

# 3. Omstilling til et bæredygtigt transportsystem i Danmark

Gunnar Boye Olesen, VedvarendeEnergi, 25/3 2015

## Indhold

3.1. Indledning .....	1
3.2. Persontransport .....	2
3.3 Godstransport .....	11
3.4 Forsvarets transport.....	14
3.7 Om dette notat .....	16

### 3.1. Indledning

Danmarks transport har bevæget sig bort fra en bæredygtig udvikling de seneste år. Det betyder dog ikke, at det er umuligt at gøre transporten bæredygtig og forsyne den med vedvarende energi. Dette notat indeholder et scenarie for omstilling af Danmarks transport, som kan gennemføres i løbet af en kortere årrække. En kvalitativ analyse med baggrund og argumenter for de valg af transportmidler m.m., der er i dette scenarie, findes i notaterne "Bilens rolle i et fremtidigt transportsystem, baseret på 100% vedvarende energi", Benny Christensen, VedvarendeEnergi, september 2014 og "Transportscenariet for 2030 i OVE's energivision fra 1998. Status 15 år efter". Benny Christensen, VedvarendeEnergi, juni 2014. Begge er online på [www.ve.dk](http://www.ve.dk)

Hovedfokus for dette notat er dokumentation af energiforbrug ved de foreslåede ændringer, som indgår i VedvarendeEnergis samlede scenarier for en hurtig omstilling til vedvarede energi.

Analysen er opdelt i scenarier for hhv. persontransport og for godstransport, da det er to ret forskellige former for transport. Varevogne medregner vi til persontransport, selvom de ofte bruges til en blanding af gods- og persontransport.

Dette notat afviger fra notater for andre sektorer til Hurtig omstilling til vedvarende energi, da det kun omfatter scenariet, idet det skal ses i sammenhæng med de to ovennævnte notater om transport.

## 3.2. Persontransport

Udviklingen af persontransport har vist en stigning i både personbil og jernbanetransport i en årrække, som det fremgår af tabel 3.1

millioner personkm	1990	1995	2000	2005	2008	2010	2011	2012
Cykler/kn allert-30	3.430	3.240	2.920	3.010	3.040	2.620	2.940	3.050
Motorcykler	369	408	533	530	568	544	542	538
Personbiler incl. taxi	47.191	48.389	50.615	49.768	51.508	51.254	52.919	53.772
Varebiler u. 3,5 tons	5.369	5.699	6.590	8.725	9.568	8.505	7.967	7.512
Busser	6.443	7.284	7.418	7.169	6.759	6.853	6.737	6.450
Tog	5.051	4.888	5.537	6.136	6.475	6.577	6.890	7.026
Skib	588	574	247	226	202	184	176	176
Fly	476	497	363	316	372	470	459	367
Ialt	68.917	70.979	74.223	75.880	78.492	77.007	78.630	78.891

Tabel 3.1 Persontrafikkens udvikling angivet i millioner personkm ifølge Statistikbanken, tabel PKM1. Varebiler under 3,5 tons er medtaget her da de omfatter større personbiler over 2 tons (bl.a. firehjulstrækkere) og varevogne, der ofte bruges til arbejdskørsel. Faldet i færgetransport 1995-2000 skyldes Storebæltsbroen.

Som det ses af tabel 3.1 har persontrafikken været stigende, også efter 2005, hvor det danske BNP har været nogenlunde stabilt p.g.a. krisen. Der var et lille fald 2008-2010 på 2% i den samlede transport; men selvom der ikke har været økonomisk vækst i Danmark siden 2010, er persontransporten fortsat med at stige. Det tyder på, at persontransporten i højere grad er drevet af strukturelle forhold end af økonomisk vækst. Det kan være centralisering af offentlige tilbud, indkøbsmuligheder m.m., samt længere mellem bolig og arbejde. Tilsvarende ses, at de kraftige benzinprisstigninger 2000 - 2008 ikke har haft synlig indvirkning på transportmængden.

Togtransporten har haft en 27% stigning, væsentligt over den samlede stigning på 6%. Personbiler er steget 6% som gennemsnittet; mens varebiler, der også omfatter store personbiler (4-hjulstrækkere m.m.) er steget 13%, men har dog haft en faldende brug siden 2008. Cykler steg 4% 2000 - 2005; men stigningen er siden da gået i stå. Busser er gået tilbage siden år 2000, så den samlede passagerstigning for busser + tog var kun 4% 2000 - 2012, dvs. under den gennemsnitlige stigning.

Samlet set er den kollektive trafik og cykling steget mindre end den samlede trafikvækst siden år 2000, mens varevogne incl. store personbiler (4 hjulstrækkere) er steget mere end den gennemsnitlige stigning.

