5.769	1%	1.495	1%
Udenrigs luftfart	146.187				146.187	17%	37.892	17%
Forsvarets transport	6.719		2.645		9.364	1%	2.446	1%
Endeligt forbrug til transport	**158.675**	**307.125**	**398.745**	**4.275**	**868.820**	100%	**229.267**	100%
	18%	35%	46%	0%	100%			

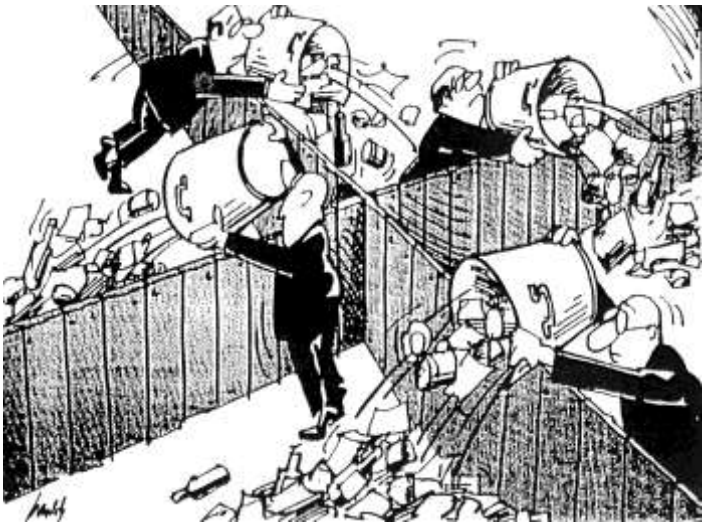
4.3 Sønderborg som integreret del af internationalt system

Sønderborg er en del af et globalt fællesskab og indgår i et internationalt sammenhængende system med gensidig udveksling af varer, herunder også elektricitet, affald og biomasse.

Sønderborg vil først og fremmest bestræbe sig på at udnytte mulighederne indenfor Sønderborg kommunes geografiske grænser. Dette er udtryk for et ønske om at være en synlig drivkraft for en udvikling bort fra fossile brændsler (frontløber) og ikke et ønske om at være uafhængig af det øvrige energisystem (osteklokke). Et osteklokke-perspektiv kan føre til suboptimering. En væsentlig del af løsningen på miljøudfordringen findes i samspillet med initiativer og udvikling i det øvrige samfund. Et dynamisk samspil med resten af landet og Europa vil give en bedre udnyttelse af VE, idet forsyningsprofilen vil kunne tilpasses behovet bedre.

Dette afspejles i Masterplanen, og de valg der foretages.

Samtidig ønsker Sønderborg at påtage sig ansvaret for sin del af den globale miljøpåvirkning som følge af CO_2-udslip fra energirelaterede formål, og ikke blot eksportere problemerne (*Figur 16*). Energieffektiviseringer, som kan lede til reduktion i energiforbruget, er et vigtigt element i begrænsningen af CO_2-emissionen.



Figur 16: What went wrong? /Rabo Bank præsentation, Paris, 2007/.

CO_2-indholdet i de udefra kommende energiressourcer regnes, som nævnt i afsnit 4.1, med i Sønderborgs CO_2-balance. Ligesom CO_2-indholdet i eksporten af energi medregnes.

Indholdet af CO_2 i elektricitet importeret over kommunegrænsen afhænger i høj grad af forhold, som Sønderborg ikke har indflydelse på. I det omfang der er behov for nettoimport over kommunegrænsen, er det et mål for Masterplan 2029, at importen modsvares af tiltag foranstaltet af Sønderborg, eventuelt udenfor Sønderborgs grænser. Disse kunne omfatte:

- Ekstraordinær **binding** af drivhusgasser f.eks. gennem etablering af skov eller vådområder, udtagning af drænede jorde af landbrugsdrift, reduktion af kvælstofoverskud i landbruget, bedre foderpraksis, øget andel af økologisk landbrug og forskellige former for ”carbon-capture storage” (CCS).
- Investeringer i **VE-produktion udenfor kommunegrænsen** såsom vindmølleanlæg, biomasseproduktion, m.m. Dette giver ikke på kort sigt mindre CO_2, men kan gøre det på langt sigt, hvis man antager, at næste kvotetildeling justeres ind efter mulighedenfor VE. Det er dog vigtigt at sikre sig, ved eventuelt køb af ”grøn” strøm og lignende, faktisk fører til *additionel* etablering af VE anlæg og ikke blot fører til at andre aktører etablerer mindre VE.

- **Opkøb og destruktion af CO_2-kvoter**. Det vil gøre mængden af kvoter mindre i den indeværende kvoteperiode og dermed øge kvoteprisen og medvirke til at øge andelen af VE "her og nu" (og ikke først i næste kvoteperiode).

Prioritet gives til etablering af VE anlæg såsom off-shore vindmøller ved Sønderborg. Demonstration af et dynamisk energisystem, hvor samspillet mellem VE baserede forsyningsformer, energiforbrug og muligheder for lagring af energi udnyttes bedst muligt, vil kunne føre til indpasning af en højere andel af VE i Sønderborg, men forventes også at have værdi for udbredelsen af dynamiske energisystemer og VE i Danmark og resten af omverdenen.

Ekstraordinær binding af CO_2 er ikke udelukket som mulighed, men prioriteres ikke i første omgang i Masterplanen. Der er to begrundelser for dette: Dels ønsker Sønderborg at bidrage til, at der helt undgås CO_2-udslip, dels er mængden af velgennemprøvede bindingsmuligheder ikke tilstrækkelig.

Opkøb og destruktion af CO_2-kvoter prioriteres ligeledes lavt.

Tekstboksen nedenfor opsummerer kort, hvordan CO_2-balancen for Sønderborg er afgrænset.

CO_2-referencen:

- Det beregnede CO_2-udslip i 2007.

CO_2-reduktionsmålet omfatter:

- CO_2-udslip fra energirelaterede formål indenfor kommunegrænsen inklusive vejtransport.
- CO_2-indholdet i energi importeret/eksporteret over kommunegrænsen. Dog indregnes VE-anlæg, som etableres udenfor kommunegrænsen på foranledning af Sønderborg-området, som områdets egne anlæg (f.eks. off-shore vindmøller).

CO_2-reduktionsmålet omfatter ikke:

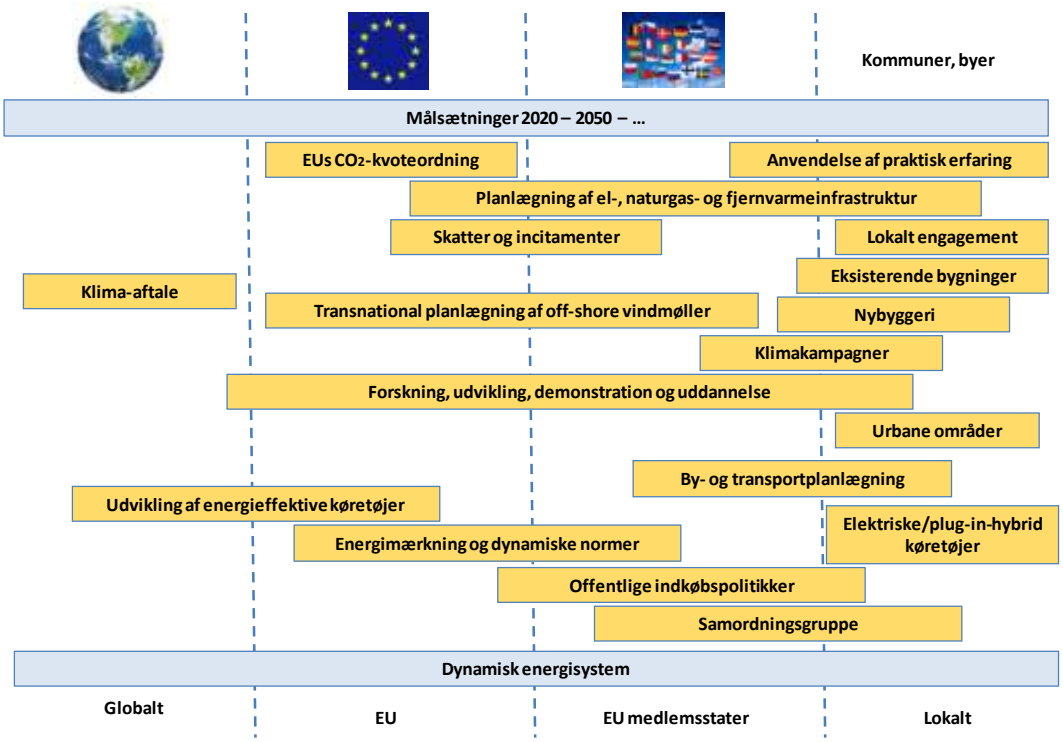
- CO_2-udslip fra tog-, sø- og flytransport.
- CO_2-indholdet importerede varer.
- CO_2-udslip fra ikke-energirelaterede formål.

Figur 17: Den valgte afgrænsning af begrebet CO_2-neutralitet.

5 Rammer – udfordringer og muligheder

Klimamålsætningerne er den helt overordnede udfordring i de kommende årtier. På alle niveauer – internationalt, nationalt og lokalt – er der fokus på, hvordan forsyningssystemer og energiforbrug kan tilpasses for at imødegå den globale opvarmning (se *Figur 18*). Men også energipolitiske emner såsom forsyningssikkerhed og økonomisk vækst vil være centrale i de kommende år.

Der skal sættes ind på mange niveauer, og det er samspillet mellem en lang række af tiltag, der tilsammen kan sikre, at de energipolitiske mål nås. En fælles EU minimumstandard kan f.eks. sørge for, at køleskabenes elforbrug begrænses, og en fælles EU mærkningsordning kan gøre det muligt for forbrugerne at vurdere køleskabenes energikvalitet; men det er nationale og lokale indsatser, der sørger for, at energirigtige køleskabe er tilgængelige i butikkerne og at sælgerne støtte deres kunder i energirigtige valg.



Figur 18: Eksempler på samspillet mellem internationalt, nationalt og lokalt niveau om miljørigtig udvikling af energisystem og -forbrug.

På samme vis kan et fuldt dynamisk energisystem i Danmark ikke komme til fuld udnyttelse, hvis transmissionsnettet til vore nabolande ikke er tilstrækkeligt udbygget til at tillade udveksling med de norske og svenske vandkraftværker. Der vil i fremtidens energisystem blive brug for en vifte af forskellige energilagringsteknologier, således at de naturgivne udsving i energiproduktion fra bl.a. vind og sol kan overkommes. Disse lagringsteknologier skal udvikles både gennem international forskning og udvikling og lokalt entreprenørskab.

5.1 Internationale målsætninger og initiativer

Internationalt arbejdes der på, at der med klimakonferencen COP15 i København i december 2009 nås frem til en langsigtet aftale, som også omfatter de store udledere af drivhusgasser i verden. Det vil være et stort skridt frem i bekæmpelsen af klimaændringer – og det vil få betydning for den fremtidige ramme for, hvilke nye initiativer, der bliver behov for – både på internationalt, nationalt og lokalt niveau.

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

I april 2009 vedtog det Europæiske Råd klima- og energipakken, som indebærer en række forpligtende målsætninger for EU som helhed frem til 2020:

- 20% reduktion af drivhusgasemissioner,
- 20% VE i EU's samlede energiforbrug,
- 20% mindre energiforbrug gennem energieffektivisering,
- 10% VE i hver enkelt medlemsstats transportenergiforbrug.

I daglig tale kaldes disse målsætninger "20-20-20-målene".

Pakken fastlægger også de initiativer, man i EU er enige om med henblik på at nå de fælles målsætninger for 2020. Pakken indeholder bl.a. et nyt VE-direktiv med forpligtende målsætninger, et revideret kvotehandelssystem, beslutning om reduktion af drivhusgasemissionerne i de ikke-kvoteomfattede sektorer med 10%, et direktiv om CO_2-opsamling og lagring i undergrunden. Ifølge VE-direktivet skal landene senest medio 2010 forelægge nationale handlingsplaner for VE.

Det står klart, at der bliver tale om en omfattende og langsigtet indsats for at bekæmpe klimaforandringerne. Der er i stigende grad fokus på, hvilke forpligtende mål, der må sættes for tiden efter 2020. EU har en ambition om at nå en reduktion på 60-80% af de samlede europæiske drivhusgasudledninger i 2050. Det sker i takt med, at den tilgængelige viden om konsekvenserne af den globale opvarmning bliver stadig mere konkret.

Udover klima- og energipakken har EU taget en lang række initiativer for at fremme energibesparelser og energieffektivisering, herunder fastsættelse af minimumskrav til produkters energieffektivitet, fremme af udnyttelsen af kraftvarme, fjernvarme, køling m.v.

CO_2-kvotehandelssystem i EU

EU har etableret et handelssystem for CO_2-kvoter med det formål at synliggøre værdien af miljøpåvirkningen fra CO_2-udslip og at medvirke til, at det er de mest forurenende energiproduktionsanlæg, der først tages ud af drift.

EUs CO_2-kvotehandelssystem skal sikre omkostningseffektiv CO_2-reduktion indenfor det *kvoteregulerede marked*.

Aktører indenfor det kvoteregulerede marked tildeles en vis mænge CO_2-kvoter for en given periode. Hensigten er, at den tildelte mængde kvoter reduceres for hver ny periode. El og fjernvarme produceres på kvoteregulerede værker. Færre kvoter tildelt i 2012-20 vil føre til en højere CO_2-kvotepris, som igen fører til, at VE (og energieffektiviseringer) får forbedret konkurrenceevne.

Emissionen i EU reduceres altså ikke, hvis f.eks. Gråsten Fjernvarme skifter fra fossile brændsler til VE i 2010, da mængden af tildelte kvoter ikke ændrer sig indenfor den igangværende kvoteperiode. Men dette holder kun på kort sigt. En reduktion af *forbruget* af energi på sigt kan bidrage til, at en lavere kvotetildeling bliver politisk mulig i næste periode.

Det kvoteregulerede marked omfatter følgende typer af virksomheder:

- El- og varmeproducerende anlæg på 20 MW indfyret effekt eller derover.
- Energiproducerende industrianlæg på 20 MW indfyret effekt eller derover, dog ikke energiproduktion fra affald.
- Raffinaderier og koksværker.
- Virksomheder indenfor produktion og forarbejdning af ferro-metaller over en vis størrelse.
- Cement-, glas- og teglvirksomheder over en vis størrelse.
- Papir- og papvirksomheder over en vis størrelse.
- Fra 1. januar 2012 også luftfartsoperatører.

For Sønderborgs vedkommende er der 11 virksomheder, som er omfattet af kvotereguleringen. Disse er vist i nedenstående *Tabel 3*.

Tabel 3: Tildelte kvoter i Sønderborg-området i 5-års perioden 2008-2012 (tons CO_2-ækvivalenter).

Kvote-virksomheder	Mængde	Andel
Gråsten Fjernvarme	66.441	*8,2%*
Broager Fjernvarme	52.995	*6,6%*
Sønderborg Fjernvarme	5.404	*0,7%*
Sønderborg Kraftvarmeværk	363.123	*45,0%*
I alt energiforsyning	**487.963**	***60,5%***
Gråsten Teglværk	20.616	*2,6%*
Petersen Tegl Egernsund	48.499	*6,0%*
Tychsens Teglværk	20.513	*2,5%*
Carl Matzens Teglværker	22.423	*2,8%*
Bachmanns Teglværk	24.701	*3,1%*
Vesterled Teglværk	58.027	*7,2%*
I alt teglværker	**194.779**	***24,1%***
Danfoss	124.325	*15,4%*
I alt	**807.067**	***100,0%***

Det fælles energisystem

Klimaudfordringerne og hensynet til forsyningssikkerhed betyder, at der er et stort politisk ønske om, at VE får en mere og mere central placering i energisystemet i årene, der kommer. Der er fra politisk side opstillet mål for den samlede andel af VE i årene 2012 og 2020. Ifølge udspillet til byrdefordelingen i VE-direktivet fra EU Kommissionen skal Danmark i 2020 forsynes af 30% VE. Hermed kan VE ikke længere betragtes som et supplement til den konventionelle energiproduktion, men som en hovedkilder, der skal indpasses for at sikre, at systemet fortsat fungerer.

Men dagens energisystem beror i høj grad på en 1900-tals teknologi, planlagt og opbygget før mikroprocessoren blev opfundet. Det giver begrænsninger i fleksibiliteten og indebærer potentielt både miljø-, forsyningssikkerheds- og sikkerhedsmæssige problemer.

Dette nødvendiggør, at energisystemet omdannes fra tidligere tiders centraliserede producent-kontrollerede system til et system, som er mere decentralt og meget mere konsument-interaktivt. Omdannelsen vil involvere energiproducenter, forsyningsselskaber, producenter af udstyr, leverandører af energitjenester, installatører, forbrugere, regulatorer og andre myndigheder.

For Energinet.dk bliver driften af hele systemet bliver en stadigt mere omfattende og kompleks opgave. Store mængder fluktuerende og distribueret elproduktion skal indpasses i systemet, og effektiviteten i både produktion og forbrug i det samlede system øges, og tab mindskes. Det kræver nye teknologier og kommunikation i systemet. Dette kaldes **det dynamiske energisystem**.

Udviklingen af det dynamiske energisystem er en opgave, som har været sammenlignet med etableringen af de nationale og internationale motorvejssystemer i forrige århundrede og udviklingen af internettet i de seneste årtier.

Danmark er ikke det eneste land, der står overfor denne udfordring, og der ligger et stort erhvervsmæssigt eksportpotentiale for de regioner, som er længst fremme i bestræbelserne.

5.2 Nationale målsætninger og initiativer

Regeringen beskriver i sin Energipolitiske redegørelse til Folketinget 2009 sine mål og visioner for klima- og energipolitikken i Danmark på følgende måde:

Visionen

- 100% uafhængighed af fossile brændsler.

Internationale forpligtende målsætninger

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

Nationale målsætninger

- 20% VE i bruttoenergiforbruget i 2011.
- Årlige energibesparelser på 1,5% af det endelige energiforbrug i 2006.
- 4% reduktion i bruttoenergiforbruget i 2020 i forhold til 2006.

Figur 19: Den danske regerings energi- og klimavision /Energipolitisk Redegørelse 2009/.

Det fremgår af redegørelsen, at der er behov for nye energi- og klimapolitiske initiativer i Danmark for at nå målsætningerne om VE-andel og reduktion i bruttoenergiforbruget. Ifølge de seneste fremskrivninger fra Energistyrelsen mangler der 2% for at nå målsætningen om 30% VE i bruttoenergiforbruget i 2020, og med de nuværende initiativer nås kun halvdelen af målsætningen om 4% reduktion i bruttoenergiforbruget i 2020.

Regeringen har med udgangspunkt i visionen om en frigørelse af Danmark fra fossile brændsler nedsat en national Klimakommission, som inden udgangen af 2010 skal komme med forslag til, hvordan Danmark på langt sigt kan frigøre sig fra afhængigheden af fossile brændsler. Kommissionen skal bl.a. komme med bud på sammenhængende energisystemer, som sikrer forbedret energieffektivitet, reduceret energiforbrug, en stigende andel af VE og som fremmer konkurrencen på energimarkederne. Regeringen

har desuden bebudet, at der i indeværende valgperiode – på baggrund af Klimakommissionens rapport – vil blive fremlagt et konkret oplæg til, hvornår og hvordan Danmark kan blive uafhængig af fossile brændsler.

Blandt de vigtigste initiativer, som allerede er iværksat for at nå målsætningerne, er:

- **energiaftalen** fra februar 2008, som forbedrer rammerne for udbygning med VE og øger energiselskabernes energispareforpligtelser,
- **skattereformen**, som bl.a. øger energi- og miljøafgifterne samt
- **strategien for reduktion af energiforbruget i nye bygninger**. Kravene til nye bygningers energiforbrug foreslås strammet med 25% i 2010 og 57% i 2015 kombineret med en faktor for fjernvarme på 0,8.

Udbygningen af fjernvarme i form af kraftvarme fremhæves i regeringens Energipolitiske Redegørelse 2009 som en væsentlig årsag til dansk energipolitiks succes, ligesom fjernvarmen nævnes som en nøglespiller i udviklingen af det grønne vækstsamfund. Konvertering fra individuel naturgasforsyning til fjernvarme er i nogle tilfælde samfundsøkonomisk fordelagtigt og ønskes fremmet. Klima- og Energiministeren har i et brev til kommunerne januar 2009 opfordret til, at der iværksættes projekter for en sådan konvertering. Anvendelse af store varmepumper i fjernvarmeforsyningen undersøges p.t.

Ifølge den Energipolitiske Redegørelse, udgør biomasse inklusiv bio-nedbrydeligt affald i Danmark i dag næsten ¾ af VE-andelen i energiforbruget. Kun ca. halvdelen af de danske biomasseressourcer udnyttes i dag ifølge redegørelsen. Både for biomasse – især træpiller – og erhvervsaffald er der ved at udvikle sig et internationalt marked.

Regeringen forventer, at ophævelsen af hvile-i-sig-selv reguleringen for kraftværkernes affaldsforbrænding vil gøre det mere attraktivt for kraftværkerne at erstatte kul med affald, hvilket i givet fald vil reducere affaldsmængden, som går til de dedikerede affaldsforbrændingsanlæg.

Endelig ser regeringen et stort potentiale for udnyttelse af geotermi i varmeforsyningen. Klima- og Energiministeriet har netop udarbejdet en redegørelse om geotermi, som belyser potentiale, samfundsøkonomi, barrierer m.v. /Geotermi-varme fra jordens indre, Energistyrelsen, oktober 2009/.

Ifølge Kommunernes Landsforening, KL, forventes lovgivningen omkring de kommunale varmeplaner at falde på plads i 2010, så kommunerne skal have planerne klar i næste kommuneplanperiode. Der vil i høj grad blive lagt vægt på samarbejde på tværs af kommunegrænserne, på helhedstænkning og på at kommunerne skal tænke langsigtet.

I regeringens grønne transportpolitik fra januar 2009 er der fokus på at nedbringe CO_2-udledningen fra transport bl.a. ved at lade kollektiv transport løfte det meste af fremtidens vækst i trafikken og ved at fremme cykeltransport. Energiaftalen fra 2008 medførte, at el- og brintbiler fritages for afgift frem til 2012, og at der blev afsat en pulje på 35 mio. kr. til en forsøgsordning for el-biler i perioden 2008-2012./Virkemiddelkatalog for transport/

5.3 Danske visioner/fremtidsbilleder

Fra flere sider arbejder man i disse år med at udvikle langsigtede strategier for fremtidens energisystemer. Her præsenteres kort fire strategier, som er offentliggjort af den danske energibranche, den danske systemoperatør, forskningsmiljøet, og den danske ingeniørforening.

Dansk Energi – CO_2-neutralt energisystem i 2050 (juni 2009)

Dansk Energi har med sin vision "Power to the people", juni 2009 udarbejdet scenarier for et energisystem, der er CO_2-neutralt i 2050. Målsætninger i visionen er, at udledningen af drivhusgasser skal reduceres, så den samlede CO_2-emission i Danmark er nul i 2050, og at Danmarks forsyningssikkerhed skal øges herunder med reduktion af afhængigheden af importeret olie og gas.

Det kan ifølge Dansk Energi realiseres gennem et velfungerende energimarked og med en elandel, som øges fra 20% af energiforbruget til over 50%. Dansk Energis 2050-scenarie viser, hvordan fremtiden kan se ud med teknologiløsninger som elbiler, varmepumper, brug af el i industrien, anvendelse af biogas fra landbruget og CO_2-lagring (CCS = Carbon Capture Storage). Dertil kommer massive energieffektiviseringer og energibesparelser.

Energinet.dk – integration af vindkraft (marts 2009)

Energinet.dk har beskrevet udfordringen ved at integrere store mængder vindkraft i elsystemet, primært med fokus på balancering af systemet, i rapporten "Effektiv anvendelse af vindkraft-baseret el i Danmark", marts 2009. I rapporten påpeges, at elbaserede løsninger er meget energieffektive, og at VE-el kan omsættes effektivt og fleksibelt i både i varme- og transportsektoren med hhv. varmepumper og elbiler. Det kræver, at et dynamiske samspil mellem elsystem, varmepumper og elbiler udvikles, og her er elmålere med tovejskommunikation en forudsætning.

Derudover peges på udbygning af udvekslingsforbindelser, forstærkning af net, geografisk spredning af havvindmølleparker, fleksibel elproduktion og -forbrug, og på langt sigt ellagring samt anvendelse af brint i transportsektoren og gasnettet som mulige virkemidler.

IDAs Klimaplan 2050 (august 2009)

IDAs Klimaplan 2050 er en del af det internationale klimaprojekt "Future Climate – Engineering solutions", hvor ingeniørorganisationer fra 12 lande arbejder med at udvikle nationale klimaplaner og andre tiltag, som kan bidrage til at reducere udledningen af drivhusgasser.

IDAs Klimaplan 2050 beskriver, hvordan Danmark i første halvdel af det 21. århundrede kan reducere udslippet af drivhusgasser med 90%. De samfundsøkonomiske beregninger viser, at en omlægning af energiforsyningen vil medføre besparelser på 13 milliarder kr. allerede i år 2015. Herefter vil besparelserne stige frem til 2050, så de når op på 25 milliarder kr. årligt.

IDAs Klimaplan 2050 indeholder ni centrale anbefalinger, der er udtryk for en offensiv strategi, hvor samfundet via store investeringer omstiller og fremtidssikrer den danske energi- og infrastruktur. Strategien er baseret på en række forskellige virkemidler med fokus på skærpede krav, innovation og markedsudvikling samt viden-opbygning.

Eksempler på foreslåede ændringer i energiforbrug og -forsyning er:

- Vindmøller leverer 70% af al elektricitet.
- De resterende 30% kommer fra biogas (15%), solcelleenergi (10%) og bølgeenergi (5 %).
- Fjernvarmeforsyningen udbygges, brændselsceller og varmepumper (Som begge baserer sig på vindenergi) leverer varme.
- Energiforbruget i erhvervsliv og bolig- og ejendomsmasse halveres inden 2050.
- Erhvervslivet skal reducere sit energiforbrug med 30% inden 2015. Nye økonomiske incitamenter og rådgivning om energibesparelser skal fremme udviklingen.

Forsknings- og udviklingsstrategi for biogas (august 2009)

Brancheforeningen for Biogas, EUDP og Energinet.dk har i forskningsstrategien for biogas fra august 2009 peget på de indsatsområder, hvor der primært er behov for udvikling:

- Biogasanlæg alene baseret på husdyrgødning – fokus på opkoncentrering af gylle og fibre.
- Driftsøkonomisk optimering – minimering af omkostninger per m^3 behandlet biomasse.
- Gasudbytteoptimering og minimering af restmetanudslip fra afgasset gylle.
- Forbehandling og oplukning af gyllefibre og plantemateriale for at øge gasproduktionen.

