

欧州における最近の洋上風力の動向

平成26年3月24日

経済産業省 岩本晃一

欧州における洋上風力を巡る政策動向

オランダ ; 2012年9月、選挙の結果、新しい政権誕生。総エネルギー消費の16%を占める再生エネの比率を2020年までに16%目標(全政権は14.5%)。それを達成するため、2020年までに風力を12GW稼働。特に洋上風力に革新的な政策を導入、産業界もコミット、間もなく新しい洋上風力計画がスタート。

ドイツ ; TenneT は、北海でのグリッド建設について、当面、5.5GW分の投資6B€をコミットしていたが、多くのプロジェクトが目白押しで、資金調達、人材配置等が間に合わず、風車が建設されても接続契約を拒否する事態が発生していた。一方、発電事業者 RWE, EnBW, Dong Energy 社は風車を建設しても稼働出来ず、多額の損失が発生、下請け数社が倒産し、風車建設が停滞していた。

一方、バルチック海でグリッドを建設している 50Hertz 社には、プロジェクトが少ないこともあり、そうした問題は発生せず。

そうした事態を解決するため、政府は、2012年12月、Third Act Revising the Legislation Governing the Energy Sector を成立させ、Federal Network Agency ; BNetzA は2013年3月、**Offshore Grid Development Plan 2013**の第一次案を公表した。**今後、数度のコンサルテーションプロセスを通じて2013年末に決定する。**

同プランは、向こう10年間の洋上グリッド建設計画を定めたもので、毎年更新する。今後、送電会社は、風車の建設工程に合わせる必要はなくなり、代わって同プランに従って建設する義務が発生する。

同プランには、グリッドの容量と時期、グリッドのスタート地点と終了地点が記されている。

- ・北海 ; 5.4WGに対応するため、1,720kmのDCグリッド接続システム
(1,125kmHVDCライン、595kmACコネクター)
 - ・バルト海 ; 1.0GWに対応するため、430kmのACグリッド接続システム
(370kmACライン、60kmACコネクター)
- 上記の整備に必要な投資総額は22B€

もし発電事業者が、同プランに合わせて風車を建設したものの、送電会社の工事の遅れで、本来グリッドに接続する予定だった日に間に合わなかった場合、送電会社は発電会社に対して、接続予定日の11日目以降、FIT価格の90%に相当する違約金を払わなければならない。

同プランにより、ドイツ開発銀行 KfW による融資に急速な期待が高まっているが、同プランが自動的に送電会社が必要な資金調達を保障する訳ではなく、TenneT 社の Mr. Lex Hartmant 氏は、北海で目白押しのプロジェクトに1社だけで対応するのは困難、同プランを契機に新規参入を期待すると声明を発表。

発電事業者 RWE, EnBW, Dong Energy 社は、洋上風力発電の事業化のためには、技術的安定性、金融面の安定性、法的安定性の3点が必要とコメント。

欧州における開発動向

出典) EWEA

設備容量 ； 2013年末、2,080基、6.56GWがグリッドに接続。
2015年末、9.45GWとなる見通し。

実績 ； 2012年末、グリッドに接続されている風車は1,662基、4,995MWであったが、2013年に418基、1,567MWが新たに接続され、2013年末時点で2,080基、6,567MWとなった。

見通し ； 2014～15年に2,879MWが新しく接続され、9,448MWとなる見通し。

2020年見通し 40GW

2020

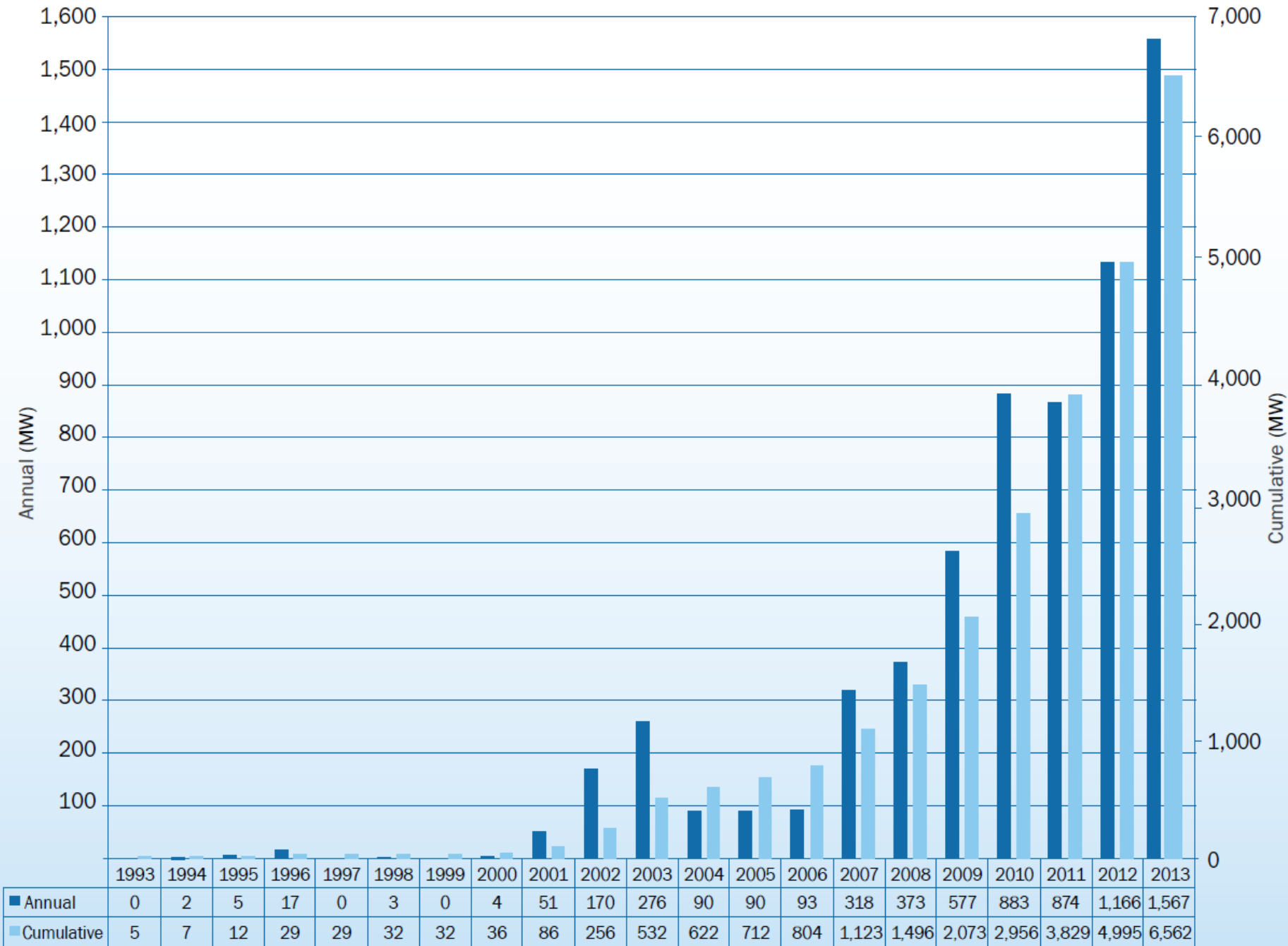
- Total installed capacity of 40,000 MW
- Annual installations of 6,900 MW
- Total electricity production of 148 TWh
- Meeting between 4% and 4.2% of total EU electricity demand
- Avoiding 102 Mt of CO₂ annually
- Annual investments in offshore wind turbines of €10.4 billion
- Cumulative investments in offshore wind turbines of €65.9 billion in the period 2011-2020

2030年見通し 150GW

2030

- Total installed capacity of 150,000 MW
- Annual installations of 13,700 MW
- Total electricity production of 562 TWh
- Meeting 13.9% of total EU electricity demand
- Avoiding 315 Mt of CO₂ in 2030
- Annual investments in offshore wind turbines of €17 billion in 2030
- Cumulative investments of €145.2 billion from 2021 to 2030

FIG 11: CUMULATIVE AND ANNUAL OFFSHORE WIND INSTALLATIONS (MW)



