

**Teknisk dokumentationsnotat.
Energistyrelsen, 21. juni 2005.**

Fremskrivninger incl. en styrket energibesparelsesindsats som følge af aftalen af 10. juni 2005.

1. Indledning

I Regeringens Energistrategi 2025 er fremskrivningerne færdiggjort *før* indgåelsen af den politiske aftale af 10. juni 2005 om den fremtidige energispareindsats. Fremskrivningerne i energistrategien tager derfor ikke højde for effekterne af den aftalte styrkede energibesparelsesindsats.

I forbindelse med offentliggørelsen af energistrategien er der derfor som supplement regnet på tre fremskrivninger, hvor effekterne af den forøgede besparelsesindsats er medregnet: dels energistrategiens basisfremskrivning, dels de to mest yderligtgående alternative scenarier, nemlig de såkaldte høj-høj og lav-lav scenarier (dvs. de to scenarier med høje oliepriser kombineret med høje CO₂-kvotepriser og med lave oliepriser kombineret med lave CO₂-kvotepriser)

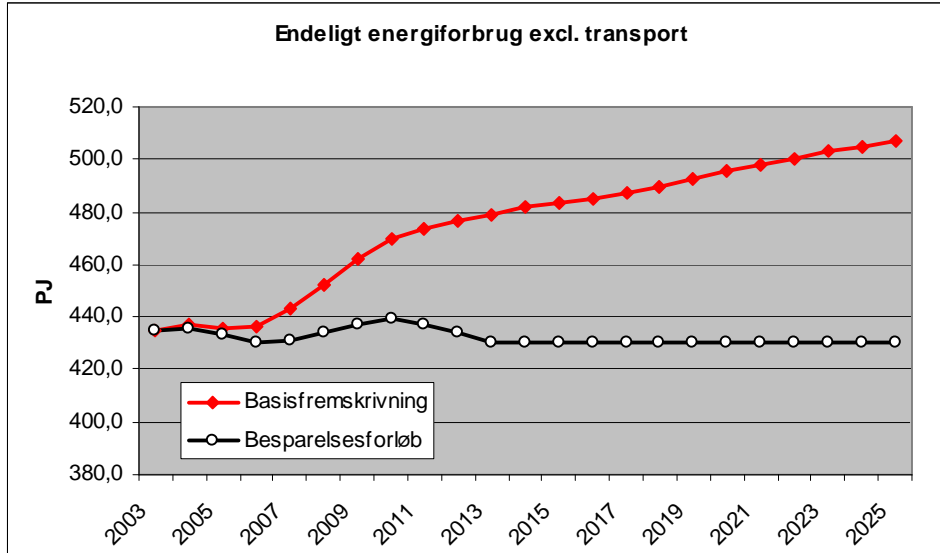
Disse tre fremskrivninger er korrigeret ved at indlægge alternative, lavere forløb for det endelige energiforbrug (excl. transport). Alle andre forudsætninger fra de oprindelige fremskrivninger er bevaret uændret.

2. Besparelsesfremskrivning

Fra 2006 til 2013 spares der hvert år 7,5 PJ. Heraf indgår 1,3 PJ allerede i fremskrivningen. Det betyder, at basisfremskrivningen årligt reduceres med 6,2 PJ. Besparelserne akkumulerer over perioden (I 2006 er der dog kun regnet med halv effekt). Det betyder et endeligt energiforbrug excl. transport i 2013 på 430 PJ. Efter 2013 er der anvendt en grov *beregningsforudsætning* om, at det endelige energiforbrug fra 2013 frem til 2025 fastholdes uændret på 430 PJ.

Figur 1 viser udviklingen i det endelige energiforbrug excl. transport i henholdsvis basisfremskrivningen og med besparelser indregnet

Figur 1. Endeligt energiforbrug (excl. transport) i basisfremskrivning og med besparelser indregnet



De akkumulerede besparelser er trukket fra det endelige energiforbrug excl. transport i alle tre fremskrivninger og er fordelt på sektorer og energityper proportionalt. Det er således i disse beregninger *antaget*, at alle sektorer skal reducere energiforbruget med lige mange procent, og at besparelserne ikke påvirker brændselssammensætningen i husholdninger og erhverv. Besparelsen er i de første år 1,4 PJ, og ender i 2025 på 77 PJ eller ca. 15% lavere end i forbruget i 2025 i basisfremskrivningen uden besparelser.

Besparelserne på el og fjernvarme fører til ændringer i forsyningssektoren. Konsekvenserne i forsyningssektoren er som for de oprindelige fremskrivninger vurderet med modellen Ramses

3. Besparelsesfremskrivning på Ramses – basisfremskrivningen

3.1 Forudsætninger

El- og fjernvarmeforbrugets udvikling i besparelsesfremskrivningen.

For el- og fjernvarmeforbruget ab værk ses den antagne udvikling i tabel 1, absolut og i forhold til basisfremskrivningen. El- og fjernvarmeforbruget i udlandet antages upåvirkede af en dansk energibesparelsesindsats.

Tabel 1. El- og fjernvarmeforbruget ab værk i besparelsesfremskrivningen samt besparelsens størrelse i forhold til basisfremskrivningen.

År	Elforbrug ab værk	Elbesparelse	Fjernvarmeforbrug ab værk	Fjernvarmebesparelse
	TWh	TWh	PJ	PJ
2005	35,61	0,27	135,4	1,3
2006	35,78	0,55	133,2	2,2
2007	35,90	1,04	132,8	4,1
2008	36,11	1,56	133,1	6,0
2009	36,47	2,03	133,8	7,8
2010	36,81	2,54	133,5	9,7
2011	36,96	3,05	132,2	11,4
2012	37,01	3,62	130,3	13,3
2013	37,05	4,15	128,4	15,0
2014	37,38	4,42	127,5	15,6
2015	37,72	4,63	126,7	16,1
2016	37,97	4,78	126,0	16,5
2017	38,24	4,97	125,3	17,0
2018	38,47	5,24	124,5	17,5
2019	38,75	5,51	123,7	18,2
2020	39,01	5,82	122,8	18,9
2021	39,28	6,08	122,0	19,6
2022	39,50	6,34	121,3	20,1
2023	39,76	6,65	120,4	20,9
2024	39,94	6,84	119,8	21,1
2025	40,18	7,06	119,1	21,6

Ændringer i produktionssystemet.

Et reduceret elforbrug vil alt andet lige reducere elprisen på markedet (Nordpool). Det må derfor forventes, at elproducenterne vil reagere ved at bygge færre produktionsanlæg i fremtiden. Det er ikke på forhånd indlysende, hvilke anlæg, som ikke vil blive bygget. I princippet kunne en energibesparelse i Danmark medføre en reduceret kraftværksudbygning i f.eks. Sverige, og det er overordentlig usikkert at vurdere, hvordan påvirkningen af kapacitetsudbygningen vil fordele sig mellem landene. Det er i beregningerne *antaget*, at det vil være udbygningen med produktionsanlæg i Danmark, som reduceres som følge af danske elbesparelser. Det kan blandt andet begrundes med netbegrænsninger mellem landene og reduktionen af varmebehovet i Danmark. Det kan også på lang sigt være en vis forsyningssikkerheds-begrundet sammenhæng mellem elforbrug og national elproduktionskapacitet. .

På denne baggrund er det antaget, at de to første nye gaskraftværker i Danmark, som optræder i basisfremskrivningen, ikke bygges. Endvidere antages, at 30% af havmøllekapaciteten efter de to

parker, der i øjeblikket er i udbud, ikke bygges. Den reducerede udbygning svarer i både elproduktion og eleffekt nogenlunde til det reducerede elforbrug.