Hvis man ser på de seneste år, er der dog en markant tilbagegang for varebiler incl. store personbiler på 21% siden 2008 (bl.a. p.g.a. reduceret varetransport). De øvrige trends fra år 2000 er ikke ændret af krisen: der er fortsat stigende brug af personbiler og tog, samt mindre brug af busser.

En grøn omstilling af Danmarks transport vil kræve øget brug af de mest effektive transportformer, cykel, tog og bus, og mindre brug af biler og fly. Det vil kræve:

- en øget indsats for cykling,
- at kollektiv transport bliver mere økonomisk fordelagtig end i dag i forhold til biler,
- at kollektive transporttilbud udbygges, så det bliver mere attraktivt med flere afgangse, specielt i myldretiderne, samt med hurtigere forbindelser. Der er dels behov for bedre tilbud i de større byer, hvor der er problemer med trængsel, dels behov for hurtigere forbindelser til yderområder.

Samtidig er der behov for at begrænse den strukturelle transport: transport for indkøb, offentlige funktioner (børnehaver, skoler, læge osv) og pendling. Det kan gøres ved med planlægning at opretholde og forbedre den geografiske fordeling af indkøbsmuligheder, stoppe yderligere centralisering af børnepasning og skoler, og arbejde aktivt for at reducere afstand mellem bolig og arbejdssted, både ved at gøre det lettere at flytte tæt på arbejde, med delvis internet-baseret arbejde og med mindre centralisering.

Samlet foreslår vi en indsats, der kan give følgende udvikling:

- den samlede transport skal begrænses, så vi stopper stigningen og har samme persontransport i 2005 som i 2012 og herefter et fald på 1% pr. år indtil vi 6 år senere når niveauet for år 2000.
- den negative udvikling for cyklismen siden 1990 skal vendes, så vi i 2015 igen får lige så mange cyklende som i 1995 og i 2020 lige så mange som i 1990. Herefter skal der være en stigning på 5% pr. år til 2035.
- for tog skal udviklingen fra 2009 fortsætte til 2015, og herefter skal der være en stigning på 5% pr. år.
- for busser skal reduktionen vendes, så der i 2015 er lige så meget buskørsel som i 2012, og herefter skal der for rutebusser være en stigning som for tog (omkring 5% pr. år), mens brugen af turistbusser forventes konstant. Samlet regner vi med en stigning på 3% pr. år.
- for indenrigsfly forventer vi, at den faldende udvikling siden 2009 fortsætter til 2020. hvorefter indenrigsflyvningen afvikles efter etablering af tog-timeplanen. Man vil herefter kunne rejse Aalborg - København på 3 timer, svarende til dagens rejse Aarhus - København, en strækning, hvor der reelt ikke er behov for et fly-alternativ.
- for varevogne og store personbiler forventes den faldende trend siden 2008 at fortsætte til 2020, hvor niveauet er faldet til det samme niveau som før år 2000. Det svarer til, at vare-og arbejdskørsel med varebiler fortsætter, men at personkørsel i store personbiler og varebiler reduceres til et minimum.
- for motorcykler, taxi og færger forventes trends fra 2009 at fortsætte til 2015 og herefter ingen yderligere ændringer.

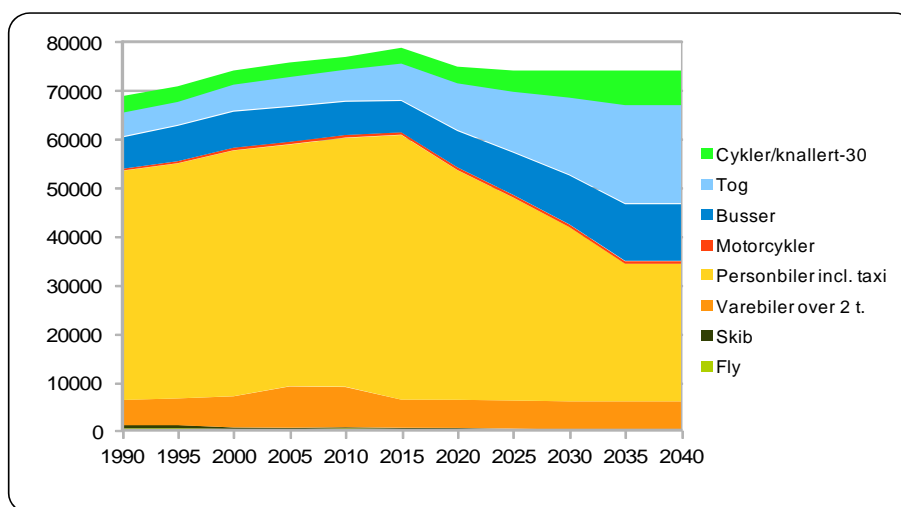
- den resterende persontransport afvikles med personbiler, hvilket vil betyde en reduktion på 33% 2012 - 2030 og 50% 2012-2040. I praksis vil det betyde, at personbiler ikke vil bruges meget i større byer; men primært i landområder og til og fra mindre byer fra 2030. Det vil give forbedret miljøkvalitet og en markant fredeliggørelse af byerne.