将来、英独が最大の洋上風力国家

EU全体では141GW

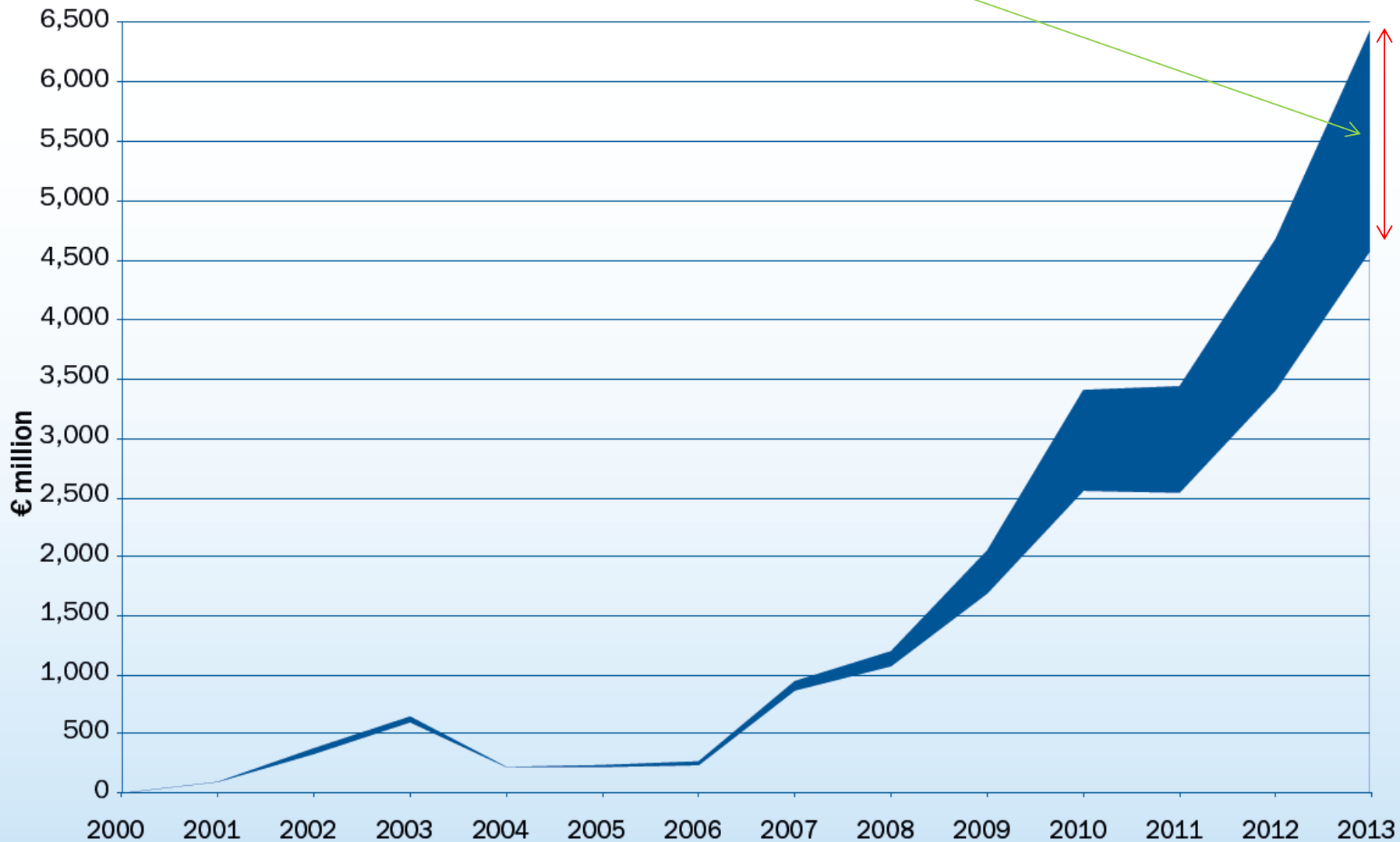
TABLE 1.1 TOTAL OFFSHORE WIND CAPACITY INSTALLED, UNDER CONSTRUCTION, CONSENTED, PLANNED ON 30 JUNE 2011 AND SIZE OF GOVERNMENT CONCESSION ZONES OR FORESEEN FUTURE TENDER ZONES IN MW

2011年6月30日時点

	Online	Under construction	Consented	Planned	Total projects	Size of government concession zones or foreseen future tender zones
Belgium	195	462	750	450	1,857	2,000
Denmark	854	0	418	1,200	2,471	4,600
Finland	26	0	765	3,502	4,294	n/a
Estonia	0	0	1,000	0	1,000	n/a
France	0	0	0	6,000	6,000	6,000
Germany	195	833	8,725	21,493	31,247	8,000
Greece	0	0	0	4,889	4,889	n/a
Ireland	25	0	1,600	2,155	3,780	n/a
Italy	0	0	162	2,538	2,700	n/a
Latvia	0	0	200	0	200	n/a
Malta	0	0	0	95	95	95
Netherlands	247	0	1,792	3,953	5,992	6,000
Norway	2	0	350	11,042	11,394	n/a
Poland	0	0	0	900	900	n/a
Portugal	0	0	0	478	478	n/a
Spain	0	0	0	6,804	6,804	n/a
Sweden	164	0	991	7,124	8,279	n/a
UK	1,586	4,308	588	42,114	48,596	47,000
Total Europe	3,294	5,603	17,341	114,737	140,976	73,695
	接続	建設中	許可	計画	合計	

設備投資 ； 2013年は約46～64億€

FIG. 29: ANNUAL INVESTMENTS IN OFFSHORE WIND FARMS



各国の開発動向 ；

左 2013年末の累計は、英国、デンマーク、ベルギーが多い

中 2013年、英国、デンマーク、ドイツ、ベルギーの順

右 2014～15年、ドイツ、英国、オランダの開発が躍進的に進行

FIG. 12: INSTALLED CAPACITY - CUMULATIVE SHARE BY COUNTRY, (MW)

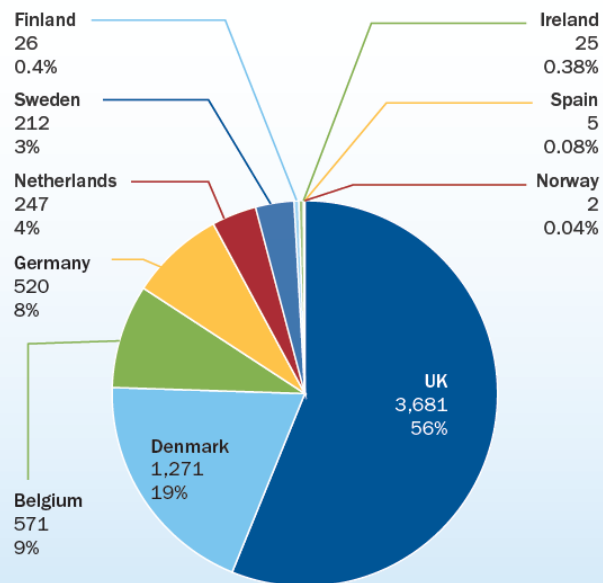


FIG 1: SHARE OF ANNUAL OFFSHORE WIND CAPACITY INSTALLATIONS PER COUNTRY (MW).

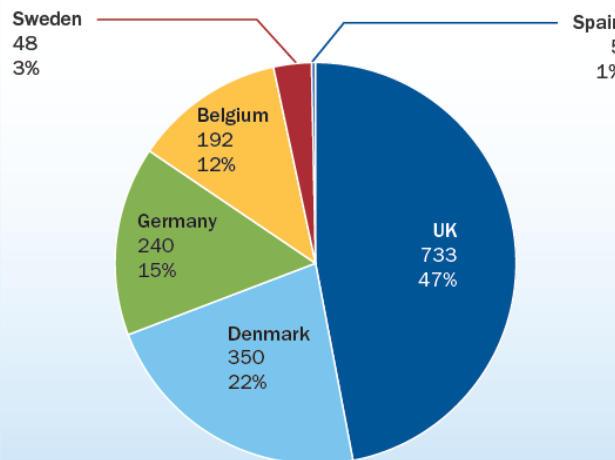
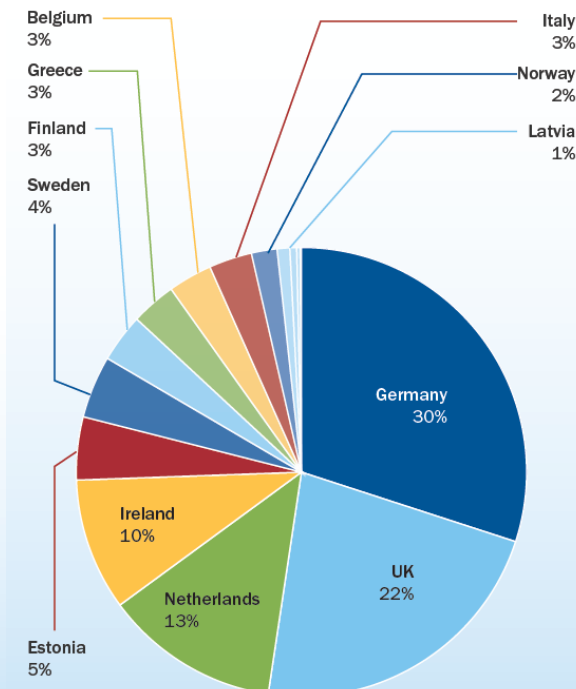


FIG. 21: SHARE OF CONSENTED OFFSHORE CAPACITY PER COUNTRY (MW)



タービン・メーカーの動向 ；

左 2013末の累積は、1位シーメンス、2位ベスタスだが、
右 2013年、BARD社が躍進して2位となった。

FIG. 16: WIND TURBINE MANUFACTURERS' SHARE AT THE END OF 2013 (MW)