- Procesforståelse og operativ procesoptimering – overvågning, styring og regulering.
- Modeller for optimal indpasning af biogassen i det fremtidige energisystem, f.eks. ved sammentænkning af el- og gassektorerne.

5.4 Lokale- og regionalpolitiske målsætninger og initiativer

Det er ikke kun fra centralt hold, at der sættes mål og iværksættes initiativer til at fremtidssikre det danske energisystem. Regioner, kommuner, byer, virksomheder og borgere engagerer sig også aktivt i arbejdet. Her præsenteres målsætningerne for Sønderborg Kommune og Syddansk Vækstforum.

Sønderborg Kommune – energipolitik og energistrategi (marts 2008)

Sønderborg Kommunes "Energipolitik og energistrategi, 2008" opstiller en vision om, at Sønderborg-området skal være CO_2-neutralt senest i 2029. Allerede i 2009 skal det kommunale energiforbrug være reduceret med 20% i forhold til 2007, og energiforbruget i husholdninger, erhverv og den kommunale virksomhed i området skal være halveret i 2020 i forhold til 2007.

Indsatsen for at nå disse mål er beskrevet for følgende områder:

- **Kommunal virksomhed**, hvor der gennemføres en lang række initiativer inden for kommunens egne bygninger, institutioner, indkøb og transport;
- **By- og kommunestruktur**, hvor der lægges vægt på energirigtig bystruktur, arkitektur og grønne områder;
- **Byggeri**, hvor der allerede i 2008 stillet krav om lavenergibyggeri, klasse 1, for både kommunalt og privat nybyggeri;
- **Transport og infrastruktur** med initiativer for minimering af transportbehov og optimering af transport, samkørsel, fokus på bløde trafikanter, kollektiv transport og vurdering af muligheder for ladestationer til elbiler;
- **Erhverv og landbrug**, hvor der lægges op til at støtte energisparetiltag og offentlig/private partnerskaber samt samarbejde om etablering af biogasanlæg;
- **Energiressourcer og genanvendelse** med bl.a. undersøgelse af mulighederne for at anvende biobrændsel i energiproduktionen og samarbejde med Danfoss om mikro-kraftvarme anlæg;
- **Turisme og fritid** med fokus på CO_2-neutrale ferietilbud og energiturisme; samt
- **Uddannelse** med satsning på science fag og arrangementer om forskning og brintteknologi.

Mere information om mål og aktiviteter for den kommunale virksomhed (punkt 1) kan findes i afsnit 7.4.

Syddansk Vækstforum

Syddansk Vækstforum er et erhvervspolitisk samarbejde mellem erhvervsliv, videns- og uddannelsesinstitutioner, arbejdsmarkedets parter, regionens kommuner og Region Syddanmark. Ifølge Syddansk Vækstforums Handlingsplan 2009-2010 er målsætningen frem til 2012 inden for energiområdet i regionen 10% højere værditilvækst inden for offshore, energisystemer og mekatronik, som er styrkepositioner i regionen, samt 50% øget energieffektivitet i gartnerierhvervet gennem udvikling og implementering af ny teknologier.

ProjectZero initiativer og ZERO kommunikationsplatforme

ProjectZero Sekretariatet har lanceret en række kommunikationsplatforme, som har til formål at få erhverv og private borgere i tale og synliggøre deres bestræbelser på at bidrage til en CO_2-neutral fremtid:

- **ZEROfamilien** – Mere end 100 familier, der hver især arbejder på at nedbringe familiens CO_2-udslip ved ændring af vaner. Familierne er frontløbere, der viser vejen for resten af Sønderborg-områdets familier. PZ Sekretariatet støtter familierne i form af aktiviteter og værktøjer, og ved udgangen af 2009 kåres den mest energiske familie.
- **ZEROcompany** – Virksomheder, som går forrest i arbejdet med at gøre Sønderborg CO_2-neutralt senest i 2029, såkaldte frontløbere. Virksomhederne har lagt en ambitiøs og målbar klimastrategi med en målsætning om at reducere CO_2-udledningen med minimum 10% inden for et år. PZ Sekretariatet støtter virksomhederne med en brandingpakke, en involveringspakke; adgang til ProjectZero arrangementer og tilbud om et læringsforløb.
- **ZEROambassador** – Ambassadørerne skal medvirke til at vise resten af Danmark, at Sønderborg har handlekraften til at skabe de nye intelligente klimaløsninger, der er nødvendige både for Sønderborg-området og globalt. Ambassadører skal igangsætte to aktiviteter i løbet af et år og indsende en beskrivelse af, hvorfor de bakker op om PZ visionen, hvordan og med hvilke mål. PZ Sekretariatet støtter ambassadørerne med en brandingpakke, en folder til uddeling til alle medarbejdere, et virkemiddelkatalog og en gratis workshop.
- **ZERObutik** – Butikkerne skal være udstillingsvindue for Sønderborg-områdets indsats på klimaområdet, og med butikkernes klimaindsats vil kunder og besøgende blive mindet om, at området gør en forskel. Ambitionen er at kåre 25 butikker i løbet af 2009. Målet er at minimum 100 butikker i Sønderborg-området i 2010/11 kan udnævnes til ZERObutikker. Butikkerne skal udpege en energiansvarlig i butikken og gennemføre alle energieffektiviseringer med under 2 års tilbagebetalingstid.

Programmerne er sat i gang for at forankre ejerskab til visionen hos såvel virksomheder som private borgere.

Programmerne udgør et godt fundament for nye konkrete virkemidler udpeget i Road-map 2010-2015, men også for at omsætte de overordnede visioner og virkemidler til handlinger og referencer til virksomhedernes og borgernes dagligdag.

6 Udgangspunktet i 2007

En væsentlig opgave i Masterplanarbejdet har bestået i at opstille en energibalance og en CO_2-balance for Sønderborg-området. Balancerne vil fremover gøre det muligt at vurdere fremskridt og måle effekten af de iværksatte virkemidler målt i energi og CO_2-udslip.

Nedenfor redegøres for, hvorledes energibalancen for Sønderborg-området i 2007 er blevet opstillet. Energibalancen for 2007 er grundlaget for CO_2-balancen for 2007, som udgør referencen for Masterplanen for 2029.

Energibalancen er opstillet i et regneark, hvor kolonnerne er brændsler/energikilder, el og fjernvarme. Brændslerne/energikilderne er: Benzin, diesel/gasolie, naturgas, affald, forskellige former for biomasse, biogas, geotermisk varme og jordvarme, sol, vind og importeret el.

Rækkerne i energibalancen kan deles i fire grupper:

1. ”Bruttoenergiforbrug” som er det samlede energiforbrug hos alle forbrugere i området, dvs. hos både kraftvarmeværker og slutforbrugere.
2. ”Konverteringssektoren” som viser energiforbruget på kraftvarme- og fjernvarmeværker, som konverterer brændsler til el og/eller fjernvarme. Også f.eks. lokale vindmøller, centrale og decentrale solceller og bioethanolproduktion indgår i ”konverteringssektoren” i 2029.
3. ”Distributionstab” for el og fjernvarme.
4. ”Endeligt energiforbrug” som er energileverancen ved dørtrinnet til slutforbrugerne. Det kan være benzin til bilen, el til industrielle processer, eller fjernvarme til opvarmning.

I de nationale energibalancer er endeligt energiforbrug normalt opdelt på kategorierne husholdninger, handels- og serviceerhverv, produktionserhverv og transport. Energibalancen for Sønderborg-området opererer med følgende kategorier af endeligt energiforbrug:

1. Rumopvarmning og varmt brugsvand i alle bygningskategorier
2. Lys og apparater i boliger samt handels- og serviceerhverv
3. Fremstillingsprocesser i landbrug og industri
4. Transport.

Nedenfor redegøres først for det endelige energiforbrug i disse fire forbrugerkategorier. Herefter opgøres brændselsforbruget i kraftvarmeværker og andre anlæg i konverteringssektoren, og endelig opgøres bruttoenergiforbruget.

6.1 Rumopvarmning og varmt brugsvand

Nettovarmebehovet fordelt på bygningskategorier og opvarmningsformer

Nettovarmebehovet er den varmemængde, som bygningerne behøver for at kunne holde en rumvarmetemperatur på 20°C og dække behovet for varmt brugsvand. Nettovarmebehovet er således uafhængigt af opvarmningsform. Nettovarmebehovet i bygningsmassen i Sønderborg-området er beregnet ved at multiplicere:

- BBR's oplysninger om opvarmede bygningers areal (m^2) fordelt på anvendelsestype, opførelsesår og opvarmningsform med
- specifikke nettovarmebehov ($MWh/år/m^3$) for samme bygningskategorier. Tallene er oprindeligt udarbejdet af Energistyrelsen til brug i varmeplanlægningen og senest forfinet og kalibreret af Aalborg Universitet, således at de anvendt på Danmarks samlede bygningsmasse giver det endelige energiforbrug, som kan konstateres i Danmark.

Det samlede nettovarmebehov i Sønderborg-området er 935 GWh/år (3.366 TJ/år). Heri er inkluderet et nettovarmebehov i Danfoss' bygninger på 27 GWh/år (97 TJ/år).

Danfoss' varmecentraler producerer imidlertid yderligere 61 GWh/år (220 TJ/år) til primært procesbetinget ventilation. Danfoss' anlæg leverer således i alt 88 GWh/år (317 TJ/år), og på grund af deres størrelse er de inkluderet i konverteringssektoren sammen med områdets fjernvarmeværker i opgørelserne nedenfor.

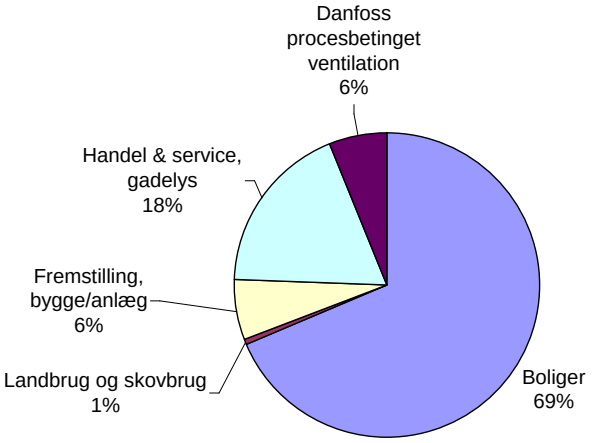
Tabel 4: Nettovarmebehov i Sønderborg-området beregnet på basis af BBR, samt procesbetinget ventilation i Danfoss, 2007 (MWh).

	Gasolie	Naturgas	Halm	Skovflis, træpiller, brænde, træaffald	Varme-pumper	Elektri-citet	Fjern-varme	I alt
Boliger	155,284	164,861	6,856	23,708	5,662	63,199	264,018	683,587
Landbrug og skovbrug	3,975	448	919	1,084	6	488	26	6,948
Fremstilling, bygge/anlæg	20,674	29,025	1	2,488	99	2,187	8,356	62,830
Handel & service, gadelys	28,824	36,334	238	3,202	769	7,611	105,148	182,125
I alt	208,757	230,668	8,014	30,482	6,536	73,485	377,548	935,490
Danfoss procesbetinget ventilation							61,151	61,151
I alt	208,757	230,668	8,014	30,482	6,536	73,485	438,699	996,642

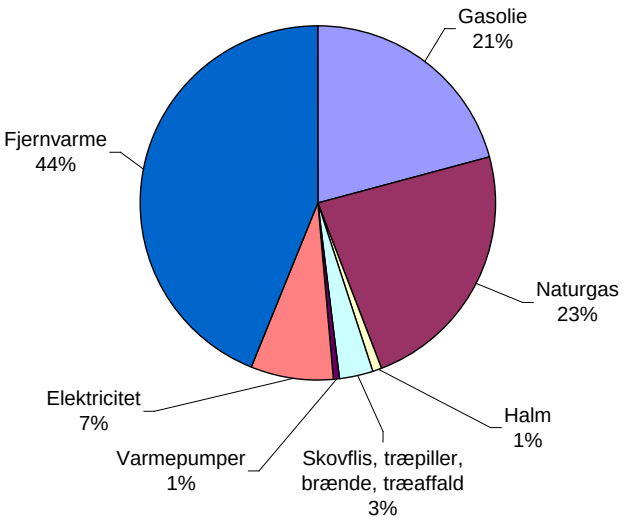
Figur 20 viser nettovarmebehovet fordeling på bygningskategorier. Til sammenligning kan nævnes, at fordelingen i Danmark er 64% i boliger, 16% i bygninger for fremstillingserhverv, bygge/anlæg og landbrug, mens de resterende 20% findes i handel og service.

/Varmeplan Danmark, s.20/. Sønderborg-området har således relativt flere boliger og færre erhvervsbygninger.

Figur 21 viser nettovarmebehovets fordeling på opvarmningsformer.



Figur 20: Nettovarmebehov i Sønderborg-området 2007: 935 GWh (3.368 TJ/år) inkl. 27 GWh (97 TJ) til Danfoss opvarmning + 61 GWh (220 TJ) til Danfoss proces = 997 GWh (3.588 TJ/år) inkl. Danfoss proces.



Figur 21: Nettovarmebehov i Sønderborg-området 2007 fordelt på opvarmningsformer.

Nettovarmebehovet fordelt geografisk

I forbindelse med udarbejdelsen af forslaget til varmeplan er nettovarmebehovet i Sønderborg-området opdelt i energidistrikter efter vejnavne, hvilket ikke har været muligt i forbindelse med udarbejdelsen af Masterplanen. Derfor anvendes varmeplanlægningens kortlægning, jf. *Tabel 5*. Tabellen inkluderer ikke procesenergibehovet i Danfoss.

Tabel 5: Nettovarmebehovet geografisk opdelt, 2007 (MWh).

	Sønder-borg	Augusten-borg	Guderup	Svenstrup	Nordborg	Sønder -> Nordborg	Graasten	Broager	Byer i alt	Land-distrikter	I alt
Fjernvarme	202,731	20,963	138	0	35,294	259,126	24,000	17,307	300,433	0	300,433
Varmepumper	1,828	13	373	47	838	3,100	720	355	4,175	6,212	10,386
Halm / træfyr	1,972	1,070	1,337	438	2,892	7,709	2,790	890	11,388	28,918	40,306
Solpaneler	13	1	4	14	31	64	11	10	85	239	324
Andet inkl. uidentif	138	15	8	0	22	184	330	2	515	323	839
Naturgasfyr	53,253	1,521	17,574	4,028	28,521	104,897	24,074	59	129,030	113,872	242,902
Oliefyr	24,458	5,166	5,460	1,486	30,210	66,780	10,033	5,968	82,780	127,053	209,833
Elovn	6,614	986	1,765	282	4,116	13,764	3,739	2,248	19,751	46,526	66,277
I alt	291,008	29,736	26,659	6,295	101,925	455,622	65,696	26,838	548,156	323,143	871,300
Fjernvarme ab væ	258,000	25,643	180	-	45,836	329,659	32,142	22,979	384,780		
Nettab	55,269	4,680	41	-	10,542	70,533	8,142	5,672	84,347		
Nettab	21%	18%	23%	-	23%	21%	25%	25%	22%		

Summen (871 GWh) stemmer ikke overens med, hvad der er anført ovenfor (935 GWh), hvilket bl.a. skyldes, at forslaget til varmeplan opererer med faktisk fjernvarmesalg i stedet for det teoretisk beregnede på grundlag af BBR.

Det forhold, at de faktiske (graddagekorrigerede) fjernvarmebehov afviger en del fra de teoretiske bør adresseres i det fremtidige varmeplanarbejde, da varmebehovsopgørelsen bør ske med ens forudsætninger for fjernvarme - og ikke-fjernvarmeopvarmede bygninger.

Til det videre varmeplanarbejde bør der også udarbejdes et nyt varmeatlas, hvor alle bygninger i Sønderborg-området bliver defineret efter, hvilket energidistrikt de er beliggende i. Det kræver, at grænserne for alle eksisterende og potentielle fjernvarmeområder bliver omhyggeligt defineret ved vejnavn og -nummer.

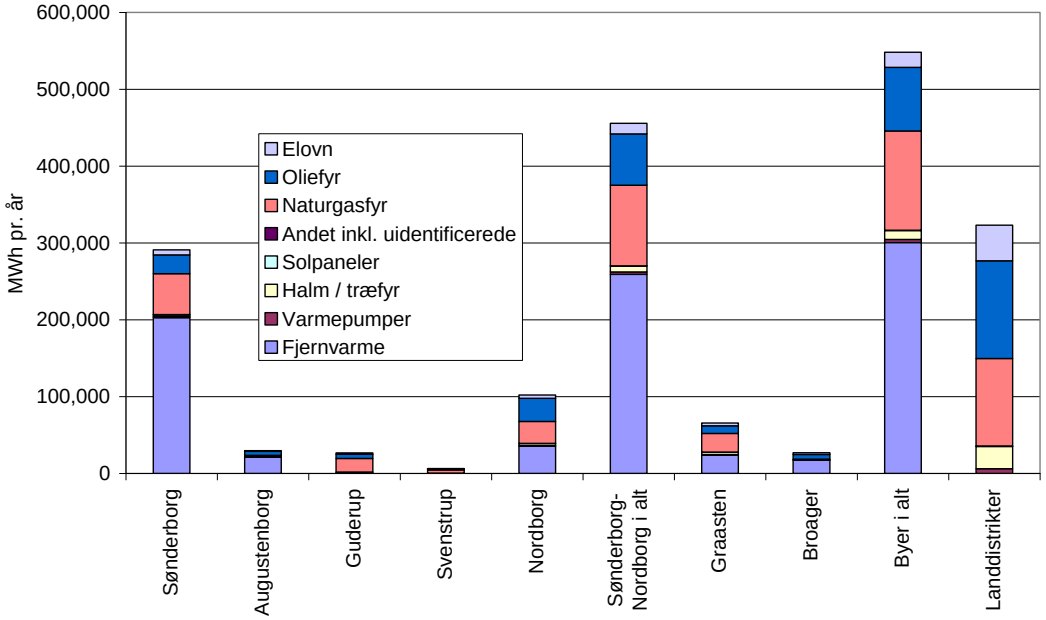
Under potentielle fjernvarme- eller nabovarmeområder hører Høruphav samt alle bysamfund med over 200 indbyggere. Byerne er listet i Bilag 5 i Roadmap 2010-2015. Varmeatlasset for landsbyerne kan sammen med kortmateriale stilles til rådighed for lokale kræfter, som ønsker at undersøge mulighederne for nabovarme.

Endelig bør det afklares:

- i hvilket omfang Danfoss' betydelige varmebehov til procesbetinget ventilation vil kunne dækkes af fjernvarme,
- om der er procesenergibehov i andre virksomheder, som vil kunne dækkes af fjernvarme,

- om der i nærheden af fjernvarmenet eller transmissionsledninger er overskuds-varmeproduktion fra industrielle processer, som kan anvendes til fjernvarme-produktion.

Figur 22 illustrerer den geografiske fordeling af nettovarmebehovet, som er anført i *Tabel 5*. *Figur 23* viser beliggenheden af fjernvarme- og naturgasbyerne i Sønderborg-området.



Figur 22: Nettovarmebehovet 2007 geografisk fordelt (Danfoss er inkluderet under oliefyr og naturgasfyr).

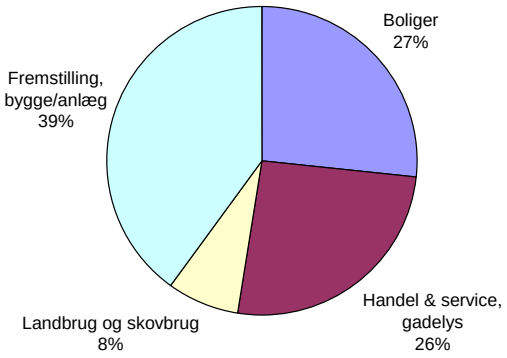
Figur 23: Røde prikker angiver naturgasbyer, mens grønne prikker angiver fjernvarmebyer. Der er godkendt projekt for konvertering af Høruphav til fjernvarme, men byen er endnu ikke forsynet med fjernvarme.

6.2 Lys og apparater

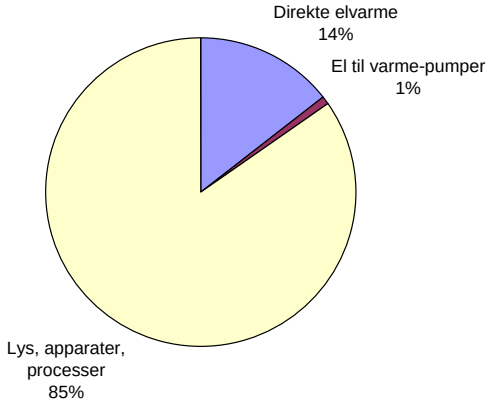
SYD ENERGI har oplyst elforbruget på en række slutforbrugerkategorier i 2007. Når forbruget til direkte elvarme og varmepumper (i henhold til varmeatlas) fratrækkes det totale elforbrug, fås forbruget til lys og apparater samt fremstillingsprocesser. Resultatet fremgår af *Tabel 6*.

Tabel 6: Elforbruget i Sønderborg-området fordelt på bygningskategorier og formål, 2007 (MWh).

	Direkte elvarme	El til varme-pumper	Lys, apparater, processer	Elforbrug i alt	Direkte elvarme	El til varme-pumper	Lys, apparater, processer	Elforbrug i alt
Boliger	54,990	2,519	71,519	129,029	11%	1%	15%	27%
Handel & service, gadelys	7,227	384	117,678	125,289	1%	0%	24%	26%
Landbrug og skovbrug	5,863	315	30,429	36,607	1%	0%	6%	8%
Fremstilling, bygge/anlæg	2,137	50	191,643	193,829	0%	0%	40%	40%
Endeligt forbrug i alt	70,217	3,268	411,269	484,753	14%	1%	85%	100%



Figur 24: Elforbruget i Sønderborg-området fordelt på forbrugskategorier, 2007 (100% = 485 GWh).



Figur 25: Elforbruget i Sønderborg-området fordelt på anvendelse, 2007 (100% = 485 GWh).

Figur 25 viser, at 14% af det samlede elsalg blev anvendt til direkte elvarme.

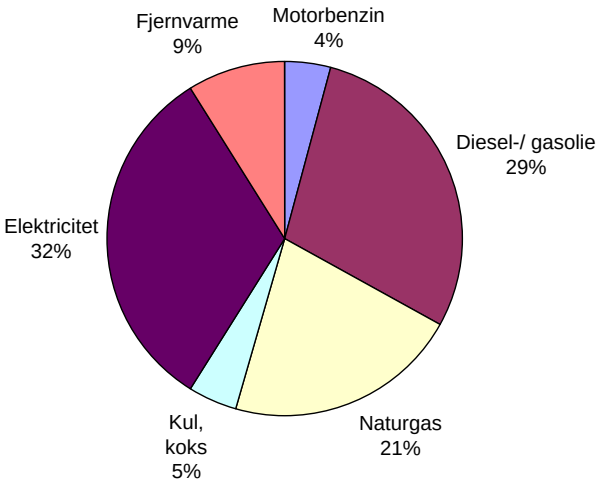
43% af det totale elsalg til boliger blev anvendt til elvarme (54.990 / 129.029), hvis BBR-registreringerne og de specifikke nettovarmebehov er korrekte.

6.3 Fremstillingsprocesser

Der findes ingen opgørelser af fordelingen energiforbruget til fremstillingsprocesser i Sønderborg-området – bortset fra fordelingen af elforbruget. Der findes imidlertid tal for brændselsforbruget til fremstillingsprocesser på landsplan. Brændselsforbruget i Sønderborg-området er derfor fundet som områdets andel af elforbruget på branche-niveau ganget med det nationale brændselsforbrug i de pågældende brancher. Undtagelsen er teglværkerne, hvor det har været muligt at indhente faktiske forbrug. Resultatet fremgår af *Tabel 7*. Danfoss's fjernvarmeforbrug til procesbetinget ventilation (61.151 MWh) er inkluderet i både denne tabel og *Tabel 4*, men indgår naturligvis kun én gang i energibalancen.

Tabel 7: Endeligt energiforbrug til fremstillingsformål i Sønderborg-området , 2007 (MWh).

	Motor-benzin	Diesel-/ gasolie	Naturgas	Kul, koks	Elektricitet	Fjernvarme	I alt
Landbrug og skovbrug	2,160	78,831			30,429		111,420
Fremstilling, bygge/anlæg	26,062	121,200	146,880	31,429	191,643	61,151	578,364
Endeligt forbrug i alt	28,223	200,031	146,880	31,429	222,072	61,151	689,785
Endeligt forbrug i alt	4%	29%	21%	5%	32%	9%	100%



Figur 26: Endeligt energiforbrug til industrielle processer i Sønderborg-området, 2007 (100% = 690 GWh).

Endeligt energiforbrug til fremstillingsformål udgør opgjort på denne måde 26,4% af det totale endelige energiforbrug i Sønderborg-området i 2007, mod 26,2% på landsplan.

6.4 Vejtransport

Der findes ingen opgørelser af transportenergiforbruget i Sønderborg-området. Det er derfor antaget, at områdets andel af transportenergiforbruget i Danmark svarer til befolkningstallet, nemlig 1,4%. Beregnet på denne måde udgør energiforbruget til vejtransport:

- 307 GWh benzin, svarende til 33,7 mio. liter benzin
- 371 GWh dieselolie, svarende til 37,2 mio. liter dieselolie
- 678 GWh i alt.

Det er valgt ikke at inkludere energiforbruget til banetransport, indenrigs søtransport, indenrigsluftfart, udenrigsluftfart og forsvarets transport i energibalancen for Sønderborg-området, da disse forbrug finder sted uden for kommunens grænser. Forbrugene udgjorde tilsammen 191 MWh i 2007, hvis de blev opgjort på samme måde som for vejtransport, svarende til 22% af det samlede transportenergibehov på 869 GWh.

6.5 Konverteringssektoren

Tabel 8 viser, hvorledes det beregnede fjernvarmebehov an forbruger på 439 GWh/år (1.580 TJ/år), jf. *Tabel 4*, samt nettab på 82 GWh/år (295 TJ/år) dækkes af kraftvarmeenheder og kedler på fjernvarmeværkerne i området samt på Danfoss.

Tabel 8: Energiforbrug samt el- og fjernvarmeproduktion i Sønderborg-området 2007 (MWh/år).