Resultatet af disse ændringer er vist i tabel 3.2

millioner personkm	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Cykler/ knallert-30	3.050	3.240	3.430	4.378	5.587	7.131	7.131
Motor- cykler	538	530	530	530	530	530	530
Personbiler incl. taxi	53.772	54.485	47.301	41.815	35.932	28.373	28.373
Varebiler u. 3,5 tons	7.512	5.972	5.972	5.972	5.972	5.972	5.972
Busser	6.450	6.450	7.477	8.668	10.049	11.649	11.649
Tog	7.026	7.685	9.808	12.518	15.977	20.391	20.391
Skib	176	176	176	176	176	176	176
Fly	367	353	330	165	0	0	0
Ialt	78.891	78.891	75.025	74.222	74.222	74.222	74.222

Tabel 3.2 Omstillingsscenarie for persontransport from til 2040

Den hidtidige udvikling og scenariet er sammen illustreret grafisk i figur 3.1



Figur 3.1 Omstillingsscenarie for dansk persontransport 2015-2040 og historisk udvikling 1990-2010. Enhed: millioner personkm. Varebiler omfatter også store personbiler over 2 tons.

Som det fremgår af figur 3.1 ønsker vi en udvikling, hvor biltrafikken nedsættes meget væsentligt, hvilket vil muliggøre en radikal forbedring af bymiljøet og reduktion af trafikale miljøbelastning. Ikke desto mindre vil personbiler stadig være det vigtigste transportmiddel med 48% af persontransporten i 2030 og 38% i 2035. Derfor er en omstilling af personbilers brændsel også vigtig.

Energiforbruget har været stigende for persontransporten, som det fremgår af tabel 3.3

PJ	1980	'90	'95	'00	'05	'09	'10	'11	'12
Personbiler og varebiler u. 2 ton	64,7	78,7	85,8	95,6	95,4	98,3	99,7	100,3	100,4
Busser	5,9	8,4	8,7	8,7	8,2	7,5	7,4	7,2	6,9
Tohjulede (mc og knallert)	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Tog, S-tog og metro	4,1	3,9	3,9	3,8	4,1	4,1	4,3	4,3	4,3
Lufttransport, indenrigs	1,7	2,7	2,1	1,6	1,2	1,4	1,5	1,5	1,3
Søfart, indenrigs	4,0	4,6	5,5	3,4	3,8	4,0	3,9	4,3	4,5
Varebiler m.m. 2-6 ton	10,7	19,1	21,3	24,3	31,5	31,9	30,3	28,0	26,0
I ALT	86	108	117	126	129	132	133	132	131

Tabel 3.3 Energiforbrug til indenlandsk persontransport i Danmark, fra Energistatistik 2012, figur "Energiforbrug til persontransport fordelt på transportmidler", dog er "Varebiler mm. 2-6 tons" fra figur "Energiforbrug til godstransport fordelt på transportform". I summen (nederste række) er energiforbrug for "Varebiler m.m.2-6 tons" kun medregnet med 50%, idet resten henføres til godstransport.

Energiforbruget har generelt været stigende, selvom der ser ud til at være en lille reduktion de sidste to år. Det samlede forbrug er steget 5% siden år 2000.

Der er noget forskel i udviklingen af energiforbrug mellem de forskellige transportmidler. Af de større transportformers forbrug er udviklingen siden år 2000, at bussers forbrug er faldet 20%, mens personbiler er steget 5%, tog 13% og varevogne incl. store personbiler hele 21%.

I tabel 3.4 er ud fra transportmængde og energiforbrug beregnet energiforbrug pr kørt personkm for de større transportformer samt fly.

Specifikt forbrug (kWh/pkm)	1990	1995	2000	2005	2008	2010	2011	2012
Personbiler u. 2 tons	0,46	0,49	0,52	0,53	0,54	0,54	0,53	0,52
Busser	0,36	0,33	0,32	0,32	0,32	0,30	0,30	0,30
Tog	0,21	0,22	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17
Fly	1,58	1,17	1,25	1,03	1,08	0,90	0,88	0,97

*Tabel 3.4 Specifikt energiforbrug for de større indenlands persontransportformer, excl. cykler og varevogne, men tilføjet fly, baseret på tabel 3.1 og 3.3. Varevogne er undtaget da opgørelser for persontransport og for energiforbrug ikke har samme afgrænsning i forhold til større lastbiler.*

Som det ses, er det specifikke forbrug for personbiler steget indtil 2010 og derefter begyndt at falde, så det har samme niveau i år 2012 som i år 2000. For andre transportmidler er effektiviteten steget, idet forbruget er faldet per personkm.

