

「デンマークという国について」

>デンマーク国民の再生可能エネルギー策
導入における理解と現状<

風のがっこう」研修資料

年月日：2017年4月17日（月）～4月24日（月）

煙突から出ている湯気はバイオマスコージェネ発電所
正面：企業が国に贈呈したオペラ座

デンマーク王国の概要



デンマークという国は

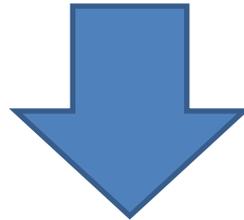
- 多数の島と平坦な国土(約400、内有人島75)
- キリスト教(ルーテル教)を国教とする国
- エネルギー自給率100%近い(2012年まで100%超えていた)
- 教育と職場が連携し、職種労働組合を持つ国
- 世界で最も国民間の信頼が高く、汚職が最も少ない国
- 世界で最も地球温暖化対策を進めている国(京都議定書の約束を守るため:ジャーマンウオッチ、58ヶ国中No.1)
- 工業国で総輸出額の約75%が工業製品
- 国際的企業 レゴ、風車メーカー、世界最大のコンテナ船を所有するマースク、Novoノーデスク社、カールスビール社など、
- 世界から最も『幸せな国』と呼ばれている国(2017年ノルウエーに続き2番目)。理由として、大学まで授業料は無く、学生の生活費は、国が支援し、病院での治療費は国庫負担。国家財政の財源の約70%は所得税と消費税。

デンマークの環境・エネルギー政策

- デンマークの環境・エネルギー政策の根源には国民が生存するために最低必要な食料の確保と水を汚染から守り、エネルギーの自給がある。具体的には、風力発電の導入策では農地(食料確保の土地)を利用し電力エネルギーの自給と国民を大気汚染から守る環境政策でもある。(例:世界中で脳溢血に罹る人の数は約1500万人、原因16.9%は大気汚染)
- バイガス導入策の背景には水を汚染から守り(デンマークの飲料水は地下水で、塩素での消毒は認めていない)、食料とエネルギー(通常電気とお湯生産のコージェネ発電)の確保である。
- バイオマス利用では国内エネルギー資源(可燃廃棄物含め)を活用し、エネルギー自給化と国民を大気と水の汚染から守る政策でもある。
- デンマークではエネルギー問題を環境問題から切り離して、考えていない。今日では、地球温暖化問題はエネルギーの利用における気温の上昇が、集中豪雨、異常に高い気温などの発生の原因となつたいる。と専門家の間では結論付けている。

オイルショックの教訓を生かしたデンマーク エネルギー政策

- イスラエルとアラブ諸国の紛争が原因となり石油価格が急騰。
- 低いエネルギー自給率(1970年当初約2%)



エネルギー計画1976年

- 国外資源の離脱に向けた最初のエネルギー政策(1976年)では、当時の政府及び労働組合も含めた業界は90万kWの原子力発電所4か所への導入と130万kW 2基の導入も検討した。この政府政策案に対し、一般人の中から原子力発電所導入計画反対運動が始まり、その後デンマークでは原子力発電所の導入賛否に関し国民間で約10年間の議論が交わされた。(これに関する詳細はホーム・ページに掲載済み)

第二次オイルショック*で政策転換に拍車

*イランとイラクの紛争が原因

エネルギー計画1981年

- 再生可能エネルギー源への補助金制度の導入
- エネルギーの効率的利用の促進
- エネルギー源の分散化の促進
- 建物への省エネ対策費への補助金制度の導入

これらへの財源は電力と石油への課税額の増額で賄う。

公共エネルギー計画1985年

- 北海油田開発への許可(15か所の採掘許可発行)
- 1985年議会で、原子力発電に依存しない公共エネルギー政策を導入。導入反対の主な理由は事故が発生した場合、巨額な後始末代がかかること、原発から出た廃棄物の処理問題など。
- 原子力発電の代わりに、政府と電力会社との間で「100MW風力発電導入策」を決議その他天然ガス、麦わら、木屑、バイガス、廃棄物源による分散型コージェネ発電所450MW導入策を決めた。

風車の導入策について

- 1990年3月風車導入に関する手引書作成、

この中で風車の設置で抵触する法の整備を図った。この中には、土地分割法、環境保護法、自然保護法、航空法、電波通信法、農地法などの整理し、風力発電所を設置して良い場所と設置していけない場所を具体化した。

詳細はホーム・ページの項目「**原発導入案に対する国民間の議論はどのように形成されたのか**」を参照（項目**風力発電を育てたデンマークの制度**）。

デンマークの国土の約62%が農地、農地に風力発電所を設置することを認可することで、農地を食料とエネルギー供給地にした。

風車と鳥類との問題について、デンマークでは環境アセスメント作成の中で風車と特に渡り鳥への関係を調査し、風車の設置による鳥類への影響を少なくするようにしている。風車は人間が建造したもので鳥類への影響が最も少ないとみている。これに関しアメリカの報告書もある。

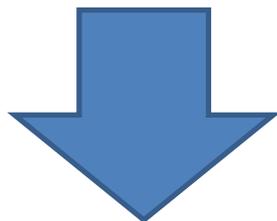
アメリカにおける鳥への被害報告書、人間が作った物でもっとも鳥類を殺しているのは

- For further comparison, the National Wind Coordinating Committee estimates the following annual bird deaths from various causes in the United States:
- 98 million to 980 million fatal collisions with buildings and windows
(建物や窓への衝突による鳥類被害数: 9800万から9億8千万羽)
- 60 million to 80 million deaths caused by automobiles
(自動車への衝突による鳥類の被害数: 6千万~8千万羽)
- 4 million to 50 million fatal encounters with communications towers
(通信用マストへの衝突による鳥類への被害数: 4百万~5千万羽)
- The power generated from fossil fuels killed more than 14 million birds in 2006, and a move from fossil fuel power generation to wind farms would actually save many birds. (化石燃料発電所の鳥類への被害数1400万羽以上)
- US wind power generation killed about 7000 birds in 2006.
- 風力発電所による鳥類への被害数: 7千羽

エネルギー2000年が政策の柱

1990年に持続可能な発展をするための環境政策を策定

- エネルギー消費量を2005年までに1988年に比べて15%削減する。
- 地球温暖化の原因の一つである、二酸化炭素の排出量を20%削減する。
- 二酸化硫黄(SO₂)、窒素酸化物(NO_x)の放出量をそれぞれ60%、50%削減する。



「行動計画」

エネルギー消費量の削減

エネルギー供給体制の効率化

グリーンエネルギーへの切り替え

省エネ研究開発の奨励

これらの財源は電気と灯油への炭素税の導入(1992年3月)によって賄う。

デンマークと日本の教育の違いによる、二国の社会構成への理解

- デンマークの教育(考える、実務に生かす)と日本の教育(正しい答えを求め、実務には役立てるには難しい)との差が両国の社会構成上の施策に大きく影響してことを念頭において視聴願います。
- デンマークの教育では、新しい施策を導入するためにはどうしたら可能か教え、その可能性に向けた国民の行動が現在の「世界で最も幸せな国家を築いた」。日本の教育は正しい答えを求めることに重点を置く(正しい答えは実証されもので過去の出来事)、未来思考型ではないこと、政治と倫理教育に重きを置いていないためか、日本では、エネルギー問題含め社会のあるべき姿への国民間の議論・討論が不足し、現状の改善や新たな施策への思考と行動力に欠けている。
- デンマークでは失敗が許され、何度もやり直しができるに対し、日本で失敗は許されない、責任を問われることを避けるため、新しい物への取り組みには消極的になっている。デンマークの施策の多くが日本に導入で出来ないのは、国民教育が異なるからである。

国民全員参加のデンマークのエネルギー供給策

- 1979年国庫負担で「小型風力発電機試験場」を開設、これが後の「風力発電機の型式認可制度」になった。この風車の認可制度を基に、1979年～1989年まで風車への補助金制度を導入。この後は売電への助成。この財源は1992年導入した「炭素税」で賄うことにした。
- 1990年「風力発電導入手引書」発行、同時に風車の設置場所に関する法整備を実施した。この中には「建築法」「土地分割法」「農地法」「航空法」「自然保護法」などがあり、風車を設置して良い場所と設置してはいけない場所を決めた。
- 風力エネルギーは地元のエネルギー資源とみなし、風車の設置場所と風車の所有者の居住地が法的に関連づけられた。よって、風車の設置においてはその場所に住む人またはその町内に住む人たちに限られていた（同制度は2000年4月に廃止）。
- 風車導入策を取り入れた結果、デンマークの風力発電設備は1980年の約20MW(200基)から1993年には約360MW(3,500基)に急増した。

風車の設置に向け農地法を含めた各種法の整備を図った。 結果として農地や洋上を利用



農地に建っている電力会社と市民との共同風力発電所 *

* 農地でも25m²までの面積内であれば農業以外の目的に使える法律を導入結果として風車が建った。デンマークの農地は国民生活に欠かせない食料とエネルギーの供給地である。



デンマークの洋上
ウインドファーム
岸から8km~30m
離れた場所に建設

漁業とエネルギー供給
の場としての海利用



風車の大型化に向け、小規模風車
は解体、風車部品の再利用と国外
への売却。

風車と損害賠償制度

調査対象と結果：風力発電所62か所計239基*の設置場所から周囲1km離れた住宅960件(回答数443件)によると：風力発電で一番迷惑するのは「騒音」となっている。次は「場所が無い」、「醜い、景観を害する」、「ブレードの反射光」、「自然破壊」などである。***2011年7月1日～2014年12月31日に設置された風車**

