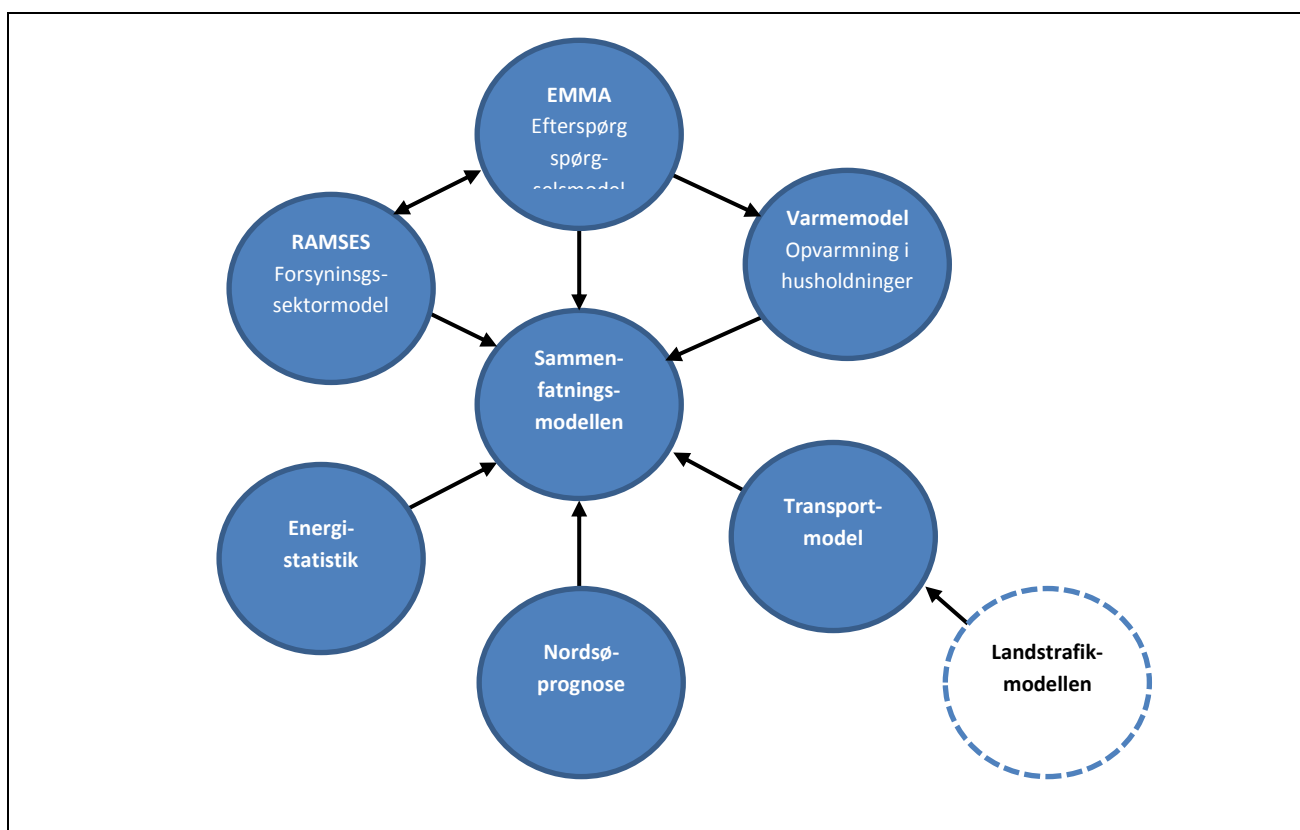


# Baggrundsrapport A: Modelsetup

Fremskrivningen bygger på en række overordnede økonomiske forudsætninger vedrørende erhvervenes produktion, privatforbrug, brændselspriser m.m. og en række teknologispecifikke antagelser om priser og effektivitet på forskellige typer af anlæg. Desuden indgår antagelser om, hvordan energimarkedets aktører vil agere på markedet såvel som kvalitative skøn vedrørende eksempelvis planmæssige forhold.