Energieffektiviteten kan forventes at være stigende fremover for alle transportformer. For personbiler er der EU regler om at nye gennemsnitspersonbiler og varebiler skal begrænse udledningerne:

- i 2015 til 130 g/km og i 2021 til 90 g/km for personbiler
- i 2017 til 175 g/km og i 2020 til 147 g/km for varevogne

Det svarer til følgende forbrug:

- i 2015 0,54 kWh/km og i 2021 0,37 kWh/km for personbiler
- i 2017 0,73 kWh/km og i 2020 0,61 kWh/km for varevogne

Med en antagelse om i gennemsnit 1,5 personer pr. bil kan dette sammenholdes med tabel 3,4. For at se effekten for det samlede energiforbrug er der dog behov for at se på omstillingen til el-og brintdrift, idet EU-kravene er gennemsnit af alle køretøjer, og disse er væsentligt mere effektive.

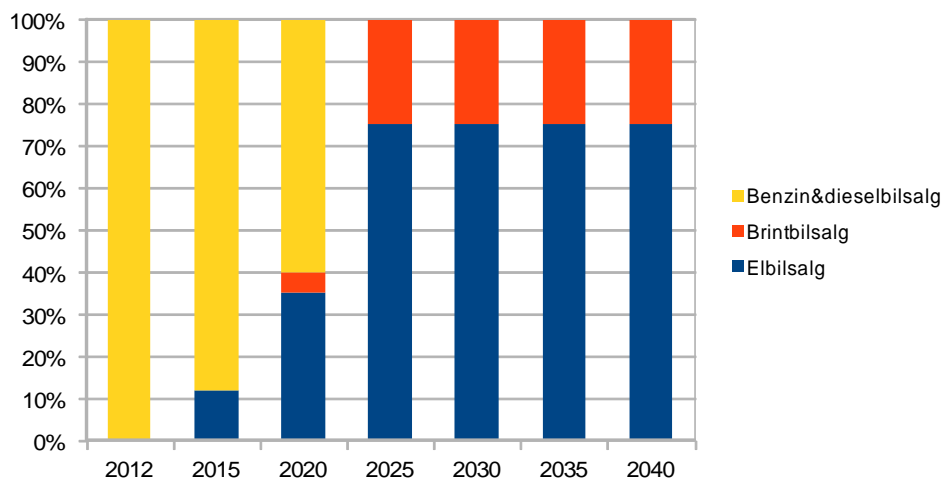
Salget af elbiler går langsomt i Danmark, hvilket ikke kan undre med de økonomiske forhold, vi har for elbiler. I Norge er der derimod gang i elbilsalget: i februar 2014 var over 12% af de solgte biler i Norge elbiler, og den mest solgte bil var en Nissan LEAF. Der er derfor gode grunde til at forvente, at også Danmark hurtigt kan komme op på samme andel elbiler i bilsalget som i Norge. Vi forventer, at det kan ske allerede i 2015, og at salget så kan stige yderligere til 40% i 2020 (lidt mindre end tidligere vurderinger om 50% solgte elbiler i 2020) og 75% i 2025. Længere biltransporter forventer vi overtages af brintbiler, nok mest som brinthybridbi-

ler. Her forventer vi en salgsandel på 5% i 2020 og 25% i 2025. Med 15 års levetid for danske biler giver det følgende fordeling af den danske bilhandel og bilpark:

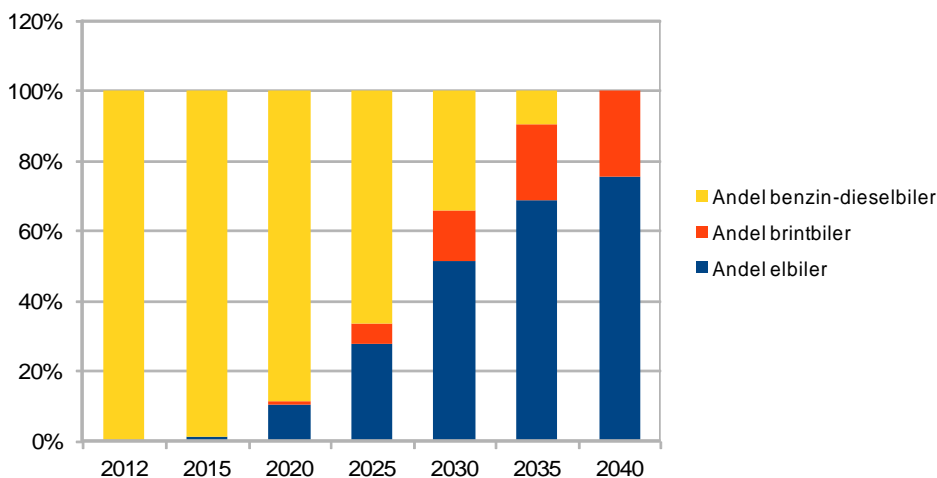
El-og brintbiler	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Elbilsalg	0%	12%	35%	75%	75%	75%	75%
Brintbilsalg	0%	0%	5%	25%	25%	25%	25%
Andel elbiler	0%	1,2%	10%	27%	51%	68%	75%
Andel brintbiler	0%	0%	0,8%	6%	14%	22%	25%