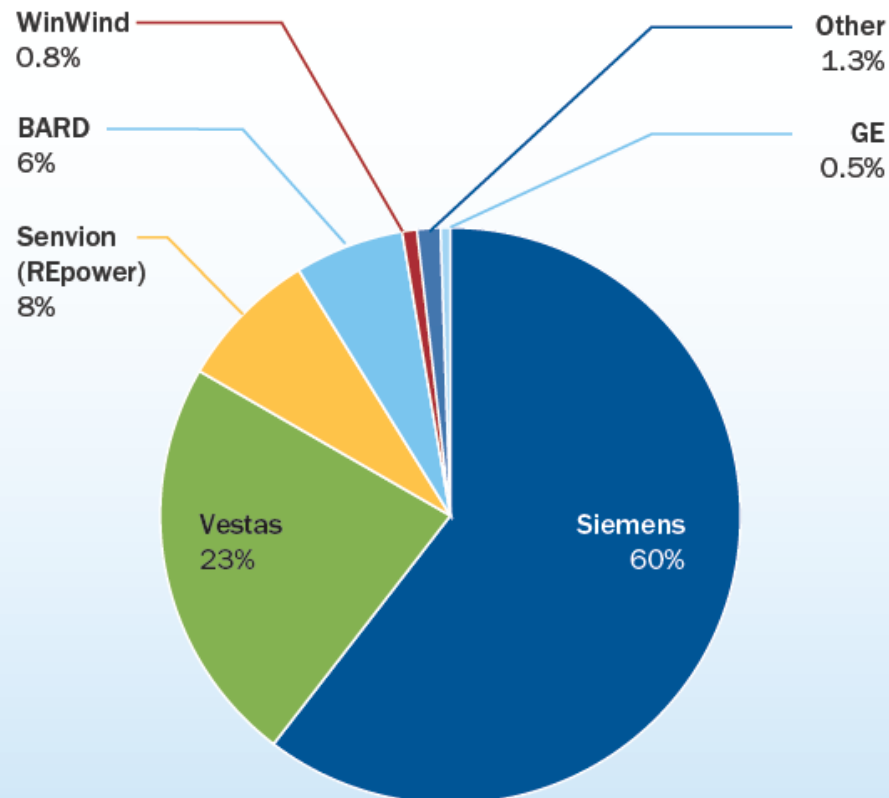
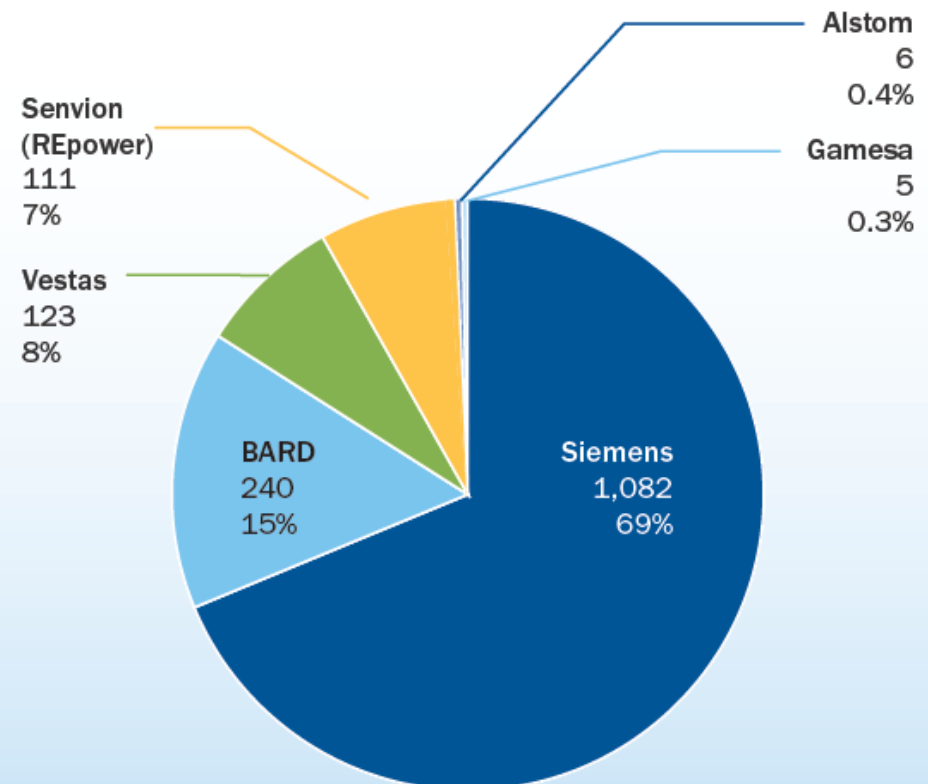


FIG 3: WIND TURBINE MANUFACTURERS' SHARE OF 2013 ANNUAL INSTALLATIONS IN MW



発電事業者の動向 ；

左 2013年末の累積は、1位 Dong 2位 Vattenfall 3位 E.on となっているが、

右 2013年、1位 Dong 2位 Bard 3位 Centrica となり、上位の顔が大きく変わった。

FIG. 19: OWNERS SHARE OF INSTALLED CAPACITY IN MW¹¹.

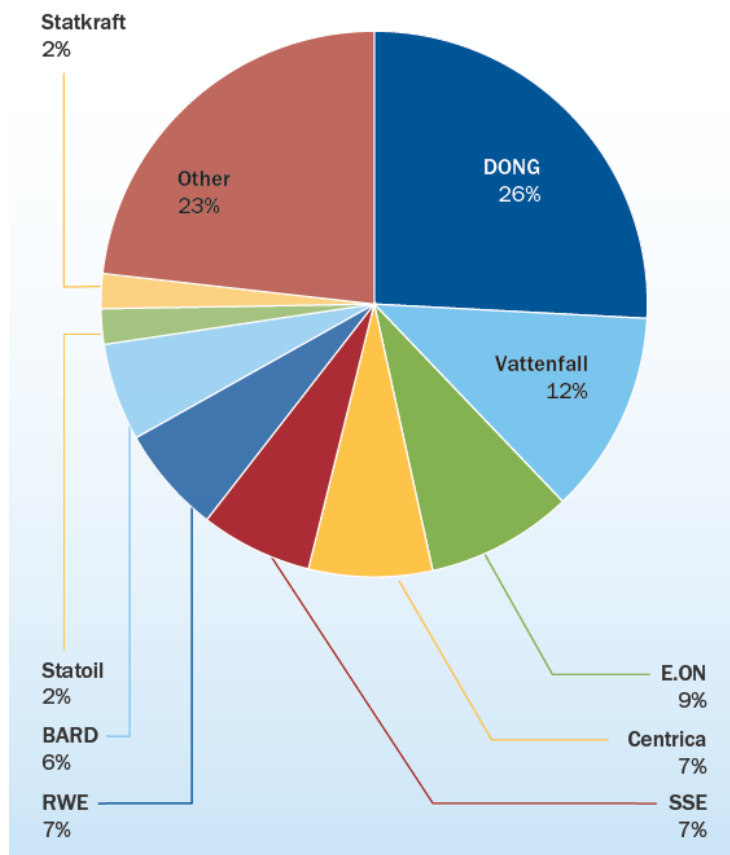
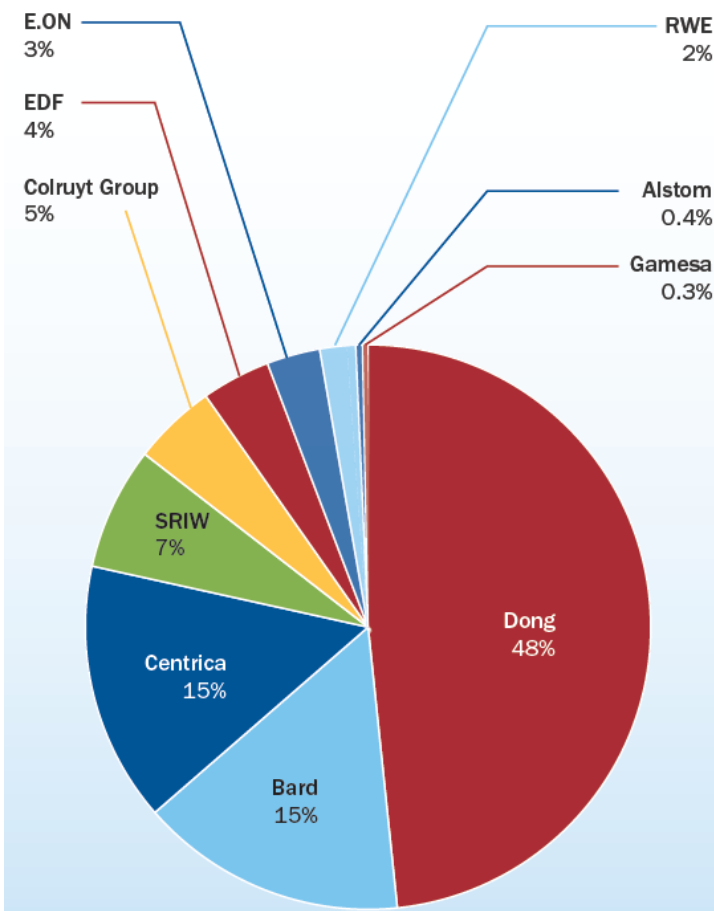
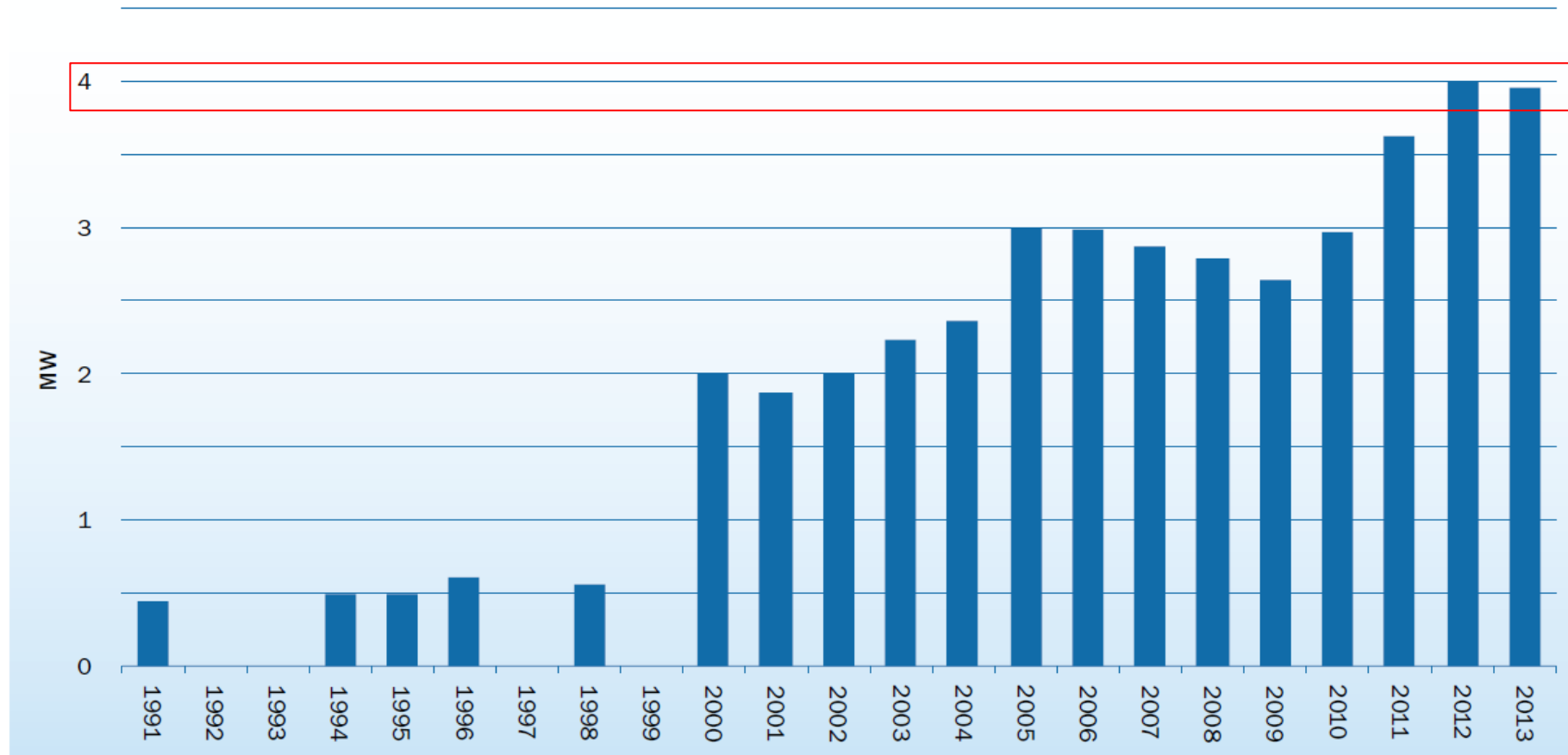