損害補償制度：デンマークの風車設置による損害補償制度での対象：

損害対象としての理由：風車が建ったことで不動産の売却額が減少する。

対象者：風車設置予定地から計画されている風車の高さ6倍までの住宅所有者

申請書の提出先：事業主(デンマークでは風車の設置計画書は公開されている)

補償額算出基準：不動産評価額を基に試算、不動産の価値が風車が建ったことで1%以上不動産価値が下がると見込まれた場合発生する。

審査：不動産業者と弁護士の審査機関

デンマークにおける風車導入世論調査、 風車の騒音被害への有無

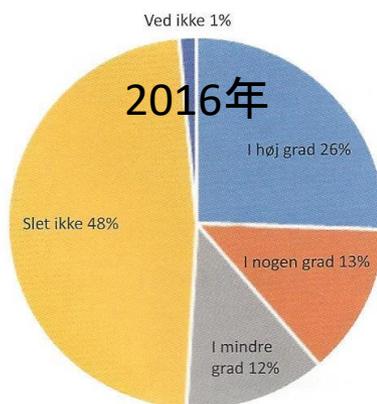
Få naboer oplever møllestøj som en væsentlig gene

●●●●
Af Henrik Vinther
VidenOmVind

Jysk Analyse har for VidenOmVind gennemført en meningsmåling blandt vindmøllenaboer, der omfatter husstande indenfor 1000 m fra store vindmøller. Resultatet viser, at selv blandt de nærmestboende er det et lille mindretal, der oplever betydelige gener af naboskabet til vindmøller. Sammenlignet med en tilsvarende meningsmåling, gennemført i 2012, er resultatet af den nyeste måling udtryk for en positiv forskel.

17 pct. oplever gener ”i høj grad”, 13 pct. svarer ”i nogen grad”, mens 69 pct. tilkendegiver, at de ikke eller kun ”i mindre grad” oplever gener ved at bo i nærheden af vindmøllerne. Sådan er svarfordelingen blandt vindmøllenaboer, der har medvirket i en meningsmåling, hvor formålet har været at afdække potentielle gener blandt de mennesker, der til daglig lever allertættest på store vindmøller.

På spørgsmålet: ”Oplever du, at du har gener af at bo i nærheden af vindmøllerne?”, svarede deltagerne i undersøgelsen, som blev foretaget i januar 2016 (se figur 1):



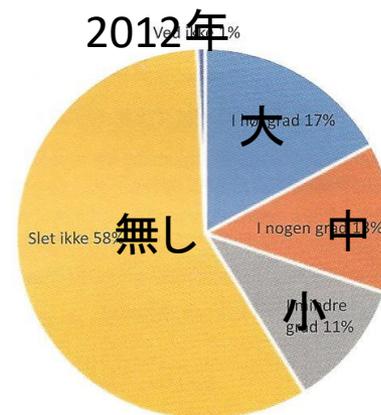
Figur 1

Meningsmålingen er gennemført af Jysk Analyse blandt samtlige 960 husstande, som ligger indenfor en radius af 1000 m fra 239 vindmøller fordelt på 62 vindmølleparker. Tilsammen repræsenterer disse vindmøller alle store møller opstillet i Danmark fra d. 1/7 2011 til d. 31/12 2014, og med deltagelse af 443 respondenter omfatter undersøgelsen 46 pct. af husstandene. Omregnes resultatet af meningsmålingen i forhold til samtlige 960 husstande, svarer det til, at der ved et vindmølleprojekt med store vindmøller vil være gennemsnitlig 2,6 husstande inden-

for 1000 m, som vil opleve gener ”i høj grad”.

Markant færre naboer mærker væsentlige gener

Sammenlignet med en tilsvarende tidligere meningsmåling, som Jysk Analyse gennemførte tilbage i 2012, udgør resultatet på de 17 pct. et markant fald blandt de allernærmeste vindmøllenaboer, der oplever gener ”i høj grad”. Analysen fra 2012 omfattede naboer i en afstand op til 2 km, men en særskilt opgørelse af svarene fra de respondenter, der var bosat indenfor



Figur 2

デンマーク人の風車導入への 世論調査

世論調査の実施年と人数: 2015年、1120人からの回答

質問: 2030年に向けたデンマークの採るべきエネルギー政策

結果: 85% 風力発電に力を入れるべき

82% 太陽光

59% 地熱、など以下参照

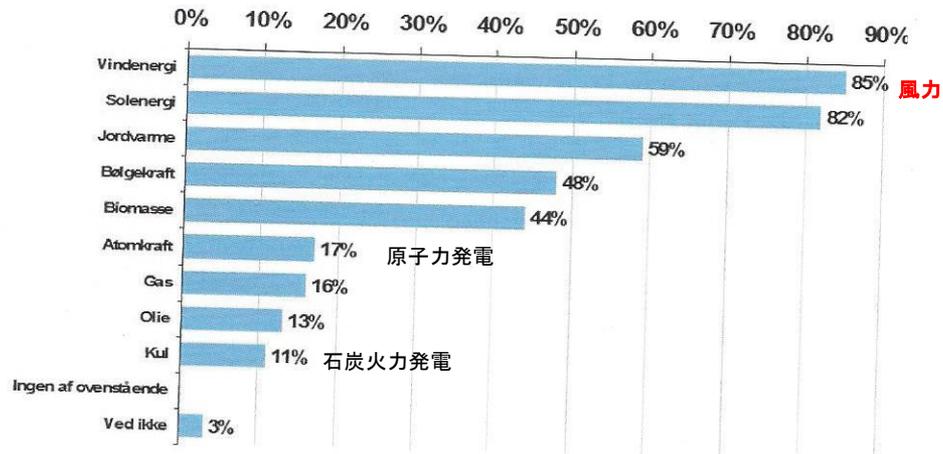
Megafon 2015

En Megafon-undersøgelse udført for Vindmølleindustrien i efteråret 2015 viser, at 9 ud af 10 danskere mener, at Danmark også i fremtiden bør udbygge med vindenergi.

Megafon spurgte 1120 danskere over 18 år om deres holdning til klima, energi og vindmøller.

9 ud af 10 mente også, at Folketinget fortsat bør understøtte vilkår, der sikrer at Danmark er et foregangsland på vindområdet. 85 % peger på vindenergi, som den energiform Danmark bør satse på frem mod 2030.

Hvilke af følgende energiformer mener du, Danmark bør satse på for at udbygge frem til 2030?



デンマークの風力発電の実績と 社会的貢献(2016年11月末)

- 風力発電設備6,116基、出力約519.4万kW。
- 発電量(2015年12月～2016年11月)約132億kWh。この風力電力発電量は電力消費量の約38.9%に当たる。
- 風力発電の社会的意味、二酸化炭素の削減量年間約1,020万トン、燃料(石炭換算)438万トンと焼却灰約69万トン削減による社会環境への貢献と、風力発電産業の育成と雇用及び輸出、国外からの資本投資、エネルギー自給への貢献と有限資源の分配など。
- これが達成できた背景に1970年代に発生したオイルショックがある。デンマークの国民はオイルショックの教訓からエネルギー自給策に向け施策導入を続けてきた。デンマーク人がオイルショックの教訓が活かせていのは学校教育における「共生*」と未来思考型教育制度があるためだと思う。* 低学年から一つの問題をグループで解くという教育を通して。

国内産エネルギー生産量の推移

(単位:PJ*)

年	1972	1980	1990	2000	2015
原油	3.8	12.7	256.0	764.5	330.7
天然ガス			116.0	310.3	173.5
可燃廃棄物		4.8	7.0	13.7	16.0
再生可能エネルギー	14.3	22.7	45.7	76.0	155.2
合計	18.1	41.1	424.6	1164.5	675.3
自給率	2%	5%	51%	139%	89%