	Kraftvarmeenheder			Kedler		Fjernvarme		
	Affald / naturgas	Elektricitet	Fjernvarme	Naturgas	Fjernvarme	Ab værk	Nettab	An forbruger
Sønderborg affald	198,876	41,872	138,611			138,611		
Sønderborg gas	340,068	162,188	130,386	19,114	18,158	148,545		
Sønderborg i alt	538,944	204,060	268,998	19,114	18,158	287,156	51,266	235,890
Gråsten fjernvarme	38,420	15,717	20,375	16,708	15,873	36,248	11,612	24,636
Broager fjernvarme	28,188	11,952	14,485	12,254	11,641	26,126	5,550	20,576
Augustenborg fjernvarme	18,709	7,570	9,635	19,696	18,711	28,346	6,886	21,460
Nordborg (a)	60,282	23,220	30,364	25,233	23,972	54,336	6,313	48,023
Danfoss	32,292	13,169	16,146	75,757	71,969	88,115	0	88,115
I alt	716,836	275,688	360,003	168,762	160,324	520,326	81,627	438,699
- heraf gasfyrede anlæg	517,960	233,816	221,391	168,762	160,324	381,715		

(a) Nordborg kraftvarmeværk + Østerlund varmecentral (Sønderborg varmeforsyning) + Boligselskabet Danbos varmecentraler: Havnbjerg, Langesø og Th. Brorsons.

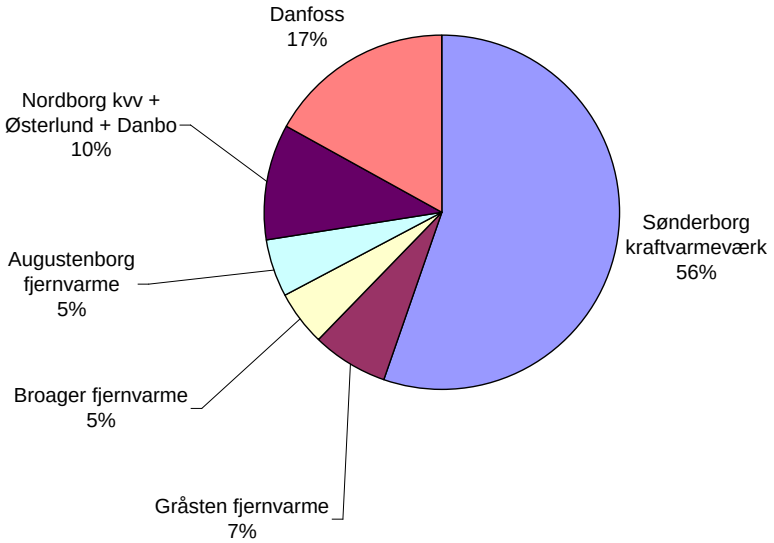
Den anførte varmeproduktionen ab værk er for affaldsdelen på Sønderborg Kraftvarmeværk (SKVV) samt Danfoss de faktiske tal for 2007. For de øvrige værker er der tale om faktiske værdier for 2007 tillagt 17%, således at den samlede varmeleverance an forbruger svarer til nettovarmebehovet beregnet på basis af oplysningerne i BBR. Brændselsforbrug og elproduktion er også forøget med 17%.

Korrektionen svarer til 9% af den faktiske samlede fjernvarmeproduktion ab værk. Korrektionen kan bl.a. begrundes med, at 2007 var varmere end normalåret, som har ligget til grund for fastsættelsen af de specifikke nettovarmebehov, der bruges til beregningen af varmeatlasset.

Figur 27 viser fjernvarmeproduktionen i Sønderborg-området fordelt på værker.

Det ses, at det fjernvarmedækkede nettovarmebehov i Gråsten + Broager udgør 12% af det totale fjernvarmedækkede nettovarmebehov i området, mens det i Augustenborg + Danfoss + Nordborg udgør 32%.

Dette store fjernvarmedækkede nettovarmebehov på Als er rationalet bag anbefalingen om først at udarbejde et projektforslag for etablering af en transmissionsledning for strækningen Sønderborg-Nordborg, før der eventuelt udarbejdes et projektforslag for strækningen Sønderborg-Gråsten.

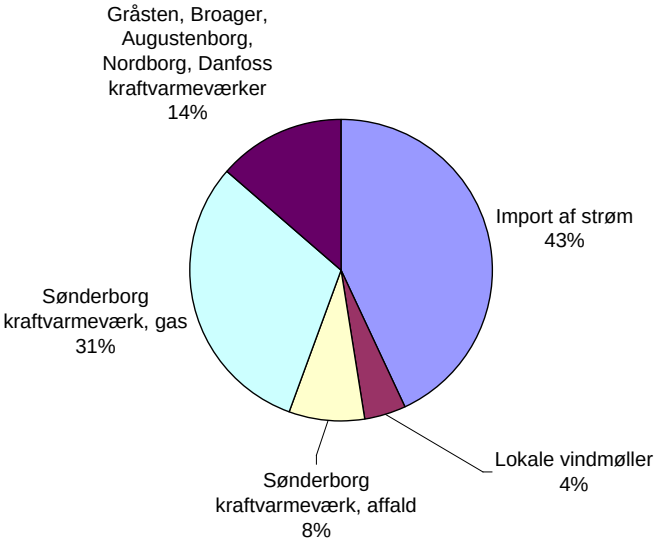


Figur 27: Fjernvarmeproduktion ab værk i Sønderborg-området, 2007 (100% = 520 GWh).

Figur 28 viser, at Sønderborg Kraftvarmeværk dækkede 8+31=39% af Sønderborg-områdets samlede elforbrug i 2007, mens kraftvarmeværkerne i de øvrige fjernvarmebyer dækkede 14%.

Der står i dag 21 vindmøller opstillet i Sønderborg-området med en samlet installeret effekt på ca. 10 MW. Der er ikke opstillet ny effekt siden år 2000. Vindmøllerne producerede 23.503 MWh i 2007, og produktionen har ligget på dette niveau siden år 2000. Produktionen i 2007 svarede til 4% af elforbruget i Sønderborg-området i 2007.

De resterende 43% af elforbruget blev ”importeret” hen over kommunegrænsen.



Figur 28: Elproduktion an distributionsnet i Sønderborg-området, 2007 (100% = 526 GWh).

6.6 Energibalance for 2007

På baggrund af gennemgangen ovenfor kan energibalancen for Sønderborg-området i 2007 beregnes, jf. *Tabel 9*.

Tabel 9: Energibalance for Sønderborg-området, 2007 (GWh).

	Olie	Natur-gas	Kul	Affald	Halm	Træ og brænde	Jord-varme	Vind	Impor-teret el	Elektri-citet	Fjern-varme	I alt
A: Bruttoenergiforbrug i alt	1,167	1,122	31	199	8	38	7	24	227	-	-	2,822
B1: Importeret elektricitet	-	-	-	-	-	-	-	-	-227	227	-	-
B2: Lokale vindmøller	-	-	-	-	-	-	-	-24	-	24	-	-
B3: Kraftvarmeværker i alt	-	-518	-	-199	-	-	-	-	-	276	360	-81
B4: Store kedelanlæg i alt	-	-169	-	-	-	-	-	-	-	-	160	-8
B: Konvertering i alt	-	-687	-	-199	-	-	-	-24	-227	526	520	-90
C: Distributionstab	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-41	-82	-123
D: Endeligt forbrug: A+B+C	1,167	435	31	-	8	38	7	-	-	485	439	2,610
- Rumopvarmning	-261	-288	-	-	-8	-38	-7	-	-	-73	-378	-1,053
- Lys og apparater	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-189	-	-189
- Fremstillingsprocesser	-228	-147	-31	-	-	-	-	-	-	-222	-61	-690
- Vejtransport	-678	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-678
D: Endeligt forbrug i alt	-1,167	-435	-31	-	-8	-38	-7	-	-	-485	-439	-2,610

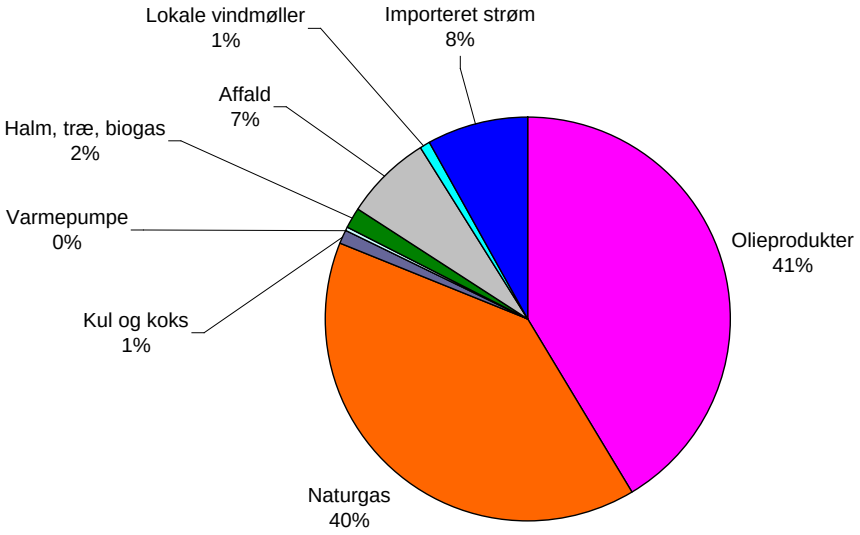
Læsevejledning til tabel: Det ses f.eks., at der importeres 1.122 GWh naturgas. Heraf anvendes 687 GWh på kraftvarme-værker og store kedelanlæg i konverteringssektoren, hvilket efterlader 435 GWh til endeligt forbrug. Det endelige forbrug anvendes til rumopvarmning (288 GWh) og fremstillingsprocesser (147 GWh).

Bruttoenergiforbruget i 2007 fordelte sig således:

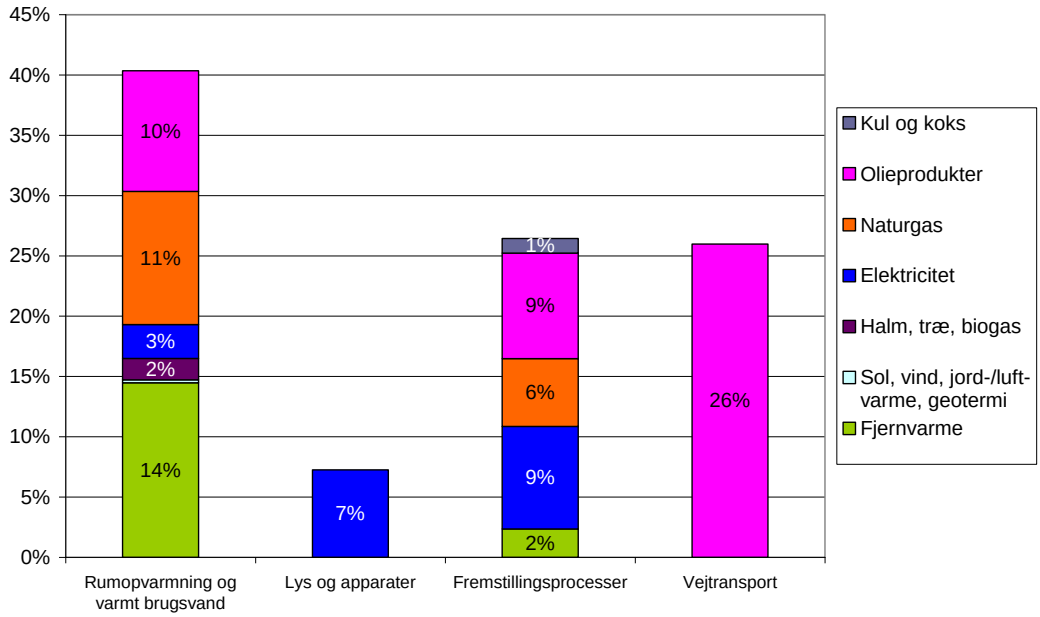
- 90% importeret olie, naturgas, kul og elektricitet.
- 10% lokale brændsler: affald, halm, træ, jordvarme og vind.

Masterplanen skal redegøre for, hvorledes de behov, som i dag dækkes af importerede fossile brændsler samt elektricitet, i fremtiden kan dækkes af lokale ressourcer eller af VE-anlæg, som kommunale aktører har foranlediget opstillet udenfor kommunegrænsen.

Figur 29 og *Figur 30* viser grafisk nogle af tallene i *Tabel 9*.



Figur 29: Bruttoenergiforbrug i alt i Sønderborg-området, 2007 (100% = 2.822 GWh).



Figur 30: Endeligt energiforbrug i Sønderborg-området, 2007 (100% = 2.610 GWh).

6.7 CO_2-balance for 2007

På baggrund af energibalancen for 2007 kan CO_2-emissionen beregnes jf.*Figur 31*.

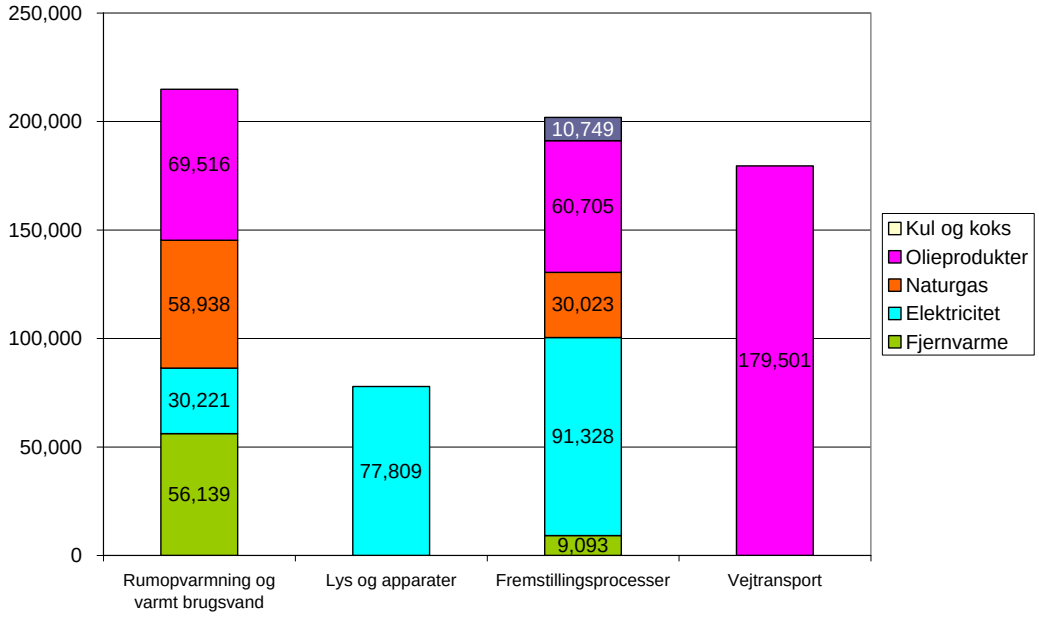
Beregningen er baseret på Energistyrelsens emissionsfaktorer samt under antagelse af en emissionsfaktor på 445 kg CO_2 pr. MWh netto-elimport, hvor netto-elimporten er beregnet som totalt elforbrug i Sønderborg-området minus el produceret på vindmøller og kraftvarmeanlæg i området.

Ved opgørelsen af CO_2-emissionen fra områdets kraftvarmeværker er brændselsforbruget til varmeproduktionen beregnet som varmeproduktion divideret med 200%, mens resten er allokeret til elproduktionen.

De nævnte 445 kg CO_2 pr. MWh er den gennemsnitlige emission fra el leveret i Vestdanmark i 2007. Gennemsnittet for elforbrug i Sønderborg-området i 2007 bliver med denne emissionsfaktor 411 kg CO_2 pr. MWh.

Det energirelaterede CO_2-udslip i 2007 udgjorde i alt 674.000 tons (ekskl. bane-, sø- og lufttransport), hvilket svarer til 8,8 tons CO_2 per indbygger, hvilket svarer nogenlunde til gennemsnittet for Danmark[c]. Det fremgår af figuren, at vejtransportområdet bidrager væsentligt til den samlede CO_2-emission.

[c] Ifølge Miljø og Økonomi 2009 var Danmarks drivhusgasudledning i 2005 63,7 mio. tons CO_2-ækvivalenter, hvoraf 48,2 var energi-relateret. Ifølge National Allokeringsplan for Danmark i perioden 2008-12 er Danmarks forventede drivhusgas-udslip 63,7 mio. tons CO_2-ækvivalenter per år i perioden 2008-2012. Indbyggertallet er 5.447.000 indbyggere.



Figur 31: Sønderborg-områdets energirelaterede CO_2-emission 2007 (674.000 tons) (ekskl. fly-, bane- og søtransport).

7 Vision og ledestjerner

7.1 Vision

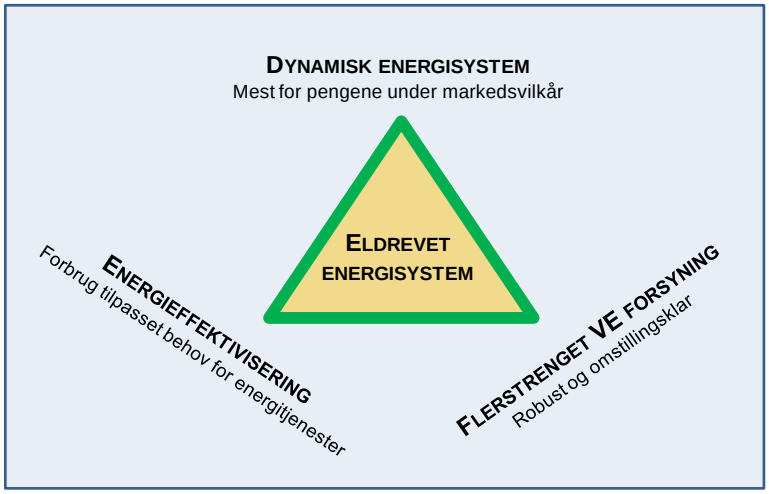
Visionen er et CO_2-neutralt Sønderborg-område, der fungerer som dynamo for uddannelse og erhvervsudvikling. CO_2-neutralitet er et middel til at sikre en bæredygtig fremtid, hvor Sønderborg er med til at præge national og international udvikling.

7.2 Ledestjerner

Masterplan 2029 er funderet på tre overordnede ledestjerner i bestræbelserne på at opnå CO_2-neutralitet. En ledestjerne er den retning det forventes, at samfundet vil bevæge sig i for at opnå bæredygtighed, forsyningssikkerhed og økonomisk vækst. De tre ledestjerner er:

- Energieffektivisering, som mindsker områdets følsomhed overfor stigende energipriser og styrker erhvervenes konkurrenceevne.
- En flerstrenget robust energiforsyning baseret på lokale VE ressourcer i effektivt samspil med eksterne VE ressourcer og som sikrer forsyningssikkerhed.
- Et dynamisk energisystem, der tillader dynamisk optimering af samspillet mellem forbrug og forsyning, således at nye markedsmekanismer i indfasningen af VE-teknologierne udnyttes fuldt.

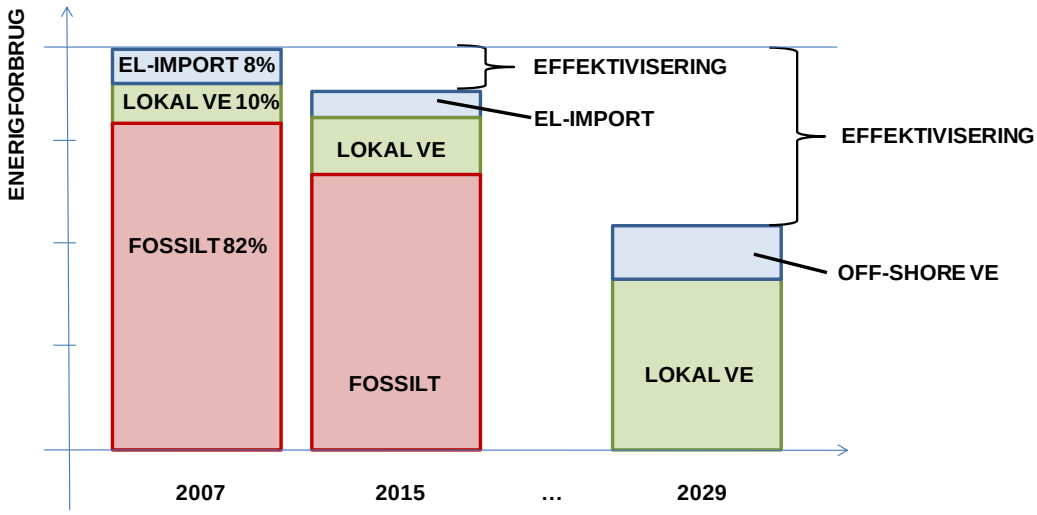
Indenfor hver af de tre ledestjerner iværksættes en række initiativer, som bidrager til det langsigtede mål. En underliggende præmis for ledestjernerne er en fortsat elektrificering af samfundet og at kollektive energisystemer, såsom fjernvarme fortsat vil være en bæredygtig energiløsning.



Figur 32: Strategiens tre overordnede ledestjerner.

7.3 Udfordringen

En bæredygtig udvikling uden brug af fossile brændsler kræver både energieffektivisering og omlægning fra fossile brændsler til VE-ressourcer. Opgavens omfang er forsøgt anskueliggjort i nedenstående principskitse (*Figur 33*). Brutto-energiforbruget af fossile brændsler udgjorde 82% af totalen i 2007. Dette forbrug skal reduceres vha. effektiviseringer og dækningen af det resterende forbrug med VE.



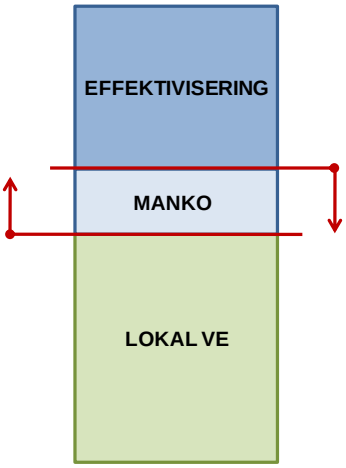
Figur 33: Principskitse af strategien for udviklingen af Sønderborgs energisystem. VE omfatter affaldsudnyttelse.

Bemærk, at off-shore VE – altså vindmøllekapacitet - også betragtes som en lokal ressource i og med, at den forudsættes etableret på foranledning af Sønderborg-området.

Kritisk for at nå 2029-målet er substantielle effektiviseringer i alle led koordineret med en strategisk prioriteret anvendelse af egne VE ressourcer.

Mængden af VE ressourcer internt i Sønderborg-området er begrænset, og målet er at anvende de forhåndenværende VE ressourcer, hvor de leverer størst udbytte per investeret krone, samtidig med at et robust energisystem opretholdes. Det vil være nødvendigt at prioritere mellem de forskellige ressourcer og behov. Et formindsket behov vil hjælpe til, at de lokale VE ressourcer forslår bedre. Vigtigheden af energieffektiviseringer er søgt illustreret i *Figur 34*. I den udstrækning at lokale ressourcer ikke slår til, importeres energi udefra.

Selv med signifikante effektiviseringer og fuld udnyttelse af lokale VE-ressourcer, vil der være behov for import af el. Det er tanken, at denne el i 2029 produceres på egne anlæg udenfor kommunegrænsen – f.eks. off-shore vindmøller etableret i samspil med det øvrige energisystem. Ambitionen er således en kraftig reduktion af energiforbruget indenfor alle fire forbrugssegmenter (rumvarme og varmt brugsvand, lys og apparater, fremstillingsprocesser og transport) og 100% udnyttelse af egne lokale ressourcer suppleret med egen off-shore vind.



Figur 34: Principskitse af balancen mellem besparelser og off-shore vindproduktion.

Den kommende varmeplan for Sønderborg-området er afgørende for, at helhedsbetragtninger og langsigtede muligheder ikke tabes, og at afviklingen af olie- og naturgas sker målrettet og koordineret.

Visionen realiseres via tværfaglige samarbejder og helhedstænkning – lokalt men også i dialog med andre kommuner, således at potentialer og synergier udnyttes til fælles gavn. Her er en sammenbinding af forbrugs- og produktionsside i et dynamisk energisystem vigtig for samspillet med andre områders styrkepositioner.

Hvorvidt Sønderborg når sine mål afhænger af en lang række faktorer på lokalt regionalt, nationalt og internationalt niveau – nogle er helt indenfor Sønderborgs egen kontrol, mens andre er mere eller mindre påvirkelige. Sønderborg må i sagens natur agere indenfor de eksisterende rammer, men kan også medvirke aktivt til at påvirke og ændre rammebetingelserne.

7.4 Ledestjerne – Energieffektivisering

Energieffektivisering er et centralt element i en CO_2-neutral fremtid. Der findes mange privatøkonomisk og samfundsøkonomisk rentable muligheder, som af forskellige grunde ikke realiseres, og mulige synergier går til tider tabt. ProjectZero partnerskabet har erklæret, at det ser energieffektiviseringer som en meget væsentlig del af Sønderborgs indsats for at opnå CO_2-neutralitet.

I forsøget på at realisere effektiviseringspotentialerne gælder det om at benytte sig af de forhåndenværende løftestænger. Eksempler på dette er:

- energiselskabernes forpligtelse til at medvirke til realisering af energibesparelser hos forbrugerne,
- kommunens rolle som administrator af varmeforsyningsloven og andre regler,
- den naturlige udskiftningstakt og
- eksterne støtteordninger.

Disse uddybes nærmere i det følgende.

De danske energiselskaber er i henhold til den energipolitiske aftale af 21. februar 2007 pålagt fra 2010 samlet at realisere 5,4 PJ energibesparelser per år hos forbrugerne. Målet i aftalen er med en ny energispareaftale mellem Klima- og Energiministeriet og energiselskaberne, underskrevet 20. november 2009, forøget med yderligere 0,8 PJ for at kompensere for andelen af ikke-additionelle besparelser (besparelser, der kommer uanset selskabernes indsats). Samlet set skal energiselskaberne altså realisere 6,1 PJ/år.

SYD ENERGI, DONG Energy og de lokale fjernvarmeværker har forsyningsområde i Sønderborg-området og er forpligtede energiselskaber. Selskaberne vil i 2010 udarbejde en strategi for, hvordan de kan realisere en væsentlig del af deres spareforpligtelser indenfor Sønderborg-området i et samarbejde, som sikrer, at muligheder for synergi udnyttes og at effektiviseringerne spiller fornuftigt sammen med omlægningen af energiforsyningen til VE (central og decentral) og etableringen af et dynamisk energisystem.

Sønderborg Kommune har hjemmel til at udstikke en del af rammerne for den lokale varmeforsyning samt klimaskærm, faste installationer, gadebelysning og lokal transport. Sønderborg Kommune har således et stort ansvar, men samtidig gode muligheder for at

præge den lokale udvikling i en retning, der stemmer overens med visionen i Masterplan 2029.