FIG 5: DEVELOPERS' SHARE OF 2013 ANNUAL INSTALLATIONS



規模の経済性の追求 ；
タービン容量は益々大型化し、2012,13年稼働分は平均4MW
2014年も4MWの見込み シーメンス3.6MWの本格出荷が影響

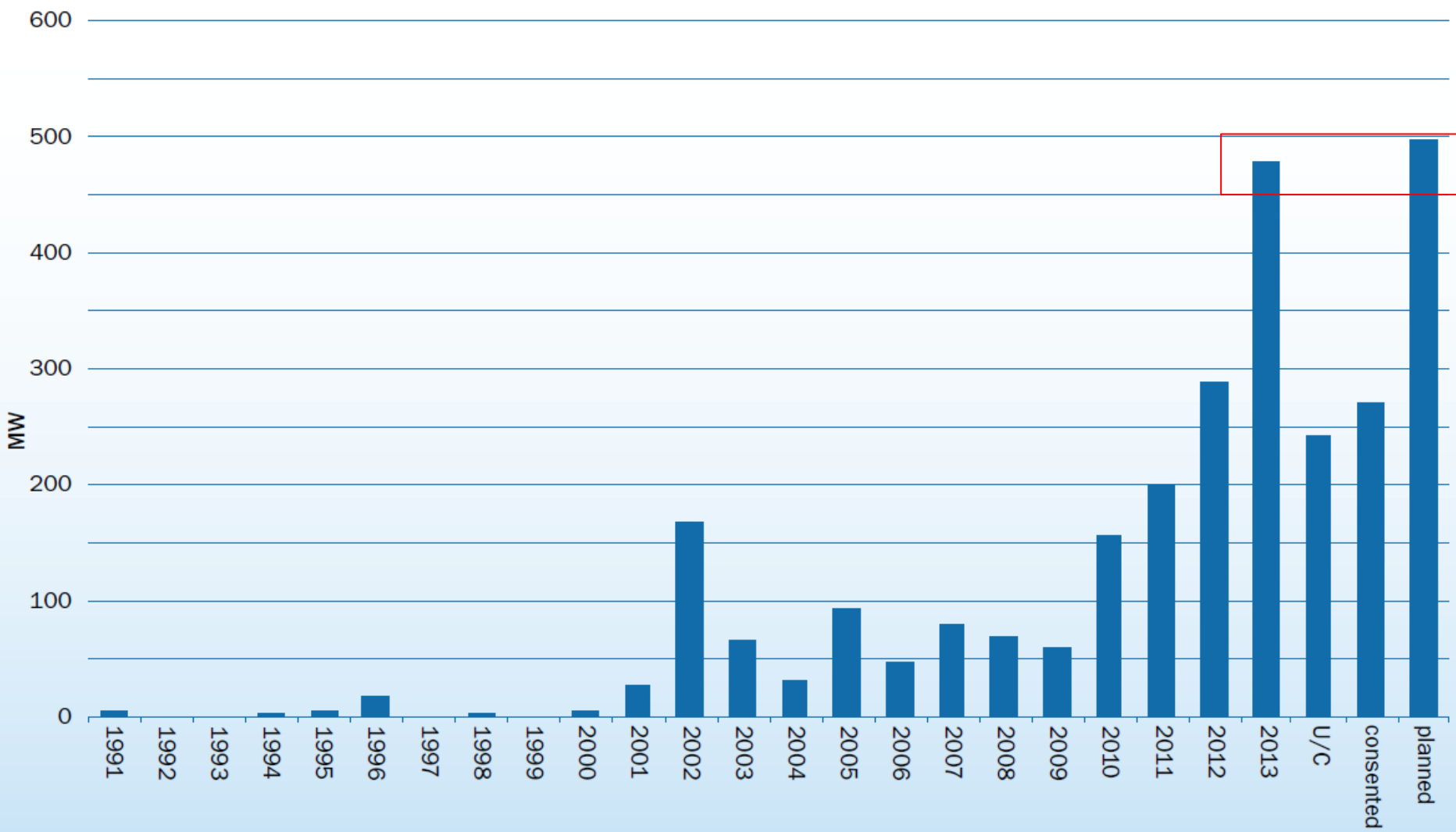
FIG. 24: AVERAGE OFFSHORE WIND TURBINE RATED CAPACITY



規模の経済性の追求 ； 発電所の総設備容量は益々大規模化

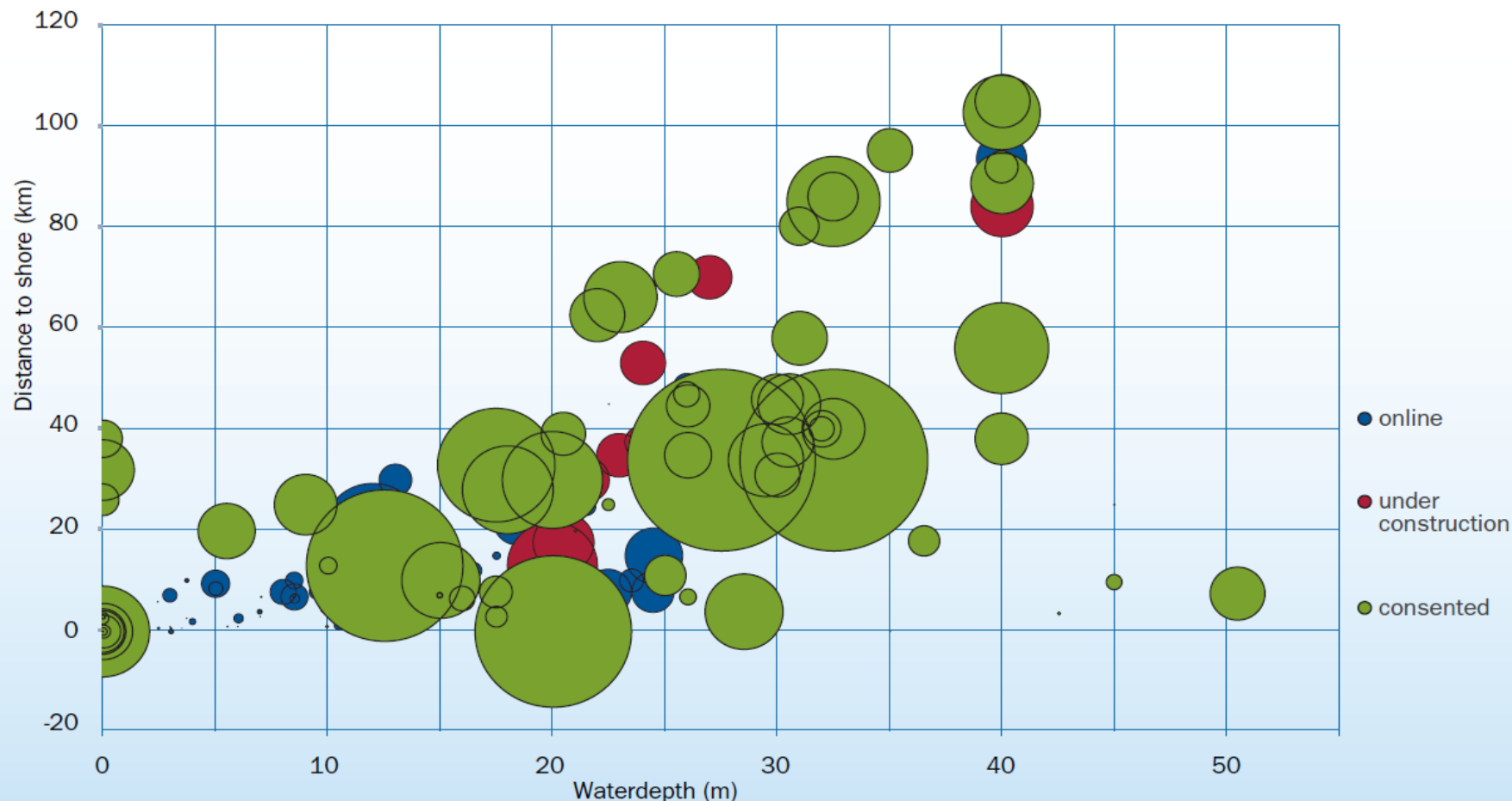
2013年稼働分は平均482MW 計画分は500MW

FIG. 25: AVERAGE SIZE OF OFFSHORE WIND FARM PROJECTS



風車の設置場所； より深い海へ、より沿岸から遠くへ
2013年末の累積は、平均水深16m、沿岸から29km
2013年、グリッド接続した418基は平均水深20m、沿岸から30km

FIG. 26: AVERAGE WATER DEPTH AND DISTANCE TO SHORE OF ONLINE, UNDER CONSTRUCTION AND CONSENTED WIND FARMs



The European offshore wind industry

key trends and statistics 2013

January 2014



418

new offshore wind turbines
in 12 wind farms

34% MORE

than in 2012

2,080

turbines are installed
and grid connected

4 MW

average size offshore
wind turbines

work
carried out in:

21

 wind farms

new projects:

22

 GW of consented wind farms



CABLE SUPPLIERS
to offshore wind farms
European market
INTER ARRAY

39% | **27%**

Nexans

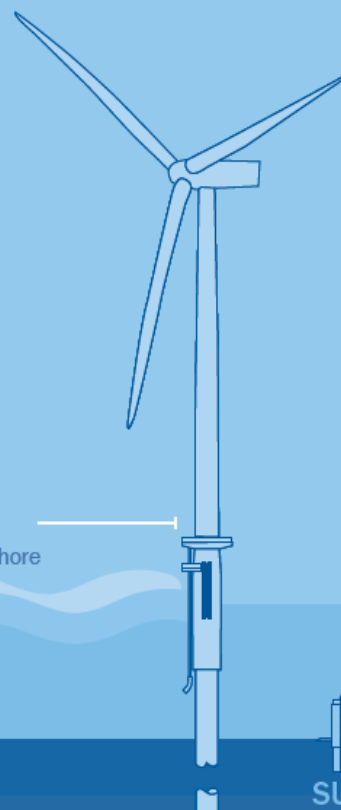
JDR

EXPORT

27% | **21%**

Prysmian

NKT



30 km

average distance to shore

20 m

average
water
depth

AVERAGE SIZE OF
CONNECTED WIND FARMS

485 MW
78% more than
in 2012



wind turbine
MANUFACTURERS

74%
Siemens

12%
Bard

10%
Vestas



4%
Senvion (Repower)

0.2%
Alstom

0.2%
Gamesa

DEVELOPERS



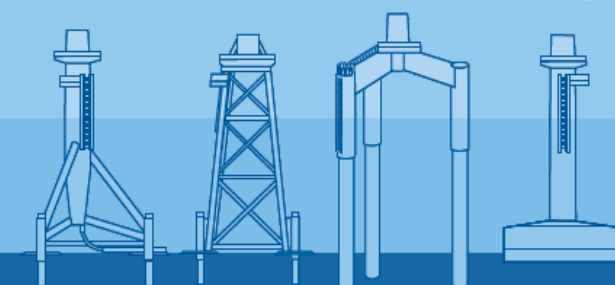
DONG

Atlantic
Ocean
6%

North
Sea
72%

Baltic
Sea
22%

6,562 MW
CONNECTED TO THE GRID
IN EUROPE



SUBSTRUCTURES - FOUNDATION TYPES (annual market)

MONOPILE
79%

TRIPOD
14%

JACKET
6%

TRIPILE
1%

GRAVITY
0.2%



DOWNLOAD
FULL REPORT PDF

www.ewea.org/stats/eu-offshore-2013

EWI (European Wind Initiative) が、 EU (European Commission) 及び EU各国と共同で実施する研究開発計画(2010 – 2015) ;

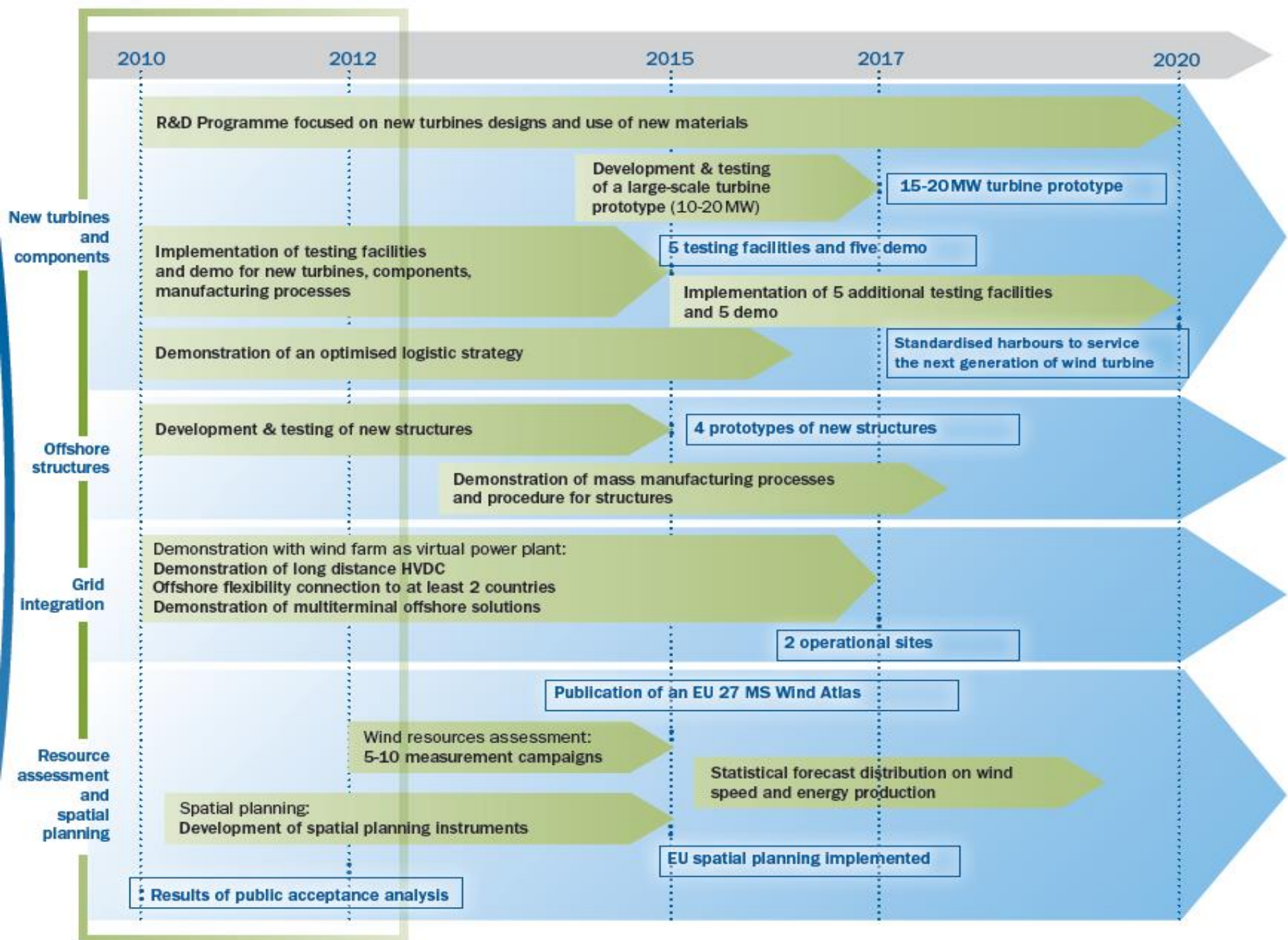
新しいタービン開発では、10-20MW機の実証試験、洋上風力技術では、ライフサイクルコストの最小化を目指した風車構造の設計、などが盛り込まれている。

New turbines and components

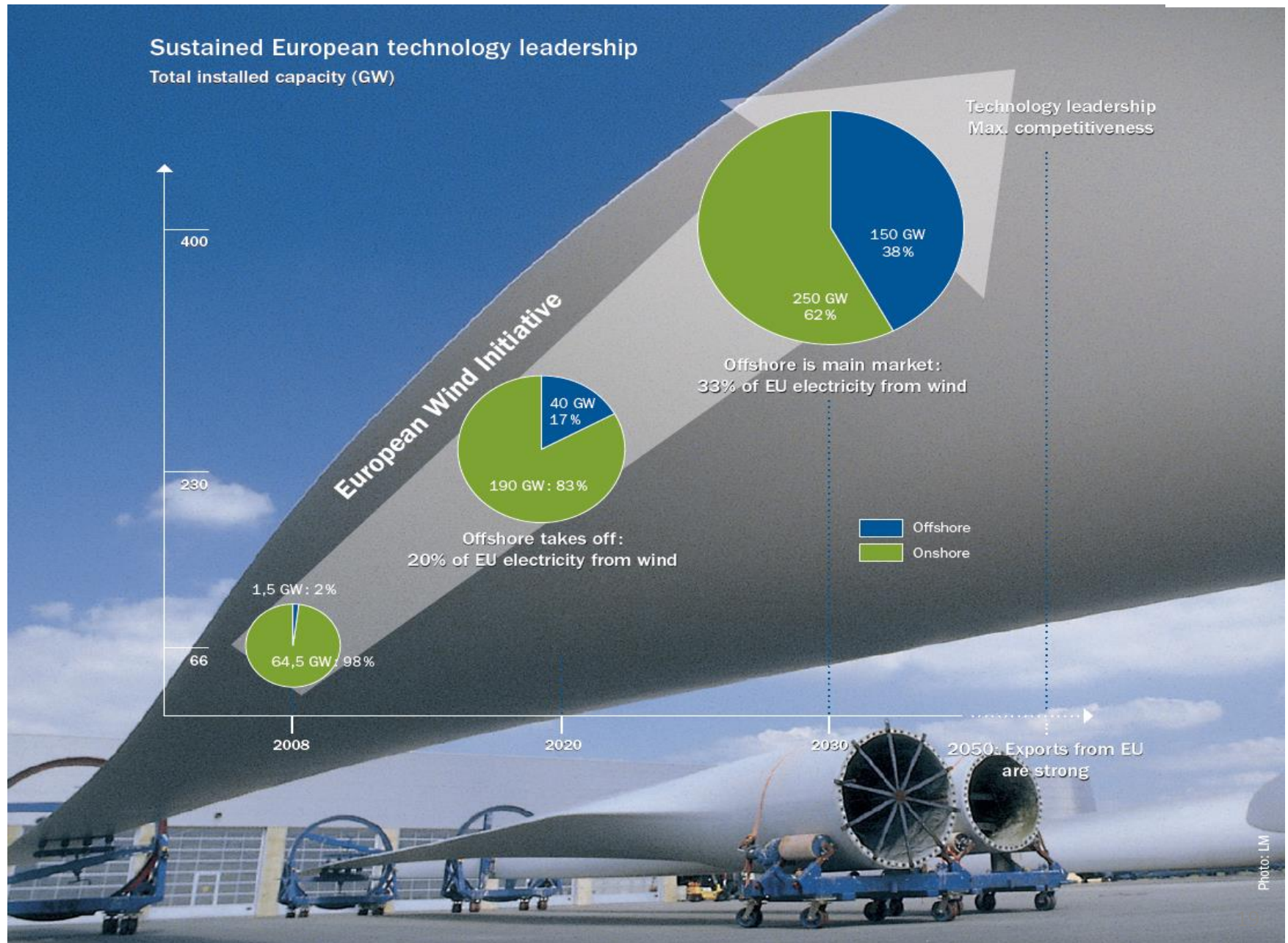
- introduce large scale turbines and innovative design for reliable turbines rated 10–20 MW;
- improve reliability of large wind turbines and wind farms;
- optimise and demonstrate turbines for complex terrain and cold climates;
- define methods and standards for testing large wind turbine components;
- improve size and capabilities of system-lab testing facilities for 10 - 20 MW turbines;
- provide field testing facilities for 10 - 20 MW to increase reliability;
- encourage mass production of large scale turbines, and develop cost effective methods to transport and install these machines.