Tabel 3.5 Udvikling af andelen af el-og brintbiler ifølge omstillingsscenarioet for dansk transport

### Energivision - personbilsalg



### Energivision - biler på vejene



Figur 3.2. Illustration af tabel 3.5

Med dette scenarie og overholdelse af kravene fra EU er det muligt at lave et scenarie for energieffektivitet af personbiler. Dette er angivet i tabel 3.6

Specifikt energiforbrug	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Nye biler, EU-max	0,56	0,54	0,40	0,35	0,35	0,35	0,35
Bilparken samlet, EU-max		0,74	0,55	0,46	0,40	0,36	0,35
Bilparken samlet, realiseret	0,79	0,74	0,55	0,45	0,32	0,22	0,18
Elbiler	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Brintbiler	0,7	0,7	0,55	0,40	0,3	0,3	0,3
Benzin & dieslbiler	0,79	0,75	0,59	0,59	0,59	0,59	-
Busser, samlet	0,30	0,28	0,20	0,17	0,12	0,08	0,07

Tabel 3.6 Specifikt energiforbrug i kWh/km i omstillingsscenario. Øverste række er for nye biler, baseret på EU-krav og en forventning om et krav på 85 g/km i 2025. 2. række er maksimum for bilparken med EU-krav og udfasning af biler, der bliver 15 år. Elbilers elforbrug er som en Nissan Leaf's kørt energioekonomisk, eller som en mindre elbils<sup>1</sup>. Brintbilers energiforbrug er før 2020 som for en ældre Hyundai iX35 brintbil og herefter faldende så de i 2030 har den halve energieffektivitet af elbiler (dvs. det dobbelte forbrug), hvilket svarer til brint-partnerskabets prognose for 2035, som vi forventer realiseret lidt tidligere. I praksis vil der nok komme en del brint-hybridbiler; men vi har til dette scenarie opdelt transport i eldrevet og brintdrevet transport, selvom en del godt kan blive med samme køretøj. For busser og varevogne er antaget, at deres effektivitet stiger fra det realiserede i 2012 med samme takt som for (person)bilparken.

Ved at sammenholde tabel 3,6 og tabel 3,2 opgøres energiforbruget for personbiltransport. Udviklingen i dette scenarie udvides til den samlede vejtransport ud fra en forventning om, at de samme teknologier kan anvendes for varevogne, busser og motorcykler. Det giver følgende scenarie for vejtransportens energiforbrug:

1 Ifølge Energistyrelsens informationsark om elbiler. 2013 er energieffektiviteten 1,9 MJ/km svarende til 0.15 kWh/km. FDM vurderer en Nissan Leaf til at bruge 0,234 kWh/km; men en opgørelse af en række danske Nissan Leaf viser et gennemsnitsforbrug siden under 0.15 kWh/km siden maj 2014, se <http://elbilisten.blogspot.dk/2014/09/energikonomi-for-nissan-leafs-i-danmark.html>



PJ	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Flydende brændsel	134	124	79	54	25.2	6.2	0
Heraf fossilt	127	117	74	42	0	0	0
Heraf biobrændsel	7.4	6.8	4.3	12.0	25.2	6.2	0
El	0	0.3	2.4	7.0	13.7	15.6	17.2
Brint	0	0	0.7	4.1	7.8	10.2	11.7
Ialt	134	124	82	65	47	32	29

Tabel 3.7 Vejtransportens energiforbrug til persontransport med personbiler, motorcykler og varevogne i omstillingsscenarioet. Der er regnet med, at det samlede transportarbejde for persontransport på veje falder med 27% til 2030 og yderligere med 11% til 2040 i forhold til 2012, svarende til tabel 3.2. Det meste af reduktionen skyldes overførsel til jernbane-transport. Bemærk: P.g.a. den anvendte metode kan der forekomme afvigelser op til 10% ved sammenligning af tabel 3.2, 3.5 og 3.6 med 3.7. Modsat tabel 3.3 er det samlede energiforbrug til varevogne medregnet i denne tabel

For jernbanerne vil den planlagte kommende elektrificering muliggøre en fuldstændig elektrificering frem til 2030, idet alle hovedbaner forventes elektrificeret frem til 2025, og en del sidebaner herefter kan elektrificeres, mens de resterende baner kan betjenes med batteridrevne tog og evt. brintkraft. Vi forventer derfor, at el-andelen af persontransporten stiger fra nu knapt 50%<sup>2</sup> til 60% i 2020, 90% i 2025 og 100% i 2030. For energiforbrug forventer vi konservativt, at togenes energiforbrug halveres fra 0,19 kWh/pkm i 2020 (hvor de ineffektive IC4 tog er fuldt indfasede, i 2012 var forbruget 0,17 kWh/pkm) til 0,09 kWh/pkm i 2030 og herefter 0,07 kWh/pkm. Det er konservativt i forhold til, at S-tog i dag har forbrug omkring 0,019 kWh/pkm ifølge DSB<sup>3</sup>, hvilket med en belægning på 50% giver 0,04 kWh/pkm. Samlet giver det følgende scenarie for persontogenes elforbrug.