Sønderborg Kommune er i færd med at udarbejde en varmeplan. Der foreligger per 11. november 2009 et forslag til varmeplan, som skal godkendes af byrådet. Her foretages vigtige valg inklusive valg af varmekilder, med henblik på at efterleve målsætningerne om CO_2-neutralitet i 2029. Sønderborg Kommune er således på varme-området en absolut nøgleaktør.

Et andet eksempel på Sønderborg Kommunes initiativer for at fremme en hurtigere realisering af effektiviseringspotentialer er, at kommunens lokalplaner fra 2008 forudsætter, at nybyggeri skal opføres som lavenergiklasse 1 – dette krav er endnu ikke standard på landsplan, men forventes at blive det senest i 2015.

Derudover er Sønderborg Kommune også forbruger af energi – en storforbruger, der kan præge forbruget i en lang række sammenhænge. Sønderborg Kommune vedtog i marts 2008 en energipolitik og energistrategi, og har etableret et Klimasekretariat, hvis hovedopgave er at igangsætte og koordinere kommunale tiltag. Sønderborg Kommune har også indgået en Kurveknækkeraftale med Elsparefonden, hvor målet er sat til en 20% reduktion af energiforbruget indenfor perioden 2008-2011. Sønderborg Kommune har bl.a. fået energimærket alle kommunale bygninger (210 bygninger) og har sat sig som mål at implementere alle forslag i energimærkningsrapporten, som har en tilbagebetalingstid på under 20 år i løbet af 5 år, og der er i 2009 bevilliget 86 millioner kr. til at starte på dette arbejde, den såkaldte Energifond i kommunen.

En tredje løftestang er den naturlige udskiftning af apparater, køretøjer og renovering af bygninger f.eks. køleskabe eller energirenovering af klimaskærmen er relativt dyr. Kan man derimod formå at udnytte den naturlige udskiftning til at realisere effektiviseringer, så minimeres omkostningerne. Udnyttes den naturlige udskiftningstakt ikke, forspildes chancer for at få forbrugerne i tale og at opnå effektiviseringer billigst muligt.

Specielt realiseringen af effektiviseringer i eksisterende byggeri kan være svært at få hul på. Den folkelige og erhvervsmæssige forankring af ProjectZero kan medvirke til, at Sønderborg bliver en af de kommuner, der først gør synlige fremskridt på dette område. Banker, kreditforeninger m.fl. inddrages, således at der findes finansieringsprodukter, som understøtter den voksende interesse for energirigtige løsninger og valg.

Koncepterne ZEROfamilien, ZERObutik, ZEROcompany og ZEROambassador lanceret af ProjectZero Sekretariatet vil med fordel kunne anvendes som kommunikationsplatforme for realiseringen af energieffektiviseringer. F.eks. forventes et formaliseret og målrettet

samarbejde omkring energieffektivisering og teknologiudvikling i tre erhvervsgrupper: energitunge erhvervsvirksomheder, øvrige industrivirksomheder, samt private og offentlige handels- & servicevirksomheder at kunne fremme realiseringen betydeligt.

Og endeligt må det forventes, at der i løbet af planperioden vil være forskellige viden og støtteprogrammer på nationalt plan og i EU regi, som med fordel kan udnyttes.
Man kan bl.a. formode, at der kommer en forstærket indsats overfor bygninger i de kommende år – måske en ny renoveringspulje med energimæssigt fokus. Et andet eksempel er det nyetablerede "Videncenter for energibesparelser i bygninger" (www.byggeriogenergi.dk), som har som opgave at samle og formidle viden om konkrete og praktiske muligheder for at reducere energiforbruget i bygninger. Dertil kommer forskningspuljer såsom EUDP og PSO.

Virkemiddelgrupperne har udpeget en lang række virkemidler til at realisere energieffektiviseringer indenfor klimaskærm, faste installationer, belysning, elapparater, fremstillingsprocesser og transport. Disse er listet i bilag 3 og omfatter kort fortalt følgende:

- Energikrav til bygninger i Sønderborg-området er minimum en klasse højere end for resten af landet
- Integreret energidesign af bygninger
- Energirenovering af klimaskærm
- Energiforbedring af faste installationer (f.eks. teknisk efterisolering, varmegenvinding og energieffektive cirkulationspumper)
- Indregulering af faste installationer (f.eks. optimal fjernvarmeafkøling)
- Energieffektiv udendørs- og gadebelysning
- Energieffektiv indendørsbelysning og elapparater
- Minering af stand-by-forbrug
- Energiledelse, energirigtig projektering, energieffektivisering via produktionsoptimering
- Særlige energispareabonnementer
- Beplantning og grønne tage
- Energieffektiv og CO_2-venlig transport- og byplanudvikling (inkl. roadpricing)
- Energirigtig kørsel

Kort opsummeret er effektiviseringsstrategierne som følger:

- Udnytte stordriftsfordele og synergier gennem samarbejder og koordinering, heriblandt også af energiselskabernes energispareforpligtelser.
- Adressere slutforbrug i alle fire hovedsegmenter rumvarme og varmt brugsvand, lys & apparater, fremstillingsprocesser og transport.
- Kommunen som frontløber og drivkraft stiller krav til eget og andres niveau af effektivisering.

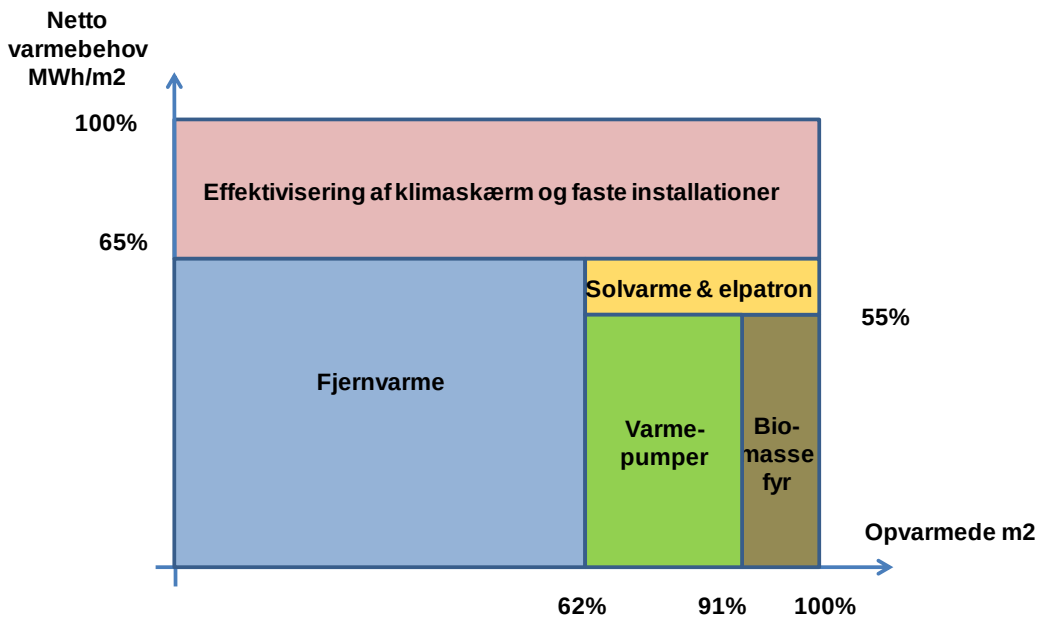
- Indarbejde nul CO_2-visionen i kommunal transport- og byplanudvikling.
- Tilpasse og time virkemidler så muligheder for effektivisering i forbindelse med nybyg, nyindkøb og naturlig udskiftning udnyttes optimalt og i takt med ændringer i forsyningssystemet.
- Udnytte potentielle ambassadører og influenter – frontløbere kan inspirere andre, virksomheder kan påvirke ansatte, installatører og detailhandel kan påvirke forbrugere, skoler og uddannelsesmiljøer kan påvirke elever, studerende og lærere, som igen påvirker "hjemmefronten", osv.
- Sikre et udbud af finansieringsprodukter tilpasset interessen for energirigtige løsninger.

7.5 Ledestjerne – Flerstrenget robust energiforsyning

Den kommunale varmeplan vil, når den er endeligt vedtaget, udstikke retningslinjerne for en målrettet udbygning af fjernvarmen i byområder og en målrettet afvikling af naturgas og olie i landområderne.

Der vil også i fremtidens energisystem være behov for en kollektiv infrastruktur til varmeforsyning. Fjernvarmen vil være det bærende element i varmeforsyningen til byområderne, mens individuelle løsninger eller nærvarmeløsninger vil være aktuelle i landområderne. Begge forsyningsområder bygges op omkring en vifte af VE-ressourcer. I første omgang er det for fjernvarmens vedkommende affald, biomasse, geotermi, solvarme og elpatroner. På sigt vil også biogas indgå. Der etableres også elpatroner for at kunne udnytte perioder med billig el til varmeproduktion. I landområderne koncentreres varmeforsyningen omkring varmepumper i kombination med solvarme og biomassefyr i kombination med solvarme. Også her stiles der mod, at der allerede ved omlægningen fra naturgas og oliekedel også etableres tilstrækkelig stor vandtankskapacitet til, at denne i samspil med elpatroner kan udnytte billig el, ligesom i tilfældet med fjernvarmen.

Nedenstående *Figur 35* illustrerer det forventede split mellem kollektiv og individuel varmeforsyning og betydningen af effektiviseringsindsatsen.



Figur 35:Skitse af forsyningsstruktur for bygninger anno 2029 (opvarmning og varmt brugsvand samt Danfoss proces).

De planlagte nøgleteknologier er velkendte og velafprøvede løsninger.

Det er straks en større udfordring at dække elbehovet og brændstofbehovet til fremstillingsprocesser og transport med egen produktion. En del af elproduktionen vil ske ved kraftvarmeproduktion og on-shore vindmøller, mens resten importeres over kommunegrænsen, på sigt fra egne off-shore vindmølleanlæg. Det vil ikke være muligt at omlægge alle fremstillingsprocesser og transport til el, og det er derfor nødvendigt at introducere alternative brændstoffer.

Der er peget på en række mulige tekniske løsninger, hvoraf de fleste er beskrevet i virkemiddelkatalogerne og forslaget til Varmeplan. Kort opsummeret omfatter disse:

- Centrale anlæg med geotermi, solvarme, elpatroner og solceller.
- Centrale biogasanlæg med fokus på udnyttelse af gyllens energi.
- Decentrale anlæg baseret på varmepumper, biomasse, solvarme, elpatroner og solceller i bygninger, landbrug og øvrigt industrierhverv.
- Anvendelse af overskudsvarme fra fremstillingsprocesser.
- Demonstrationsanlæg af nær-/lokalvarme løsninger baseret på solvarme eller biomasse.
- Demonstrationsanlæg for solceller.
- On-shore og off-shore vindmøller.

Kort opsummeret er energiforsyningsstrategierne som følger:

- Bringe både centrale og decentrale VE-løsninger i spil.

- Afvikle naturgas og olie til fordel for VE-baseret fjernvarme og individuelle VE-løsninger.
- Sikre VE-baseret elproduktion via fornyelse af eksisterende on-shore vindmøller, etablering af nye on-shore vindmøller på nye sites, etablering af off-shore vindmøller og solcelleanlæg.
- Udarbejde prioriteringsplan for udnyttelsen af biomasse-/biogasressourcer specielt med tanke på forsyning til fjernvarme, fremstillingsprocesser og transport.
- Sikre VE-baserede brændstoffer via øget produktion af energiafgrøder og indhentning af egne og andres erfaringer med biogas- og bioethanolanlæg, for at kunne vurdere i hvilket omfang disse på sigt skal indgå i porteføljen af ressourcer.

7.6 Ledestjerne – Et dynamisk energisystem

Det er visionen, at Sønderborg aktivt medvirker til at skabe vækst og erhvervsmuligheder gennem demonstration (implementering) af en innovativ strategi for et dynamisk energisystem, der er effektivt og sammenhængende. Et system, som kan reagere *real-time* på markedets prissignaler og håndtere alle typer teknologier, herunder en aktiv brug af forbrugssiden og en yderligere indpasning af vedvarende og decentral energiproduktion. Det samlede energisystem – bestående af hardware, kommunikationssystemer og markeder – skal være miljømæssig hensigtsmæssigt, økonomisk effektivt og skal fastholde en høj forsyningssikkerhed. Der skal tænkes systemløsninger frem for blot teknologispecifikke produkter.

Der er flere forskellige elementer, som kan bidrage til at sikre fleksibilitet i energisystemet, herunder ikke mindst kommunikationssystemer og effektive markeder til koordination af udbud og efterspørgsel – på både kort og lang sigt. Arbejdet for at udvikle og etablere et dynamisk energisystem skal derfor ske på mange forskellige fronter og kræver et målrettet, konstruktivt samspil mellem slutbrugerne, installatører (VVS, elektrikere), IT branchen, udstyrsproducenter, energisystemets leverandører og operatører, uddannelsesinstitutioner, forskningsinstitutioner, kommuner, regionsfora m.fl.

Der findes på nuværende tidspunkt ikke en samlet dansk strategi for området omkring systemløsninger til energisystemet. Forskellige projekter har belyst forskellige aspekter inden for området[d], men en helstøbt afprøvning og demonstration har endnu ikke fundet sted.

[d] IDAs Klimaplan 2050, maj 2009; Power to the People, Dansk Energi, juni 2009 – En vision om et CO2 neutralt samfund 2050; Scenarierapport, Energinet.dk, 2007 – Fire scenarieanalyser til belysning af robustheden af beslutninger i forhold til forskellige fremtidige udfordringer; Teknologirådet – Fremtidens energisystem 2007 og projekter såsom Udvikling af strategisk partnerskab om intelligente energisystemer (EUDP projekt 2009), EcoGrid (ForskEL nr. 7816), Energibyen Frederikshavn 100% VE-forsyning uden ubalancer" (ForskEL nr. 10134), EDISION consortium (integration af elbiler i elsystemet), (ForskEL nr. 10224), Demand response medium sized industry consumers (ForskEL nr. 10252), Systems with high level integration of renewable generation units (DSF nr.2104-05-0043), Styring og regulering af et moderne distributionssystem

Hensigten er at etablere Sønderborg som et full-scale demonstratorium, som kan være spydspids i en kompetenceopbygning og erfaringsopsamling og derved kan fungere som show-case for systemløsninger og et dynamisk energisystem både teknisk og organisatorisk, nationalt og internationalt. Sønderborg vil ligeledes kunne medvirke til at skabe et nationalt markedstræk (market pull) for den ønskede udvikling.

Demonstrationen vil være af interesse også udenfor Danmarks grænser og aktiviteterne vil derfor med fordel kunne knytte an til international frontløberviden.

Sønderborg har et forspring i og med, at alle fjernvarmekunder i Sønderborg Fjernvarmes forsyningsområde har fjernaflæste målere. Den enkelte kundes fjernvarmeforbrug kan således følges, hvilket bl.a. giver mulighed for hurtig og systematisk identifikation af problemer (såsom dårlig afkøling). F.eks. har Sønderborg Fjernvarme allerede en rutine, hvor de via fjernaflæste målere spotter områder med dårlig afkøling og så adresserer disse.

Ligeledes har Sønderborg et forspring, i og med, at alle elforbrugere har fjernaflæsning takket været SYD ENERGI´s fremsynede udrulning af fjernaflæste målere. Den enkelte kundes elforbrug kan således følges med kvarters aflæsninger, hvilket giver mulighed for spotprisbaserede kundetariffer, lastafkobling, samt hurtig og systematisk identifikation af abnorme forbrug. Der er altså mulighed for introduktion af timepriser baseret på spotpriser, og afgifterne kunne ligeledes justeres til at tilpasse forbruget. Kombineret med etablering af muligheder for lagring af billig VE-baseret strøm, vil Sønderborg således kunne tage et stort og vigtigt skridt i retningen af et dynamisk energisystem.

Nogle eksempler på teknologier, der kan ”flytte elforbruget” er elpatroner (5-15.000 kWh/år), varmepumper (3-7.000 kWh/år, termisk lager) og elbiler (3.000 kWh/år). Hver især og tilsammen kan disse flytte forbruget – altså gemme til den billige VE-strøm til senere varmeforbrug, når prisen går op som følge af mere sparsom produktion. Industri og erhverv har i dag typisk CTS anlæg[e], som let ville kunne indstilles til at regere på eventuelle prissignaler. Som noget nyt kunne man også tilføje mulighed for afkobling eller tilkobling af forskellige kategorier af elapparater alt efter behov (f.eks. flytte tøjvasken til et billigere tidspunkt).

Da udviklingen af dynamiske energisystemer har stadig større bevågenhed, vil der være mulighed for støtte og samarbejde. Eksempelvis har Rådet for Teknologi og Innovation i

(ForskEL nr. 6316), Effektiv fjernvarme i fremtidens energisystem (EFP), Elforbrug som frekvensstyret reserve (PSO), Praktisk forsøg med fremtidens energisystem.
[e] CTS – Central Tilstandskontrol og Styring.

sommeren 2009 inviteret til bud på innovative samfundsløsninger, som kan sikre et fleksibelt energisystem og Energistyrelsen inviterede vha. et tilskud 300 private husejere til at deltage i et forsøg med varmepumper.

Sønderborg vil overveje, hvordan disse muligheder for finansiel støtte og fagligt samspil med fordel kan bruges i det lokale arbejde med ProjectZero, men også hvordan ProjectZero arbejdet kan fungere som inspiration for andre.

Der er ikke udarbejdet et virkemiddelkatalog for produkter og teknologier som kan gavne udviklingen af et dynamisk energisystem, men nogle eksempler på emner for mulig produktudvikling og demonstration gives kort her:

- Varmeforbrug som balancering af elsystemet både i forhold til spotmarkedet og regulerkraftmarkedet (fjernvarmenet, varmepumper, vandtanke og elpatroner) og bedre udnyttelse af VE-ressourcer lokalt, nationalt og internationalt).
- Elforbrug som balancering af elsystemet både i forhold til spotmarkedet, regulerkraftmarkedet og som frekvensstyret reserve.
- Elkøretøjer som middel til reserve, balancering og CO_2-besparelser.
- Dynamiske eltariffer der afspejler realtidspriser.
- Dynamiske afgifter (uden hvilke effekten af dynamiske priser bliver reduceret).
- Synliggørelse af aktuelt energiforbrug (besparelser og opmærksomhed gennem sensibilisering af forbrugere = hvad betyder det, at jeg tænder/slukker her?).
- Nye regningstyper/-former.
- Synliggørelse af usædvanlige priser.
- Synliggørelse af usædvanlige forbrug.
- Afledte produkter såsom alarm, temperaturregulering, energiovervågning, etc.

Udarbejdelse af en overordnet strategi for Sønderborg som demonstratorium for dynamiske energisystemer og tilhørende produkter og teknologier, er i den sammenhæng vigtig for en koordineret indsats og tiltrækning af projekter fra ind- og udland. Strategien fastlægges af private og offentlige hovedaktører i dialog med Energinet.dk. Der knyttes an til egne, men også internationale erfaringer indenfor emnet.

Et resultat af strategiarbejdet vil være en præcisering og uddybning af de ovenfor listede aktiviteter. Næste skridt i strategiarbejdet er afviklingen af en international workshop, hvor interesserede parter inviteres til Sønderborg for at formulere demonstrations- og produktudviklingsprojekter. Muligheder for at styrke den enkelte virksomhed og nyuddannede indenfor området ved brug af ordningerne for ErhvervsPhD, Videnkupon og Videnpilot vil blive udnyttet målrettet og dermed bl.a. medvirke til kompetenceopbygningen i den enkelte virksomhed og i Sønderborg og Danmark som helhed.

Det forventes, at der i strategiarbejdet vil blive identificeret behov for udvikling og test af nye teknologier, såsom produktudvikling af interne og eksterne styringsenheder – behov, som med fordel kan løftes af Cleantech virksomheder i Sønderborg, med en styrkelse af Sønderborgs videnressourcer og arbejdspladser til følge. Center for Software Innovation (CSI) på Alsion/Sønderborg spiller en vigtig rolle, som driver for virksomhedernes inspiration og kompetenceudvikling i forbindelse med en energisystemisk tilgang til de nye udfordringer.

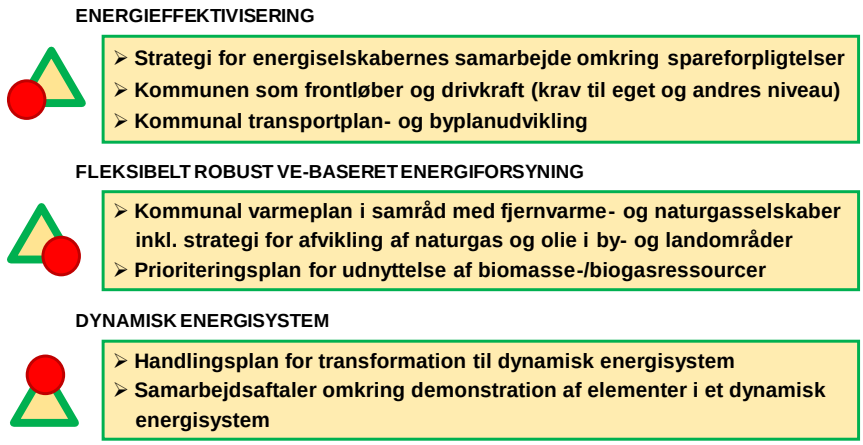
I takt med at der høstes erfaringer fra de iværksatte aktiviteter, kan der senere tilbydes workshops med præsentation af erfaringer og master classes.

Kort opsummeret er strategierne som følger:

- Udarbejde handlingsplan for områdets rolle i demonstrationen af et dynamisk system og etablere partnerskaber med interne og eksterne interessenter omkring demonstrations- og produktudviklingsprojekter.
- Skabe markedstro prissignaler for tariffer og afgifter bl.a. gennem testanvendelse af forskellige typer af tariffer og afgifter til understøtning af et dynamisk system.
- Udbygning af lagringskapacitet og flytbart forbrug (herunder elkøretøjer) til bedre udnyttelse af VE-ressourcer og balancering af energisystem.
- Udvikling af nye produkter samt hardware og software teknologier til det dynamiske energisystem.

7.7 Opsamling

Som beskrevet i afsnittene overfor er der planlagt store ændringer indenfor alle tre ledestjerner. Kort opsummeret er de nødvendige overordnede koordinerende initiativer, som vist i *Figur 36*. Disse initiativer er kritiske for den samlede succes.



Figur 36:Overordnede koordinerende initiativer for hver af de tre ledestjerner.

En lang række virkemidler skal hurtig iværksættes, for at Sønderborg kan nå delmålet i 2015 om 25% reduktion i CO_2-udslip i forhold til 2007-niveauet og det endelige mål om nul CO_2-udslip i 2029. Disse skal dog ikke rulles ud parallelt, men med forskellig vægt i de syv faser af Masterplanperioden. Dette er forsøgt illustreret i *Figur 37*.

Indsatsområderne for perioden 2010-2015 er nærmere specificeret i Roadmap 2010-2015. De listede indsatsområder i de efterfølgende perioder skal kun betragtes som forslag til nogle mulige indsatsområder.

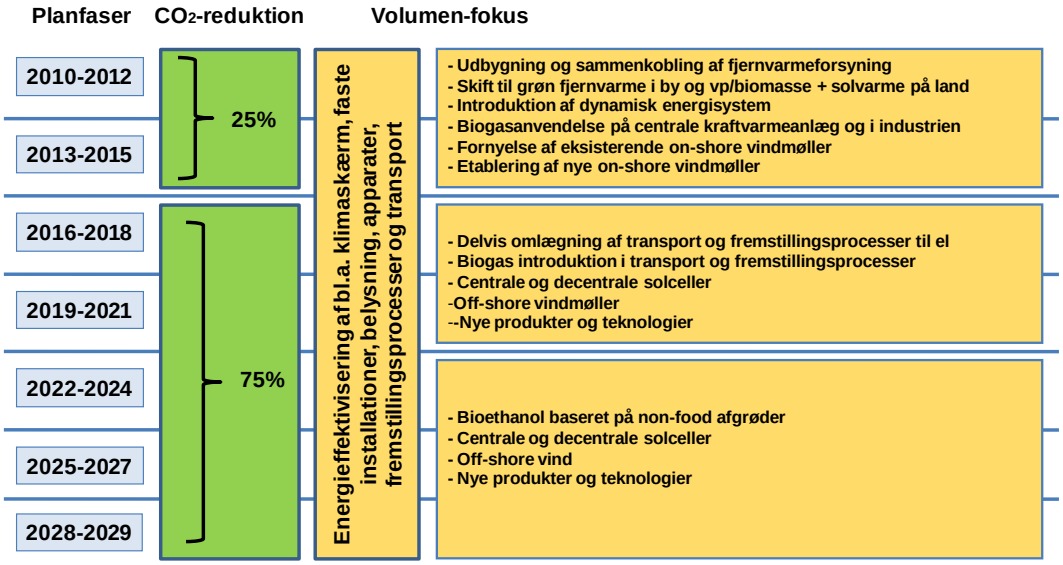
Der forskes i, udvikles og testes i disse år en lang række spændende muligheder. Det er således ikke hensigtsmæssigt allerede nu at fastlåse valget af teknologimiks.

Det må ligeledes forventes, at der både fra regeringens side og fra EU side vil blive taget beslutninger i de kommende år, som vil præge mulighederne for realisering af Sønderborg-områdets Masterplan 2029, og hvilke virkemidler der først skal aktiveres. Det kunne f.eks. være udmøntningen af regeringens "Strategi for reduktion af energiforbruget i bygninger" fra april 2009, der ser energikrav som løftestand for en produktudvikling indenfor byggeri.

Et andet eksempel er lovforslaget fremsat 8. oktober 2009 om ændring af lov om fremme af besparelser i energiforbruget, lov om statstilskud til produktrettede energibesparelser og lov om afgift af elektricitet og om ophævelse af lov om Elsparefonden.

Så sent som 12. november 2009 offentliggjorde Klima og Energiministeriet, at der er afsat en pulje på 400 mio. kr. til støtte til udskiftning af oliefyr inden fyringssæsonen 2010 med mere moderne og klimavenlige systemer som f.eks. fjernvarme, varmepumper eller solvarmeanlæg. Finanslovsaftalen indgået mellem Regeringen og Dansk Folkeparti omfatter også etablering af en pulje på 260 mio. kr. til energirenovering af statslige bygninger.

Alt sammen ting, der påvirker Sønderborg-områdets handlemuligheder og det enkelte virkemiddels relevans og rentabilitet.



Figur 37:De store volumener fordelt på faserne af planperioden.