Udviklingen i energiforbruget afhænger bl.a. af den økonomiske udvikling, den teknologiske udvikling og de politisk besluttede reguleringsmekanismer. For at afspejle samspillet bedst muligt har Energistyrelsen valgt at arbejde med en række forskellige modeller, jf. Figur 1, der viser en oversigt over de anvendte modeller.



Figur 1: Energistyrelsens modelsetup

## 1 EMMA

Efterspørgslen efter energi fremskrives i EMMA, som er en satellitmodel til den makroøkonomiske model ADAM. Modellen indeholder én husholdning og 16 erhverv, som efterspørger 6 energityper: kul, olie, naturgas, vedvarende energi, elektricitet og fjernvarme. Efterspørgslen efter energi bestemmes som en funktion af primært økonomisk vækst, energipriser samt trende for udvikling i energieffektivitet. En mere teknisk og detaljeret beskrivelse af modellen findes på Energistyrelsens hjemmeside<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> <http://www.ens.dk/info/tal-kort/fremskrivninger-analyser-modeller/modeller/emma>

EMMA opdeler energiforbruget på hhv. kvote-/ikke-kvoteomfattet forbrug til brug for især emissionsberegningerne. Denne opdeling er baseret på den historiske fordeling af energiforbruget fra Energistyrelsens kvoteregister.

EMMA-modellen kan ikke i fremskrivningen tage højde for store eksogene skift i energiefterspørgslen. Derfor er forudsætninger omkring Apple datacenter og forudsætninger om effekten af "VE til proces"-ordningen indlagt som en efterfølgende korrektion i fremskrivningen.

## 2 Varmemodel

Husholdningernes efterspørgsel efter energi til opvarmning fremskrives i Energistyrelsens varmemodel og ikke i EMMA. Dette sker for bedre at kunne håndtere skift mellem opvarmningsformer, samt for at undgå fejlfortolkning af den historiske udvikling.

Det endelige energiforbrug til opvarmning af boliger har igennem en længere årrække været relativt konstant på trods af et stigende antal kvadratmeter i boligmassen. Efterspørgslen efter endelig energi bestemmes dels af behovet for at tilføre bygningen varme (nettovarmebehovet), dels af virkningsgraden i bygningens opvarmningssystem.

Nettovarmebehovet afhænger af den ønskede indendørstemperatur, bygningens isoleringsstandard og forbruget af varmt vand. I fremskrivningen bestemmes udviklingen i nettovarmebehovet i tre trin: Først fremskrives udviklingen i nettovarmebehovet med forudsætningerne for økonomisk vækst, baseret på trenden for perioden 1996-2005, hvor der ikke var væsentlige stramninger i bygningsreglementet. Dette gøres i EMMA-modellen. Derefter estimeres og fratrækkes effekten på nettovarmebehovet i nybyggeri af stramningen i bygningsreglementet fra 2006 og kommende stramninger, der indgår i den besluttede energipareindsats. Til sidst fratrækkes en vurdering af effekten af besparelsesindsatsen på husholdningernes nettovarmebehov, herunder bygningsreglementet. Effektvurderingen af besparelsesindsatsen er nærmere beskrevet i baggrundsrapporten "C: Husholdninger og erhverv".

Virkningsgraden på bygningens opvarmningssystem varierer meget fra opvarmningsform til opvarmningsform. Mens brændselsforbruget ved opvarmning med fyr (olie, naturgas og biomasse) sker lokalt, sker brændselsforbruget ved fjernvarme og elvarme udenfor bygningerne. Samtidig har udviklingen i effektiviteten for forskellige opvarmningsformer været forskellig. I Varmemodellen indlægges et estimeret forløb for den forventede udvikling i nettovarmebehovets fordeling på opvarmningsformer. Dette forløb er konstrueret på baggrund af den historiske udvikling, og vurderinger af den forventelige udvikling i forhold til fx installation af varmepumper og konvertering til fjernvarme og antagelser om fordeling af energibesparelserne på opvarmningsformer. Herudover indlægges en fremskrivning af opvarmningsformernes effektivitet, og der sker en fordeling af varmepumpernes bidrag til dækning af nettoopvarmningsbehovet på elforbrug og omgivelsesvarme.