PJ	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Diesel	3,36	3,54	3,61	1,15	0,00	0,00	0,00
El	0,91	1,03	1,58	3,03	4,30	5,49	5,49
SUM	4,27	4,57	5,19	4,19	4,30	5,49	5,49

Tabel 3.8 Persontogenes energiforbrug i omstillingsscenarioet. Det er en del af scenariet, at togtransporten tredobles til 2040; men energiforbruget stiger kun marginalt pga omlægning til eldrift. Hvis man antog, at eltog blev lige så effektive som dagens S-tog, ville der være besparelser på 2-3 PJ i 2030 og de følgende år i forhold til denne tabel.

2 S-toge og metro udfører ca 20% af jernbanens persontransportarbejde og er helt elektrificeret mens det antages at 1/3 af resten af dansk persontogtransport er eldrevet.

3 DSB's miljøregnskab for S-tog i 2013

Med tabel 3.7 og 3.8 har vi opstillet scenarier for 96% af persontransportens energiforbrug i Danmark. De resterende 4% er fly og skibstrafik. Den indenlandske flytrafik udfases, som angivet ovenfor, mens færgetransporten fortsætter. For indenlandsk færgetransport er det muligt at bruge batterier for de kortere ruter, op til mindst 30 min., og brint for de længere ruter. Derfor forventer vi en omstilling frem til 2030 til 2/3 el og 1/3 brint, kombineret med den effektivitetsforbedring, der kommer med de mere effektive metoder el og brint udnyttes på.

Det giver følgende samlede energiforbrug for persontransporten i Danmark

PJ	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Vejtransport	127,2	117,9	77,5	60,9	44,4	33,3	30,6
Persontog	4,3	4,6	5,2	4,2	4,3	5,5	5,5
Skib	4,5	4,5	4,1	1,1	1,5	1,5	1,5
Fly	1,3	1,2	1,1	0,5	0,0	0,0	0,0
<b>Ialt</b>	<b>137,2</b>	<b>128,1</b>	<b>87,9</b>	<b>66,6</b>	<b>50,2</b>	<b>40,3</b>	<b>37,6</b>

Tabel 3.9 Samlet energiforbrug til persontransport i Danmark med det foreslåede omstillingsscenarie.

Det ses af tabel 3.9 at energiforbrug til persontransport kan reduceres meget kraftigt ved at kombinere begrænset transport med omstilling af transportformer og af transportenergi. Når dette kombineres med en omstilling af el-produktionen til vedvarende energi vil miljøforbedringen være endnu større end det, der kan læses af tabellen.

### 3.3 Godstransport

Dansk indenlandsk godstransport (lastvogne, tog, skibe, excl. varevogne under 6 tons) bruger i dag kun 15% af transportens energi. Langt det meste af dette, 93%, er på land, resten med skib. Der er ikke flyfragt af betydning indenlands i Danmark.

Godstransportens udvikling på land kan ses af nedenstående tabel.

Mia. tonkm	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Vejtransport	23,0	25,1	25,4	25,4	24,5	22,1	21,3	22,0	22,4
Jernbanetransport	2,1	2,0	1,9	1,8	1,9	1,7	2,2	2,6	2,3
Ialt	25,0	27,1	27,3	27,1	26,4	23,8	23,5	24,6	24,7

*Tabel 3.10 Dansk landtransport med lastbiler over 6 tons og godstog. Omfatter både danske og udenlandske operatører. For jernbaner er transittrafikken medregnet, mens transit ikke er med for lastbiler. Fra Statistikbanken tabeller VG2, UVG1 og BANEg*

Godstransporten excl. varevogne har været faldende efter et toppunkt i 2006, men ser ud til at have stabiliseret sig siden 2009. Foreløbige tal for 2013 (ikke med i tabel 3.10) tyder på et svagt fald 2012-2013.