I henhold til Roadmap 2010-2015 forventes følgende virkemidler at bidrage med de væsentligste forandringer i Sønderborg-områdets energisystem og CO_2-udslip i de to første faser (2010-2015):

- Udbygning af fjernvarmesystemerne og etablering af en transmissionsledning fra Sønderborg til Nordborg,
- Geotermi, solvarme, biogas og biomasse i fjernvarmeforsyningen,
- Skift fra oliefyr, naturgasfyr og elvarme til fjernvarme i byområderne,
- Skift fra oliefyr, naturgasfyr og elvarme til varmepumper eller biomassefyr kombineret med solvarme i landområderne,
- Introduktionen af et dynamisk energisystem,
- Biogasanvendelse på centrale værker,
- Fornyelse af eksisterende on-shore vindmøller og
- Etablering af nye on-shore vindmøller.

Disse indsatser vil tilsammen medvirke til at forberede Sønderborg-området til større indpasning af vedvarende energi og nye teknologier på både forbrugs- og forsyningsside og dermed gøre systemet robust og fleksibelt.

Der gøres status på fremdriften af de iværksatte virkemidler i 2012, således at indsatserne kan justeres og nye tilføjes i det omfang det er nødvendigt for at nå 2015-målet. Det kan vise sig relevant at gøre status tidligere som følge af høstede erfaringer med iværksatte virkemidler, ændringer i de ydre rammer såsom en ændring i energiafgiftssystemet, eller tilvejekomsten af nye teknologier og produkter.

En status i 2015 skal sammenholde målsætningen for 2015 med det faktisk opnåede, men også danne grundlaget for en handlingsplan for den kommende periode. Det har været Energiplangruppens opgave at formulere et bud på, hvordan Sønderborg-området kan blive CO_2-neutral i 2029 ved i videst mulig omfang at udnytte egne ressourcer. Derfor indgår der i Masterplan 2029 et bud på, hvad der kan opfylde dette krav. **Disse forslag skal dog udelukkende betragtes som teoretiske muligheder.** De faktiske indsatsområder og virkemidler kan først udpeges længere fremme i forløbet. Det væsentlige er, at indsatserne, som iværksættes i perioden 2010-2015, bidrager til robusthed og fleksibilitet i det samlede energisystem.

I perioden 2016-2021 er der i Masterplan 2029 forudsat, at følgende virkemidler indenfor ledestjernerne ”flerstrenget VE forsyning” og ”dynamisk energisystem” har størst effekt på energi- og CO_2-balancen:

- Omlægning af en del af forbruget af fossile brændsler i transport og fremstillingsprocesser til el,
- Introduktion af biogas i transport og fremstillingsprocesser til erstatning af olie og naturgas,
- Etablering af centrale og decentrale solcelleanlæg,
- Etablering af off-shore vindmøller og
- Nye produkter og teknologier.

I den sidste periode (2022-2029) er der i Masterplan 2029 forudsat at følgende virkemidler har størst effekt på energi- og CO_2-balancen:

- Omlægning af en del af forbruget af fossile brændsler i fjernvarmeproduktion, transport og fremstillingsprocesser til bioethanol som følge af en øget produktion af non-food afgrøder,
- Etablering af centrale og decentrale solcelleanlæg,
- Etablering af off-shore vindmøller og
- Nye produkter og teknologier.

Gennem hele planperioden 2010-2029 vil der være en fortløbende indsats for at opnå energieffektiviseringer i alle led. De enkelte elementer og virkemidler vil variere hen over forløbet, men styrken og effekten forventes at være jævn og stærk. Eksempler på indsatsområder, som skal iværksættes allerede i første fase – dvs. 2010-2012 er:

- Energikrav til bygninger i Sønderborg-området, som er en eller to klasser højere end gældende for resten af landet.
- Demonstration af pakkeløsninger til energirenovering af bygningers klimaskærm.

- Energiledelse, energirigtig projektering, og energieffektivisering via produktionsoptimering f.eks. som tilbud under kommunikationsplatformen ZEROcompany.
- Energirigtigt valg af belysning og elapparater vha. opbakning fra området butikker via kommunikationsplatformen ZERObutik
- Forsøg med særlige energispareafgifter, som øger incitamentet til realisering af effektiviseringer.

Ligesom for de to øvrige ledestjerner (”flerstrenget VE forsyning” og ”dynamisk energisystem”) er det kun virkemidlerne for perioden 2010-2015, der er udpeget på nuværende tidspunkt. Sidst i perioden vil en ny Roadmap konkretisere, hvad der planlægges iværksat i perioden efter 2015.

8 Sønderborg 2029

Masterplanen er baseret på en vurdering af:

- Hvilke effektiviseringer det er realistisk at forvente sig i de enkelte energiforbrugssektorer i løbet af planperioden, og
- hvorledes det reducerede energiforbrug – sektor for sektor – mest hensigtsmæssigt kan være skiftet til lokale VE-ressourcer ved planperiodens udløb.

I det følgende afsnit præsenteres den forventede konsekvens af vision og indsats omkring realiseringen af Masterplan 2029. Først præsenteres de lokale energiressourcer, og dernæst, hvorledes disse kan finde anvendelse i de enkelte forbrugssektorer i 2029.

8.1 Lokale energiressourcer

De fleste af de lokale energiressourcer er begrænsede af de til rådighed værende arealer.

Solindstrålingen i Danmark udgør ca. 1.000 kWh/år/m^2 på en vandret flade; 20% mere på en sydvendt flade med en hældning på 40°. Solfangere kan i gennemsnit levere 456 kWh/år/m^2, og for hver kvadratmeter solfanger skal der bruges 2,5 m^2 jordareal. Som tankeeksperiment kan man beregne det nødvendige areal for at kunne dække Sønderborg-områdets nettovarmebehov med solvarme til 935 GWh/år / (456/2,5) kWh/år/m^2 = 510 ha = 1% af områdets areal.

Det er imidlertid vanskeligt at lagre varmen fra sommer til vinter (med mindre Sønderborg Fjernvarmes bestræbelser på at få etableret sæsonlager i forbindelse med det geotermiske anlæg bliver en succes), og der er desuden energiforbrug, som ikke kan dækkes med varme.

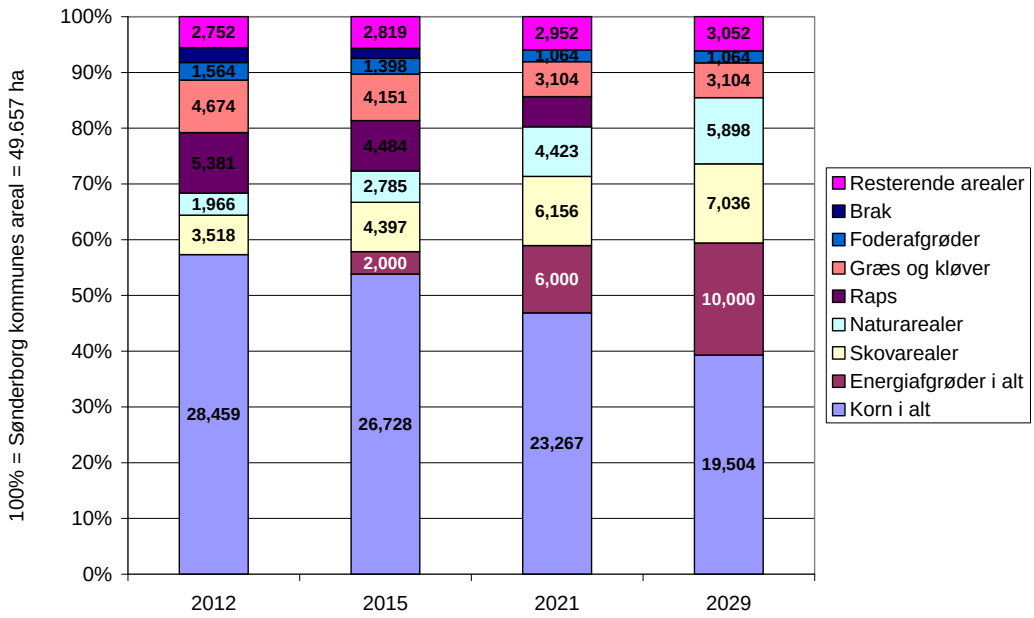
Det er derfor relevant at undersøge, hvilken anden energi, man kan få ud af områdets arealer. *Figur 38* viser, hvorledes kommunens 49.657 ha i Masterplanen er forudsat anvendt i 2012, 2015, 2021 og 2029.

Der antages følgende ændringer fra 2012 til 2029 – målt i procenter af områdets samlede areal:

- Korn i alt -18%
- Raps -11%
- Græs og kløver -3%

- Brak -3%
- Foderafgrøder -1%
- Resterende arealer: by, vej +1%
- Skovarealer +7%
- Naturarealer +8%
- Energiafgrøder i alt +20%

De anførte arealændringer er skønnet af Landbrugsgruppen med repræsentanter fra bl.a. Center for Bioenergi og landbrugsorganisationerne. Scenariet indebærer, at op mod 20% af landbrugsarealer vil blive omlagt til energiafgrøder. Scenariet er underlagt stor usikkerhed. Landbrugets udvikling, herunder bl.a. svineproduktionen og biomasseproduktionen, vil naturligvis især afhænge af udviklingen i fødevarepriser og energipriser.



Figur 38: Antaget udvikling i arealanvendelsen i Sønderborg-området, 2012-2029 (100% = 49.657 ha).

Alt andet lige må man forvente, at fødevareproduktionen fortsætter i længere tid i Sønderborg-området end i naboområderne, da jordbunden har bedre bonitet, og at der derfor vil ske import af biomasse fra disse områder til Sønderborg-området.

Her er det dog forudsat, at energisektoren er villig til at betale den nødvendige pris for energiafgrøderne, og at produktionen derfor kommer op på det her skitserede niveau, som nok må betegnes som værende maksimumsscenariet.

Nedenfor gennemgås forudsætningerne for beregning af den potentielle energiproduktion fra hver enkelt arealtype. Den resulterende produktion af biomasse til forbrænding

og biogasproduktion fremgår af *Figur 39* og *Figur 40*. *Figur 41* viser det samlede energipotentiale. Figuren medtager raps og oliefrø, som dog ikke forudses at skulle spille nogen rolle i energiforsyningen af Sønderborg-området.

Korn - halm

Det er antaget, at antallet af dyreenheder vil falde, og at behovet for kornproduktion til foder som følge heraf vil falde. Energipotentialet i halm falder derfor i planperioden med ca. 30%.

Halmens energiindhold er antaget at være 4 ton/ha x 14,5 GJ/ton = 58 GJ/ha. Det er endvidere antaget, at kun halvdelen af halmmængden er til rådighed for energisektoren.

Energiafgrøder

Der er regnet med, at der sås majs + grønrug på halvdelen af arealerne med energiafgrøder, og at der plantes pil på den anden halvdel. De valgte energiafgrøder skal ses som en måde at eksemplificere energipotentialet på, og andre kombinationer kan i løbet af planperioden vise sig at være bedre.

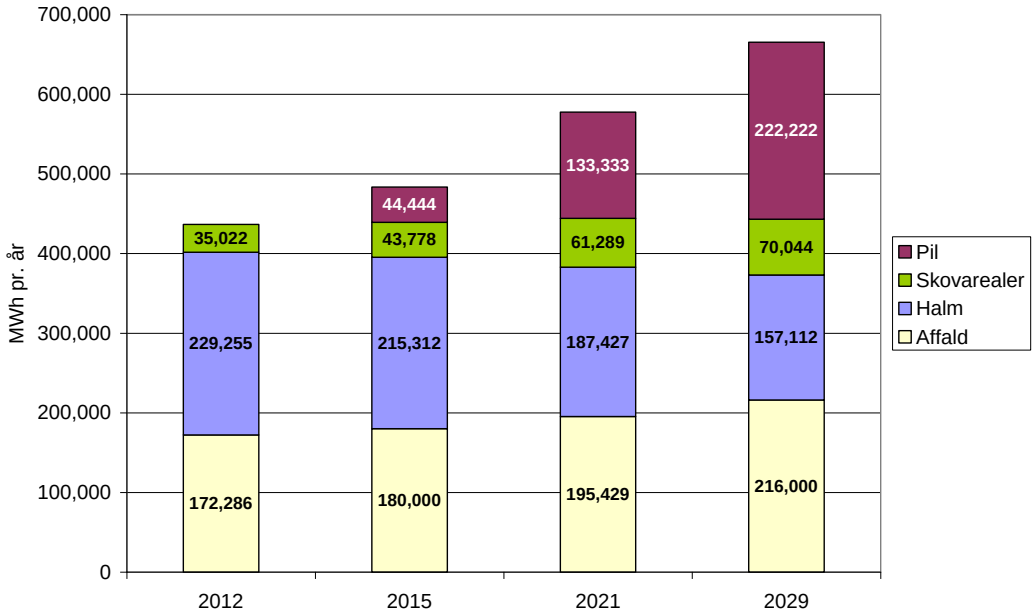
Majsen sås i maj og høstes i september, hvor der sås grønrug, som høstes i maj. Majs er en helsædsafgrøde ligesom græs og andet grovfoder. Både majs og grønrug bruges til biogasproduktion. Udbyttet er:

- majs: 15 ton/ha x 300 m^3biogas/ton x 23 MJ/m^3 = 104 GJ/ha
- grønrug: 3 ton/ha x 250 m^3biogas/ton x 23 MJ/m^3 = 17 GJ/ha
- i alt: 121 GJ/ha – eller dobbelt så meget som for halm.

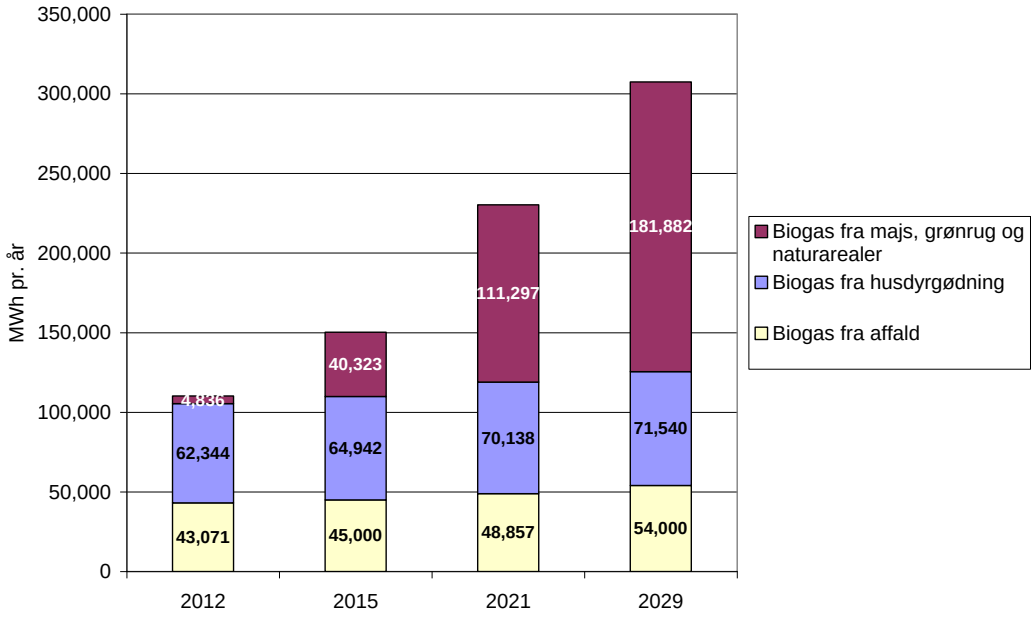
I Tyskland anvendes ca. 350.000 ha til majs til biogas. Arealet er 7 gange end Sønderborg-området.

Høstudbyttet fra pil, som anvendes til forbrænding er 10 ton/ha x 16 GJ/ton = 160 GJ/ha, hvilket er 1/3 mere end med majs/grønrug. Produktiviteten forventes at stige generelt for energiafgrøder i de kommende år; f.eks. vil udbyttet af pil formentlig ret hurtigt kunne stige fra 10 til 12 ton tørstof pr. ha.

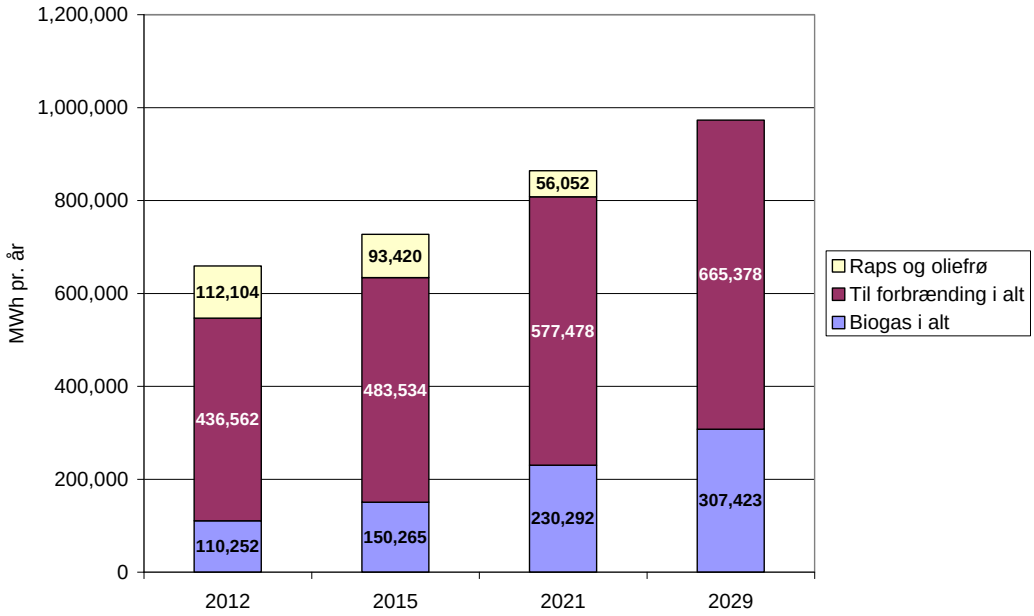
Landmænd foretrækker 1-årige frem for flerårige afgrøder, så længe der er usikkerhed om afsætningen af flerårige afgrøder. Hvis energisektoren derfor ønsker pil i den fremtidige energiforsyning, er det nødvendigt at indgå kontrakter med en løbetid på 20-25 år med landmændene.



Figur 39: Potentiel produktion af biomasse i Sønderborg-området til forbrænding.



Figur 40: Potentiel produktion af biogas i Sønderborg-området.



Figur 41: Samlet energipotentiale fra biomasse i Sønderborg-området.

Naturarealer

Pleje af naturarealer skønnes at kunne bidrage med 3 ton/ha x 9,5 GJ/ton x 30% = 8,6 GJ/ha. Hertil kommer et konstant bidrag på 167 MWh/år fra grødeskæring langs vandløb. Begge dele går til biogasproduktion.

Skovarealer

Af den samlede hugst fra skovene forventes halvdelen afsat som brænde og energitræ, mens den anden halvdel afsættes til gavntræ, dvs. tømmer, møbler m.m.

Potentialet i energitræ er opgjort således:

- Løvtræ: 82% x 5 m^3/ha x 660 kg/m^3 x 19,0 GJ/ton = 63 GJ/ha skov
- Nåletræ: 18% x 5 m^3/ha x 460 kg/m^3 x 19,2 GJ/ton = 44 GJ/ha skov
- I alt: 107 GJ/ha.

Det vurderes:

- at 10% af gavntræet efter forarbejdningsprocesserne kan anvendes til energiformål,
- at læhegn m.m. kan bidrage med en energimængde svarende til 15% af energiindholdet i den samlede hugst fra skovene.

I dag anvendes i størrelsesordenen 38 GWh træ i området, jf. *Tabel 5*, som angiver nettovarmebehovet (efter tab i biomassefyr) dækket af halm/træ til 40 GWh.

Biogas fra husdyrgødning

Det udnyttelige energipotentiale i biogas fra husdyrgødning er i *Tabel 10* opgjort til 71.540 MWh i 2029. Potentialet er baseret på en antagelse om, at antallet af dyreenheder er faldet med omkring 1/3 i forhold til i dag, og at der kan produceres biogas på 85% af gødningen fra disse dyr. Hvis produktionen sker i et jævnt flow over årets timer, så svarer energimængden til en effekt på 8 MW. Som det fremgår af *Figur 40* vil affald og majs/grønrug m.m. imidlertid øge biogaspotentialet betydeligt.

Tabel 10: Udnytteligt energipotentiale fra biogas fra husdyrgødning.

					2012	2021	2029
				Dyreenheder:	100%	75%	67.5%
				Udnyttelsesgrad.	50%	75%	85%
	DE: dyre-enheder	ton/ DE	m3/ ton	Potentiale, MWh, #	MWh	MWh	MWh
Svin	43,173	17	22	103,159	51,580	58,027	59,188
Kvæg	6,464	15	22	13,629	6,814	7,666	7,819
Fjerkræ	3,365	4.9	75	7,901	3,950	4,444	4,533
I alt	53,002			124,689	62,344	70,138	71,540

#: 23 GJ/m3 biogas

Affald

I 2007 blev der forbrændt 68.186 ton affald på Sønderborg Kraftvarmeværk. Heraf kom ca. 57% fra Sønderborg-området, mens 43% kom fra Aabenraa kommune. Energiindholdet i det forbrændte affald var 199 GWh, jf. *Tabel 8*.

Ifølge Energistyrelsens basisfremskrivning af Danmarks energiforbrug vil energiindholdet i forbrændt affald stige fra 14 PJ i 2009 til 19 PJ i 2030. Det vil sige, at man forventer en stigning på 36%. Baseret på denne fremskrivning, er energiindholdet i affald til forbrænding på Sønderborg Kraftvarmeværk skønnet til 270 GWh i 2029 (225 GWh i 2015).

Ifølge Landbrugsgruppens kortlægning kan omkring 20% af energiindholdet i affaldet (54 GWh i 2029) udvindes som biogas, mens den resterende del (216 GWh) skal gå til forbrænding.

Energistyrelsen har fastsat emissionskoefficienten for affald til 32,5 kg CO_2/GJ, hvilket svarer til, at der er et plastindhold på ca. 10% målt på vægten. Da vi antager uændret emissionskoefficienten for 2029, vil CO_2-emissionen ved forbrænding af affaldet udgøre 270.000 MWh * 3,6 GJ/MWh * 32,5 kg/GJ = 31.600 ton CO_2.

8.2 Rumopvarmning og varmt brugsvand 2029

Specifikke nettovarmebehov

Forslaget til varmeplan er baseret på den antagelse, at de specifikke nettovarmebehov falder med 25% fra 2009 til 2020 for herefter at være konstante.

Masterplanen er mere ambitiøs og forudsætter, at de specifikke nettovarmebehov falder med 35% frem til år 2029. Masterplanen forventer, at omfanget af forbedringer i klimaskærm og faste installationer er større end det skønnet i forslaget til varmeplan som følge af en ekstraordinær opbakning fra bygningsejere, byggebranche, fjernvarmeselskaber, kommune og øvrige aktører. De mere præcise virkemidler er beskrevet i afsnit 7.4 og Virkemiddelkataloget for bygninger. Disse svarer til forudsætningerne i IDA's Klimaplan 2050.

IDA's Klimaplan 2050 antager, at energiforbruget til rumopvarmning er faldet med 78 PJ i 2030 svarende til 37% af forbruget i 2007 (ca. 210 PJ). Virkemidlerne er bl.a. forbrugeroplysning, efteruddannelse, skærpelse i bygningsreglementer, forbrugerrettede incitamentsordninger, det offentlige som frontløber, differentieret beskatning af boliger, favorabel realkreditfinansiering og offentlige tilskud på 675 mio. kr. årligt i perioden 2010-2020 til bygningsområdet inklusive belysning og elapparater.

Fjernvarmedækning

Forslaget til varmeplan for Sønderborg-området lægger op til en væsentlig udvidelse af fjernvarmeforsyningen. Det sker ved:

- At alle bygninger indenfor eller i umiddelbar nærhed af fjernvarmeforsyningsområderne, som i dag ikke er tilsluttet fjernvarmen, bliver tilsluttet fjernvarmen.
- At der bliver etableret en transmissionsledning fra Sønderborg til Nordborg, og at alle bygningerne i Guderup og Svenstrup i den forbindelse skifter til fjernvarme over en årrække.

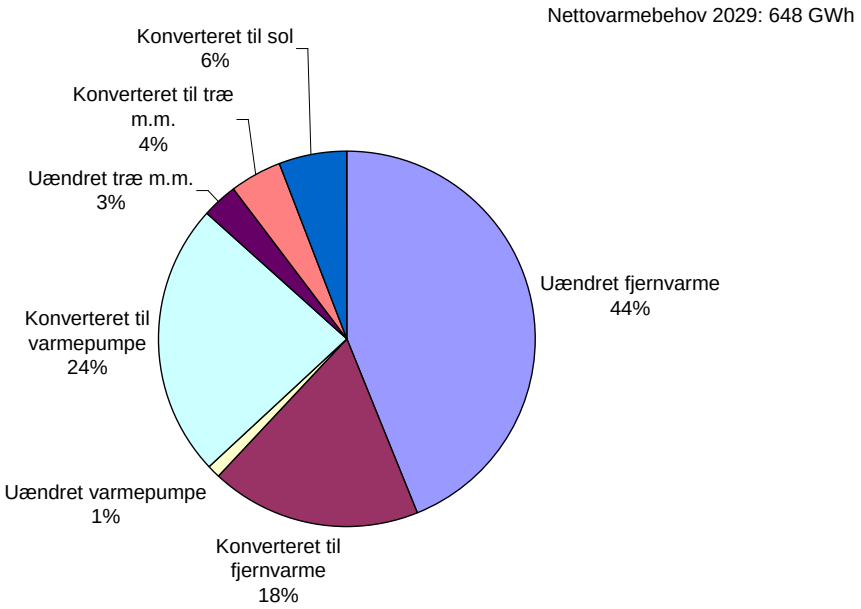
Masterplanen forudsætter samme fjernvarmedækning i 2029 som forslaget til varmeplan, dvs. et fjernvarmedækket nettovarmebehov på 462.944 / 75% * 65% = 401.218 MWh (forslaget til varmeplan regner med, at varmebehovet i 2029 er 75% af varmebehovet i 2007, dvs. 25% reduktion, mens Masterplanen regner med 65%, dvs. 35% reduktion).

Tillagt et samlet nettab på 126.560 MWh, jf. forslaget til varmeplan, bliver varmebehovet ab værk 527.778 MWh.

Det resterende nettovarmebehov i Sønderborg-området (246.599 MWh) forudsættes i 2029 dækket som følger:

- 65% med individuelle varmepumper (heraf 1/3 el og 2/3 jordvarme).
- 20% med individuelle biomassefyr, f.eks. træpillefyr.
- 15% med solvarme som supplement til de individuelle varmepumper og bio-massefyr.

Resultatet af denne plan fremgår af *Figur 42*. Fjernvarmedækningen stiger med 18%-point fra 44 til 62% (tallene inkluderer Danfoss' procesenergiforbrug).