Mere konkret antages følgende ændringer i forhold til basisfremskrivningen:

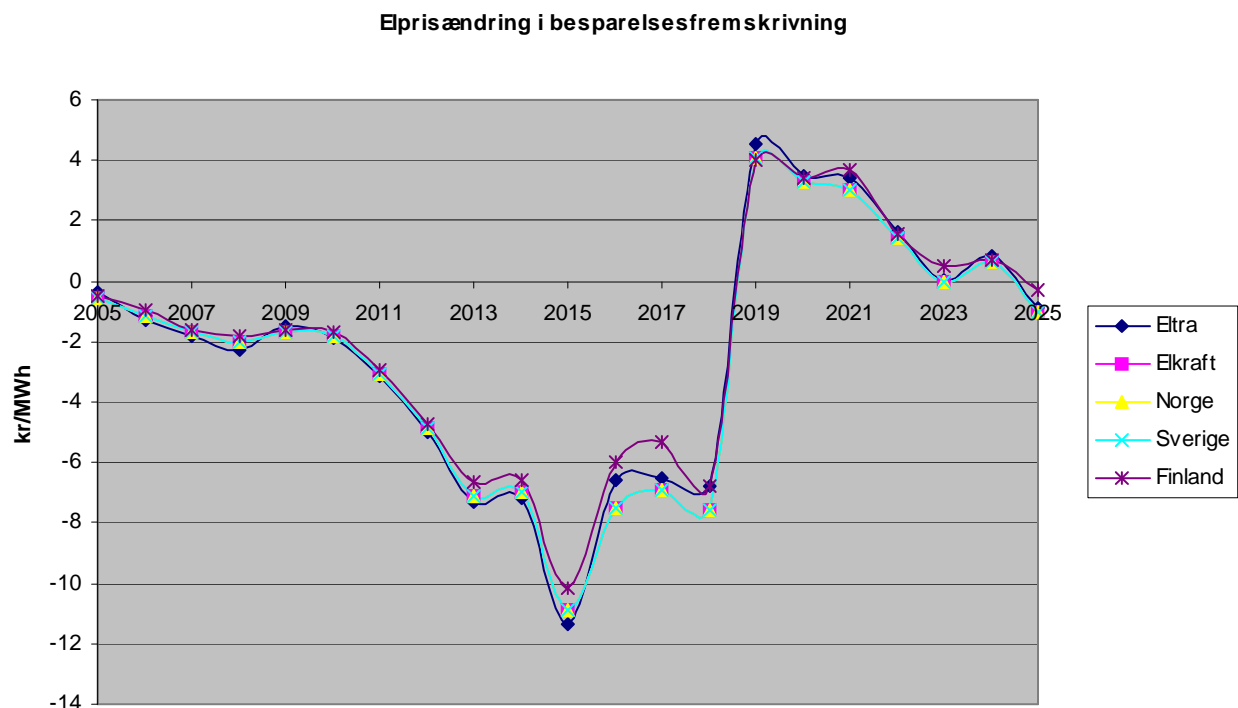
- FVO8 (400 MW gasfyret combined cycle)¹ og AVV3 (400 MW gasfyret combined cycle) bygges ikke. Fjernvarmeleverancen fra disse anlæg klares af andre enheder².
- De 10 antagne havmølleparker i basisfremskrivningen fra 2015 og frem nedskaleres alle fra 200 til 140 MW. Antallet af mølleparker bliver hermed det samme som i basisfremskrivningen – men parkerne bliver mindre.

3.2 Beregningsresultater.

Elprisen.

På kort sigt betyder elbesparelserne, at elprisen falder lidt, fordi efterspørglen bliver mindre og udbuddet er uændret. Faldet i elprisen bliver størst i 2015, hvor det er ca. 1 øre/kWh i hele Norden. I 2016 reduceres elprisfaldet, fordi et gasfyret anlæg ikke opføres. Dette sker igen i 2019, hvorefter der faktisk bliver tale om en elprisstigning på knap ½ øre/kWh i forhold til basisfremskrivningen. De fortsatte elbesparelser trækker elprisen ned igen, så den i 2025 er nogenlunde som i basisfremskrivningen.

Figur 2. Elprisændringen i besparelsesfremskrivningen/ basis.



¹ Beregningsteknisk udskydes FVO8 fra 2016 til 2026, svarende til at den ikke bygges inden for beregningsperioden.

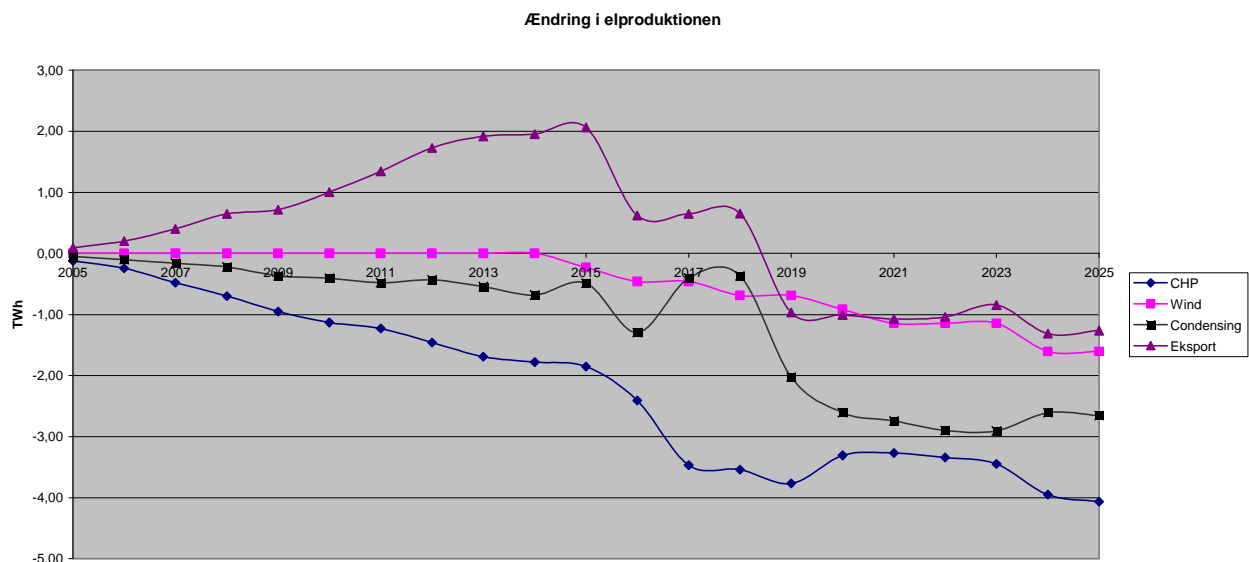
² I Odense overvejende fra den kulfyrede blok 7. I København overvejende fra Amagerværkets blok 3 samt Avedøreværket.

Elproduktionen.

Elbesparelserne medfører et ændret produktionsmønster. Frem til 2015 medfører besparelserne, at kondensproduktionen og modtryksproduktionen falder. Modtryksproduktionen falder mere end dobbelt så meget som kondensproduktionen, hvilket især skyldes besparelsen i fjernvarmeforbruget. Elproduktionen reduceres kun svarende til omkring 60% af elbesparelsen, således at omkring 40% af elbesparelsen frem til 2015 bliver til eleksport.

På længere sigt, hvor elbesparelserne antages at medføre reduceret udbygning med combined cycle kraftvarmeværker og vindmøller, reduceres eleksporten mere end svarende til elbesparelsen.

Figur 3. Ændringen i dansk elproduktion i besparelsesfremskrivningen /basis.