再生可能エネルギー生産量の伸び率:約10.9倍

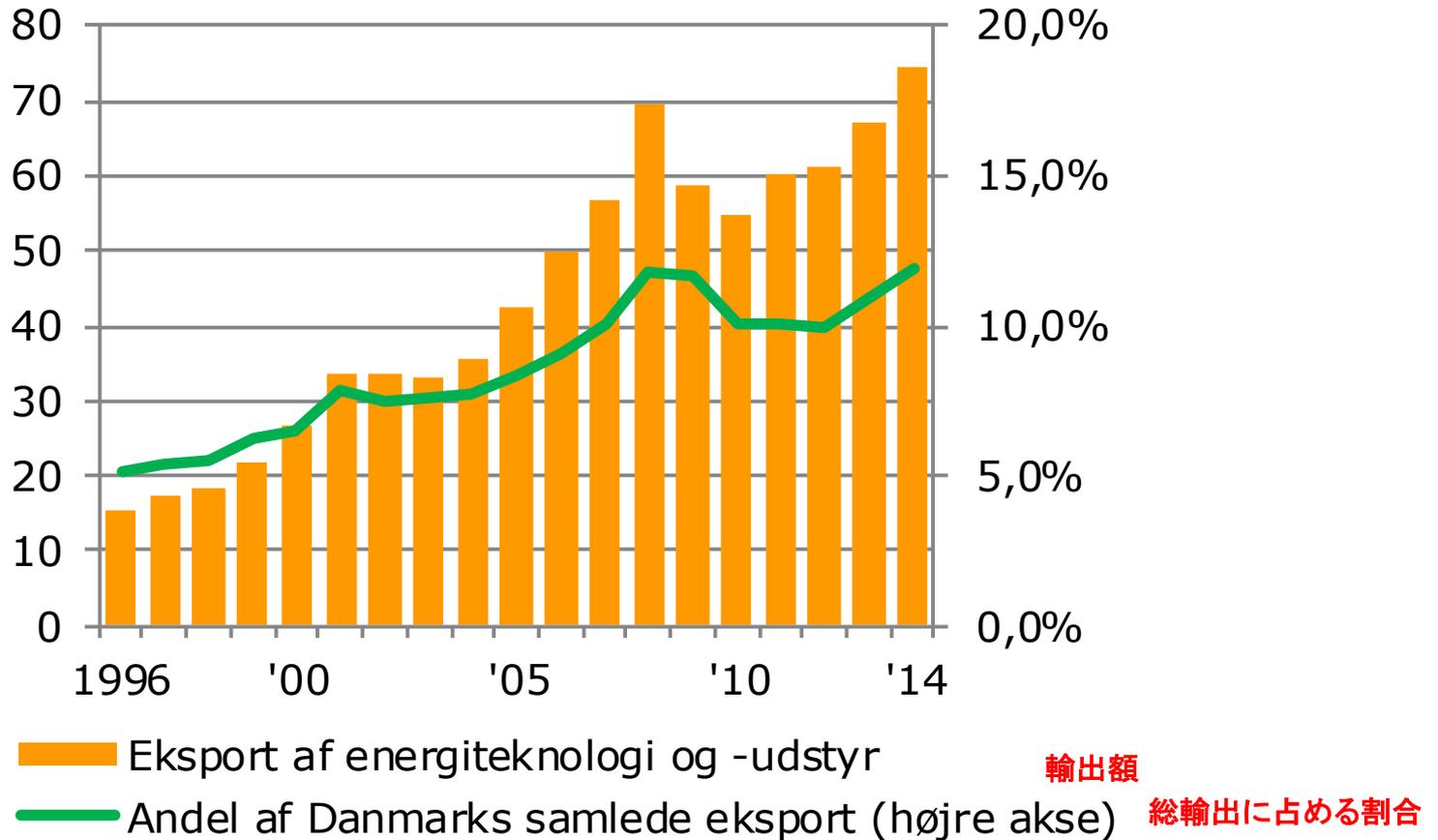
*PJ(ペタジュール)1PJ=石油換算で約24,000トン

2015年デンマークの再生可能エネルギー供給量

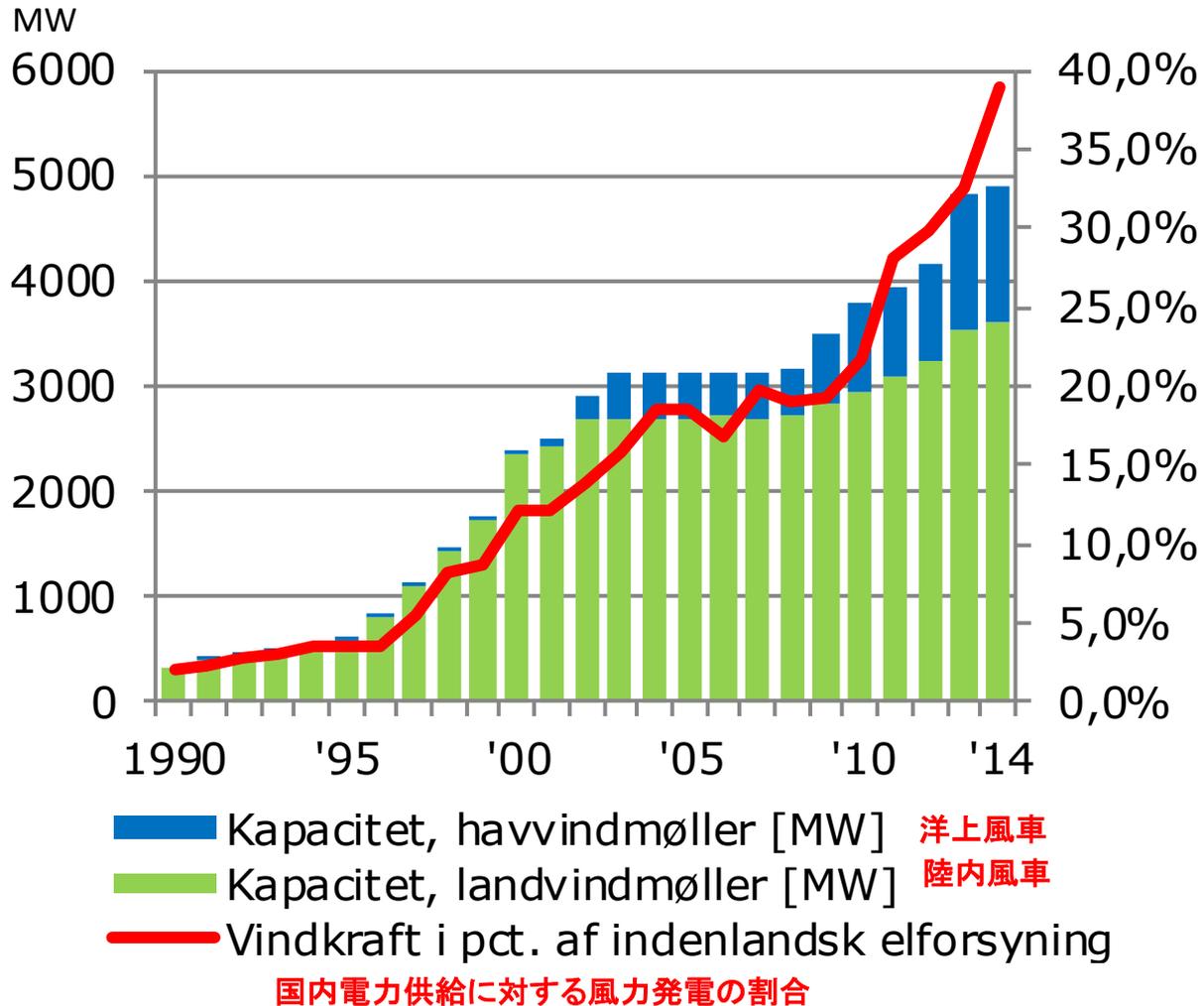
- ①国内電力供給量の56%が再生可能エネルギー、内風力発電41.8%、バイオマス11.0%、太陽光、水力、バイオガス3.2%
- ② エネルギー生産量：2015年における原油、天然ガス、再生可能エネルギー生産量は2014年に比べ0.3%減少。2015年のエネルギー自給率は89%で2014年の90%比べ減少。
- ③再生可能エネルギーの消費量は2013年の193PJから2015年206PJと6.4%増え、この中で風力発電による電力消費量は8.1%増え、バイオガスは15%増えた。デンマークのエネルギー消費量の30%は再生可能エネルギー源。
- ④ 二酸化炭素削減量：1990年から2015年までの間で35.8%。
- ⑤ エネルギー技術及び機器などの輸出額：2015年714億クローネ(約1.16兆円)で総輸出額に占める割合は11.1%。