Figur 42: Dækning af nettovarmebehovet i 2029 i forhold til i dag (100% = 648 GWh).

Individuel opvarmning

Den største ændring er imidlertid, at 24% af nettovarmebehovet i Sønderborg-området antages at skifte fra oliefyr, naturgasfyr og elovne til individuelle varmepumper.

Bygninger med centralvarmesystemer forudsættes at skifte til jord/vand eller luft/vand varmepumper, mens bygninger med direkte elvarme skifter til luft/luft varmepumper.

5% af nettovarmebehovet i Sønderborg-området antages at skifte fra oliefyr, naturgasfyr og elovne til biomassefyr.

Fjernvarmeproduktion

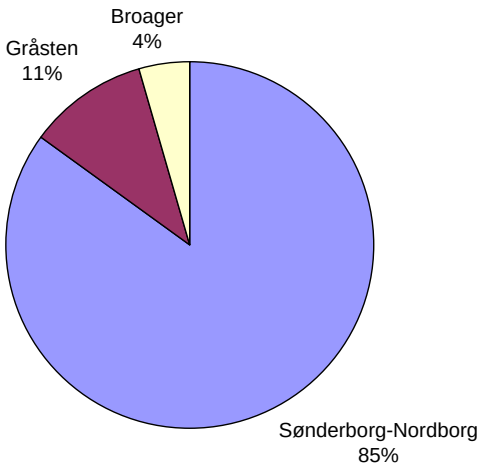
Fjernvarmen forudsættes produceret i følgende tre fjernvarmesystemer:

- Fjernvarmenettene i Sønderborg, Vollerup, Augustenborg, Guderup, Svenstrup, Danfoss og Nordborg antages sammenkoblet med en transmissionsledning,

- Gråsten fjernvarme,
- Broager fjernvarme.

Figur 43 viser den relative størrelse af de tre fjernvarmenet.

Det anbefales at undersøge, om det er rentabelt at forlænge transmissionsledningen fra Sønderborg til Broager og Gråsten med henblik på bedre at kunne udnytte billige grundlastenheder (affaldsvarme, geotermisk varme, varme baseret på biogas og solvarme) – og for eventuelt at kunne udnytte overskudsvarme fra industrivirksomheder på strækningen.



Figur 43: Fjernvarmeproduktion ab værk, 2029 (100% = 528 GWh).

Tabel 11 viser hvorledes fjernvarmen tænkes produceret til de tre fjernvarmesystemer i 2029.

Enhedernes årlige produktion er for alle tre systemer beregnet på basis af varighedskurver med en benyttelsestid på 4.171 timer/år, som er benyttelsestiden for et fjernvarmesystem med 50% fast forbrug (25% nettab + 1/3 af nettovarmebehovet, som antages at være brugsvand m.v.).

Tabel 11: Dækning af fjernvarmebehov ab værk, 2029 (GWh). Røde tal angiver forbrugte mængder energi, mens sorte tal angiver produceret elektricitet og fjernvarme.

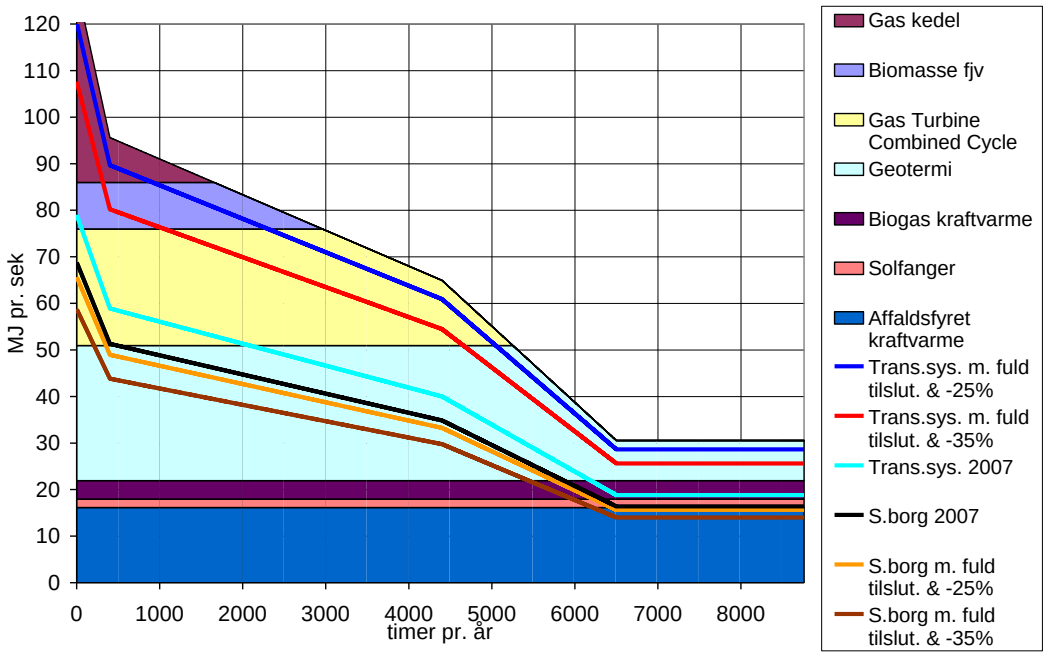
	Anlægs effekt: MW	Affald	Halm	Træ	Pil, majs, grønrug	Restprd ethanol-produkt.	Bio-ethanol & -olie	Biogas	Sol-energi	Geo-termi	Jord-varme (v.p.)	Elek-tricitet	Fjern-varme
Transmissionssystemet Sønderborg-Vollerup-Augustenborg-Guderup-Svenstrup-Danfoss-Nordborg													
Bioolie	27.6	0	0	0	0	0	-6	0	0	0	0	0	6
Biomasse fjv	14.0	0	0	0	-25	0	0	0	0	0	0	0	21
Varmepumpe	14.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-34	-17	51
Geotermi	29.0	0	0	0	-86	0	0	0	0	-96	0	-6	169
Biogas kv	4.0	0	0	0	0	0	0	-74	0	0	0	28	35
Solfanger	1.8	0	0	0	0	0	0	0	-16	0	0	0	16
Affald kv	17.2	-216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	151
I alt	107.6	-216	0	0	-111	0	-6	-74	-16	-96	-34	51	449
Gråsten fjernvarme													
Bioolie	4.4	0	0	0	0	0	-2	0	0	0	0	0	2
Biomasse fjv	6.5	0	0	0	-38	0	0	0	0	0	0	0	32
Biogas kv	2.5	0	0	0	0	0	0	-46	0	0	0	18	22
I alt	13.4	0	0	0	-38	0	-2	-46	0	0	0	18	56
Broager fjernvarme													
Bioolie	2.0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1
Biomasse fjv	3.0	0	-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
Solvarme	0.5	0	0	0	0	0	0	0	-5	0	0	0	5
I alt	5.5	0	-20	0	0	0	-1	0	-5	0	0	0	23

I alle tre systemer dækkes spidslasten (30-40% af det maksimale effektbehov ab værk med 3-7% af årsproduktionen) af bioolie- eller bioethanolfyrede kedler.

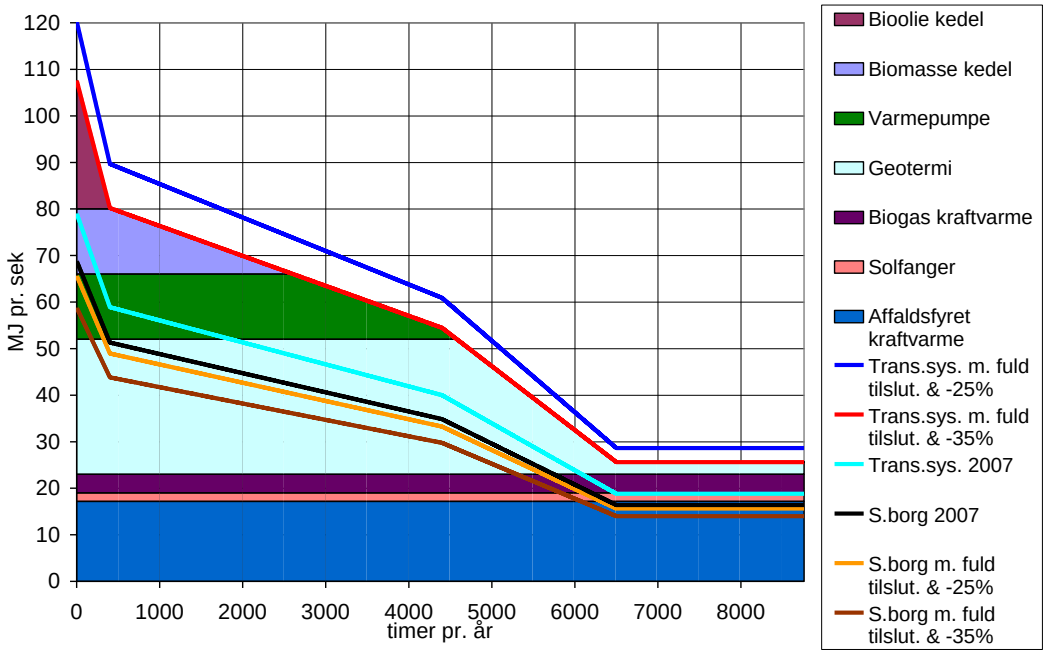
Lastfordelingen i 2015 og 2029 i transmissionssystemet Sønderborg-Nordborg fremgår af henholdsvis *Figur 44* og *Figur 45*.

Forskellene er følgende:

- Den samlede varmeproduktion ab værk er faldet fra 535 til 449 GWh
- Varmen fra affaldsforbrændingen er steget fra 141 til 151 GWh
- Varmen fra det geotermiske anlæg er faldet fra 195 til 169 GWh som følge af det mindre varmegrundlag (forudsætter at der ikke er etableret varmelagring)
- Det gasfyrede kraftvarmeværk (gasturbinerne) er erstattet af i gennemsnit 14 MW varmepumpe (som anvender 17 MWh elektricitet om året, jf. *Tabel 11*) og 14 MW biomassefyrede kedler
- De naturgasfyrede spidslastkedler er erstattet af bioolie- eller bioethanolfyrede kedler.

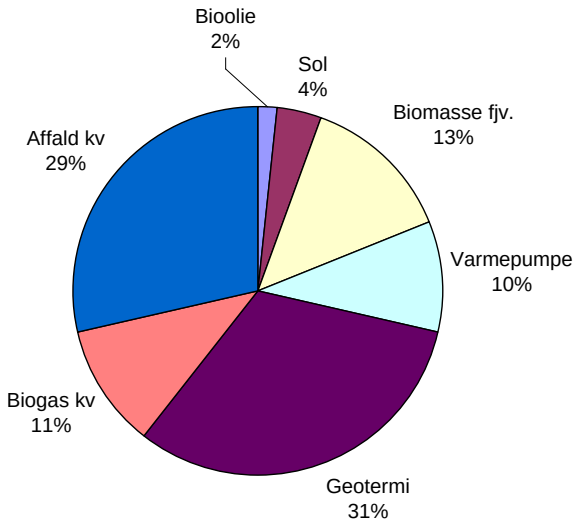


Figur 44: Varighedskurve for det sammenhængende transmissionssystem 2015.

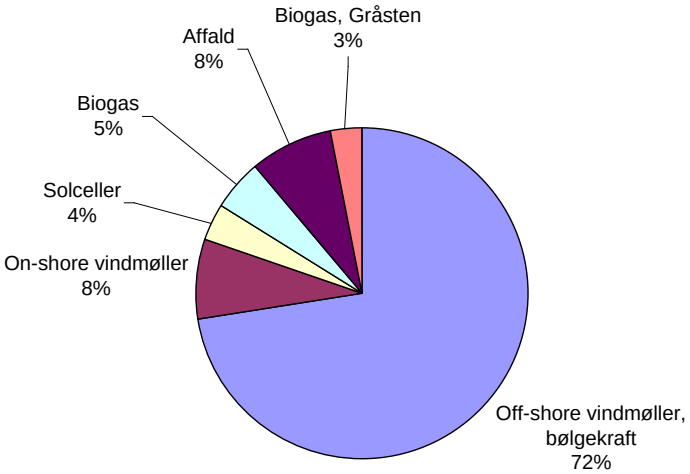


Figur 45: Varighedskurve for det sammenhængende transmissionssystem 2029.

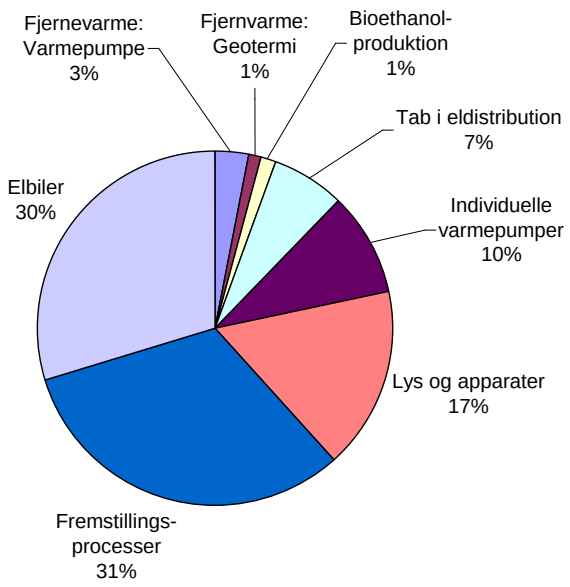
Fordelingen af den resulterende fjernvarme- og elproduktion ab værk på brændsler fremgår henholdsvis *Figur 46* og *Figur 47*. Af *Figur 48* fremgår, at omkring 43% af elforbruget er fleksibelt: 30% går til elbiler, 3% til centrale fjernvarmepumper og 10% til individuelle varmepumper med varmeakkumulatorer, som også bruges til solvarmeanlæggene.



Figur 46: Fordeling af fjernvarmeproduktion ab værk på energikilder, 2029 (100% = 528 GWh).



Figur 47: Fordeling af elproduktion på energikilder, 2029 (100% = 562 GWh.



Figur 48: Fordeling af elproduktion på anvendelse (1005 = 562 GWh)

Grundlasten dækkes som følger i det sammenhængende transmissionssystem Sønderborg-Nordborg:

- Efter frasorteringen af affald til biogasproduktion, er energiindholdet i affaldet 216.000 MWh. Det resulterer i en varme- og elproduktion på henholdsvis 151.000 og 45.000 MWh/år, idet der er regnet med de samme el- og varmevirkningsgrader som i dag: 21% og 70%.

- Der etableres inden 2015 et centralt solvarmeanlæg på 35.000 m^2 med en årlig produktion på 16.000 MWh.

- Der etableres i 2013 et biogasanlæg, som leverer gas til en eksisterende gasmotor i Augustenborg, som konverteres til biogas. Gasmotoren leverer 4,0 MW varme i alle årets timer. Med 85% totalvirkningsgrad og Cm lig 0,8 (varmevirkningsgrad 47,2%) vil den indfyrede biogasmængde være 8,5 MW eller 74.000 MWh/år. Biogasproduktionen vil blive baseret på organisk affald og husdyrgødning.

- Der etableres et geotermianlæg med en varmeeffekt på 29 MW i Sønderborg. Varmen kommer fra jorden (16 MW) og drivvarme fra biomassefyrede kedler (13 MW).

- Der etableres 14 MW central varmepumper med en effektfaktor på 3. Varmepumperne er primært i drift i perioder med lave elpriser, hvilket ofte vil forekomme i et elsystem med en stor andel af vindenergi.

- De biomassefyrede kedler (85% virkningsgrad) som driver det geotermiske anlæg gøres 14 MW større end nødvendigt for driften af geotermianlægget med henblik på varmelevering til fjernvarmenettet. Biomassen kan være træ, halm eller restprodukter fra bioethanolproduktion.

De konkrete markedspriser på biomasse og el afgør, om varmepumperne eller de biomassefyrede kedler skal dække mellemlasten. De to anlægstyper etableres hver især med en effekt på omkring 30 MW, da de som regel ikke vil være ikke er i drift samtidigt, men hver for sig.

De enkelte fjernvarmeproduktionsenheders effekt og årsproduktion fremgår af *Tabel 11*.

Grundlasten dækkes således i Gråsten fjernvarme:

- Der etableres i 2013 et biogasanlæg, som leverer gas til en eksisterende gasmotor i Gråsten, som konverteres til biogas. Gasmotoren leverer 2,5 MW varme i alle året timer. Med 85% totalvirkningsgrad og Cm lig 0,8 (varmevirkningsgrad 47,2%) vil den indfyrede biogasmængde være 5,3 MW eller 46.000 MWh/år. Biogasproduktionen vil blive baseret på organisk affald og husdyrgødning.

- Det etableres et biomassefyret fjernvarmeanlæg med en varmeeffekt på 6,5 MW (85% virkningsgrad).

De enkelte fjernvarmeproduktionsenheders effekt og årsproduktion fremgår af *Tabel 11*.

Grundlasten dækkes således i Broager fjernvarme:

- Der etableres et centralt solvarmeanlæg på 10.000 m^2 med en årlig produktion på 4.560 MWh[f].

- Der etableres et biomassefyret fjernvarmeanlæg med en varmeeffekt på 3,0 MW (85% virkningsgrad).

De enkelte fjernvarmeproduktionsenheders effekt og årsproduktion fremgår af *Tabel 11*.

8.3 Lys og apparater

Elforbruget til lys og apparater i bygninger (boliger og handels- og serviceerhverv) forudsættes at falde med 50%, hvilket er i overensstemmelse med IDA's forventninger for 2030 i Klimaplan 2050, dog 20 år tidligere i Sønderborg som følge af den fokuserede

[f] Et sådant anlæg blev etableret og taget i brug 1. september 2009.

indsats på energieffektivisering. Virkemidlerne er bl.a. forbrugeroplysning, forbrugerkampagner, mærkning og EU-standarder for maksimalt tilladt energiforbrug.

8.4 Fremstillingsprocesser

Fremstillingserhvervene er landbrug, industri samt bygge- og anlægsvirksomhed. Disse erhvervs energiforbrug (brændsler og elektricitet) forventes at blive reduceret med 35% i løbet af planperioden som følge af energibesparelser og strukturelle ændringer, herunder udflytning af visse energikrævende industrier til udlandet.

Dette er på niveau med IDA's Klimaplan 2050, som forventer, at industriens brændselsforbrug er reduceret med 31% i år 2030, mens elforbruget er reduceret med 43%.

Både Sønderborgs Masterplan 2029 og IDA's Klimaplan 2050 påpeger et stort behov for at udvikle nye incitamentsstrukturer, som vil fremme virksomhedernes investeringer i energieffektiviseringer.

Det reducerede energiforbrug forudsættes omlagt til VE-ressourcer som følger:

- De behov, som i dag dækkes af benzin og dieselolie (32% af det samlede procesenergiforbrug inkl. el), omlægges til biogas (75%) og elektricitet (25%).

- De behov, som i dag dækkes af naturgas og kul (36% af det samlede procesenergiforbrug inkl. el), omlægges til fast biomasse (restprodukter fra ethanolproduktion, halm, træ eller non-food afgrøder (75%) og elektricitet (25%)).

8.5 Transport

Der forudsættes i Masterplanen, at vejtransportbehovet (person-km og ton-km) stiger med 18%, men væksten vil blive fuldt ud kompenseret af stigende energieffektivitet (9%) og omlægning til banetransport (9%), således at energiforbruget er uændret.

Benzin- og dieselolieforbruget forudsættes omlagt til VE som følger:

- 80% erstattes af med el
- 12% erstattes med biogas
- 8% erstattes med bioethanol eller tilsvarende.

Dette brændselsmiks er en mulighed i 2029, men det er også muligt, at brint-/brændselscellebiler eller hybridbiler har en stor markedsandel.

8.6 Energibalance 2029

Tabel 12 sammenfatter konsekvenserne af de ovenfor listede effektiviseringer og brændselsomlægninger og tilføjer tre nye elementer til energibalancen for 2029:

On-shore vindmøller i Sønderborg-området (B2 i tabellen)

Der er i dag opstillet 21 vindmøller på land i Sønderborg-området med en installeret effekt på 10 MW. Det har hidtil været byrådets holdning, at noget af denne kapacitet skal erstattes med større vindmøller, men anden kapacitet vil blive nedlagt, således at der netto ikke sker nogen vækst i den samlede installerede kapacitet.

Masterplanen går ud fra, at denne politik vil blive ændret, og at det vil være muligt at etablere yderligere 10 MW vindmøllekapacitet på land i planperioden, således at den samlede landbaserede vindmøllekapacitet kommer op på 20 MW. Produktionen herfra forventes at være 44.000 MWh/år.

Centrale og decentrale solceller (B3)

Der er regnet med, at produktionen i 2029 er på 20.000 MWh. Hvis benyttelsestiden er 1.000 timer/år, svarer det til en installeret effekt på 20 MW. De 20.000 MWh svarer til 3,6% af elforbruget an distributionsnet i Sønderborg-området.

IDA regner i sin Klimaplan 2050 med, at de bygningsintegrerede (decentrale) solceller kan dække 5% af bygningers elforbrug i 2050. I 2030 antager IDA, at den samlede produktion fra centrale og decentrale solceller vil kunne dække 0,9 TWh / 31.1 TWh = 2,9% af elforbruget.

Bioethanolfabrik (B4)

Med henblik på at skaffe flydende brændsler til tunge køretøjer i transportsektoren, anvendes en del af halm og non-food energiressourcerne til produktion af biodiesel og bioethanol i 2. generations bioethanolanlæg, som ikke nødvendigvis er beliggende i Sønderborg-området. Anlægget gør, at de biomassemængder, som ikke kan finde anvendelse i kraftvarmeværker, individuelle biomassefyr eller fremstillingsprocesser, bliver anvendt meningsfyldt – ud fra den overordnede præmis, at de lokale biomasseressourcer skal anvendes lokalt.

Det er antaget, at der til en ”indfyret” energienhed biomasse skal anvendes 4% elektricitet. Output er 30% bioethanol, 27% fast restprodukt, som kan anvendes til forbrænding i kedelanlæg, og 43% tab (heraf er 12% indeholdt i et restprodukt, som kan anvendes som dyrefoder.

Det er i Masterplan 2029 antaget, at CO_2-udslippet fra ethanolproduktionen er nul, da produktionen baserer sig på egne restprodukter (biomasse) og CO_2-fri elektricitet. Endvidere er det antaget, at høsten af energiafgrøder sker med maskiner, som er drevet af CO_2-fri energi.

Importeret elektricitet (B1)

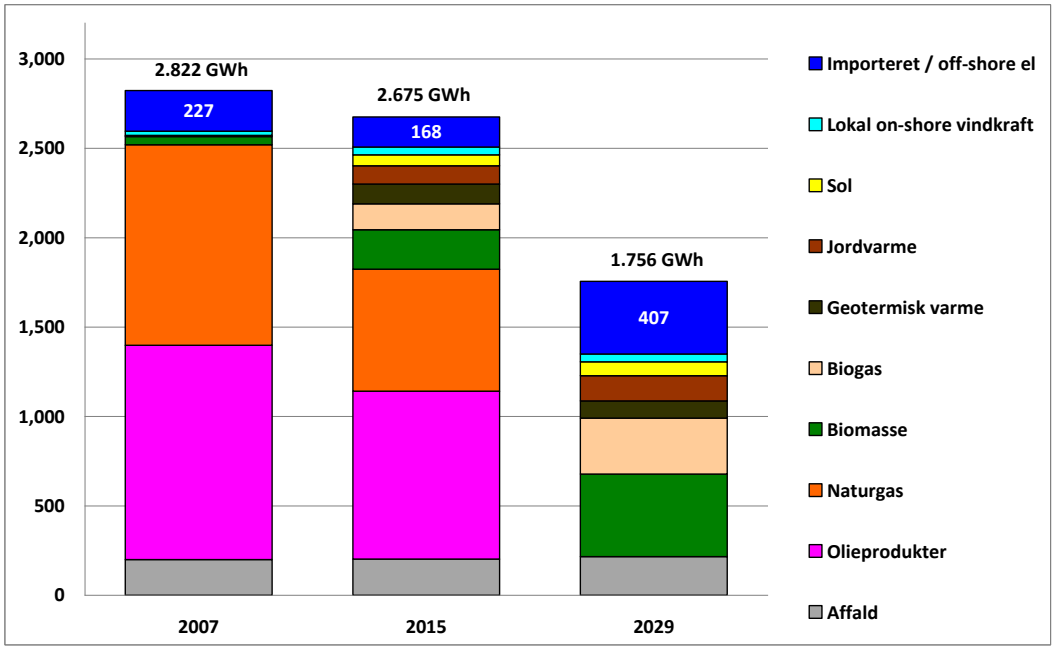
For at få energibalancen til at gå op, er det nødvendigt at importere 407.000 MWh elektricitet i 2029. Hvis denne elektricitet skal produceres i off-shore vindmølleparker med en benyttelsestid på 3.600 timer/år, vil den nødvendige kapacitet være = 113 MW. Bølgekraftanlæg kunne også være en mulighed. Off-shore vindmøller vil kunne etableres i farvandet mellem Als og Ærø – alternativt i Kattegat eller Vesterhavet.

Tabel 12: Energibalance for Sønderborg-området, 2029 (MWh).Negative værdier er angivet med rødt.