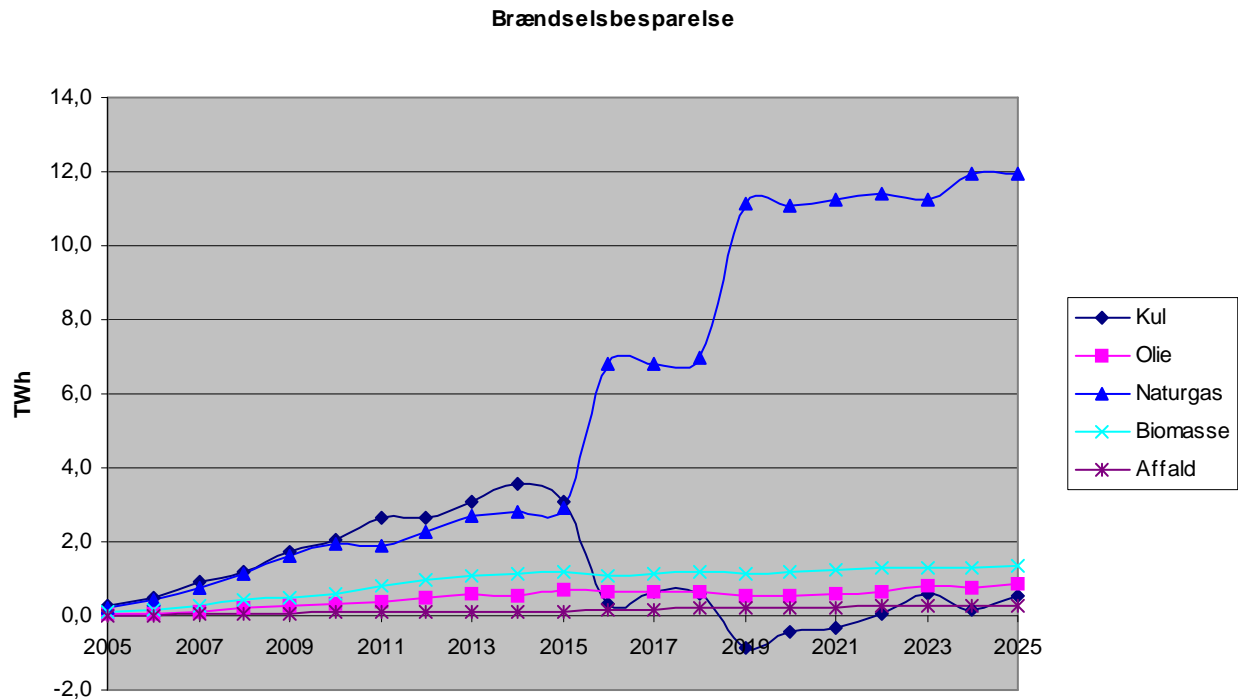


Brændselsforbruget.

På kort sigt fordeler brændselsbesparelsen sig nogenlunde ligeligt mellem kul og naturgas. Dog spares også en mindre mængde affald og biomasse – hovedsageligt som følge af fjernvarmebesparelsen.

Fra det tidspunkt, hvor energibesparelserne medfører reduceret udbygning med kraftværkskapacitet, sker der to ting: Dels bliver stort set hele brændselsbesparelsen naturgas. Dels øges besparelsen i omfang.

Figur 4. Reduktion i brændselsforbruget/ basis

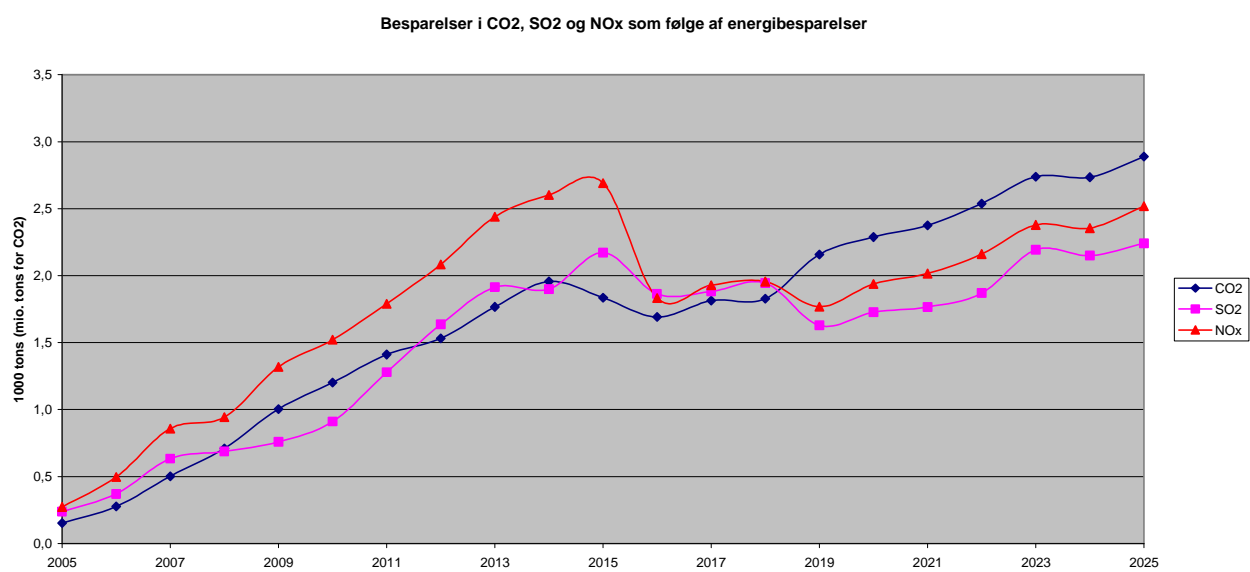


CO₂-, SO₂- og NO_x-emissionen.

CO₂-reduktionen som følge af energibesparelserne stiger jævnt op til omkring 2 mio. tons i 2014. Herefter falder den en smule for herefter igen at stige jævnt til omkring 3 mio. tons. i 2025. Beregningerne viser kun udviklingen i den indenlandske emission. Effekten incl. handel med kvoter og kreditter over for udlandet er ikke beregnet.

Besparelsen i SO₂ og NO_x udviser et tilsvarende forløb som CO₂-besparelsen.

Figur 5. CO₂-besparelsen i besparelsesfremskrivningen/ basis.



4. Besparelsesfremskrivning på Ramses – høj oliepris / høj kvotepris

4.1 Forudsætninger

El- og fjernvarmeforbrugets udvikling i besparelsesfremskrivningen.

For el- og fjernvarmeforbruget ab værk ses den antagne udvikling i tabel 2, absolut og i forhold til fremskrivningen uden besparelser. El- og fjernvarmeforbrugene i udlandet antages upåvirkede af en dansk energibesparelsesindsats.

Tabel 2. El- og fjernvarmeforbruget ab værk i besparelsesfremskrivningen for ”høj-høj” samt besparelsens størrelse i forhold til fremskrivningen uden besparelser³.

År	Elforbrug ab værk	Elbesparelse	Fjernvarmeforbrug ab værk	Fjernvarmebesparelse
	TWh	TWh	PJ	PJ
2005	35,56	0,27	136,96	1,3
2006	35,63	0,55	136,82	2,2
2007	35,60	1,04	136,90	4,1
2008	35,60	1,56	136,17	6,0
2009	35,74	2,03	135,27	7,8
2010	35,93	2,54	134,10	9,7
2011	35,97	3,05	132,40	11,4
2012	35,93	3,62	130,37	13,3
2013	35,91	4,15	128,43	15,0
2014	36,16	4,42	127,45	15,6
2015	36,48	4,63	126,68	16,1
2016	36,78	4,78	126,05	16,5
2017	37,01	4,97	125,23	17,0
2018	37,21	5,24	124,48	17,5
2019	37,41	5,51	123,62	18,2
2020	37,60	5,82	122,76	18,9
2021	37,77	6,08	121,90	19,6
2022	37,94	6,34	121,26	20,1
2023	38,05	6,65	120,32	20,9
2024	38,28	6,84	119,75	21,1
2025	38,50	7,06	119,00	21,6

Ændringer i produktionssystemet.

Det er i dette scenarie *antaget*, at de to af første biomassefyrede kraftvarmeverker i Danmark, som optræder i investeringsforløbet for ”høj-høj-scenariet”, ikke bygges. Det samme gælder de to første havvindmølleparker. Endvidere antages, at 10 procent af havmøllekapaciteten efter disse to parker ikke bygges. Denne reducerede udbygning svarer i både elproduktion og eleffekt nogenlunde til det reducerede elforbrug.

Mere konkret antages følgende ændringer i forhold til høj-høj-scenariet:

- FVO8 (306 MW biomasse - 2016) og AVV3 (310 MW biomasse - 2018) bygges ikke. Fjernvarmeleverancen fra disse anlæg klares af andre enheder⁴.
- Havvindmølleparker á 200 MW i øst 2011 og vest 2012 opføres ikke.
- De 19 antagne havmølleparker fra 2012 og frem nedskaleres alle fra 200 til 180 MW.

³ Scenarier for udbygning af el- og kraftvarmekapacitet, Energistyrelsen, juni 2005

⁴ I Odense overvejende fra den kulfyrede blok 7. I København overvejende fra AMV4 der opføres i 2016, Amagerværkets blok 3 samt Avedøreværket.

4.2 Beregningsresultater

Elprisen.