デンマークのエネルギー技術及び 機器類の輸出推移

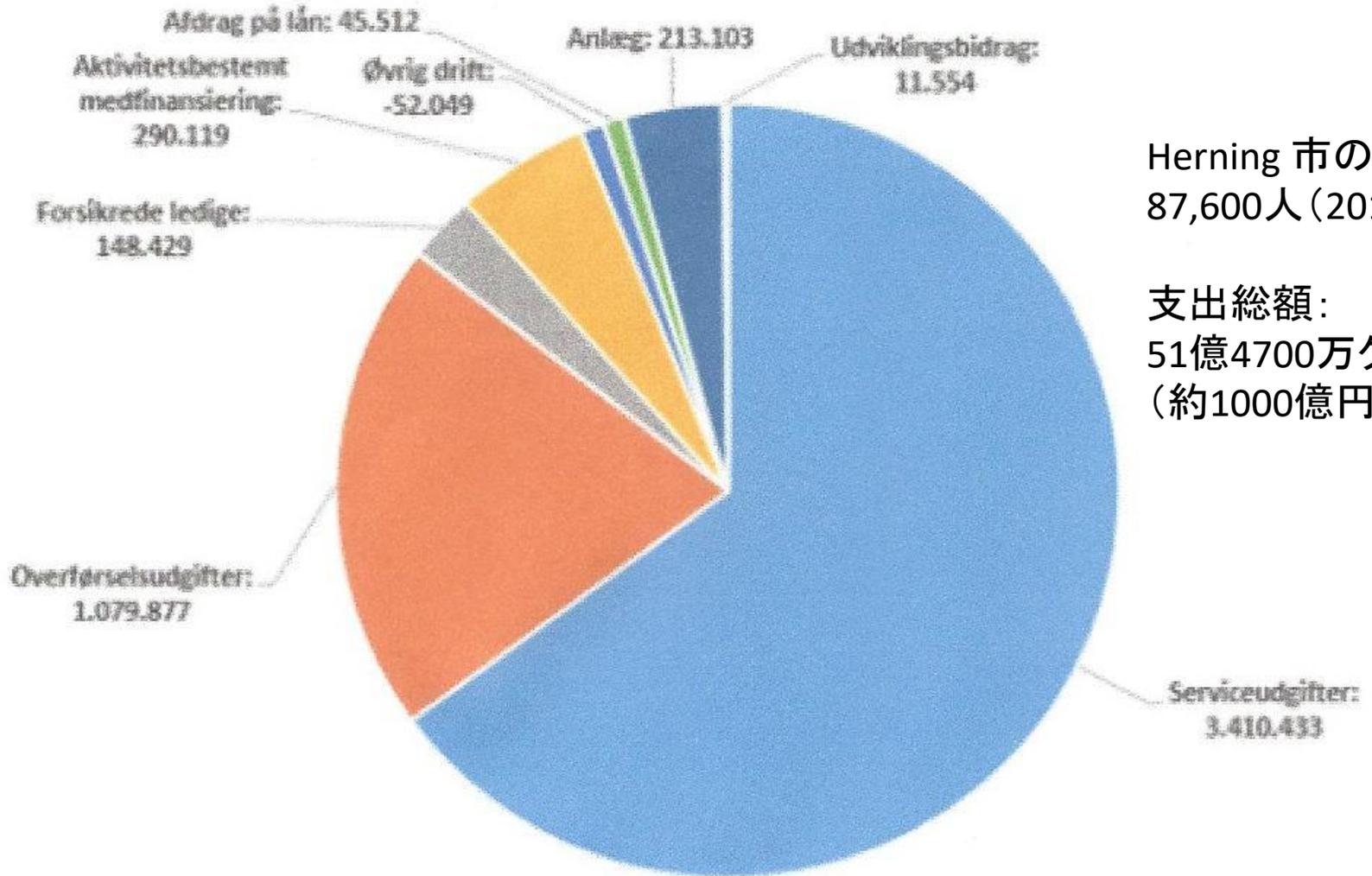
Mia. DKK, løbende priser 単位:10億クローネ



デンマーク人の風車による電力供給 実績の推移



SÅDAN BRUGES PENGENE I 2017 I 1.000 KR.



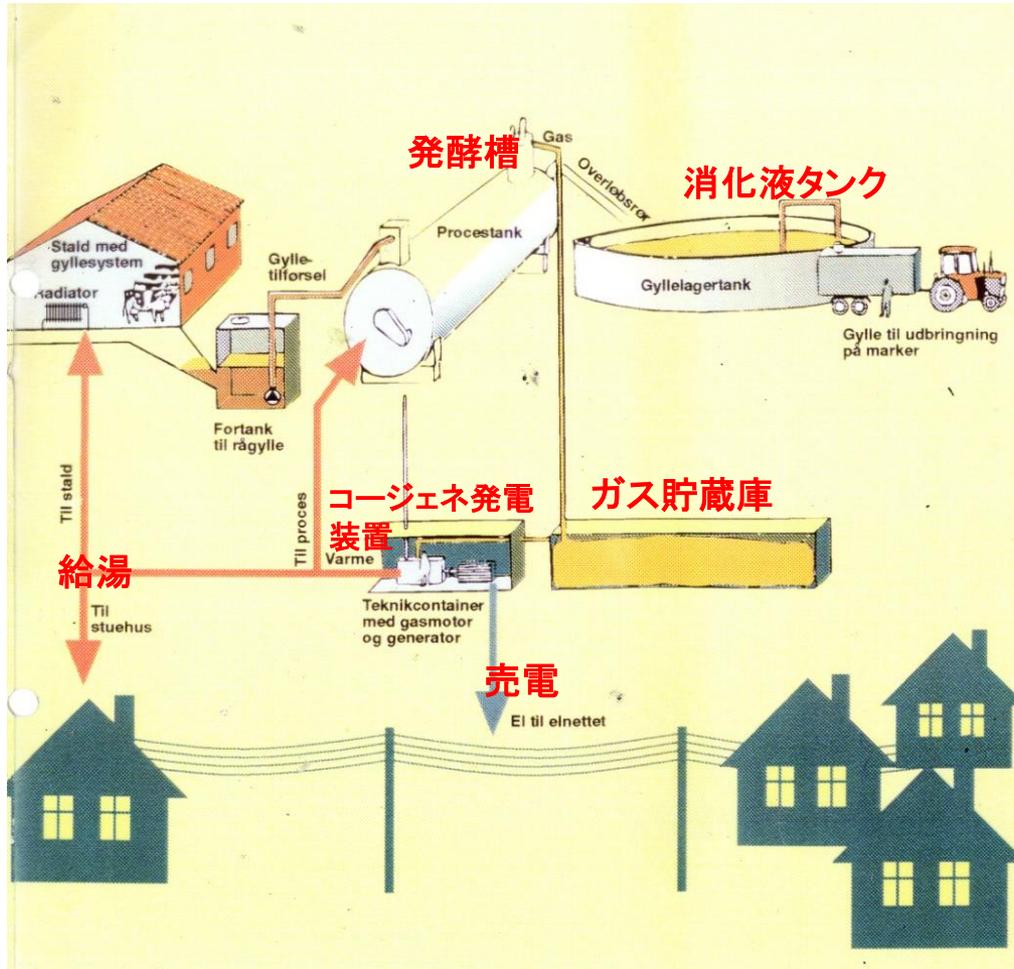
Herning 市の人口
87,600人(2016年)

支出総額:
51億4700万クローネ
(約1000億円)

農業の存続とエネルギー供給 としてのバイオガスプラント

- デンマークが生んだバイオガスプラントとは家畜の糞尿に産業有機廃棄物を加えて発酵させ、メタンガスを採り出し、そのガスを燃料として使い、電気とお湯を生産するコージェネレーション装置のことです。
- 農家が独自に建設したバイオガスプラントの他に農家が集まって作った共同バイオガスプラントがあります。家畜糞尿のエネルギー化を通し国際社会の資源分配とデンマーク農業の存続及びバイオガス産業の育成を図っています。牛1頭の糞尿から採れるバイオガスの発電量は一人当たりの電力消費量に充たる。約1500kWhと言われている。