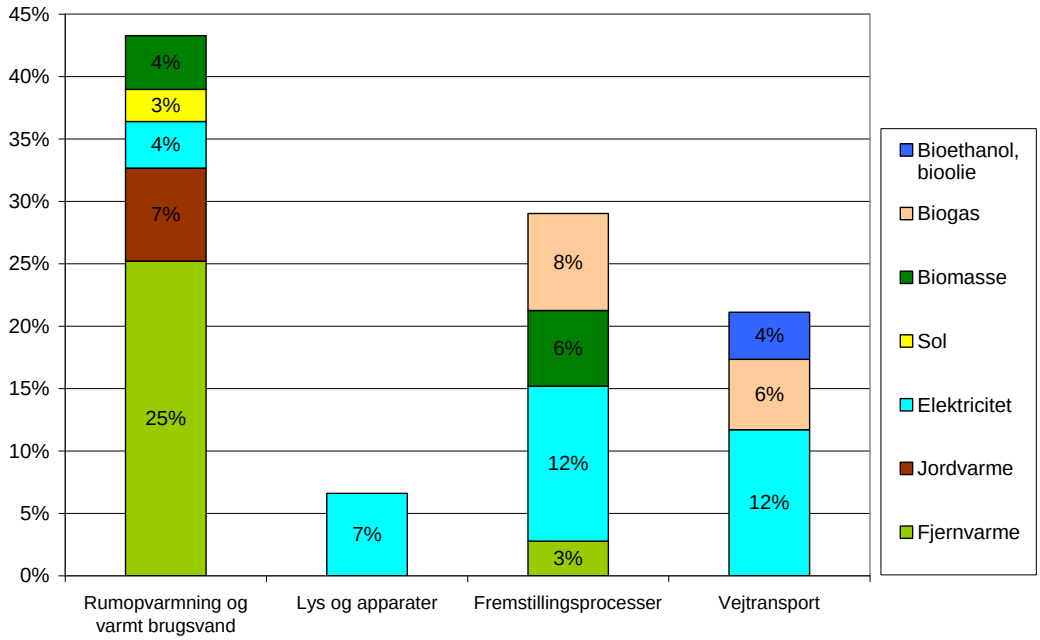
	Affald	Halm	Træ	Pil, majs, grønrug	Restprd ethanol-produkt.	Bio-ethanol & -olie	Biogas	Sol-energi	Geo-termi	Jord-varme (v.p.)	Vind	Ofshore vind, bølgkrft	Elek-tricitet	Fjern-varme	I alt
Lokale ressourcer	216	157	70	222			307								973
Import		5	-8	-15	31	-0	5					407			783
A: Bruttoenergiforbrug i alt	216	163	62	207	31	-0	313	78	96	141	44	407			1,756
B1: Importeret elektricitet												-407	407		
B2: Lokale vindmøller											-44		44		
B3: Centrale/decentrale solce								-20					20		
B4: Bioethanolfabrik		-142		-57	56	62							-8		-89
B5: Transmissionssystem	-216					-6	-74	-16	-96	-34			51	449	58
B6: Gråsten fjernvarme						-2	-46						18	56	25
B7: Broager fjernvarme						-1		-5						23	17
B: Konverteringssektor i alt	-216	-163		-207	56	54	-121	-41	-96	-34	-44	-407	531	528	-159
C: Distributionstab													-37	-127	-164
D: Endeligt energiforbrug: A+			62		87	54	192	37		107			494	401	1,434
- Rumopvarmning			-62					-37		-107			-53	-361	-620
- Lys og apparater													-95		-95
- Fremstillingsprocesser					-87		-111						-178		-376
- Transport						-54	-81						-168		-303
D: Endeligt energiforbrug			-62		-87	-54	-192	-37		-107			-494	-401	-1,434

Læsevejledning til tabel: Der er 70 GWh træressourcer til rådighed. Heraf anvendes 62 GWh i Sønderborg-området, mens 8 GWh ikke anvendes eller eksporteres ud af området. De 62 GWh træ anvendes til rumvarme og varmt brugsvand.

IDA baserer Klimaplan 2050 på en kraftig udbygning af vindmøllekapaciteten i Danmark kombineret med lagringsmuligheder i brændselsceller og batterier i f.eks. elbiler og udnyttelses af el i varmepumper. Elbiler og samt centrale og decentrale varmepumper indgår også som centrale elementer i Masterplan 2029. *Figur 49* og *Figur 50* illustrerer henholdsvis bruttoenergiforbruget og det endelige energiforbrug, som er anført i *Tabel 12*.



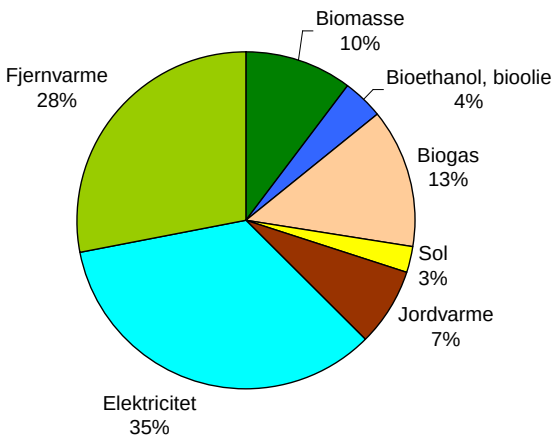
Figur 49: Bruttoenergiforbrug i Sønderborg-området (GWh/år).



Figur 50: Endeligt energiforbrug i Sønderborg-området, 2029 (100% = 1.434 GWh).

Bruttoenergiforbruget falder fra 2.822 GWh i 2007 til 1.756 GWh i 2029. Sønderborg-området skifter fra at være stærkt afhængig af fossile brændsler – især naturgas og olie-produkter – til at dække 77% af sit bruttoenergiforbrug med energiproduceret indenfor områdets grænser. Resten af forbruget (23%) dækkes af el produceret på egne anlæg udenfor området.

Det endelige energiforbrug udgør i 2029 i alt 1.434 GWh. Fjernvarme, varmepumper og biomassekedler dækker størstedelen af forbruget til rumopvarmning og varmt brugsvand. Der produceres bioethanol til vejtransport, og restprodukterne anvendes i industrielle fremstillingsprocesser. Biogas anvendes, foruden i fjernvarmeproduktion, også i fremstillingsprocesser og vejtransport, hvor den i begge tilfælde udgør 27% af segmentets samlede energiforbrug.



Figur 51: Endeligt energiforbrug fordelt på brændsler, 2029 (100% = 1.434 GWh).

8.7 Anvendelse af lokale energiressourcer

Med de nævnte forudsætninger er alle til rådighed værende energiressourcer i Sønderborg-området anvendt i 2029. Energibalancen er endvidere baseret på, at Sønderborg Kraftvarmeværk fortsat skal bortskaffe affaldet fra Åbenrå kommune.

Sammensætningen af biogaspotentialet og biogasforbruget i 2029 fremgår af *Tabel 13*.

Det er antaget, at fremstillingserhvervene i 2015 har et biogasforbrug på 24.395 MWh efter omlægning af 15% olie- og naturgasforbruget i 2007 til el (25%) eller biogas (75%).

I 2029 er hele olie- og naturgasforbruget i fremstillingserhvervene omlagt, og der anvendes desuden biogas i transportsektoren.

Tabel 13: Biogaspotentiale og -anvendelse, 2015 og 2029 – MWh/år.

	2015	2029	2015	2029
Potentiale for biogasproduktion				
Affald	45,000	54,000	30%	18%
Husdyrgødning	64,942	71,540	43%	23%
Majs, grønrug, natur	40,323	181,882	27%	59%
I alt	150,265	307,423	100%	100%
Anvendelse af biogas				
Kraftvarme til trans.sys.*	74,202	74,202	51%	24%
Kraftvarme til Gråsten *	46,376	46,376	32%	15%
Fremstillingsprocesser	24,395	111,274	17%	36%
Transport	0	80,923	0%	26%
I alt	144,973	312,775	100%	100%

*: 85% totalvirkningsgrad og Cm lig 0,8 dvs. el- og varmevirkningsgrad er hhv. 47,2% og 37,8%.

Tabel 14 viser tilsvarende anvendelsen af de biomasseressourcer, som skønnes at være til rådighed i 2029. En stor del (31%) anvendes på en bioethanolfabrik i eller udenfor Sønderborg-området, som producerer drivmidler til transportsektoren.

Tabel 14: Biomassepotentiale og -anvendelse, 2015 og 2029 – MWh/år.

	2015	2029	2015	2029
Potentiale for biomasseproduktion				
Halm	215,312	157,112	71%	35%
Pil	44,444	222,222	15%	49%
Skovarealer	43,778	70,044	14%	16%
I alt	303,534	449,378	100%	100%
Anvendelse af biomasse				
Bioethanolfabrik (transport)	0	143,444	0%	31%
Trans.sys. biomasse fjv	27,207	25,022	15%	5%
Trans.sys. geotermi	99,865	86,476	54%	19%
Gråsten, biomasse fjv	0	38,045	0%	8%
Broager, biomasse fjv	0	20,406	0%	4%
Rumopvarmning og vv	59,126	61,650	32%	13%
Fremstillingsprocesser	0	86,925	0%	19%
I alt	186,197	461,968	100%	100%

.

9 Samfundsøkonomisk evaluering af Masterplan

I de foregående kapitler er det blevet beskrevet, hvorledes Sønderborg-området teknisk set kan bringe CO_2-emissionen i nul i 2029. Et naturligt spørgsmål er herefter, hvad kommer det til at koste?

Nedenfor vil der blive givet et bud herpå, men det skal fra starten understreges, at der i sagens natur er tale om overslagsberegninger med stor usikkerhed. Ingen kan i dag med sikkerhed sige, hvor store klimaproblemer verdenssamfundet står over for om 10 år, og hvorledes Danmark og EU vil reagere på sådanne problemer med regulering. Heller ingen kan med sikkerhed forudsige, hvorledes priserne på brændsler og energi vil udvikle sig, når CO_2-emission bliver dyrere, eller hvilke teknologier, der til den tid vil være de mest konkurrencedygtige.

9.1 Sådan dækkes bruttoenergibehovet i 2029

Der er imidlertid nogle få konstanter, og en af den er kommunens areal. Hvis Sønderborg-området skal opnå CO_2-neutralitet i 2029 baseret på egne ressourcer, må det ske ved at bruge kommunens arealer så godt som muligt til biomasse-/energiafgrøde-produktion. Denne produktion vil skulle ske i konkurrence med landbrugets fødevare- og foderproduktion.

Masterplan 2029 er baseret på et årligt forbrug af 721 GWh lokal biogas og biomasse, hvilket nok er noget nær det maksimale, der kan forventes udvundet af jorden. Hertil kommer 270 GWh fra affald, hvis det antages, at Åbenrås affald (43%) fortsat sendes til forbrænding i Sønderborg. De samlede lokale brændselsressourcer er således 991 GWh, hvilket svarer til 56% af det forventede bruttoenergiforbrug på 1.756 GWh i 2029.

De resterende 44% skal altså komme fra energikilderne under og over jorden. Masterplan 2029's bud på en mulig fordeling er:

- 6% fra geotermisk varme som anvendes i fjernvarmesystemerne,
- 8% fra jordvarme som anvendes i individuelle varmepumper,
- 4% fra solvarme og solceller i centrale og decentrale anlæg,
- 3% fra lokale on-shore vindmøller, hvor effekten er forudsat fordoblet i forhold til de eksisterende 10 MW og
- 23% fra off-shore vindmøller.

Det vil altså sige, at 23% af bruttoenergiforbruget i Sønderborg-området i 2029 skal komme fra off-shore vindmøller. Dette er endda med maksimal udnyttelse af de forventede lokale biomasse- og affaldsressourcer og under forudsætning af at de meget ambitiøse besparelsesmål bliver realiseret.

De 23% off-shore vindenergi svarer til 407 GWh/år eller 113 MW vindmøllekapacitet, hvis anlæggene har en benyttelsestid på 3.600 timer/år. Off-shore vindmølleparker koster inkl. nettilslutning m.m. omkring 19 mill.kr./MW, så den samlede investering bliver overslagsmæssigt 2,1 mia.kr.

De ambitiøse besparelsesmål består af følgende ændringer i forhold til 2007:

- 35% reduktion af nettovarmebehovet,
- 50% reduktion af behovet for elektricitet til lys og apparater i boliger, handel og service,
- 35% reduktion af energiforbruget til fremstillingsvirksomhed og
- 9% højere vejtransportbehov og skift fra benzin og dieselolie til elektricitet (anvendt via batterier eller brændselsceller), bioethanol og biogas.

9.2 Varmebesparelser

Det antages, at varmebesparelserne i gennemsnit koster 18.900 kr./(MWh/år) ekskl. moms, hvis der skal spares 35%[g], og at de har en levetid på 40 år.

Et parcelhus fra 1960'erne (27% af alle parcelhuse i kommunen) har typisk et nettovarmebehov på 143 kWh/år/m2 x 130 m2 = 18,6 MWh/år. Hvis dette varmebehov skal reduceres med 35% (6,5 MWh/år), bliver investeringen således 123.000 kr. ekskl. moms.

Det samlede varmebehov i bygningsmassen i Sønderborg-området er 925.000 MWh/år. Hvis behovet skal reduceres med 35%, bliver den samlede investering 324.000 MWh/år x 18.900 kr./(MWh/år) = 6,1 mia.kr. Så store besparelser vil ikke være rentable med de aktuelle energipriser, men de forventes at blive det om ti år, da CO_2- og brændselspriserne forventes at stige betragteligt (se længere fremme).

Det er dog muligt, at 35% besparelse ikke er privatøkonomisk rentabelt, når olie- og naturgasfyr er blevet udskiftet med fjernvarmetilslutninger, individuelle varmpumper og biomassefyr, som jo er karakteriserede ved at have lave variable udgifter. I så fald vil

[g] SBI 2009:05: "Potentielle energibesparelser i det eksisterende byggeri" (side 26) angiver omkostninger ved at reducere varmebehovet i den danske bygningsmasse med i gennemsnit 37%. Anvendt på Sønderborg-områdets bygningsmasse fås, at omkostningerne i gennemsnit vil være 22.000 kr pr. sparet MWh/år, hvis energirenoveringen ikke kan ske samtidig med at en bygningsrenovering alligevel finder sted, og 6.200 kr pr. sparet MWh/år, hvis energirenoveringen kan ske samtidigt med at en bygningsrenovering alligevel finder sted (marginalomkostning). Vægtet 80/20 bliver den gennemsnitlige omkostning 18.900 kr pr. sparet MWh/år.

vægtningen mellem reduktion og produktion af varme blive lidt anderledes, men det vil ikke rykke fundamentalt ved den samlede økonomi.

I Roadmap 2010-2015 er det antaget, at varmeforbruget i hele bygningsmassen i perioden 2010-2015 skal reduceres med 5%. Det svarer til, at 1/7 af bygningsmassen reducerer varmeforbruget med 35% inden 2015, men alle kombinationer af flere bygninger og færre besparelser pr. bygning er naturligvis mulige. Omkostningen kan imidlertid skønsmæssigt sættes til 1/7 af det ovenfor nævnte beløb, dvs. 900 mill.kr. i alt eller omkring 150 mill.kr./år.

9.3 Elbesparelser

Det antaget, at elbesparelser har en levetid på 10 år, og at de i gennemsnit koster:

- 10.000 kr./(MWh/år) hvis der skal spares 50% for lys og apparater,
- 6.000 kr./(MWh/år) hvis der skal spares 35% i fremstillingsprocesser.

Det samlede forbrug af el til lys og apparater i boliger samt alle andre bygninger på nær bygninger anvendt i fremstillingserhverv var i 2007 på 72 + 118 = 190 GWh/år. Hvis behovet skal reduceres med 50% inden 2029, som antaget i Masterplan 2029, bliver den samlede merinvestering i forhold til referencen til den tid 50% x 190 GWh/år x 10 mill.kr./ (GWh/år) = 950 mill.kr.

For fremstillingserhvervene bliver prisen 35% x 222 GWh/år x 6 mill.kr./(GWh/år) = 470 mill.kr.

I alt bliver investeringerne i elbesparende foranstaltninger (meromkostningerne i forhold til referencen til den tid) ca. 1.420 mill.kr. eller omkring 142 mill.kr./år i perioden 2020-2029, da investeringerne antages at have en levetid på 10 år.

9.4 Individuelle varmepumper og biomassefyr

Brugerøkonomien ved at investere i individuelle varmepumper i landdistrikterne som erstatning for eksisterende oliefyr eller naturgasfyr er præsenteret i Roadmap 2010-2015. En varmepumpe kan installeres for 75.000 kr. ekskl. moms. Med dagens el- og oliepriser vil det give en besparelse på ca. 3.700 kr./år inkl. moms i forhold til et oliefyr.

Et træpillefyr til 50.000 kr. ekskl. moms vil give en besparelse på ca. 3.000 kr./år inkl. moms i forhold til et oliefyr.

Det fremgår af Roadmap 2010-2015, at ca. 10.200 bygninger i landdistrikterne forventes at skifte til varmepumpe og ca. 2.300 til biomassefyr inden 2029. Med nævnte anlægsin-

vesteringer bliver den samlede investering 880 mill.kr. ekskl. moms. Heraf forventes halvdelen at finde sted inden 2015.

9.5 STREAM-modellen

For at få et overslag over de samlede økonomiske konsekvenser af Masterplan 2029, er planen blevet analyseret med STREAM-modellen[h]. Modellen blev oprindeligt udviklet til et projekt med titlen "Fremtidens danske energisystem", som Teknologirådet gennemførte i perioden 2004-2007 i samarbejde med aktører inden for den danske energisektor.

STREAM-modellen for Masterplanen består af fire Excel-filer, som indeholder forudsætningerne om det endelige energiforbrug (herunder den forventede reduktion af forbruget i scenariet), sammensætningen af konverteringssektoren (el- og fjernvarmeproducerende anlæg m.m.) og varighedskurver for både reference og alternativ med timedata for on-shore og off-shore vindmølleproduktion, solvarme- og solcelleproduktion, elforbrug, varmeforbrug m.m.

STREAM-modellen indeholder desuden en række forudsætninger om priser på og tekniske karakteristika ved de forskellige el- og varmeproduktionsteknologier. Nogle af disse er anvendt uændrede, mens andre er blevet tilrettet dette projekt.

Et væsentligt input i modellen er valget af teknologier til konverteringssektoren. Energibalancen for 2029 viser, hvorledes energibehovene i Sønderborg-området kan dækkes med et bestemt sæt af teknologier på konkrete fjernvarmeværker, vindmøller, solceller m.v. Baseret på denne balance er procenterne i *Tabel 15* blevet valgt som input til STREAM:

Tabel 15: El- (herunder kraftvarme) og fjernvarmeproduktion fordelt på energikilder.

	Elproduktion		Kedler til fjernvarme	
	Reference	MP 2029	Reference	MP 2029
Import (kul)	43%			
Naturgas	44%		100%	
Affald	8%	8%		
Vind	5%	80%		
Biogas		8%		
Sol		4%		8%
Biomasse				29%
Geotermi				63%
I alt	100%	100%	100%	100%

[h] www.streammodel.org

Det fremgår af *Tabel 15*, at de regulerbare elproducerende enheder (det affaldsfyrede kraftvarmeværk og de biogasfyrede motorer) kun dækker 16% af det årlige elforbrug.

Hvis Sønderborg-området skulle klare elforsyningen uafhængigt af omverdenen, ville det affaldsfyrede kraftvarmeværk og de biogasfyrede motorer skulle klare det maksimale effektbehov på en vindstille dag. Det ville betyde, at anlæggene samlet set ville få en benyttelsestid på 16%, hvor man normalt regner med, at de af driftstekniske og økonomiske grunde skal have en benyttelsestid på omkring 90%. Da 16% ikke er realistisk, er det antaget, at anlæg udenfor Sønderborg-området vil kunne dække behovet i timer, hvor de lokale anlæg (inkl. vindmøllerne) ikke kan dække behovet. Blot skal den samlede årlige elproduktion fra lokale anlæg svare til det samlede årlige forbrug.

Det betyder, at en del af vindmøllestrømmen forudsættes ”lagret” i elnettet i vindrige perioder og taget tilbage i vindstille perioder.

”Lagringen” i elnettet er søgt minimeret ved at introducere fleksible forbrug, som kan aftage strøm, når der er overskudsel fra vindmølleproduktionen i forhold til de ufleksible el-behov, og som kan afbrydes, når der er underskud i forhold til de ufleksible el-behov.

Det fremgår af *Figur 48*, at elforbruget i 2029 fordeler sig med 30% til elbiler, 10% til individuelle varmepumper hos forbrugerne, og 3% til centrale varmepumper i fjernvarmesystemet. Tilsammen udgør de fleksible elforbrug således 44% af det samlede elforbrug.

Det er i de samfundsøkonomiske beregninger antaget, at de fleksible elforbrug sammen med udveksling med omverdenen kan sikre at hele årsproduktionen fra vindmøllerne kan anvendes lokalt. Overensstemmelsen mellem forbrug og produktion lige fra minutbasis til årsbasis skal sikres igennem etableringen af et dynamiske energisystem, som er nærmere omtalt i Roadmap 2010-2015.

Det er muligt, at senere mere detaljerede beregninger vil vise, at der vil være behov for yderligere fleksibilitet i systemet, f.eks. gennem elektrolyse og brændselsceller, men disse teknologier er ikke inkluderet i her.

9.6 Brændselspriser

IEA’s brændselsprisantagelser fra World Energy Outlook 2008 er lagt til grund for beregningerne. Priserne er som følger for 2030 (5,81 kr./USD)[i]:

- Råolie: 122 USD/tønde = 548 kr./MWh
- Kul: 110 USD/ton = 178 kr./MWh

[i] Energistyrelsen: “Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyzer på energiområdet”, maj 2009.

- Naturgas: 344 kr./MWh
- Halm og træaffald: 188 kr./MWh
- Energiafgrøder: 295 kr./MWh

Den aktuelle råoliepris er 75-80 USD/tønde, så de nævnte 122 USD/tønder er altså ca. 60% højere end dagens priser.

9.7 CO_2-pris

Det Internationale Energiagentur (IEA) har netop publiceret World Energy Outlook 2009, hvori to scenarier for udviklingen i energiforbrug og -forsyning er analyseret. I referencescenariet antages, at der ikke indføres nye politikker. Det medfører, at verdens energirelaterede CO_2-udslip når op på 40,2 Gton CO_2 i 2030.

Som alternativ har IEA udarbejdet et scenarie ("450-scenariet"), der tager udgangspunkt i et ønske om at den globale gennemsnitstemperatur højst må stige med 2°C svarende til 450 ppm CO_2-ækvivalenter i atmosfæren i 2030.

For at opfylde dette mål må det globale energirelaterede CO_2-udslip i 2030 ikke være højere end 26,4 Gton CO_2, hvilket er 34% mindre end i referencescenariet.[j] Reduktionen tilvejebringes via effektivisering (57%, heraf 51% i slutforbrug), vedvarende energi (20%), biobrændsler (3%), atomkraft (10%) og binding af CO_2 (10%).

Etableringen af et fælles CO_2-kvotemarked for alle OECD-lande samt alle ikke-OECD lande i Europa fra og med 2013 er et væsentligt virkemiddel til at opnå reduktionerne.

De store økonomier, som ikke er medlem af OECD (Kina, Rusland, Brasilien, Sydafrika og staterne i Mellemøsten) forventes fra 2013 at indgå frivillige aftaler om at nedbringe CO_2-udledningerne og fra 2021 at etablere CO_2-kvotemarkeder.

IEA forventer i alternativscenariet, at CO_2-kvoteprisen i 2030 når **110 USD/tons CO_2** i OECD markedet og 65 USD/tons CO_2 i de store økonomiers markeder.

De 110 USD/tons CO_2 svarer 640 kr./ton[k] eller 85 EUR/ton. Den aktuelle CO_2-kvotepris er 100 kr./ton eller 13 EUR/ton[l], og EU's Impact Assessment af Klima- og Energiaftalen skønner, at prisen vil være 240 kr./ton eller 30 EUR/ton[m] i 2013, som ligger i næste rammeaftaleperiode.

[j] "Copenhagen provides an opportunity to take prompt action. Each year of delay before moving to a more sustainable emissions path would add around 500 billion USD to the global investment cost of delivering the required energy revolution (some 10.5 trillion USD for the period 2010-2030 in the 450 scenario). A delay of just a few years would render a 450 scenario completely out of reach."(s.167). Se iøvrigt Boks 5.2, Tabel 5.4 og Figur 5.8.
[k] Energistyrelsen: "Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet", maj 2009: 5,81 kr/USD.
[l] http://www.nordpool.dk/System/FinanceMarket/emissions/ samt 7,45 kr/Euro.
[m] Energistyrelsen: "Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet", maj 2009, side 7.

Med udgangspunkt i den aktuelle CO_2-pris, ville den fremtidige CO_2-regning med det eksisterende energisystem i Sønderborg-området således blive (640 – 100) kr./ton x 674.000 ton/år = 364 mill.kr./år højere end i dag.

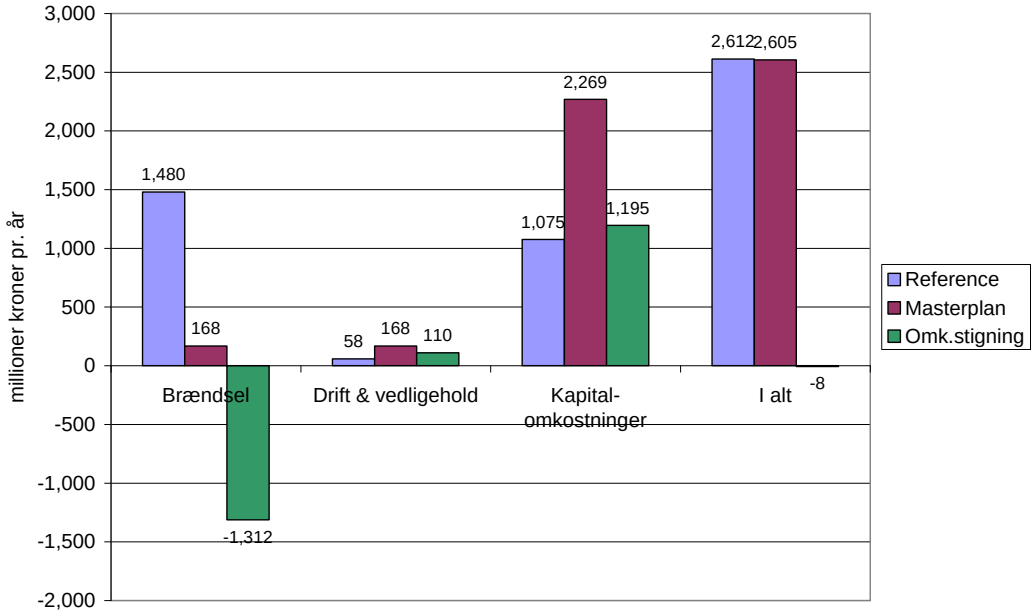
Til evalueringen af Masterplan 2029 er det valgt at anvende en CO_2-pris på 85 EUR/ton, som skønnet af IEA. Prisen er 6½ gange højere end i dag og knap 3 gange højere end EU forventer for 2013, men den vurderes at være realistisk for situationen i 2029, hvor konsekvenserne af klimaændringerne må forventes at være meget mere synlige end i dag.

9.8 Beregningsresultater

Med disse forudsætninger er de samlede omkostninger i Referencen og Masterplan 2029 beregnet. *Figur 52* viser, at samlet set vil Masterplan 2029 give en årlig besparelse i forhold til Referencen på 8 mill.kr./år svarende til 0,3% af referenceomkostningerne på 2.612 mill.kr./år.

Der vil imidlertid ske store forskydninger mellem omkostningstyperne: Masterplan 2029 vil give anledning til brændselsbesparelser på 1.312 mill.kr./år, primært som følge af at dyr olie og naturgas udskiftes med "gratis" vindenergi m.m.