På kort sigt betyder elbesparelserne, at elprisen falder lidt, fordi efterspørgslen bliver mindre og udbuddet er uændret. Faldet i elprisen bliver størst i 2015, hvor det er ca. 1 øre/kWh i hele Norden. I 2016 reduceres elprisfaldet, fordi et biomassefyret anlæg ikke opføres. Dette sker igen i 2018, hvorefter der observeres en elprisstigning på 0,3 øre/kWh i forhold til fremskrivningen uden besparelser. De fortsatte elbesparelser trækker elprisen ned igen, så den i 2025 igen er knap 1 øre/kWh lavere end i fremskrivningen uden besparelser.

Figur 6. Elprisændringen i besparelsesfremskrivningen / høj-høj.

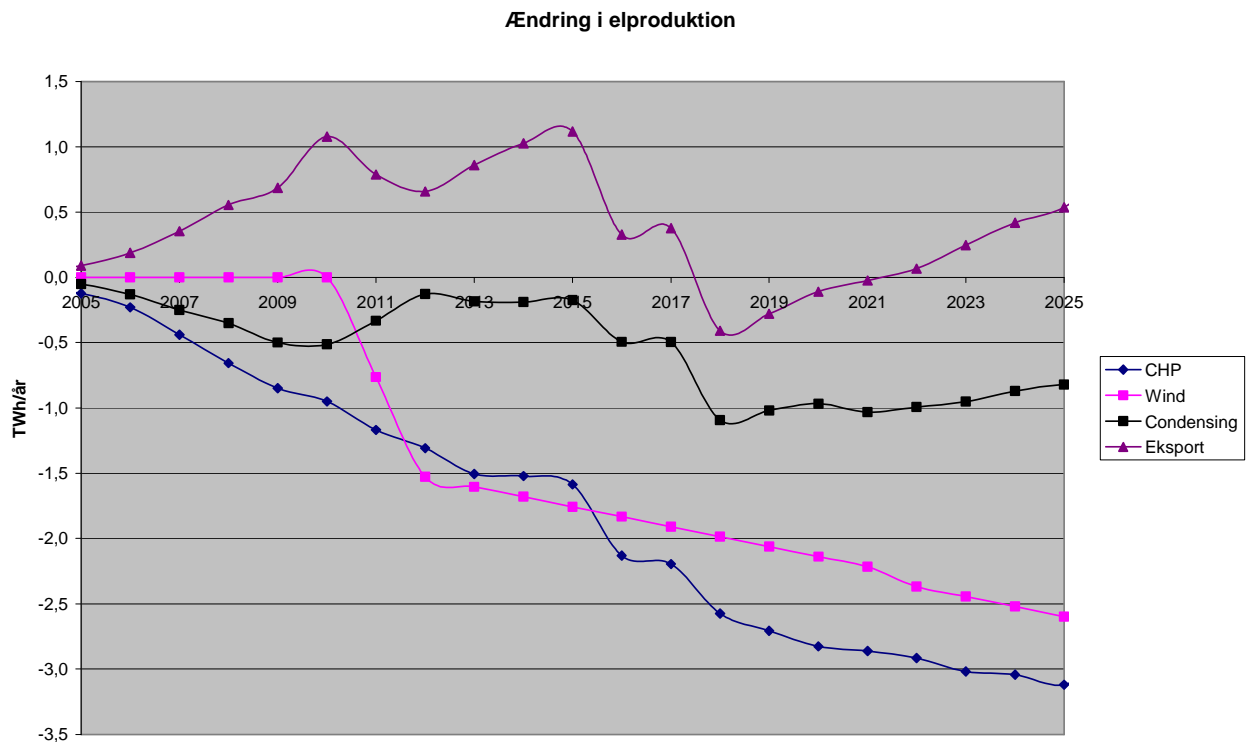


Elproduktionen.

Elbesparelserne medfører et ændret produktionsmønster. Frem til 2010 medfører besparelserne med de valgte antagelser, at kondensproduktionen og modtryksproduktionen falder. Modtryksproduktionen falder mere end kondensproduktionen, hvilket især skyldes besparelsen i fjernvarmeforbruget. Elproduktionen reduceres med omkring to tredjedele af elbesparelsen, således at en tredjedel af elbesparelsen på kortere sigt frem til 2015 bliver til eleksport.

På længere sigt, hvor elbesparelserne antages at medføre reduceret udbygning med kraftvarmeværker og vindmøller, er ændringerne i eleksporten relativt til den samlede elbesparelse små (<10 procent fra 2016-2025).

Figur 7. Ændringen i dansk elproduktion i besparelsesfremskrivningen / høj-høj.

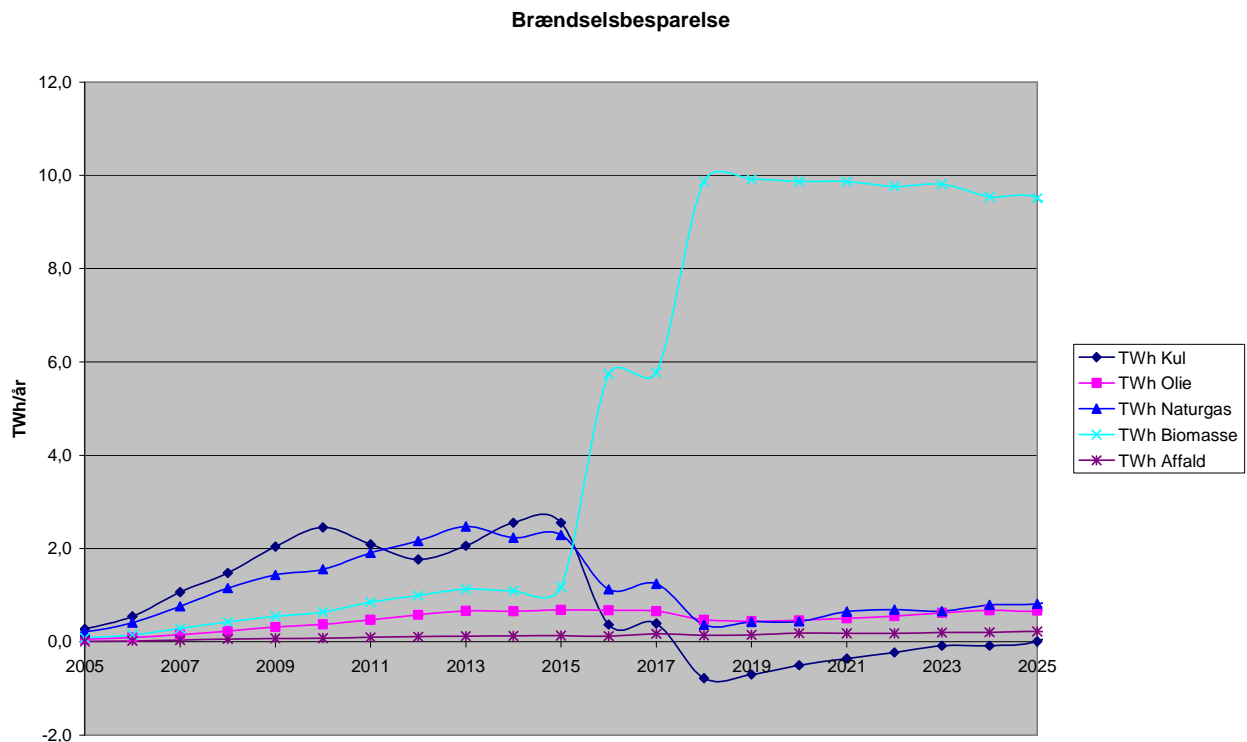


Brændselsforbruget.

På kort sigt fordeler brændselsbesparelsen sig nogenlunde ligeligt mellem kul og naturgas. Dog spares også en mindre mængde affald og biomasse – hovedsageligt som følge af fjernvarmebesparelsen.

Fra det tidspunkt, hvor energibesparelserne medfører reduceret udbygning med kraftværkskapacitet, sker der to ting: Dels bliver stort set hele brændselsbesparelsen biomasse. Dels øges besparelsen i omfang, hvilket primært skyldes at der ikke længere ses en væsentlig forøget eksport.