デンマークのバイオガスプラントは水を汚染から守る 地域エネルギー資源の活用である



地域エネルギー資源利用 と分散型発電所建設計画

- 1986年デンマーク議会は天然ガス、麦藁*、木材**、バイオガス、可燃廃棄物***を燃料とした分散型発電所45万kW建設計画を発表。

* 麦藁3kgは灯油1リットルと同じカロリー。

** 木材は硬い木ほど、カロリーが高く、
1m³の樫の木は灯油150ℓのカロリー。

*** 可燃廃棄物4kgは灯油1ℓと同じカロリー。

これら資源の利用により、：

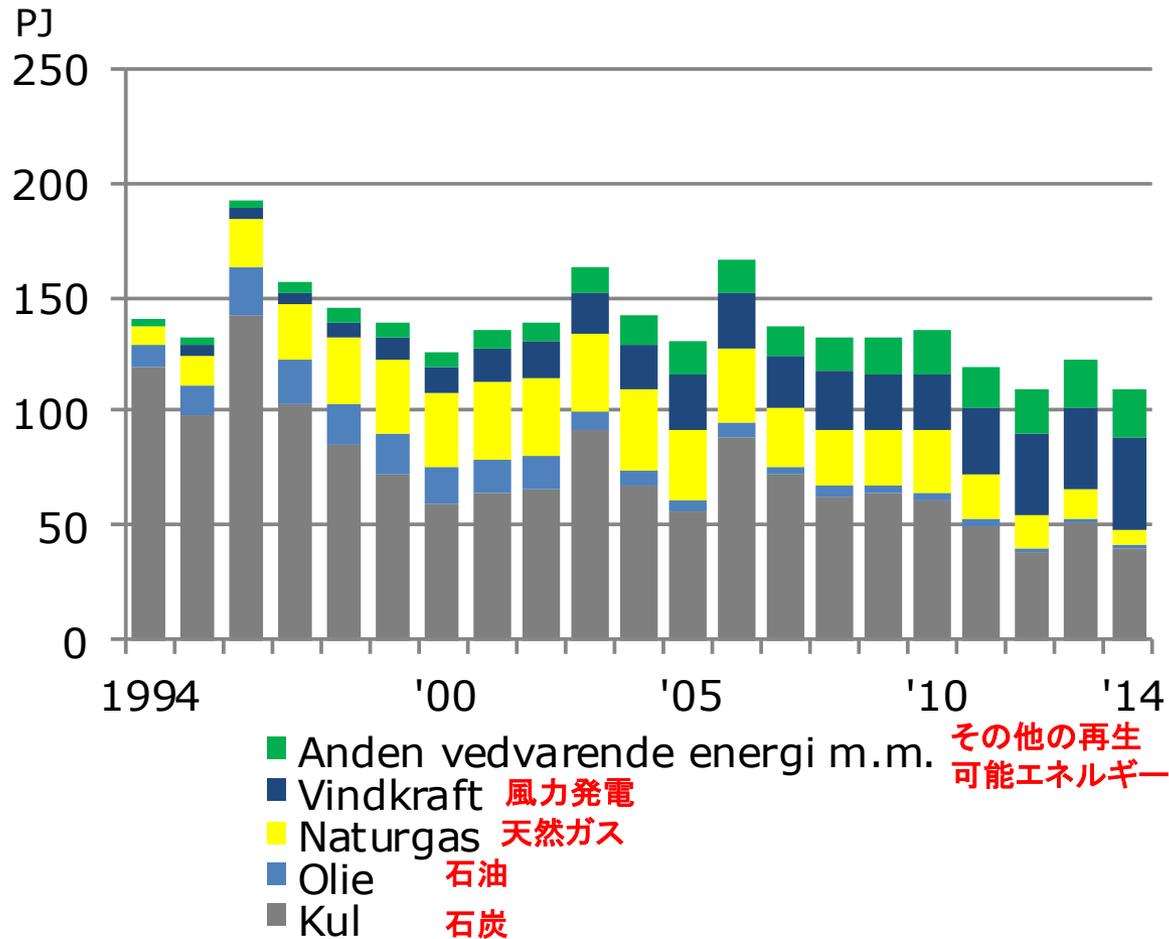
地域暖房とコージェネ発電

- デンマークには2012年時点でコージェネ発電と地域暖房会社総数は2,250社。内訳

- ①集中型コージェネ発電所計 35社
- ②分散型コージェネ発電所計 541社
- ③地域暖房会社計 1238社
- ④第二次生産社:コージェネ発電所 計318社
暖房会社計 118社

燃料:石炭、天然ガス、可燃廃棄物&木材、麦藁など

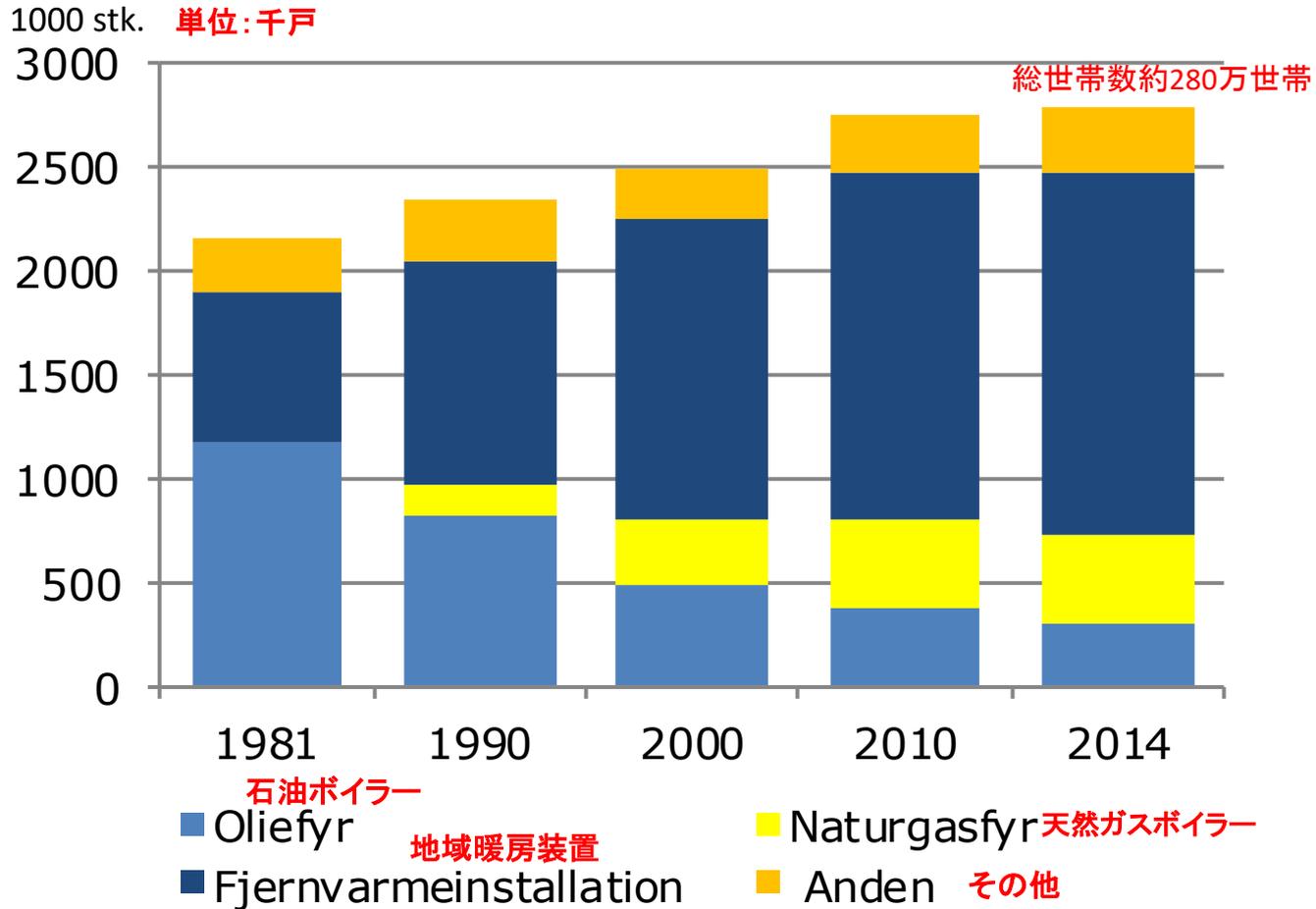
デンマークにの発電におけるCO2削減の根拠



廃棄物を燃料とする 地域暖房会社の普及

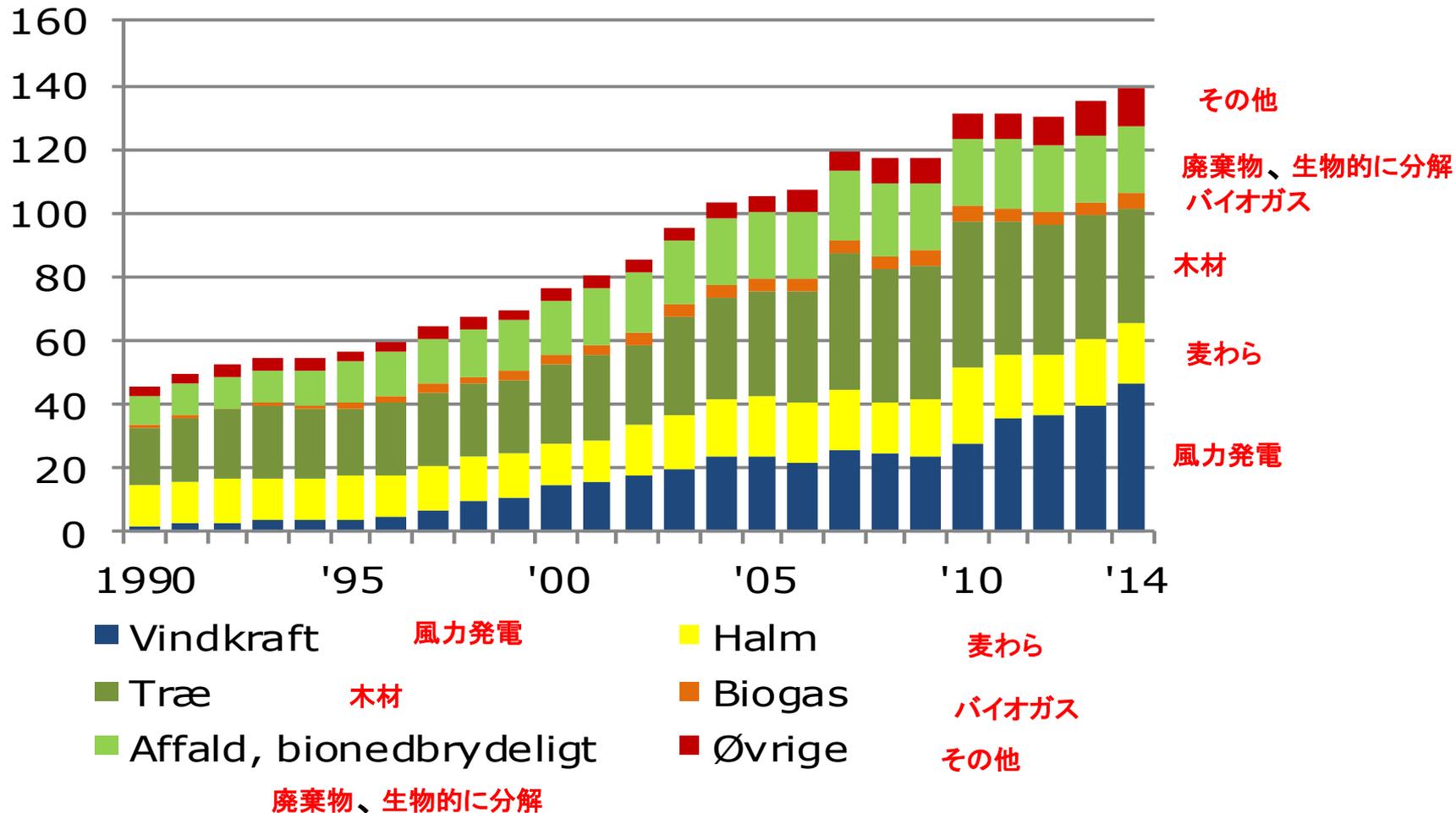
- デンマークの市町村の多くは地域暖房会社を所持し、住宅、施設、工場など、独自の給湯や暖房設備所有を止め、地域全体にお湯を供給する仕組みを作りました。地域暖房会社の熱源は家庭ゴミ、各種の可燃廃棄物を利用しこれら廃棄物の利用を通し、化石燃料の削減と資源の分配を計り、二酸化炭素削減につなげた(デンマークの例:廃棄物1トンから採れる熱電量は2,400kWh)。