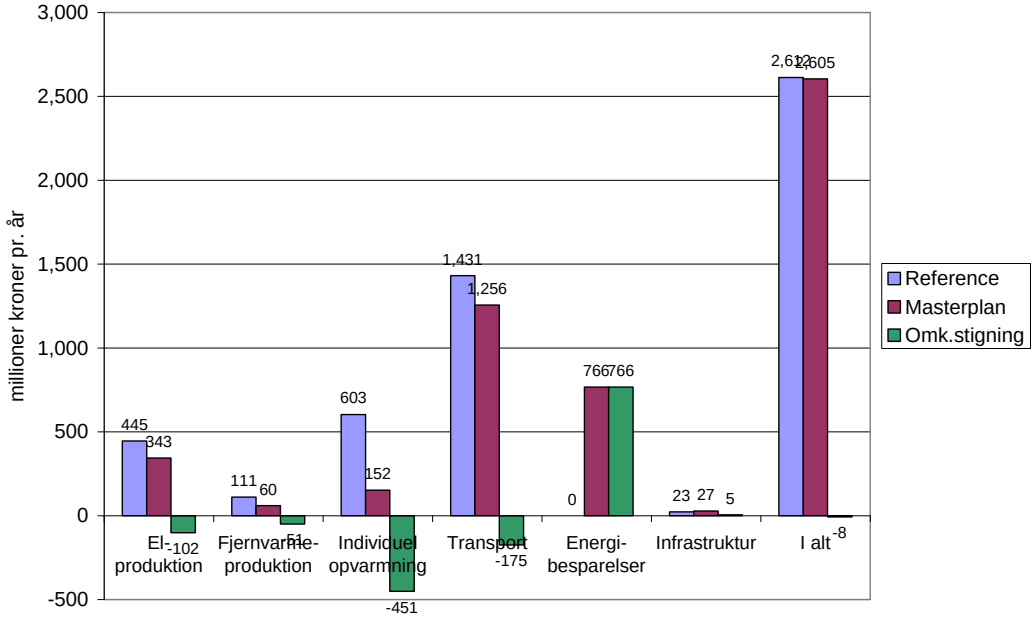
Drifts- og vedligeholdelsesomkostningerne er 110 mill.kr./år større i Masterplan 2029 end i Referencen, mens kapitalomkostningerne er 1.195 mill.kr./år større. Årsagen hertil er bl.a. at finde i de massive investeringer i varme- og elbesparelser samt vindenergi, som blev gennemgået ovenfor.



Figur 52: Årlige omkostninger i Reference og Masterplan 2029 – fordelt på omkostningstyper.

Figur 53 viser fordelingen af de samlede omkostninger på energisektorer: Elproduktion, fjernvarme, individuel opvarmning, transport, energibesparelser og infrastruktur.

Det ses, at Masterplan 2029 kun er dyrere end Referencen på et område, nemlig energibesparelser. Reduktionen af behovet for el, fjernvarme og individuelle opvarmning er så stort, at omkostningerne indenfor alle disse omkostningsområder bliver mindre i Masterplan 2029 end i Referencen.



Figur 53: Årlige omkostninger i Reference og Masterplan 2029 – fordeling på energisektorer.

Bemærk at omkostningerne til fjernvarmeproduktion er mindre i Masterplan 2029 end i Referencen på trods af at det fjernvarmedækkede nettovarmebehov er 40% større.

Transportsektoren har de største omkostninger i både Reference og Masterplan 2029, men netto er der en besparelse på 12% i forhold til Referencen. I Referencen er der regnet med samme bilpark som i dag (benzin- og dieselbiler), blot med lidt mere effektive, mens der i Masterplan 2029 er regnet med, at 80% af kørselsbehovet dækkes af elbiler, 12% af biogasdrevne biler, mens de sidste 8% dækkes af bioethanol og biodiesel. Elektricitetens andel af det endelige energiforbrug til transport er mindre end 80%, da elbilerne har højere virkningsgrad en bilerne med forbrændingsmotorer.

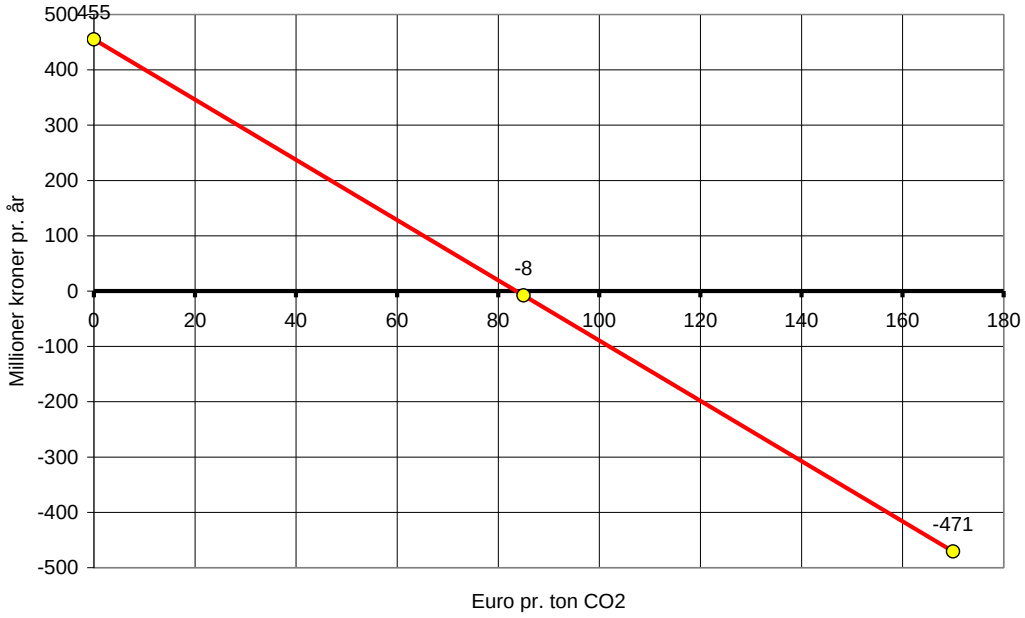
9.9 Følsomhedsberegninger

Der er udført følsomhedsberegninger med variation af CO_2-prisen, brændselspriserne samt renten.

Figur 54 viser nettoomkostningerne som funktion af CO_2-prisen, der som udgangspunkt er sat til 85 EUR/ton = 640 kr./ton.

Med den aktuelle CO_2-pris på 13 EUR/ton vil Masterplan 2029 give anledning til en nettoudgift på omkring 400 mill.kr./år i forhold til Referencen.

Med den af EU skønnede CO_2-pris på 30 EUR/ton i 2013, vil Masterplan 2029 give anledning til en nettoudgift på omkring 300 mill.kr./år i forhold til Referencen.



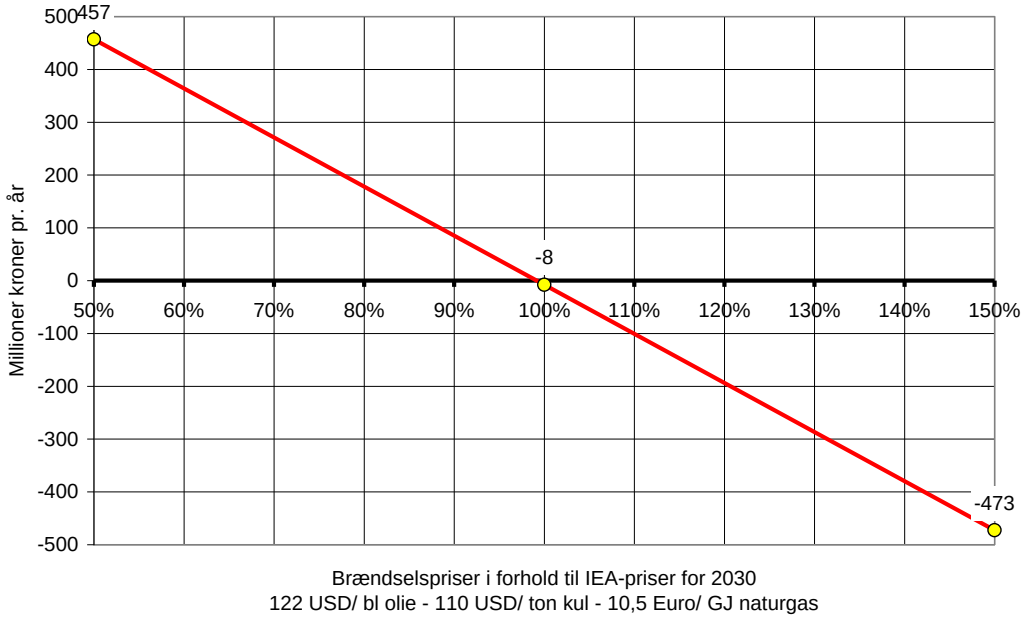
Figur 54: Årlige ekstra-omkostninger i Masterplan 2029 i forhold til Referencen – som funktion af CO_2-prisen.

Det er således klart:

- at Masterplan 2029 ikke er rentabel med de aktuelle CO_2-priser, men
- at den vil blive det med de priser, som kan forventes i fremtiden, og at den derfor et en god vejviser for, i hvilken retning Sønderborg-området skal gå.

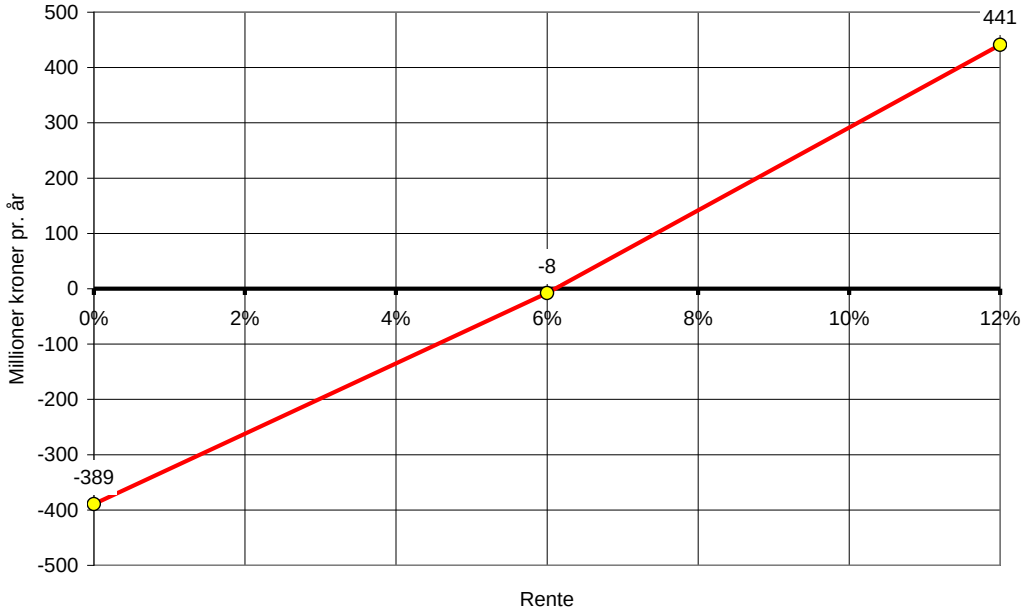
Over halvdelen af omkostningerne i Referencen udgøres af brændselsudgifter, og rentabiliteten af Masterplan 2029 er derfor meget afhængig af de fremtidige olie- og naturgaspriser. Også kulpriserne er af betydning, da de ligger til grund for beregningen af elprisen i Referencen.

Figur 55 viser nettoomkostningerne som funktion af energipriserne, hvor 100% svarer til IEA's prisantagelser fra World Energy Outlook 2008 for råolie, kul og naturgas i 2030 (priserne på de lokale brændsler halm og biomasse er holdt konstante). Hvis priserne på fossil energi bliver kun halvt så høje som forventet af IEA, så vil nettoomkostningerne stige fra omkring nul til knap 500 mill.kr./år.



Figur 55: Årlige ekstra-omkostninger i Masterplan 2029 i forhold til Referencen – som funktion af energipriserne.

84% af omkostningerne i Masterplan 2029 består af investeringer, og rentabiliteten af Masterplan 2029 er derfor også meget afhængig af renten. *Figur 56* viser nettoomkostningen som funktion af renten, der som udgangspunkt er sat til 6%. Hvis renten sættes til f.eks. 3%, giver Masterplan 2029 anledning til en nettobesparelse på 200 mill.kr./år.



Figur 56: Årlige ekstra-omkostninger i Masterplan 2029 i forhold til Referencen – som funktion af renten.

9.10 Konklusion

Masterplan 2029 er blevet formuleret ud fra en præmis om at lokale energibehov skal dækkes af lokale energikilder.

Masterplan 2029 består en række tekniske løsninger, som synes relevante for Sønderborg-området at gennemføre i løbet at de kommende tyve år med henblik på at reducere CO_2-emissionen til nul i 2029. Mange valg kan diskuteres, f.eks. vægtningen mellem effektiviseringer og produktion af varme/el og vægtningen mellem el og biogas/bioethanol i vejtransporten i 2029.

Ingen af disse spørgsmål synes dog at have fundamental betydning for retningen udstukket i Masterplan 2029.

Masterplan 2029 bekræfter validiteten af de virkemidler, som indgår i Roadmap 2010-2015, hvoraf nogle af de vigtigste er:

- Der bør snarest udarbejdes projektforslag for etablering af en transmissionsledning mellem Sønderborg og Nordborg med henblik på detaljeret at belyse samfunds- og selskabsøkonomi samt organisatoriske forhold omkring ledningen;

- Fjernvarmeområderne bør udvides til at omfatte fjernvarmebyernes randområder og de byer, som transmissionsledningen går igennem;

- Det bør overvejes at indføre tilslutningspligt til fjernvarmesystemerne, hvor tilslutning skal være sket inden et bestemt år, med mindre man kan påvise, at det vil medføre urimelige omkostninger;

- Det bør overvejes, hvorledes skift fra oliefyr, gasfyr og elovne i landdistrikterne kan fremmes – f.eks. ved at udvikle standardpakker sammen med lokale håndværkere;

- Det bør overvejes, hvorledes etableringen af store offshore vindmølleparker eller bølgeenergianlæg kan ske. Hvis Sønderborg-området ønsker at kun dokumentere CO_2-neutralitet i 2029, er massive investeringer en nødvendighed.

Bilag 1 – Bestyrelserne for Project Zero-Fonden og Project Zero A/S

Status per 4. kvartal 2009

Bestyrelse for Project Zero-Fonden		
Rolle	**Navn**	**Firma**
Formand	Peter Clausen	Bitten & Mads Clausens Fond, Formand
	Niels Bergh-Hansen	DONG Energy, Koncerndirektør
	Claus P. Bjergaard	Nordea Danmark, Regionsdirektør
	Ole Damm	Enervision A/S, Adm. Direktør
	Niels Duedahl	SYD ENERGI, Adm. Direktør
	Asger Gramkow	Tænketanken Futura Syd, Formand
	Jan Prokopek Jensen	Sønderborg Byråd, Borgmester
	Aase Nyegaard	Sønderborg Byråd, Viceborgmester
	Bjarne Graabech Sørensen	Syddansk Universitet, Prorektor
	Lars Tveen	Danfoss A/S, Direktør
Bestyrelse for Project Zero A/S		
Rolle	**Navn**	**Firma**
Formand	Ole Damm	Enervision A/S, Adm. Direktør
	Lars Tveen	Danfoss A/S, Direktør
	Inge Olsen	Sønderborg Kommune, Direktør
	Charles Nielsen	DONG Energy, Udviklingschef
	Bendt Olesen	Sønderborg Kommune, Formand for Strategi- og Planudvalget
	Per Munk Jensen	SYD ENERGI, Vicedirektør

Bilag 2 – Styregruppe og arbejdsgrupper

Styregruppe for Masterplanprocessen		
Rolle	**Navn**	**Firma**
Formand	Peter Rathje	ProjectZero, Direktør
	Torben Esbensen	Esbensen, Direktør
	Lotte Gramkow	ProjectZero, Projektleder
	Vivian Krøll	Sønderborg Kommune, Planchef
CO2-baseline og prognose (referencen)		
Rolle	**Navn**	**Firma**
Opgaveleder	**Trine Mikkelsen**	**Enervision**
Medspillere	Marianne Friis Ajer	Sønderborg Kommune
	Thorkild Bruhn	Sønderborg Kommune
	Tina Callesen	Sønderborg Kommune
	Lotte Ebbesen	Dong Energy
	Arne Hurup	Grontmij | Carl Bro
	Leo Jørgensen	Danfoss
	Anders Grum Kjærgaard	Sønderborg Kraftvarme
	Frederik Krog	Grontmij | Carl Bro
	Helge Lorenzen	LandboSyd
	Morten Menné	Sønderborg Kommune
	Martin Mogensen	Sønderborg Kommune
	Tina Aagaard Mørkeberg	Sønderborg Kommune
	Flemming Lynge Nielsen	Danfoss
	Lisa Nielsen	ASA
	Lena Nørskov-Jensen	Sønderborg Fjernvarme
	Jacob Sandholt	Dong Energy
	Erik Ravn Schmidt	DONG Energy
	Karin Spillemose	SYD ENERGI
	Mikkel Vestergaard	Sønderborg Kommune
	Martin Østergaard	Center for Bioenergi, SDU/AAUE

Bygninger inkl. installationer og apparater		
Rolle	**Navn**	**Firma**
Procesleder	**Gert Johannesen**	**CREO Arkitekter**
Teknisk leder	**Signe Antvorskov**	**Esbensen Rådgivende Ingeniører**
Følgegruppe	Gert Backman	Botjek
	Carl Bock	Ingeniørgruppen Syd
	Harald Christensen	Creo Arkitekter
	Helge Fynsk	EUC Syd
	Maria Gaardsted	Esbensen Rådgivende Ingeniører
	Thorkild Chr. Hansen	Arkitektfirmaet a78
	Nina Kaubak	Sønderborg Kommune
	Henning Lesch	SIB
	Bjarne Baun Madsen	Salus Boligadministration
	Mike Vinge Madsen	Grontmij|Carl Bro
	Esben Molsted	Grontmij|Carl Bro
	Frederik Nors	Esbensen Rådgivende Ingeniører
	Robin Roost	Sønderborg Kommune
	Thomas Bülow Schmidt	Alpha-Innotech
Fremstillingsprocesser		
Rolle	**Navn**	**Firma**
Procesleder	**Peter Maagøe Petersen**	**Viegand & Maagøe**
Teknisk leder	**Per Mikael Pedersen**	**Enervision**
Følgegruppe	Andreas Christensen	Vesterled Teglværk
	Henrik Dalsgård	Viegand & Maagøe
	Christian Eriksen	Project Zero
	Kenneth Kristensen	Viegand & Maagøe
	Hans Chr. Nielsen	Danfoss
	Leif Petersen	Servodan
	Thomas Bülow Schmidt	ASAP
	Lene Stensdorf	Sønderborg Kommune

Transport		
Rolle	**Navn**	**Firma**
Procesleder	**Michael Aakjær Nielsen**	**Grontmij|Carl Bro**
Teknisk leder	**Hanne Hansen Wrisberg**	**Rambøll**
Følgegruppe	Jørgen Fischer	Syd Trafik
	Maria Grove Jørgensen	Sønderborg Kommune
	Niels Larsen	EUC
	Ejlif Steen Petrat-Laursen	Sønderborg Kommune
	Anders Sørensen	Sønderborg Lufthavn
Vedvarende energi inkl. affald		
Rolle	**Navn**	**Firma**
Procesleder	**Ejvin Beuse**	**PlanEnergi**
Teknisk leder	**Per Alex Sørensen**	**PlanEnergi**
Følgegruppe	Mikael Kjer Jensen	Esbensen Rådgivende Ingeniører
	Lisbeth Møller Jensen	Sønderborg Kommune
	Anders Grum Kjærgaard	Sønderborg Kraftvarme
	Vivian Krøll	Sønderborg Kommune
	Jesper Møller Larsen	Rambøll
	Martin Frank Mogensen	Sønderborg Kommune
	Lisa Nielsen	ASA
	Jørgen Lindgaard Olesen	PlanEnergi
	Steen Pedersen	Grontmij|Carl Bro
	Lars Blædel Riemann	Sønderborg Forsyning

Landbrug		
Rolle	**Navn**	**Firma**
Procesleder	**Peder Damgaard**	**Gråsten Landbrugsskole**
Teknisk leder	**Gert Schneider**	**Sloth Møller Rådgivende Ingeniører**
	Jens Bo Holm-Nielsen	**Center for Bioenergi, AAUE**
Følgegruppe	Anders Andersen	LandboSyd
	Jens Bondesen	Center for Bioenergi, SDU/AAUE
	Henry Grosmann	Sønderborg Kommune
	Jan K. Jensen	DGC
	Merwyn Lopes	ProjectZero
	Helge Lorenzen	LandboSyd Rådgivning
	Martin Frank Mogensen	Sønderborg Kommune
	Erik Ravn Schmidt	DONG Energy
	Martin Østergaard	Center for Bioenergi, SDU/AAUE

Energiplan		
Rolle	**Navn**	**Firma**
Procesleder	**Kirsten Dyhr-Mikkelsen**	**EA Energianalyse**
Teknisk leder	**Thorkild Kristensen**	**SRCI**
Følgegruppe	Jesper Bang Andersen	DONG Energy
	Ole Damm	Enervision
	Torben Esbensen	Esbensen Rådgivende Ingeniører
	Lotte Gramkow	ProjectZero
	Jens Chr. Hansen	Danfoss
	Steen Kramer Jensen	Energinet.dk
	Vivian Krøll	Sønderborg Kommune
	Steffen Moe	Sønderborg Fjernvarme (SFV)
	Morten Pindstrup	DONG Energy
	Helge Ørsted Pedersen	EA Energianalyse
	Peter Rathje	ProjectZero

Bilag 3 – Porteføljen af virkemidler

De fem virkemiddelgrupper har identificeret og beskrevet en bred portefølje af virkemidler, som Sønderborg-området kan trække på i realiseringen af visionen om CO_2-neutralitet.

En samlet oversigt over de analyserede tekniske virkemidler ses i nedenstående tabel. Der indgår ikke potentialevurderinger eller CO_2-fortrængningspris i oversigten, da opgørelsesmetoderne anvendt af virkemiddelgrupperne varierer og i nogle tilfælde omfatter omkostningerne til implementeringsvirkemidler, som er nødvendige for at kunne realisere de tekniske løsninger, og i andre tilfælde ikke er medregnet. Der henvises til virkemiddelkatalogerne for yderligere information.

Vedvarende energi (nær og individuel):

Anlæg til blokvarme (såkaldt nærvarme)

- Træpillekedel (skift fra olie)
- Træpillekedel med solvarme (skift fra olie)
- Halmkedel i større landsby (skift fra olie)
- Halmkedel i mindre landsby (skift fra naturgas)
- Træfliskedel (skift fra olie)
- Træfliskedel og Stirlingmotor (skift fra olie)
- Varmepumpe (skift fra olie)
- Varmepumpe til kold fjernvarme (skift fra olie)

Individuel varmeforsyning

- Træpillefyr (skift fra olie)
- Varmepumpe (skift fra olie)
- Solvarme (skift fra olie)
- Supplerende solvarme

Levering til offentlig el-, varme- og naturgasnet samt ellagring

- Solfangere erstatter tag i nybyggeri, leverer til fjernvarmenet (fortrænger naturgasbaseret kraftvarme) Traditionelle solfangere i nybyggeri, leverer til fjernvarmenet (fortrænger naturgasbaseret kraftvarme)
- Solceller integreret i bygninger, men tilsluttet elnet?
- Solceller integreret i bygninger, men tilsluttet elnet 2015
- Markplacerede solcelleanlæg, leverer til elnet
- Markplacerede solcelleanlæg 2015, leverer til elnet
- Husstandsvindmøller, leverer til elnet
- 2 MW vindmølle on-shore

Anlæg til produktion af biobrændstoffer

- Stort gårdbiogasanlæg (skift fra naturgas)
- Biogasfællesanlæg med ManuPower og NIX (skift fra naturgas)

Bygninger:

Klimaskærm og faste installationer:

- Omlægning af oliefyr og gasfyr til VE
- Omlægning af elvarme til varmepumpe
- Solvarme (fortrænger hvad?)
- Efterisolering af lofter og tage
- Efterisolering af facader
- Efterisolering af kælderydervægge
- Renovering og udskiftning af vinduer
- Isolering af gulve
- Isolering af fundamenter
- Teknisk efterisolering, brugsvand
- Udskiftning af varmtvandsfyr (udenfor kollektiv forsyning)
- Udskiftning af varmevekslere (fjernvarme)
- Indregulering af centralvarmesystem og varmt brugsvand
- Renovering/etablering af ventilationsanlæg med varmegenvinding
- Reduktion af luftstrømme i boligventilationsanlæg (behovsstyring)
- Køling (naturligt aftræk, termisk masse)
- Beplantning (vind, sol)
- Grønne tage (køling)
- LEK1 frem for BR08 i nybyg
- LEK0 frem for BR08 i nybyg
- Integreret energi design i nybyg

Belysning og elapparater:

- Udskiftning af cirkulationspumper
- Udskiftning af glødepærer til A-pærer
- Udskiftning af køleskab til A++
- Udskiftning af tørretumbler til naturlig tørring
- Tøjvask (maskine og temperatur)
- Opvaskemaskine rutine
- Minimering af standby forbrug
- Udskiftning af TV plasmaskærm til LCD skærm
- Udskiftning af stationære computere med bærbare
- Solceller

Fremstillingsprocesser:

- Energiledelse
- Biomasseanvendelse (teglværker)
- Produktionsoptimering
- Energibevidst projektering
- ECO-design og grønne produkter
- Fjernvarme til procesformål
- Overskudsvarme til fjernvarme
- Afgiftsændringer

Transport:

Virkemidler til at reducere behovet for transport

- Planlægning i byer
- Planlægning i landområder

Virkemidler til at omlægge transportvaner

- Mobilitetsplanlægning
- Cykeltrafik
- Kollektiv trafik
- Roadpricing
- Turisme
- Erhverv

Virkemidler til at effektivisere transport

- Elkøretøjer
- Energirigtig kørsel
- Energirigtig offentlig transport
- Energi in transportinfrastrukturen

Landbrug:

Energiressourcer

- Udvikling af biomasseressourcer
- Udvikling biogasressourcer
- Tagsolceller på eksisterende og nye bygninger
- Varmepumper (jordvarme)

Virkemidler til reduktion af forbrug i driftsbygninger

- Efterisolering
- Reduktion af staldtemperatur
- Gyllekøling eller rumopvarmning vha. overskudsvarme fra gulvkanaler
- Spareventilator og ventilator vedligehold
- Kontrol og styring

Virkemidler til reduktion af forbrug i markproduktion

- Optimering af kørsel
- Optimering af arealplaceringer
- Optimering af landbrugsmaskiner

Bilag 4 – Energibalance og CO_2-balance 2007 og 2029

Kan efter aftale rekvireres som separate ark.