## 3 Transportmodel

Transportsektorens efterspørgsel efter energi fremskrives i Energistyrelsens transportmodel. For vejtransport fremskrives energiforbruget ud fra skøn for den procentvise ændring i trafikarbejdet (i mio. køretøjskilometer pr. år), den procentvise ændring i CO<sub>2</sub>-udledning pr. køretøjskilometer og i drivmiddelsammensæt-

ningen (fordeling på benzin, diesel, biobrændstof, el og naturgas/biogas)<sup>2</sup>. Der tages højde for, at udviklingen i CO<sub>2</sub>-udledning pr. køretøjskilometer også påvirkes af drivmiddelsammensætningen. CO<sub>2</sub>-udledningen per km er for personbiler beregnet ud fra udviklingen i bestanden med en given udskiftningstakt for hvert år. Hver bilårgang har således en gennemsnitlig udledning per km, som bruges til at beregne udledningen for hele bestanden. Data for antallet af forskellige bilårgange i bestanden er baseret på tal fra Danmarks Statistik. For de andre køretøjstyper (varebiler, lastbiler, busser, motorcykler mv.) anvendes en procentvis fremskrivning ud fra dagens niveau.

Fremskrivningen af vejtransportens trafikarbejde (antal kørte km) er baseret på Transportministeriets Landstrafikmodel (LTM)<sup>3</sup>, som justeres for at være i overensstemmelse med Basisfremskrivningens metode. Landstrafikmodellens trafikvækst beskriver de modellerede trafikmængder i forskellige fremtidsår. Modelleringen baserer sig i udgangspunktet på den besluttede og finansierede infrastruktur. Trafikvæksten afhænger af en række eksterne faktorer, vigtigst infrastruktur, BNP, demografi, arbejdspladser samt kørselsomkostninger.

Der laves en justering af Landstrafikmodellens resultater, primært for at tage højde for, at der også efter 2020 vil udføres vej- og trafikprojekter, der har betydning for væksten i trafikarbejdet. Dette er ikke inkluderet i grundkørslen af LTM, men der tages højde for en fortsat vækst efter 2020 ved at opdele den samlede vækst i to komponenter (en elasticitet for betydningen af vej- og trafikprojekter og en elasticitet for betydningen af økonomisk vækst). Væksten, der er forårsaget af projekter, videreføres i samme størrelse i hele perioden. Der laves også en justering, så væksten passer med den nyeste forventning til BNP-vækst.

For banetransport baseres fremskrivningen af energiforbruget på et skøn fra Trafik- og Byggestyrelsen, hvor data for udviklingen i transportarbejde og energiforbrug er opdelt på en række togtyper. For udenrigsluftfart baserer Energistyrelsen sig på EU's landbaserede fremskrivninger af luftfartens energiforbrug. For de resterende transportformål (indenrigsluftfart, forsvar og søfart) holdes energiforbruget konstant over fremskrivningsperioden.

## 4 RAMSES

Energiforbruget til produktion af elektricitet og fjernvarme fremskrives i RAMSES, der er en teknisk/økonomisk simuleringsmodel. Modellen anvender data som brændselspriser og afgifter, værkspecifikke virkningsgrader samt efterspørgsel efter elektricitet og fjernvarme i de inkluderede lande til bestemmelse af lastfordelingen, og dermed energiforbrug, elpriser og eludveksling, i tidsskridt ned til én time. En mere teknisk og detaljeret beskrivelse af modellen findes på Energistyrelsens hjemmeside<sup>4</sup>.

Planlagte udbygninger med elektricitets- og fjernvarmeproduktionskapacitet er lagt ind eksogent i modellen. I takt med at eksisterende værker tages ud af drift kan der opstå behov for yderligere investeringer i produktionskapacitet. Denne yderligere kapacitet er også lagt ind eksogent i modellen. Herudover er skøn

<sup>2</sup> Beregningsteknisk indregnes biobrændstof og el på en lidt anden måde end benzin og diesel, idet der først beregnes en samlet fremskrivning baseret på forbrug af diesel og benzin alene. Denne fremskrivning korrigeres derefter for forbrug af biobrændstof og el.