デンマークの住宅の暖房設備別 に見た世帯数推移

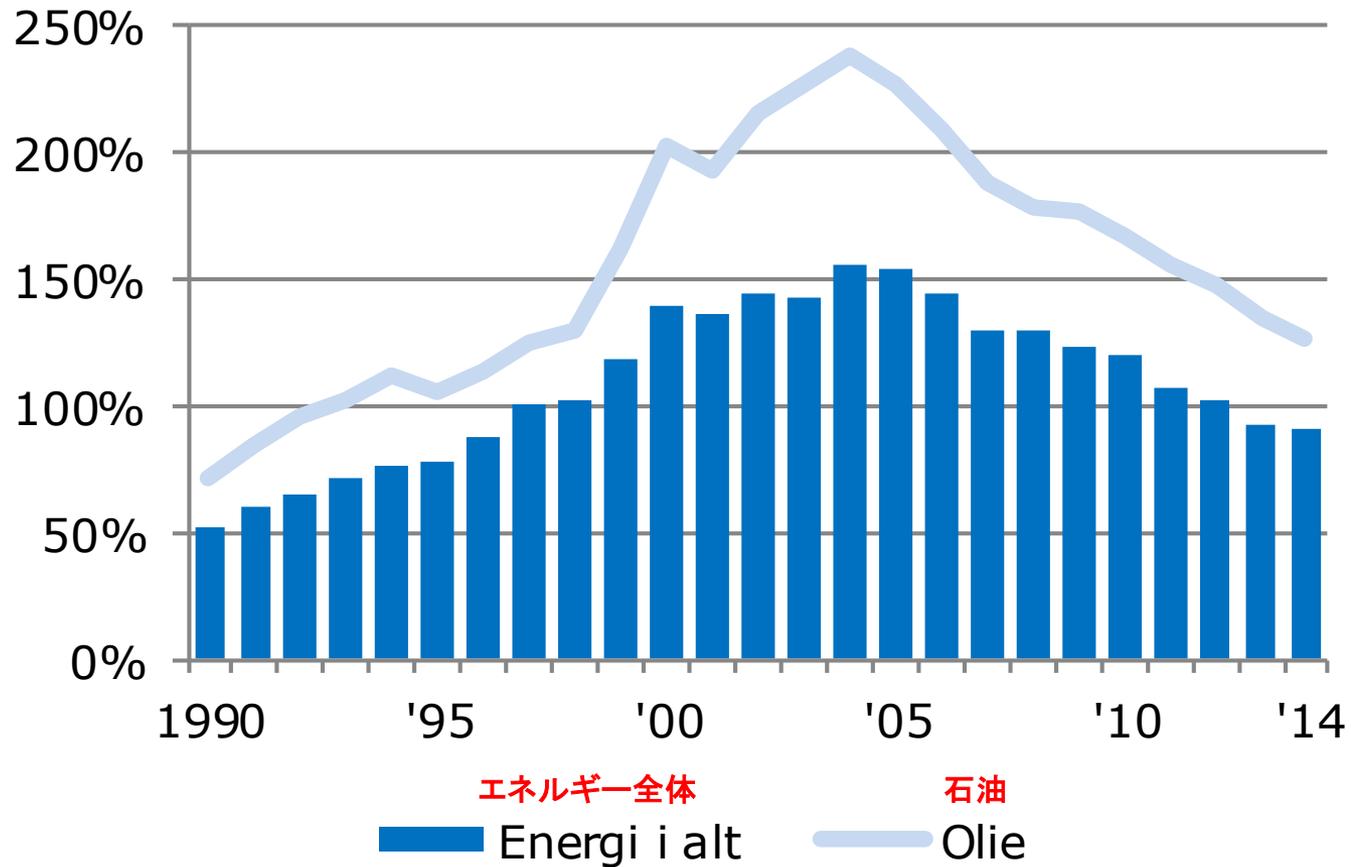


デンマークのオイルショックの教訓を生かした国内 エネルギー供給策の結果、単位：ペタジュール

PJ

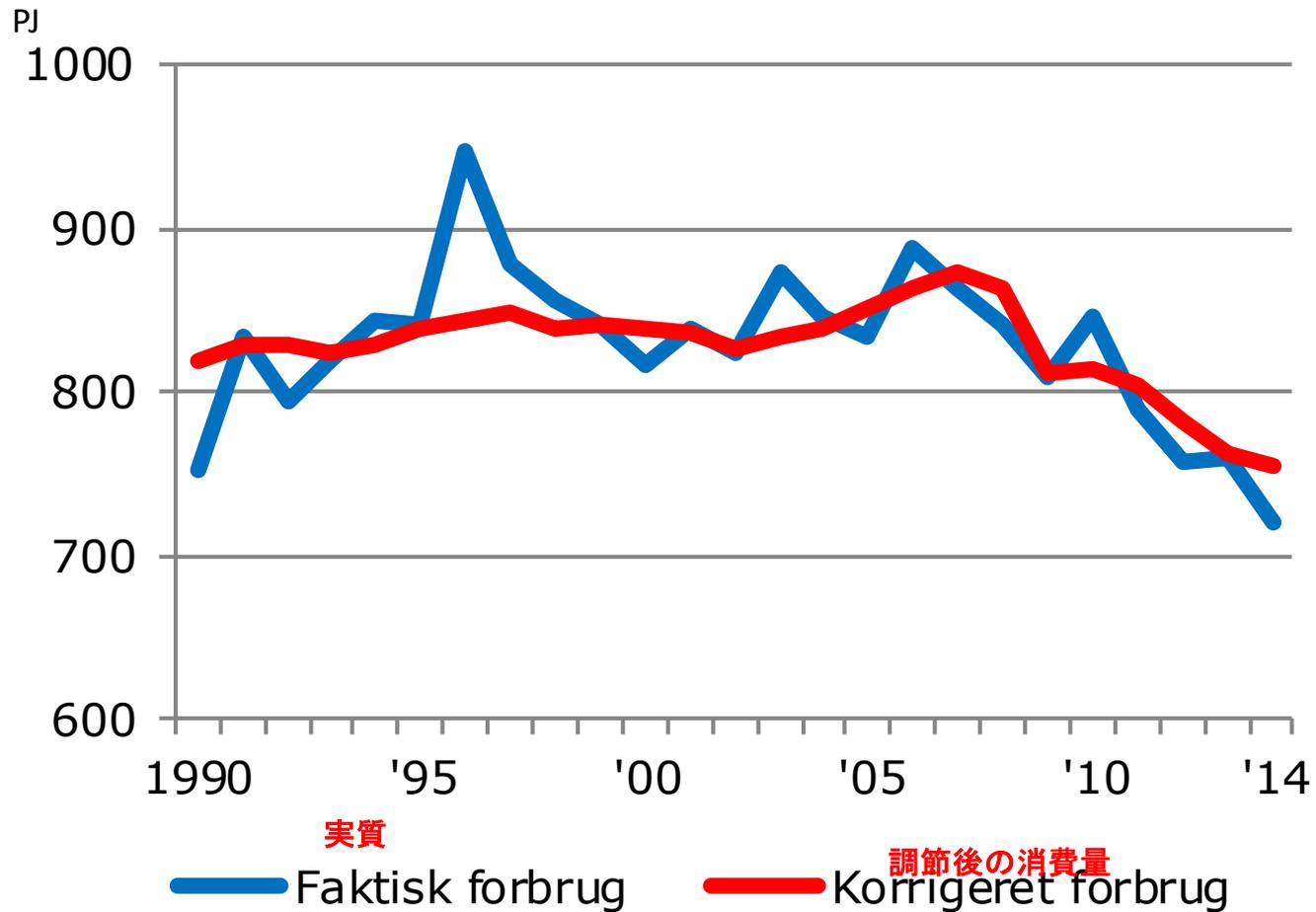


デンマークのエネルギー自給率の推移

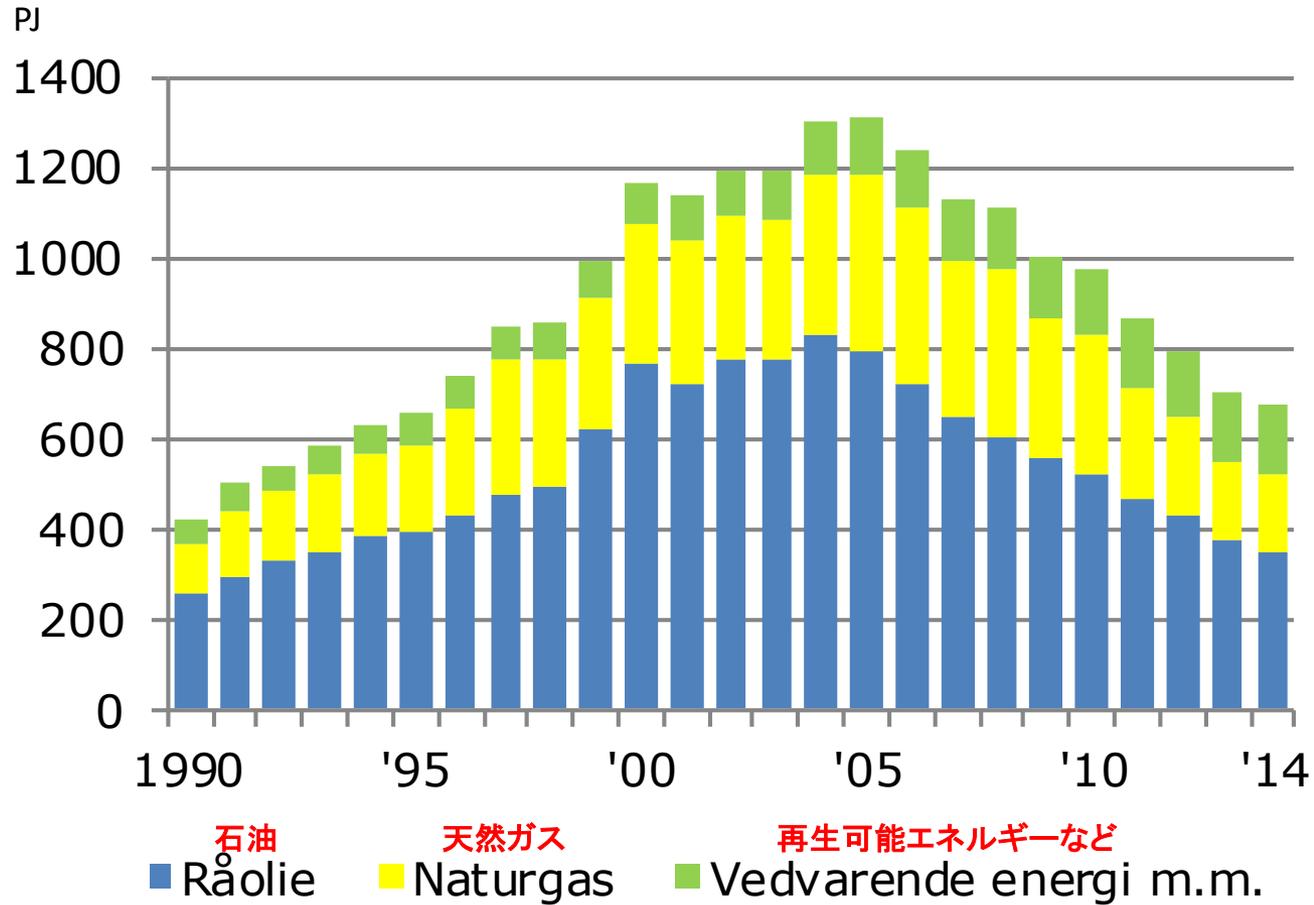


デンマークのエネルギー消費量の推移

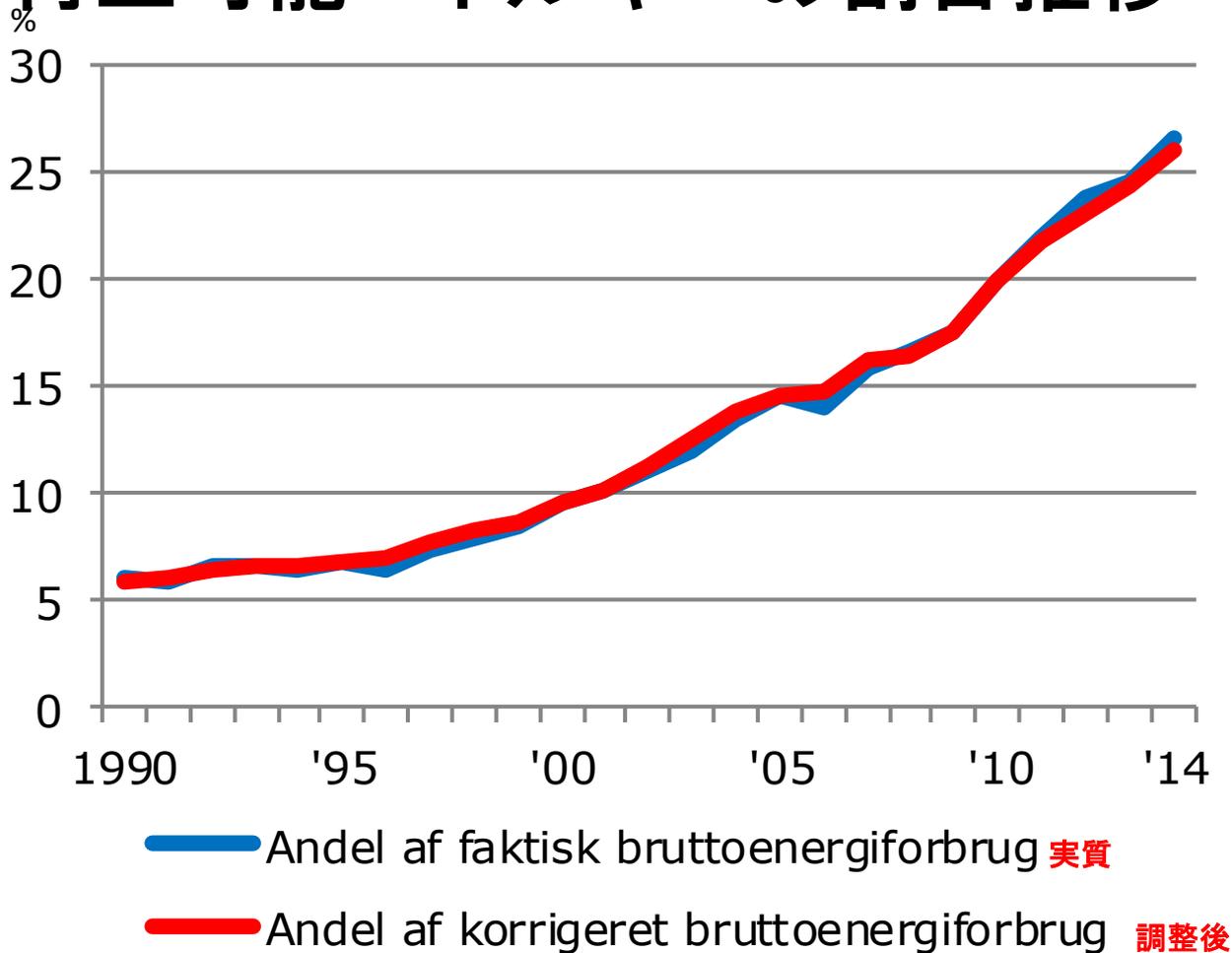
単位：ペタジュール



一次エネルギー生産量



総エネルギー消費量に占める 再生可能エネルギーの割合推移



「デンマークのエネルギー政策 2012～2020年」を公表 *

「再生可能エネルギーをベースにした持続可能なエネルギー政策」。7部門への支援策

- ①風力発電の増設し、50%の電力供給目指す
- ②コージェネ発電、地域暖房、バイオマス導入促進
- ③建物における暖房装置の転換
- ④スマートグリッド導入策
- ⑤バイオガスへの新たな取り組み
- ⑥運輸部門の電力化とバイオガス利用
- ⑦研究開発と実証への促進。

* 詳細はホーム・ページに掲載

「まとめ」