Offshore technology

- introduce new bottom fixed substructures minimising lifecycle costs;
- devise new modelling techniques;
- facilitate mass manufacturing of substructures and improved logistics;
- develop and demonstrate multi-MW floating platforms;
- improve facilities, infrastructures and logistics for offshore wind;
- reduce installation noise and environmental impact;
- increase reliability and improved O&M strategies;



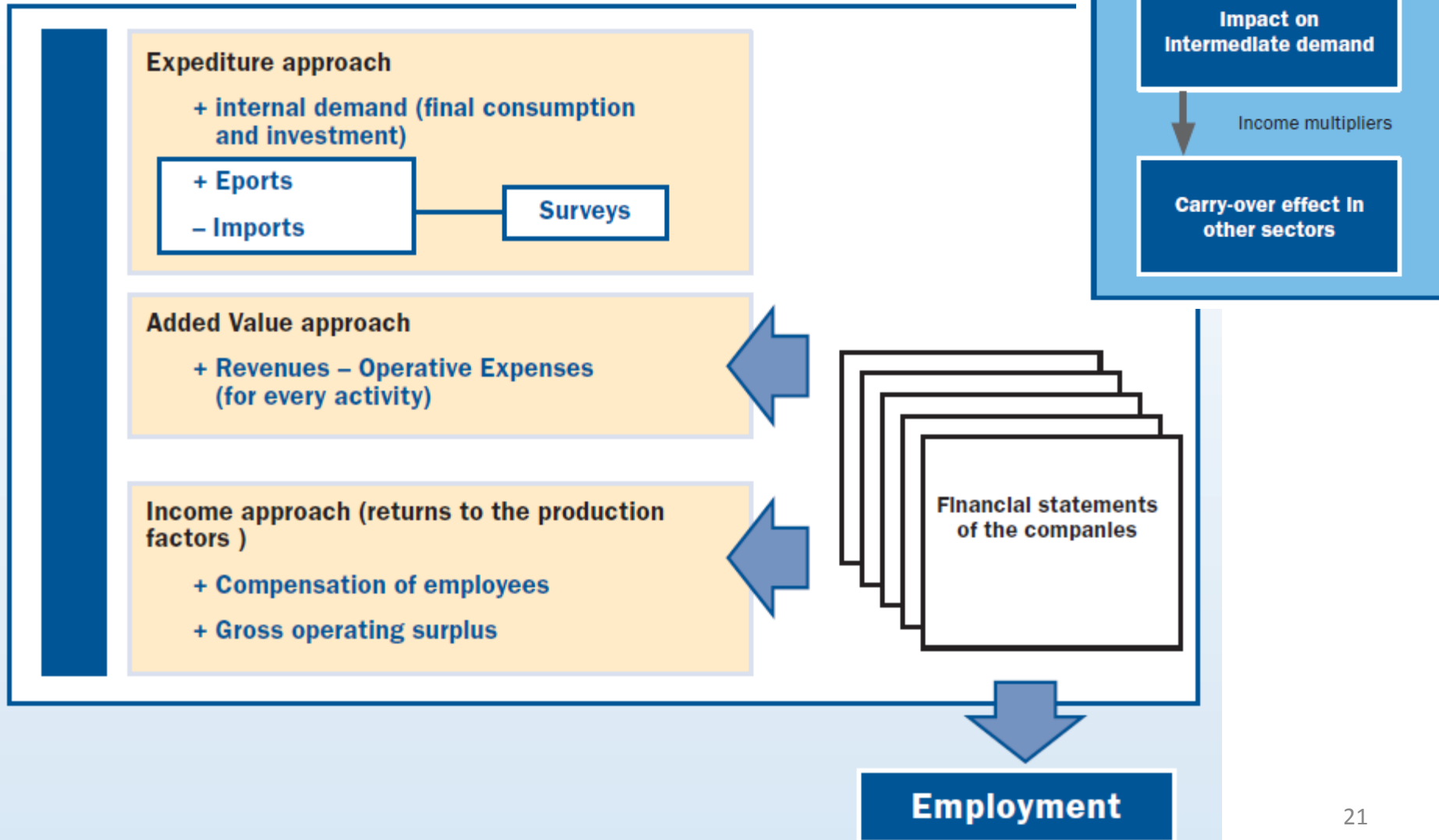
そうして欧州が技術的リーダーシップを維持することを目標に掲げている



産業連関分析による経済波及効果・雇用効果

経済波及効果・雇用効果の発表(2012年4月)

EWEA (European Wind Energy Association) では、風力企業にアンケート調査を行い、産業連関分析を実施。



雇用創出効果；

2010年 ； 直接雇用と間接雇用で合計238,154人の雇用が創出(実績)

2030年 ； 直接雇用と間接雇用で合計794,079人の雇用が創出(予測)

FIGURE 5.5 EVOLUTION OF DIRECT, INDIRECT AND TOTAL EMPLOYMENT OF THE WIND ENERGY SECTOR IN NUMBERS OF FTE JOBS

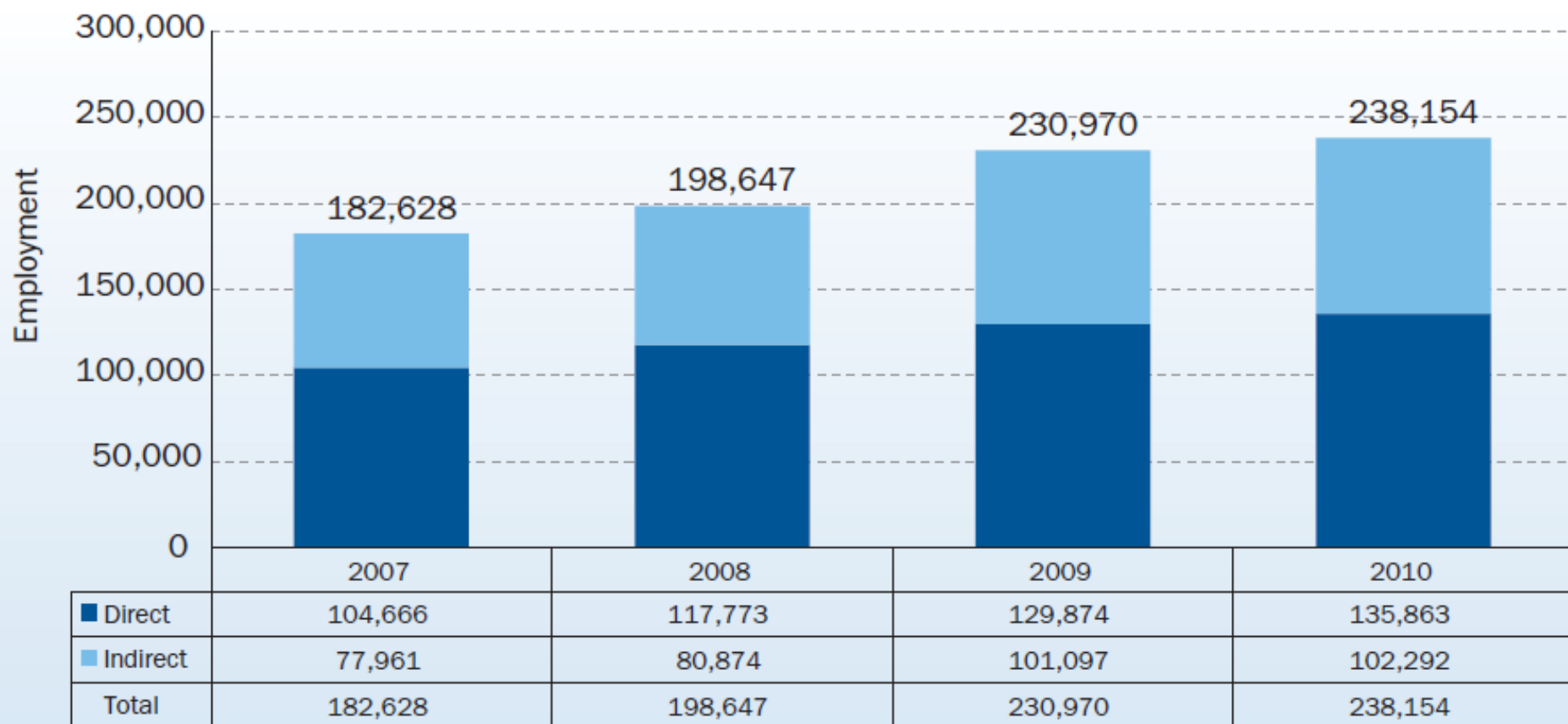
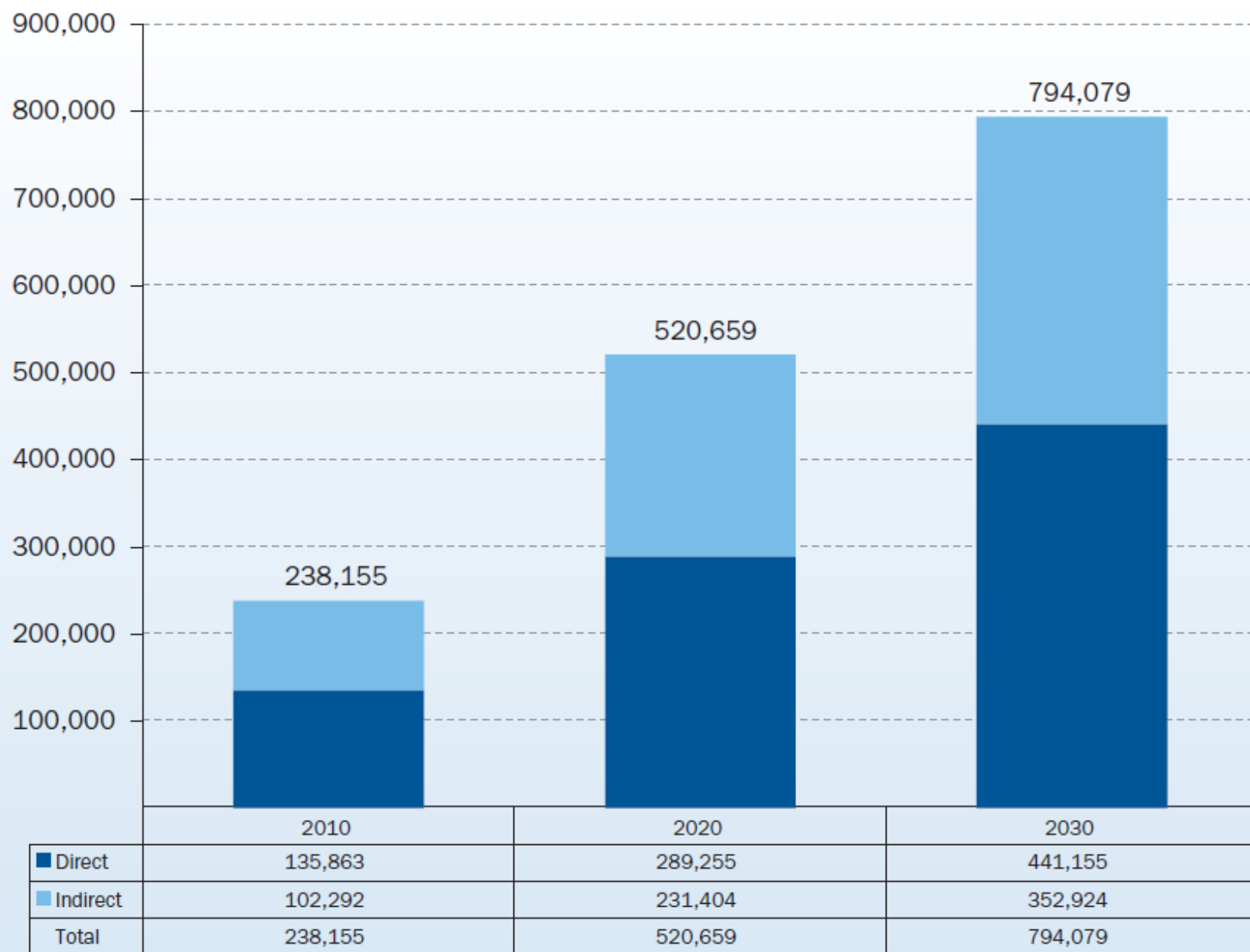