Figur 8: Brændselsbesparelser til el- og fjernvarmeproduktion som følge af energibesparelser / høj-høj

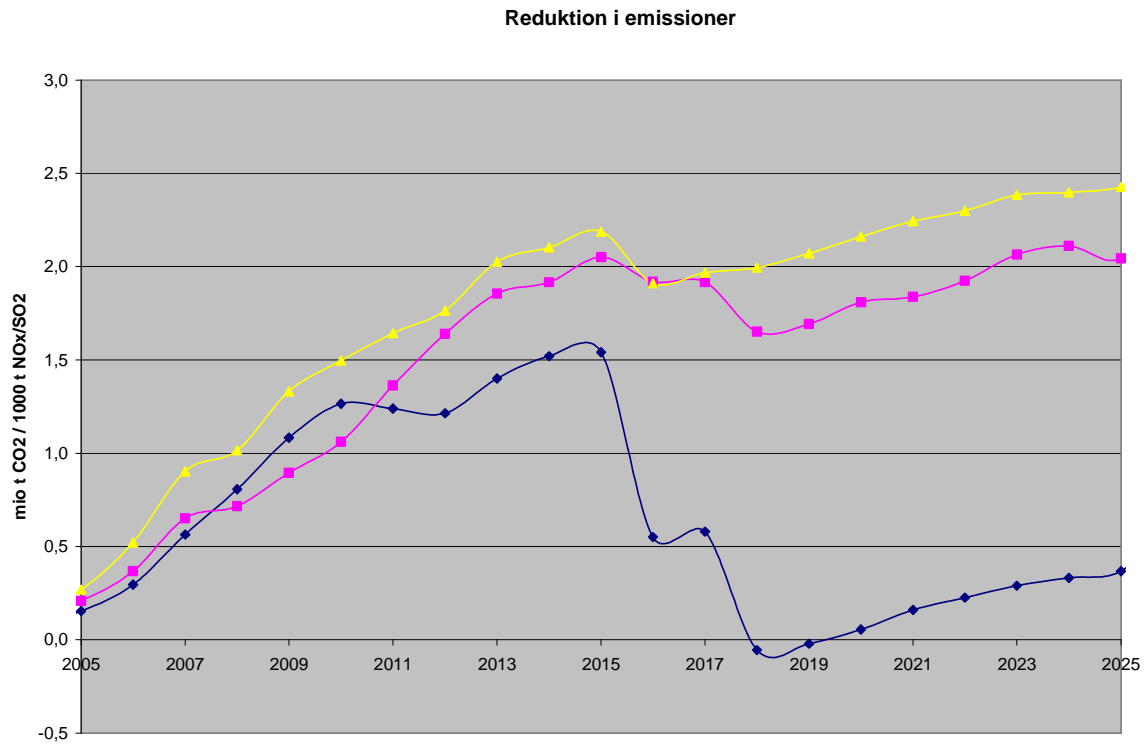


Emissioner fra el- og fjernvarmeproduktion

CO₂-reduktionen som følge af energibesparelserne stiger jævnt op til omkring 1,5 mio. tons i 2015. Herefter falder den væsentlig som følge af, at besparelserne fortrænger biomasse. Besparelsernes effekt på CO₂-emissionen er i 2025 mindre end 0,5 ton. Beregningerne viser kun udviklingen i den indenlandske emission. Effekten incl. handel med kvoter og kreditter over for udlandet er ikke beregnet.

For SO₂ og NO_x ses der en jævn reduktion frem til 2015. Udskydelsen af ny kapacitet dæmper effekten en smule, men fra 2018 stiger den relative reduktion igen og er i 2025 på omkring 2500 ton NO_x henholdsvis 2000 ton SO₂.

Figur 9. Reduktioner i emissioner som følge af besparelser / høj-høj.



5. Besparelsesfremskrivning på Ramses - lav oliepris / lav kvotepris

5.1 Forudsætninger

El- og fjernvarmeforbrugets udvikling i besparelsesfremskrivningen.

For el- og fjernvarmeforbruget ab værk ses den antagne udvikling i tabel 3, absolut og i forhold til fremskrivningen uden besparelser. El- og fjernvarmeforbrugene i udlandet antages upåvirkede af en dansk energibesparelsesindsats.

Tabel 3. El- og fjernvarmeforbruget ab værk i besparelsesfremskrivningen for ”lav-lav” samt besparelsens størrelse i forhold til fremskrivningen uden besparelser⁵.

År	Elforbrug ab værk	Elbesparelse	Fjernvarmeforbrug ab værk	Fjernvarmebesparelse
	TWh	TWh	PJ	PJ
2005	35,87	0,27	137,85	1,3
2006	36,23	0,55	138,07	2,2
2007	36,38	1,04	137,93	4,1
2008	36,49	1,56	136,97	6,0
2009	36,72	2,03	135,97	7,8
2010	36,98	2,54	134,77	9,7
2011	37,10	3,05	133,10	11,4
2012	37,14	3,62	131,14	13,3
2013	37,22	4,15	129,32	15,0
2014	37,59	4,42	128,48	15,6
2015	37,99	4,63	127,82	16,1
2016	38,40	4,78	127,37	16,5
2017	38,76	4,97	126,77	17,0
2018	39,05	5,24	126,14	17,5
2019	39,43	5,51	125,47	18,2
2020	39,73	5,82	124,70	18,9
2021	40,03	6,08	123,93	19,6
2022	40,26	6,34	123,32	20,1
2023	40,45	6,65	122,41	20,9
2024	40,63	6,84	121,91	21,1
2025	40,83	7,06	121,24	21,6

Ændringer i produktionssystemet.

Det er i dette scenarie antaget, at de to første nye gaskraftværker i Danmark, som optræder i investeringsforløbet for ”lav-lav-scenariet”, ikke bygges. Endvidere antages, at 50 procent af havmøllekapaciteten efter de to parker, der i øjeblikket er i udbud, ikke bygges. Denne reducerede eludbygning svarer i både elproduktion og eleffekt nogenlunde til det reducerede elforbrug.

Mere konkret antages følgende ændringer i forhold til lav-lav-scenariet:

- FVO8 (400 MW gasfyret combined cycle)⁶ og AVV3 (400 MW gasfyret combined cycle) bygges ikke. Fjernvarmeleverancen fra disse anlæg klares af andre enheder⁷.
- De 4 antagne havmølleparker fra 2021 og frem nedskaleres alle fra 200 til 100 MW.

⁵ Scenarier for udbygning af el og kraftvarmekapacitet, Energistyrelsen, juni 2005

⁶ Beregningsteknisk udskydes FVO8 fra 2016 til 2026, svarende til at den ikke bygges inden for beregningsperioden.

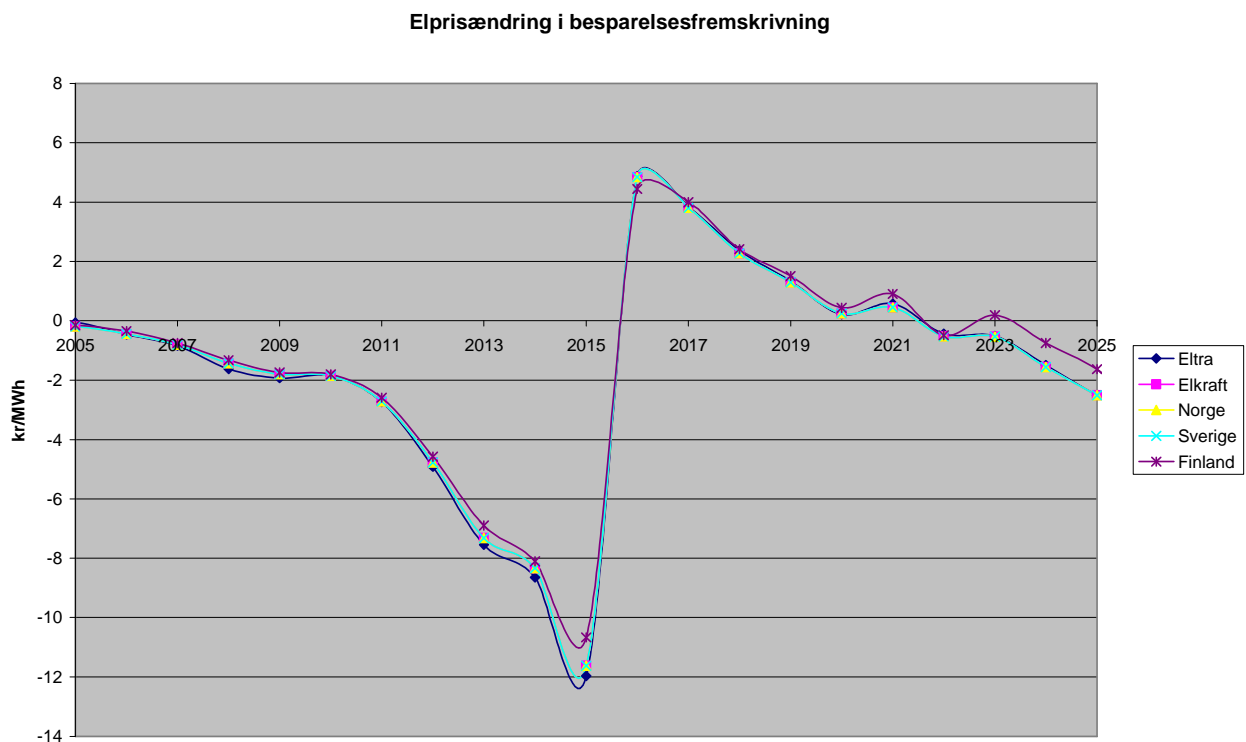
⁷ I Odense overvejende fra den kulfyrede blok 7. I København overvejende fra Amagerværkets blok 3 samt Avedøreværket.