<sup>3</sup> Landstrafikmodellen udvikles og vedligeholdes af DTU Transport. Til denne fremskrivning er anvendt resultater fra version 1.803 af modellen. Mere information og dokumentation kan findes på <http://www.landstrafikmodellen.dk>.

<sup>4</sup> <http://www.ens.dk/info/tal-kort/fremskrivninger-analyser-modeller/modeller/ramses>

for udbygningen med vindkraft og solceller såvel som kollektive varmepumper, elkedler og kollektiv solvarme lagt ind eksogent i modellen.

Efterspørgslen efter elektricitet og fjernvarme i Danmark fås fra Sammenfatningsmodellen på baggrund af resultater fra EMMA, Varmemodellen og Transportmodellen, mens RAMSES genererer priserne på elektricitet og fjernvarme til EMMA. Der er således tale om en iterativ proces.

## 5 Nordsø-prognose

Energiforbruget i forbindelse med indvinding af olie og naturgas i Nordsøen er fremskrevet på baggrund af centrale skøn for udviklingen i indvindingen. Energiforbruget afhænger af den fremtidige produktion fra eksisterende felter og fund, anvendelse af ny teknologi til indvinding af olie og naturgas og omfanget af nye fund.

## 6 Sammenfatningsmodel

I Sammenfatningsmodellen samles fremskrivningsresultaterne fra de ovenfor beskrevne modeller i en større regnearksmodel. Herudover indeholder Sammenfatningsmodellen historiske data fra Energistyrelsens *Energistatistik 2014*, således at historiske og fremskrevne tal kan sammenlignes. For endeligt energiforbrug for erhverv samt for elforbrug i husholdninger, foregår selve fremskrivningen af energiforbruget i Sammenfatningsmodellen med udgangspunkt i den seneste energistatistik og på baggrund af udviklingsrater for forbrug beregnet i EMMA.

Derudover behandler Sammenfatningsmodellen resultaterne, herunder korrektion for elhandel og opdeling på kvote og ikke kvote, således at forskellige resultater kan beregnes og vises, eksempelvis bruttoenergiforbrug og VE-andele. Korrektion for elhandel foretages med gennemsnitlig dansk elproduktion. Det betyder, at Danmarks brændselsforbrug ved nettoimport af 1 TWh el tillægges et brændselsforbrug, som hvis vi havde produceret 1 TWh ved gennemsnitlig dansk elproduktion. Denne tilgang afviger fra den historiske elhandelskorrektion i energistatistikken, hvor der korrigeres med et gennemsnitligt dansk kondensanlæg. Tilgangen i fremskrivningen er valgt i lyset af, at den modellerede elhandel er meget følsom ift. parametervariationer.

I Sammenfatningsmodellen indgår en prognose for biogas og modellen fordeler den opgraderede biogas på sektorer alt efter deres naturgasforbrug. Desuden indeholder Sammenfatningsmodellen korrektion for VE til proces ordningen samt for Apple datacenter.

## 7 Emissionsberegninger

Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) på Århus Universitet står for at omregne fremskrevne aktivitetsdata til drivhusgasemissioner. Ved beregningerne af de energirelaterede drivhusgasemissioner anvender DCE data fra energifremskrivningen (jf. data fra Sammenfatningsmodellen). DCE står selv for fremskrivning af øvrige, ikke-energiaktiviteter som landbrug, affald og spildevand og industrielle processer, hvorefter disse aktivitetsdata omregnes til drivhusgasudledninger, fordelt på gasser og kilder.

Fremskrivningen af landbrugsaktiviteterne er sket med input fra relevante myndigheder og forskningsinstitutioner. En ny model for fremskrivningen af dyreholdet er under udvikling, men er ikke anvendt i dette års fremskrivning.