FIGURE 7.5 FORECAST OF DIRECT AND INDIRECT EMPLOYMENT IN WIND ENERGY SECTOR IN 2020 AND 2030 IN NUMBERS OF JOBS



経済波及効果；

2010年 ； 直接効果と間接効果で合計32.43B€(実績)

2030年 ； 直接効果と間接効果で合計173.27B€(予測)

FIGURE 5.1 DIRECT AND INDIRECT IMPACT OF WIND ENERGY ON THE EU ECONOMY (2010 CONSTANT PRICES)

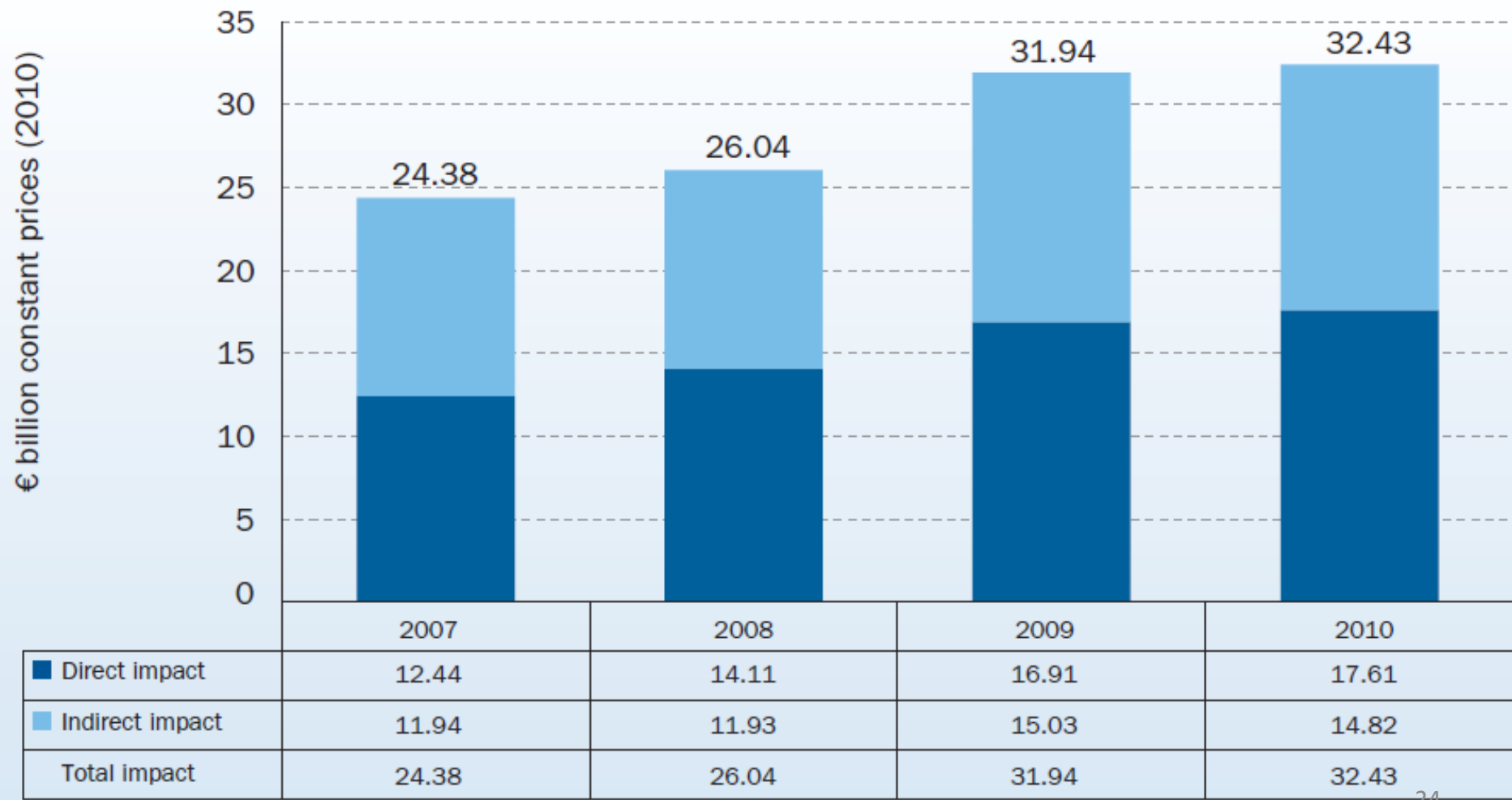
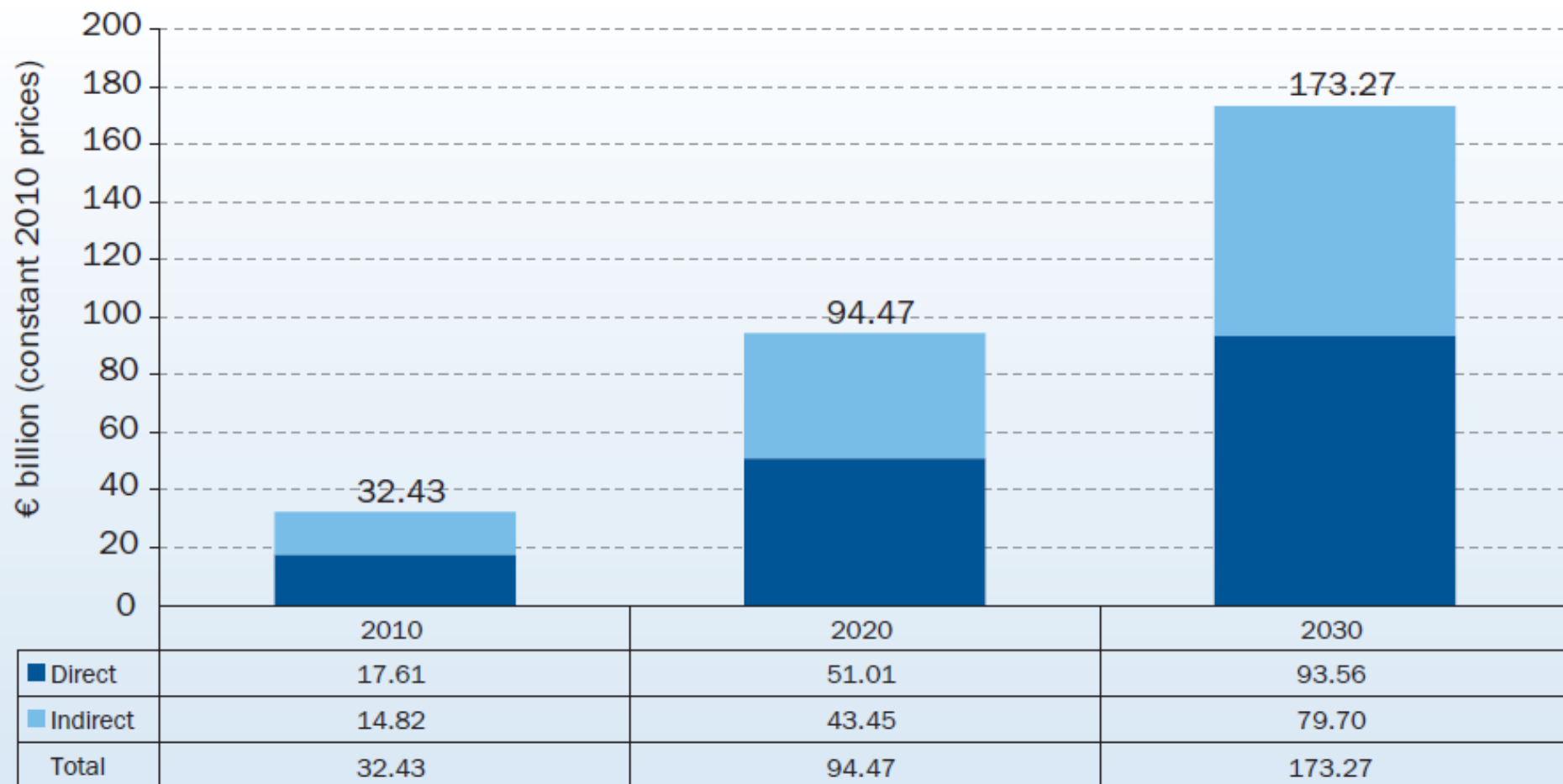