5.2 Beregningsresultater

Elprisen.

På kort sigt betyder elbesparelserne, at elprisen falder lidt, fordi efterspørglen bliver mindre og udbuddet er uændret. Faldet i elprisen bliver størst i 2015, hvor det er godt 1 øre/kWh i hele Norden. I 2016 bliver to gasfyrede anlæg ikke opført, hvorefter der faktisk bliver tale om en elprisstigning på knap ½ øre/kWh i forhold til fremskrivningen uden besparelser. De fortsatte elbesparelser trækker elprisen ned igen, så den fra 2020 og frem er nogenlunde som i fremskrivningen uden besparelser.

Figur 10. Elprisændringen i besparelsesfremskrivningen./ lav-lav.

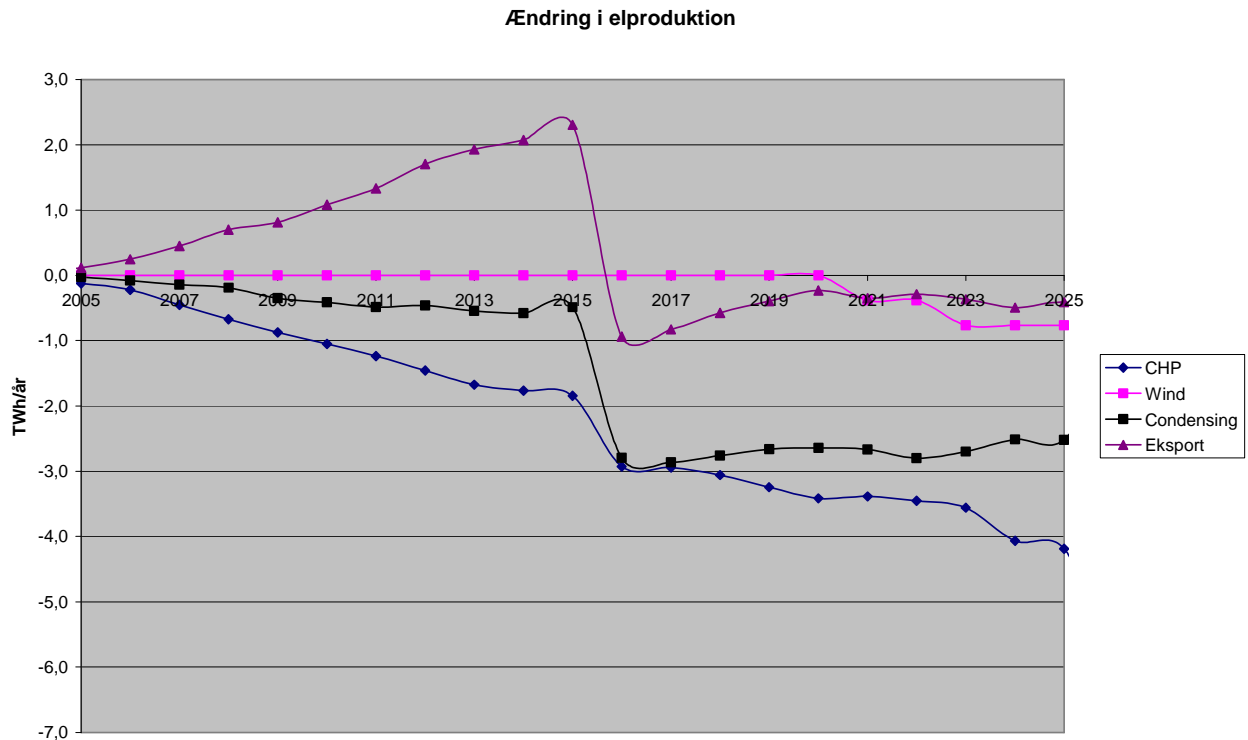


Elproduktionen.

Elbesparelserne medfører et ændret produktionsmønster. Frem til 2010 medfører besparelserne, at kondensproduktionen og modtryksproduktionen falder. Modtryksproduktionen falder mere end kondensproduktionen, hvilket især skyldes besparelsen i fjernvarmeforbruget. Elproduktionen reduceres med godt halvdelen af elbesparelsen, således at den anden halvdel af elbesparelsen på kort sigt bliver til eleksport.

På længere sigt (efter 2016), hvor elbesparelserne med de valgte antagelser medfører reduceret udbygning med kraftvarmeverker og vindmøller, ses der ikke en markant ændring i eleksporten. Kondensproduktionen falder analogt med eleksporten, mens kraftvarmeproduktionen fortsat reduceres som følge af reduktioner i fjernvarmeforbruget.

Figur 11: Ændringen i dansk elproduktion i besparelsesfremskrivningen./lav-lav.

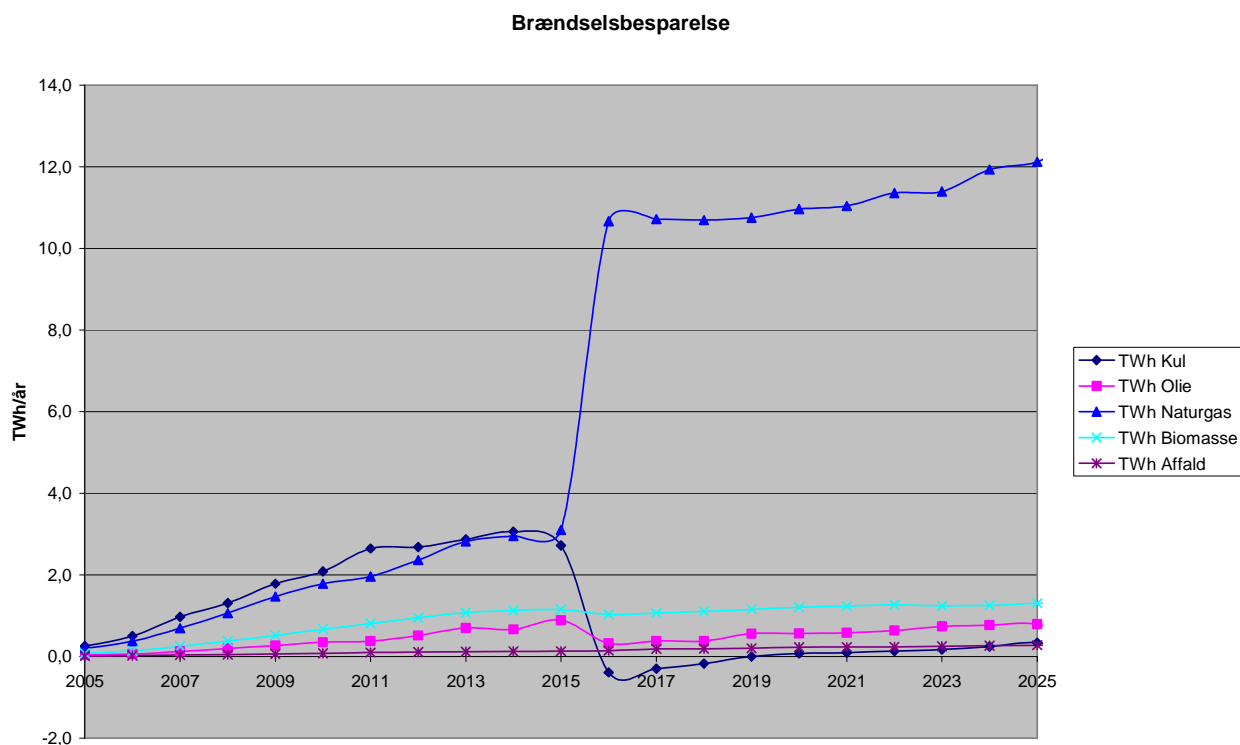


Brændselsforbruget.