Fra 2007 til 2012 er godstransporten faldet 9%, I VedvarendeEnergi's energivision fra 2009 er der regnet med et fald på 25% 2007-2030 p.g.a. kortere transportafstande for tunge varer som konsekvens af mere kostægte transportpriser, samt pga. bedre logistik. Dette fald forventes fortsat, så i scenariet vil godstransporten falde 18% 2012-2030. Det kan realiseres på flere måder, en måde vil være en øgning af industriproduktionen til 2007-niveau og en omstilling til kortere afstande til leverandører samt bedre logistik, der tilsammen forventes at kunne reducere transporten med 25% Det forventes også, at godstransporten i højere grad vil ske med jernbane, så længere transporter og specielt internationale transporter vil ske med bane. Hermed forventes baneandelen at nå 40% af godstransporten i 2030. Det vil svare til, at 80% af international transport og 20% af national transport sker på baner. Nedenstående viser godstransportens udvikling i dette scenarie.

Mia. tonkm	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Vejtransport	22,4	21,3	19,4	15,9	12,2	12,2	12,2
Jernbanetransport	2,3	2,6	3,1	5,3	8,1	8,1	8,1
Ialt	24,7	23,9	22,5	21,2	20,3	20,3	20,3

Tabel 3.11 Godstransportens udvikling med omstillingsscenariet. Faldet i den samlede transport til 2030 er langsommere end i perioden 2007-2012. Stigningen i jernbanetransport er primært efter 2020, hvor nye signaler vil muliggøre flere tog, og hvor ny infrastruktur kan være klar bl.a. til omladning mellem bane og vej. Stigningen i banetransport frem til 2020 er 0,1 mia tkm pr år, svarende til stigningen 2012-13.

Godstransportens energiforbrug, som opgjort af Energistyrelsen, er angivet nedenfor

(PJ)	2000	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12
Lastbiler	24,3	26,0	26,8	27,1	25,6	21,4	23,0	23,4	21,5
Søtransport (indenrigs)	3,5	4,3	4,1	3,5	4,4	3,6	2,7	2,1	1,8
Tog	0,6	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5
Ialt excl. varevogne	28,4	30,7	31,2	30,8	30,3	25,3	26,1	26,1	23,8

Tabel 3.12 Godstransportens energiforbrug excl. varevogne under 6 tons, Energistyrelsens Energistatistik 2012, figurer, ark Transport".

Som det ses af tabellen, var både landtransportens og søtransportens energiforbrug faldende siden 2007, og dermed er det samlede energiforbrug til godstransport faldet. Varevogne er medtaget under personbiler ovenfor. Deres forbrug er også faldet siden 2007.

For tog er langt hovedparten af transporten eldrevet i dag. For lastbiler er brændslet diesel, normalt iblandet 5,5% biodiesel. Med omstillingen til mere brug af jernbaner vil lastbiler i højere grad bruges til lokaltransport, hvor der kan bruges el. På lidt længere ture kan bruges brint. Derfor regner vi med en omstilling, så der omstilles til 66% el og 33% brint fra 2020 til 2030. Dette kan f.eks. gennemføres ved at graduere kommende roadpricing efter drivmiddel.

Baseret på ovenstående tabeller kan effektiviteten for vej- og banetransport beregnes, se nedenfor (næste side):

MJ/tkm	2000	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12
Lastbiler	1,06	1,04	1,05	1,07	1,04	0,97	1,08	1,06	0,96
Tog	0,28	0,19	0,18	0,16	0,16	0,24	0,21	0,21	0,21

Tabel 3.13 Specifikt energiforbrug for landtransport i Danmark, baseret på tabel 3.10 og 3.12. Der er som nævnt nogen usikkerhed om lastbilernes samlede transport (tabel 3.10), hvilket indvirker på denne tabels resultater.

Som det ses af tabel 3.13 er jernbanetransport 4-5 gange så effektiv som lastbiler. Da dagens elproduktion samtidig har mindre CO<sub>2</sub>-udslip end diesel, er miljøfordelen ved jernbaner endnu større.

Fremover forventes jernbanernes effektivitet at kunne forbedres med 25% indtil 2030, så effektiviteten kommer tilbage til 2008-niveau. Lastbiler forventes at få øget effektivitet ved, at eldrift forventes at være tre gange så effektiv (forbrug 0,32 MJ/tkm) og brintdrift 33% mere effektiv (forbrug 0,64 MJ/tkm) end dieseldrift.

For skibe forventes en omstilling til brintdrift, der forventes at være 33% mere effektiv end dieseldrift. Transportmængden forventes ikke at ændres.

Det samlede energiforbrug til godstransport i Danmark bliver så som angivet i tabellen nedenfor

Godstransport, energi (PJ)	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Lastbiler, diesel + bio	21,5	20,5	18,7	10,7	0	0	0
Lastbiler, el	0	0	0	1,0	2,6	2,6	2,6
Lastbiler, brint	0	0	0	1,5	3,9	3,9	3,9
Tog, el	0,5	0,5	0,5	0,8	1,3	1,3	1,3
Skibe, diesel	1,8	1,8	1,8	1,2	0	0	0
Skibe, brint	0	0	0	0,4	1,2	1,2	1,2
Ialt	23,8	22,7	20,9	15,7	9,0	9,0	9,0

Tabel 3.14 Indenlandsk godstransports energiforbrug i omstillingsscenarioet. Forbruget omfatter dansk andel af import og eksport på vej og bane, men ikke med skib og fly.