- デンマークの人たちは石油供給危機を教訓に、国内資源（風力、バイオマス、バイオガス）の利用と北海油田の開発を通し、エネルギー資源を国外に依存しない政策を導入すると共に、エネルギー効率の高いコージェネ発電所の建設と地域暖房の増設さらに建物への省エネ政策を採り入れてきました。
- その結果、エネルギー自給率を高め、雇用確保と二酸化炭素の削減に繋げ、エネルギー政策のモデル国と呼ばれることになりました。
- これら政策導入の背景には、国民生活に欠かせない、食料とエネルギーを自給し、大気と水を汚染から守ることで国民の健康管理に努める姿勢が見えると思います

2. Affaldsproduktionen i Danmark

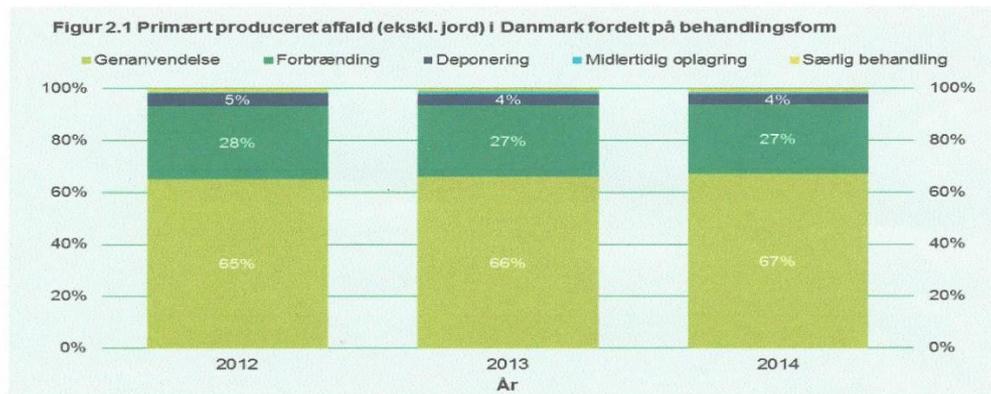
デンマークの廃棄物排出量

Den samlede danske affaldsproduktion (ekskl. jord) svarende til det primært producerede affald i Danmark er i 2014 opgjort til ca. 11,74 mio. tons. Som det fremgår af tabel 2.1 er den samlede affaldsproduktion steget siden 2012. Hovedårsagen hertil er en stigning i mængden af bygge- og anlægsaffald fremkaldt af især øgede nedrivningsaktiviteter.