På kort sigt fordeler brændselsbesparelsen sig nogenlunde ligeligt mellem kul og naturgas. Dog spares også en mindre mængde affald og biomasse – hovedsageligt som følge af fjernvarmebesparelsen.

Fra det tidspunkt, hvor energibesparelserne medfører reduceret udbygning med kraftværkskapacitet, sker der to ting: Dels bliver stort set hele brændselsbesparelsen naturgas. Dels øges brændselsbesparelsen i omfang, hvilket primært skyldes at der ikke længere ses en væsentlig forøget eleksport.

Figur 12: Brændselsbesparelser til el- og fjernvarmeproduktion som følge af energibesparelser / lav-lav.



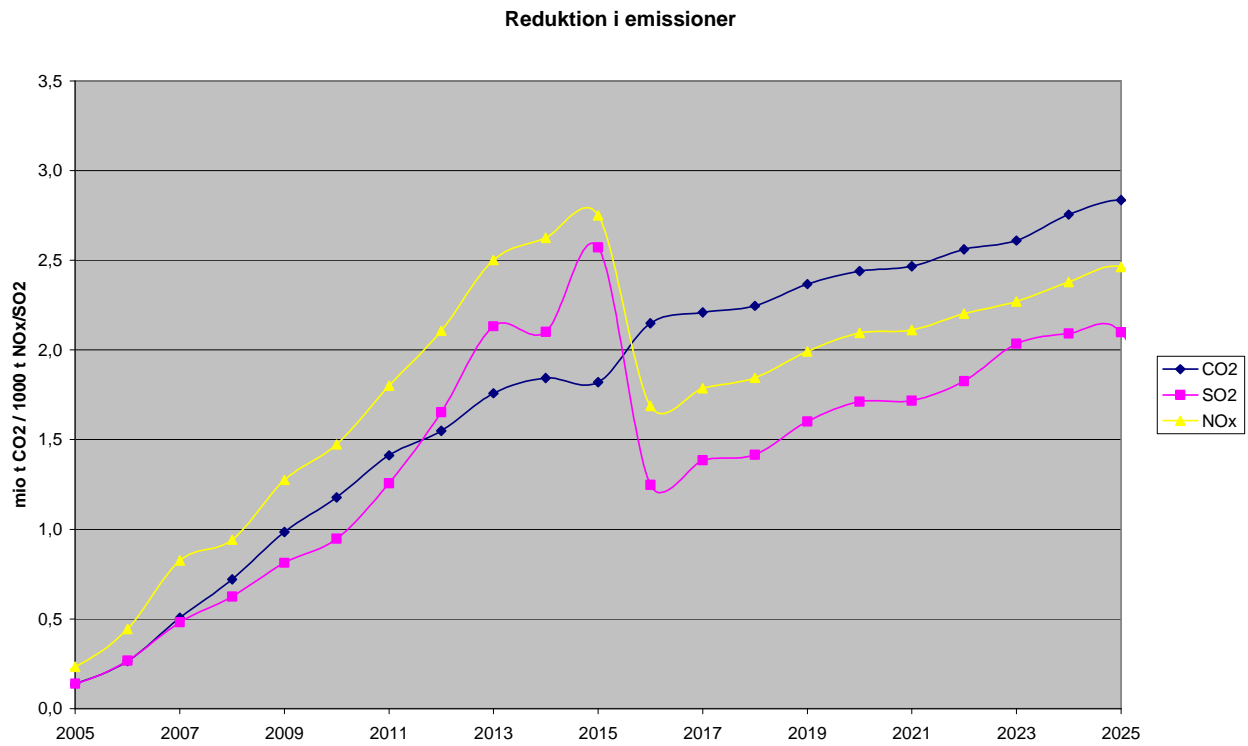
Emissioner fra el- og fjernvarmeproduktion

CO₂-reduktionen som følge af energibesparelserne stiger jævnt op til knap 3 mio. tons i 2025. Beregningerne viser kun udviklingen i den indenlandske emission. Effekten incl. handel med kvoter og kreditter over for udlandet er ikke beregnet.

For SO₂ ses der en mærkbar reduktion i begyndelsen af perioden, der topes med næsten 2500 tons i 2015. Herefter fortrænges naturgas relativt til fremskrivningen uden besparelser, hvilket giver en højere gennemsnitlig SO₂-udledning per kWh. I 2016 halveres SO₂-besparelsen relativt til 2015. Fortsatte energibesparelser giver herefter igen en jævn stigning i SO₂-reduktionen, der i 2025 er på cirka 2000 tons.

NO_x reduktionen som følge af energibesparelserne topes ligeledes i 2015 med over 2500 tons, hvorefter den falder til omkring 1500 tons i 2016 for igen at stige jævnt til knap 2500 tons i 2025.

Figur 13: Reduktioner i emissioner som følge af besparelser / lav-lav.



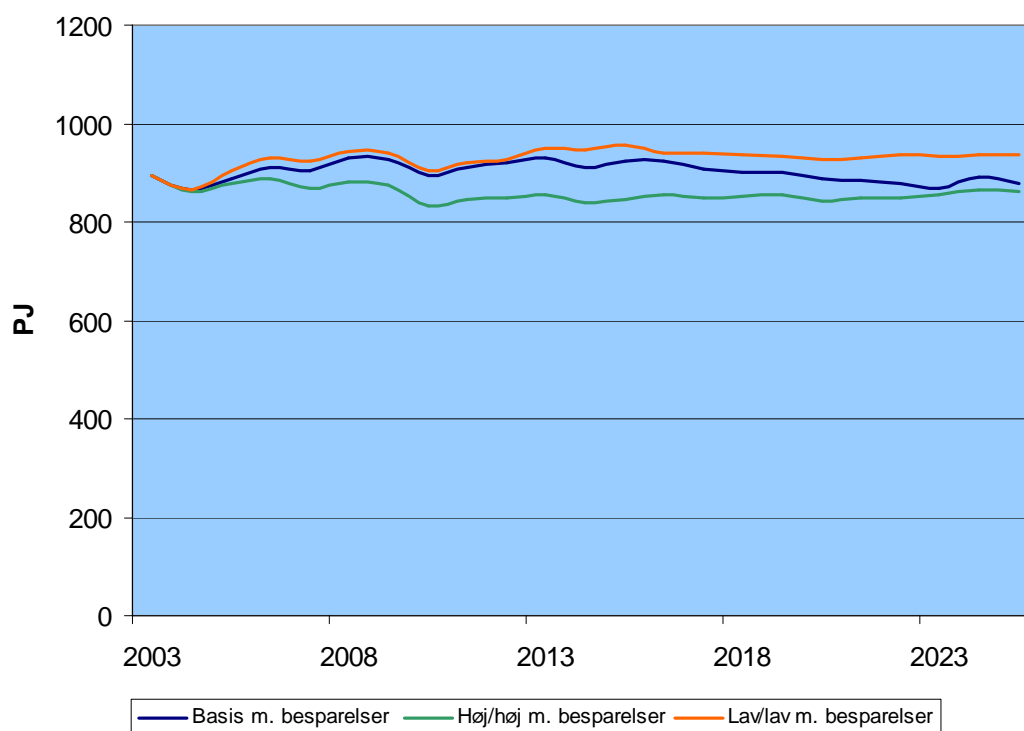
6. Samlet bruttoenergiforbrug og CO₂-emissioner (incl. transport mv.)