Som det ses af tabel 3.14 kan godstransportens energiforbrug reduceres til under det halve med de foreslåede omlægninger. Det er muligt, at både eldrift og brintdrift kan gøres mere effektivt, så forbruget kan reduceres yderligere.

### 3.4 Forsvarets transport

Forsvaret bruger en del brændsel til fly og landtransport samt skibe, som det fremgår nedenfor

PJ	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Flybrændstof	1,16	2,45	1,10	1,72	0,83	1,08	0,87	1,61	0,70
Brændstof til hær og flåde	0,37	1,28	0,64	0,69	0,64	1,11	0,60	1,04	0,88
Forsvarets transport i alt	1,52	3,73	1,74	2,41	1,48	2,19	1,47	2,65	1,58

Tabel 3.15 Forsvarets energiforbrug til transport, ifølge Energistyrelsens Energistatistik 2012

Som det ses af tabellen, er der store udsving fra år til år, hvilket er et spørgsmål om, hvor meget Danmark deltager i internationale operationer.

Vi forventer et fortsat forbrug på 1,6 PJ/år, som med tiden kan dækkes med biodiesel. Det svarer til forbruget i år uden internationale operationer.

En usikkerhed er, om der vil komme større internationale operationer, som vil øge forsvarets energiforbrug. Hvis operationerne ikke overstiger det sidste tiårs operationer, vil det dog højst øge forbruget med op til 2 PJ.

### 3.5 Samlet dansk, indenlandsk transport

Ved at samle ovenstående transport kan den samlede danske transport opgøres, se tabel 3.16 og tabe. 3.17

PJ	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Persontransport	144	135	92	71	53	39	36
Godstransport	27	26	25	17	9	9	9
Forsvar	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Ialt	173	162	118	89	63	50	46

Tabel 3.16 Samlet indenlandsk transportenergiforbrug i VedvarendeEnergis scenarie, opdelt på transportformer

PJ	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Benzin/Diesel	164	154	108	57	0	0	0
Flydende biobrændsler	7	7	5	13	27	8	1,6
El, direkte	1,4	1,5	2,1	3,9	5,6	6,8	6,8
El via batterier	0	0,3	2,5	9	17	19	21
Brint	0	0,0	0,8	6	13	16	17
Ialt	172,8	162,4	118,3	90	63	50	47

3.17 Samlet indenlandsk transportenergiforbrug i VedvarendeEnergis scenarie, opdelt på energikilder.

### 3.6 International transport

Udover ovennævnte transportenergiforbrug, er der forbrug til international skibs- og flytrafik. Nedenfor er angivet udenrigsluftfartens forbrug, som opgivet af Energistyrelsen.

PJ	1990	'00	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12
Heraf flygods	4,7	6,7	5,6	5,5	6,0	6,0	4,6	4,3	4,4	4,5
Heraf passagerfly	20,1	26,5	30,9	31,2	31,5	31,6	28,3	30,0	30,8	30,9
Fly, i alt	24,4	33,1	36,4	36,6	37,5	37,5	32,8	34,2	35,2	35,4

Tabel 3.16 Energiforbrug til udenrigsflyvning fra Danmark.

Det ses, at energiforbruget (tanket i danske lufthavne) til fly efter en kraftig stigning til 2005 har været nogenlunde stabilt.

Da en meget stor del af passagertrafikken er ferierejser, er en enkel måde at reducere forbruget at indføre incitamenter til færre flyferier, både ved at flere holder ferie i Danmark og ved at flere rejser med tog eller bus til feriemålet. Samtidig er der ved at blive udviklet fly, der er dobbelt så effektive som den nuværende flåde af fly. Med disse to virkemidler og en tilsvarende indsats for at erstatte flyfragt med jernbane-transport, kan energiforbruget til fly reduceres med omkring 75% frem til 2030. På længere sigt kan elektriske fly erstatte nuværende brændselsdrevne fly. Se note om international transport i VedvarendeEnergis Hurtig omstilling til vedvarende energi, online på [www.ve.dk](http://www.ve.dk). Her beskrives muligheder for en drivhusgasneutral international transport.

### 3.7 Om dette notat

Dette notat er udarbejdet som en del af projektet "Hurtig omstilling til vedvarende energi" ved VedvarendeEnergi med Gunnar Boye Olesen som projektleder, og med støtte fra VELUX-Fonden. Projektet løber juli 2013 til marts 2015. Læs mere på [www.ve.dk](http://www.ve.dk).