単位:千トン

Total	2012		2013		2014	
	Tons (1.000)	Procent	Tons (1.000)	Procent	Tons (1.000)	Procent
リサイクル 燃料化	7.127	64,8 %	7.354	66,0 %	7.877	67,1 %
埋立 中間処理	3.118	28,4 %	3.065	27,5 %	3.138	26,7 %
特別処理 合計	552	5,0 %	487	4,4 %	479	4,1 %
	62	0,6 %	117	1,0 %	100	0,9 %
	139	1,3 %	117	1,0 %	147	1,3 %
Total	10.999	100 %	11.140	100 %	11.740	100 %

Tabel 2.1. Primært produceret affald (ekskl. jord) i Danmark opdelt på behandlingsform.



Figur 2.1. Primært produceret affald (Ekskl. jord) i Danmark opdelt på behandlingsform

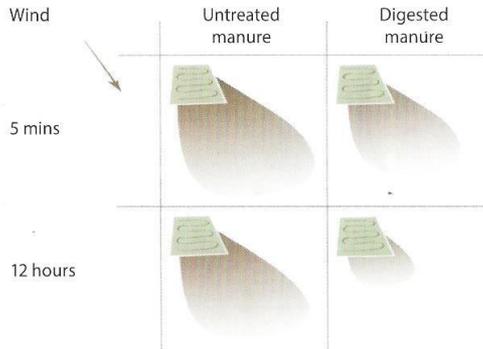
⁴ I det følgende skal *genanvendelse* forstås som *indsamlet til genanvendelse*. Efter sortering og oparbejdning af dette affald går en mindre del videre til forbrænding og/eller deponering, som såkaldt sekundært affald. Læs mere om primært og sekundært affald i Bilag 1.

⁵ Midlertidig oplagring er i bekendtgørelsen om affaldsdatasystemet (BEK nr. 1306 af 17. december 2012) defineret ved affald til forbrænding (herunder forbehandling), som er anvist til midlertidig oplagring. Denne behandling omfatter udelukkende affald, som på et senere tidspunkt vil blive ført til forbrænding.

⁶ Særlig behandling er i bekendtgørelsen om affaldsdatasystemet (BEK nr. 1306 af 17. december 2012) defineret ved det affald, som behandles særskilt ved en særlig behandlingsform eller ved det affald, der forventes at blive behandlet særskilt ved en særlig behandlingsform. Særlig behandling omfatter alene farligt affald, herunder klinisk risikoaffald.



Smell from digested manure



Reduction of illness germ, salmonella, etc.

Most common Biogas Plant guarantees that the digested manure is hygienized. This gives a manure, which is free of illness germ and growable weed seeds.

Biogas facts

Hygienization means, that the manure is heated to at least 70°C for one hour hygienization

By bringing the manure from one farm to another there is a risk of spreading illness germ etc. The illness germ can be spread either by the manure itself or by the trucks used to transport the manure. Using digested manure minizes the risk of spreading illness germ etc. Hygienization is the first step, cleaning of the trucks on the Biogas Plant is the second step.



KEY FIGURES FOR 2014 OG 2015

DESCRIPTION	UNITS	2014	2015
Biogas production	1000*Nm ³ Bio	13.075	14.589
Methane production	1000*Nm ³ CH ₄	8.499	9.483
Energy 1 Nm ³ CH ₄ = 0,010 MWh	MWh	84.990	94.829
Total biomass	Ton	240.000	240.000
Diesel-consumption (1 litre = 0,010 MWh)	MWh	1.710	2.009
Electricity	MWh	1.824	1.879
Heat	MWh	4.957	4.500
Water	m ³	2.602	2.800
Energy production	MWh	75.815	86.400
- el product, part	MWh	28.447	31.374
- warm prod, part	MWh	47.368	55.026



LEMVIG BIOGAS A.m.b.A

Pillevej 12, Rom, 7620 Lemvig Denmark

Phone: + 45 97 81 14 00

E-mail: lemvigbiogas@lemvigbiogas.dk

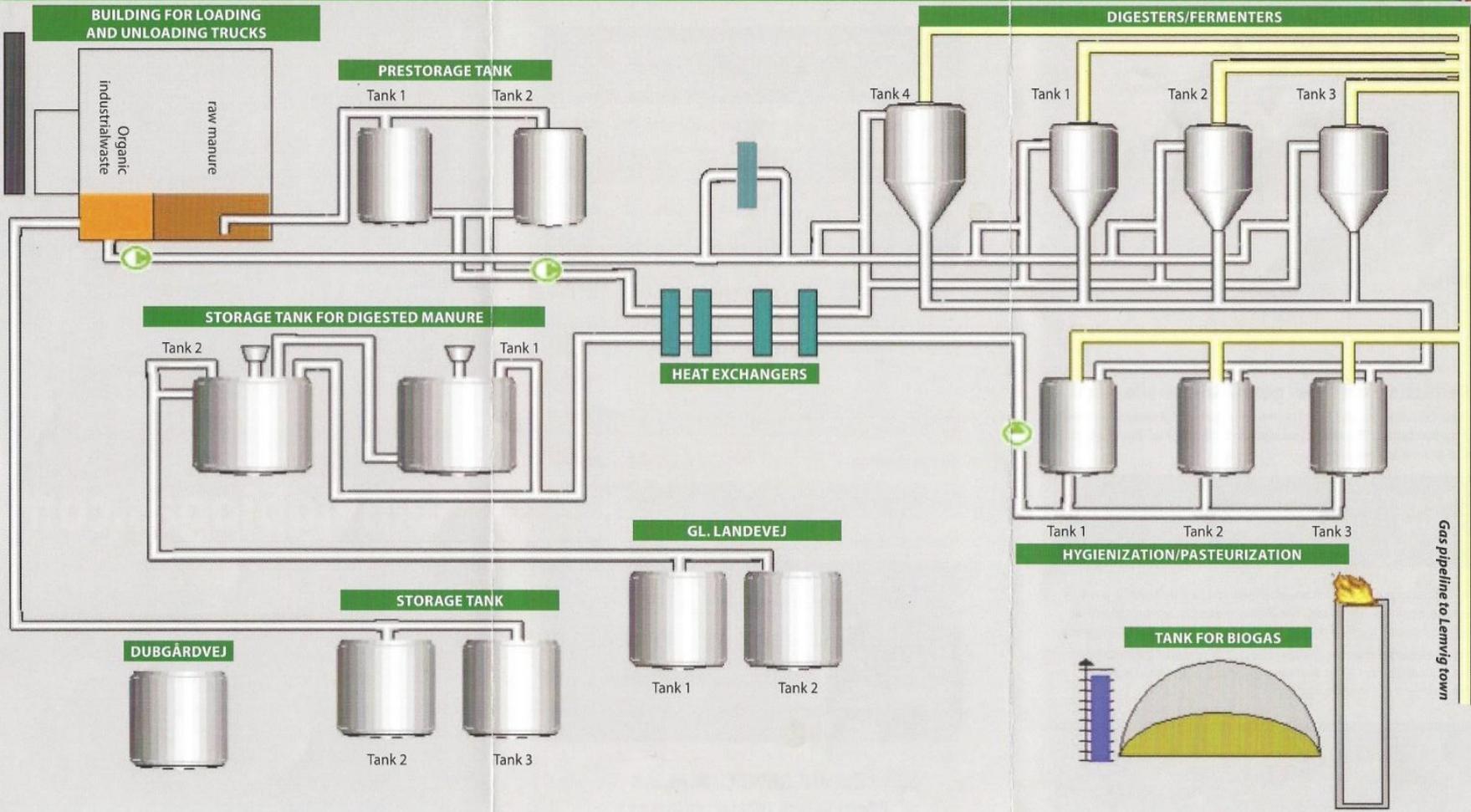
CVR 28450850



lemvigbiogas.com

Lemvig Biogas Plant

Lemvig Biogas Plant Process diagram



PROCESS DATA - Biomass

Biomass capacity: 284.000 tons/year
 Thermophilic fermentation: 52.5° C
 Average retention time: 24 days

GAS PRODUCTION

Biogas 14,6 million m³/year
 Methane 9,5 million m³/year

Developed and constructed in 1992 by BSWC.

Price in 1992: Dkk 55 million/7.3 million Euro
 Government subsidien: Dkk 14 million/1.7 million Euro
 Employees: 9

質問を受けます。

デンマークの環境・エネルギー政策を含めたデンマーク事情は、
ケンジ ステファン スズキのホームページ参照のこと：
ホーム・ページアドレスは以下の通りです。

<http://sra-dk.jimdo.com>

Kenji Stefan Suzuki のメールアドレスは以下の通りです。

E-mail: sra-dk@post.tele.dk （日本語でOK）