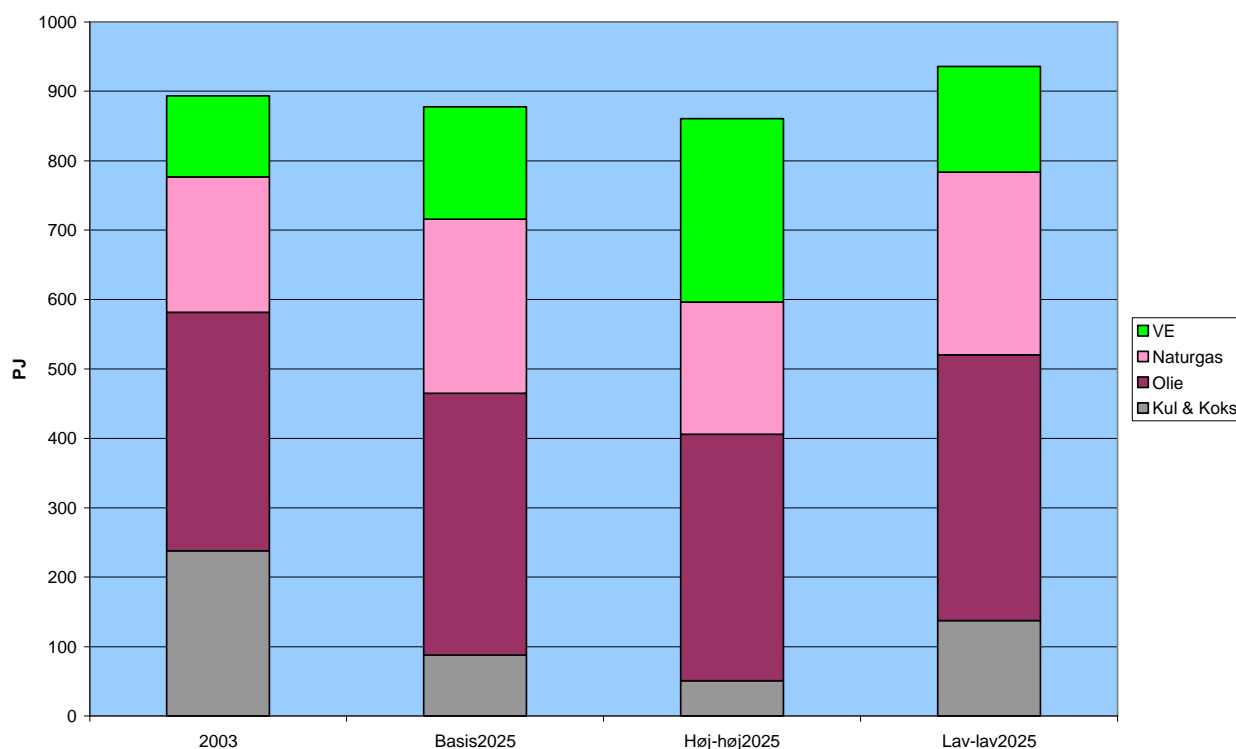
Samlet bruttoenergiforbrug

Danmarks samlede bruttoenergiforbrug med besparelser ligger naturligvis under niveauet fra de tilsvarende fremskrivninger uden besparelser. Forskellen med og uden besparelser er næsten ens for de tre scenarier. Det fremtidige bruttoenergiforbrug med besparelser kommer i basisfremskrivningen og høj-høj-scenariet i 2025 til at meget tæt på niveauet fra i dag, jf. figur 14

Ligesom i fremskrivningerne uden besparelser er fordelingen på brændsler meget forskellig, som det fremgår af figur 15. I høj-høj-scenariet kommer der meget VE, mens der i lav-lav-scenariet anvendes mere kul end i basisscenariet.

Figur 14. Bruttoenergiforbrug i fremskrivninger med besparelser



Figur 15. Sammensætning af bruttoenergiforbrug i fremskrivninger med besparelser.

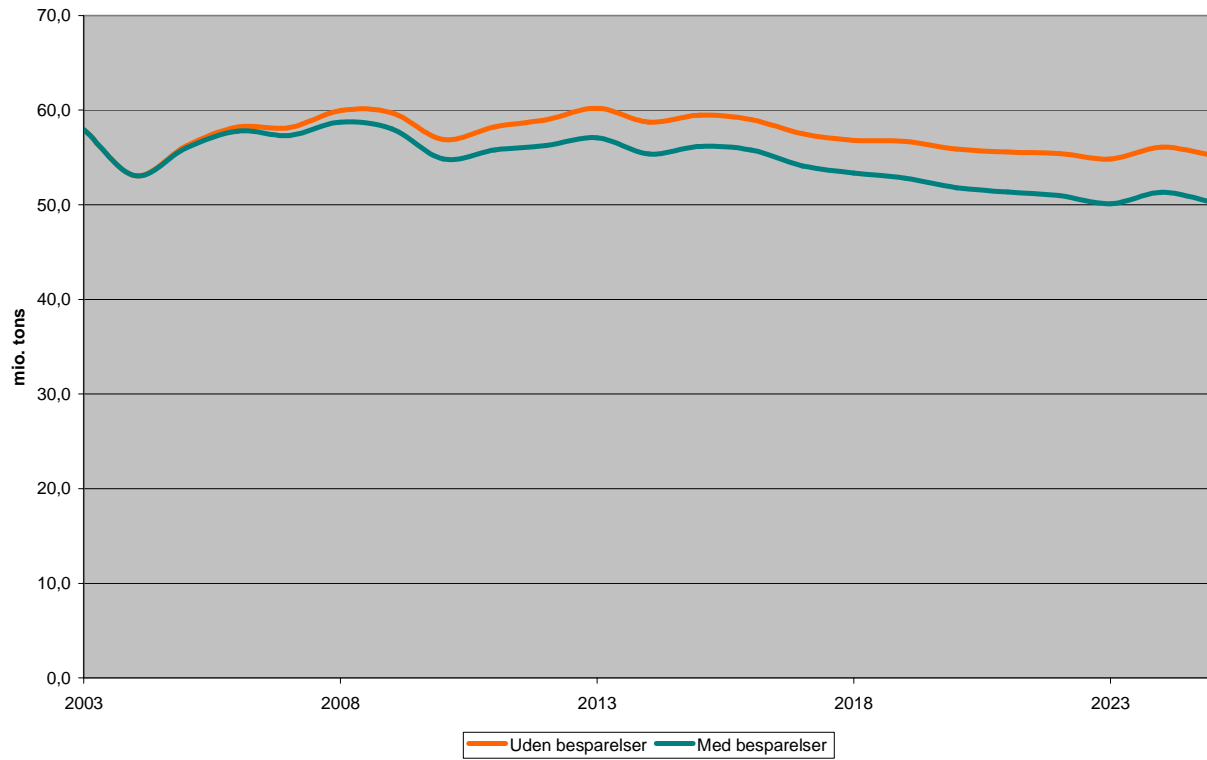
CO₂-emissioner

Ligesom for bruttoenergiforbruget er CO₂-emissionerne lavere i fremskrivningerne med besparelser end i fremskrivningerne uden energibesparelser. For basisfremskrivningen drejer det sig om ca. 2 mio. tons årligt i 2008-12 og ca. 5 mio. tons i 2025, jf. figur 16.

Ca. to tredjedele heraf er dog i kvotebelagte sektorer, hvor den samlede drivhusgasreduktion er bestemt af kvotetildelingen.

For høj-høj-scenariet er forskellen i CO₂-emissioner på langt sigt lidt mindre, fordi det gennemsnitlige CO₂-indhold i el- og fjernvarmeforbruget er mindre end i basisscenariet. Forskellen er derimod højere i lav-lav-scenariet, fordi en større del af elproduktionen er baseret på kul.

Figur 16. Energirelaterede, indenlandske CO₂-emissioner i basisfremskrivningen henholdsvis med og uden den styrkede energibesparelsesindsats.



Figur 17 viser CO₂-emissionerne fra de tre fremskrivninger med besparelser. Bortset fra, at niveauet pga. besparelser er lavere, er mønstret det samme som i scenarierne uden besparelser.

**Figur 17 Energirelaterede, indenlandske CO₂-emissioner i de tre fremskrivninger
incl. effekten af den styrkede energibesparelsesindsats.**