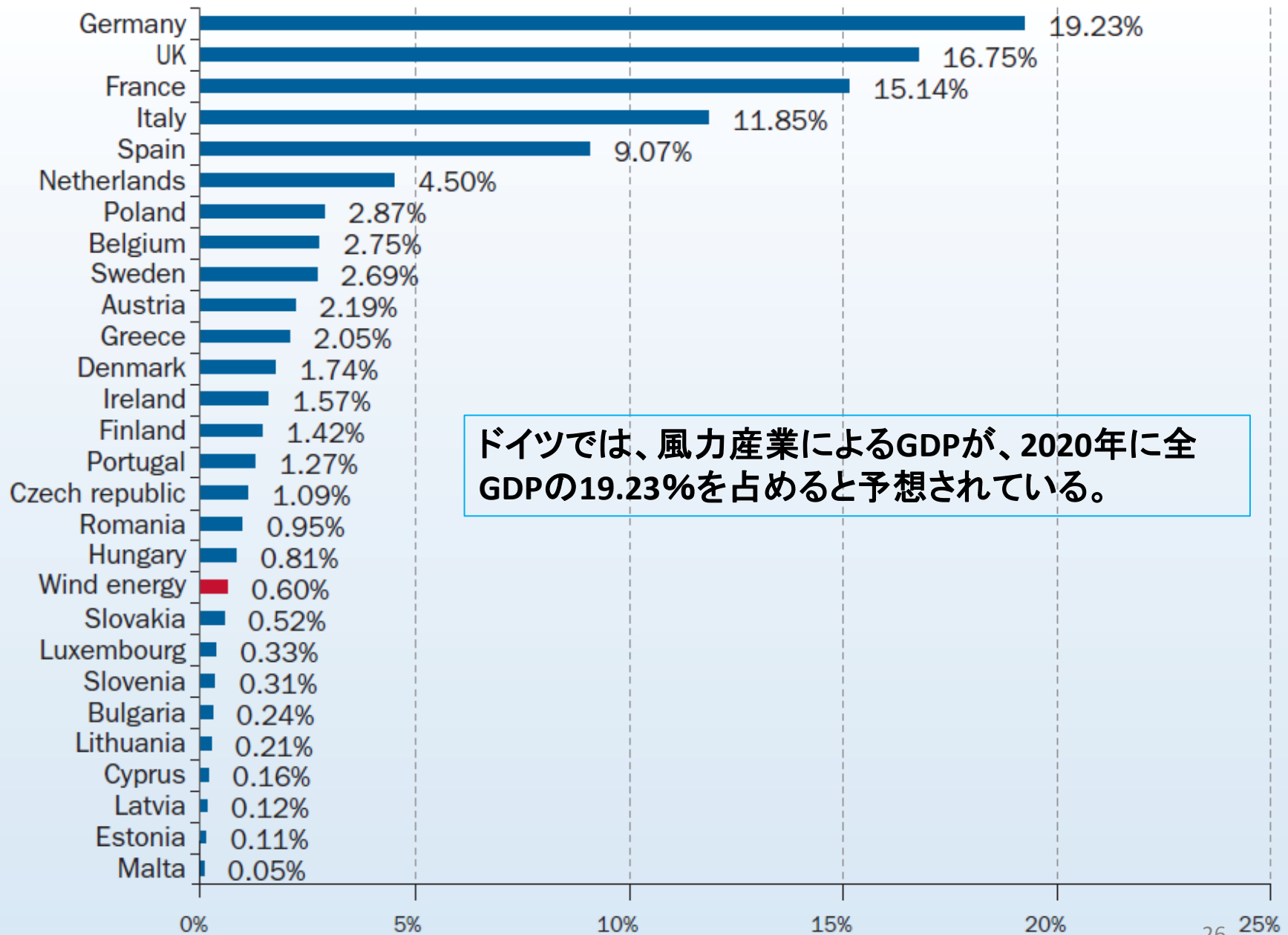
FIGURE 7.1 WIND ENERGY SECTOR'S CONTRIBUTION TO EU GDP (€ BILLION IN CONSTANT PRICES, 2010)



Source: Deloitte - EWEA

FIGURE 7.3 FORECAST OF WIND ENERGY SECTOR'S CONTRIBUTION TO EU GDP COMPARED TO CONTRIBUTION OF 27 MEMBER STATES IN 2020²¹

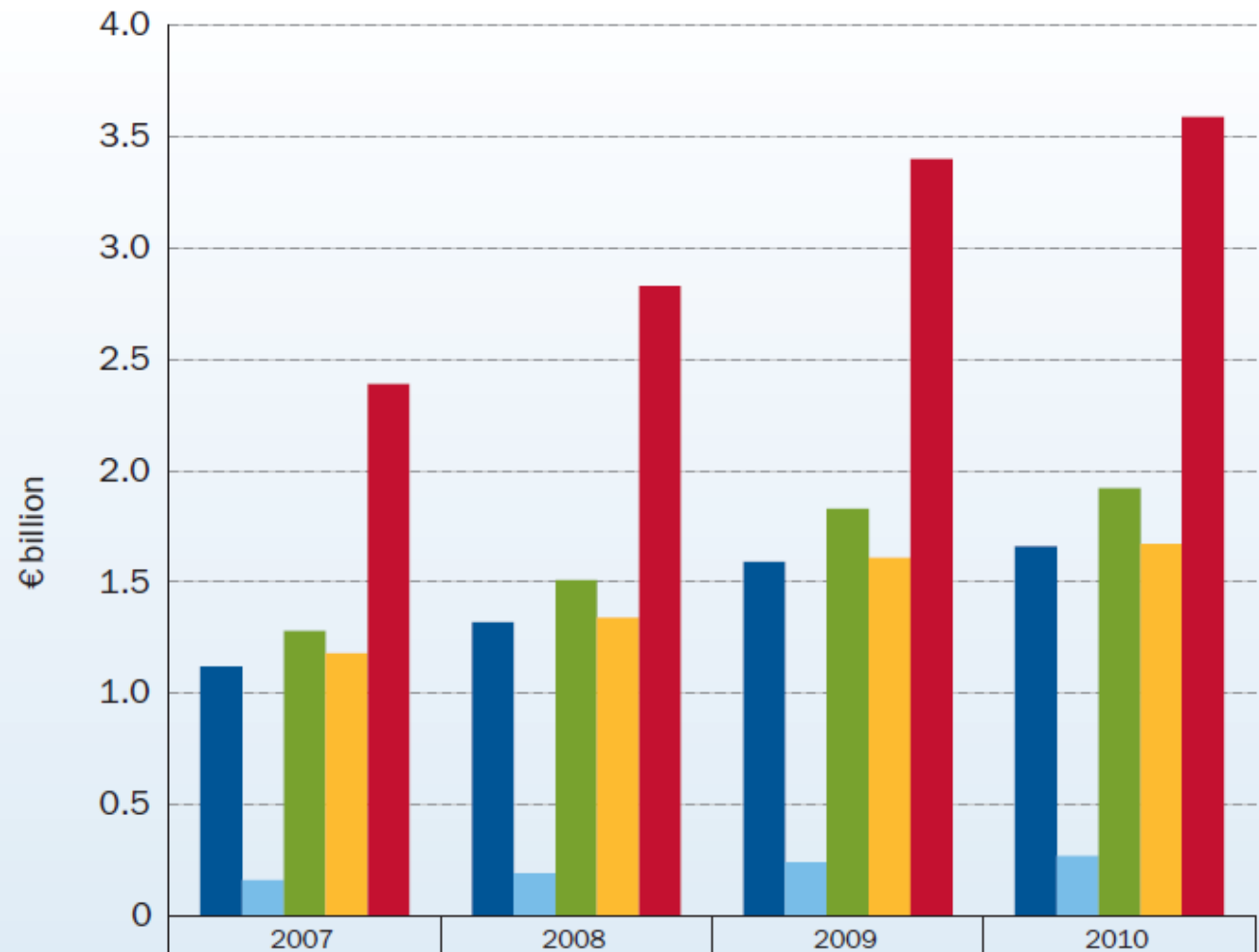
独
英
仏
伊
な
ど
で
の
経
済
効
果
が
大
き
い



ドイツでは、風力産業によるGDPが、2020年に全GDPの19.23%を占めると予想されている。

FIGURE 3.17 TAXES PAID BY EU WIND INDUSTRY

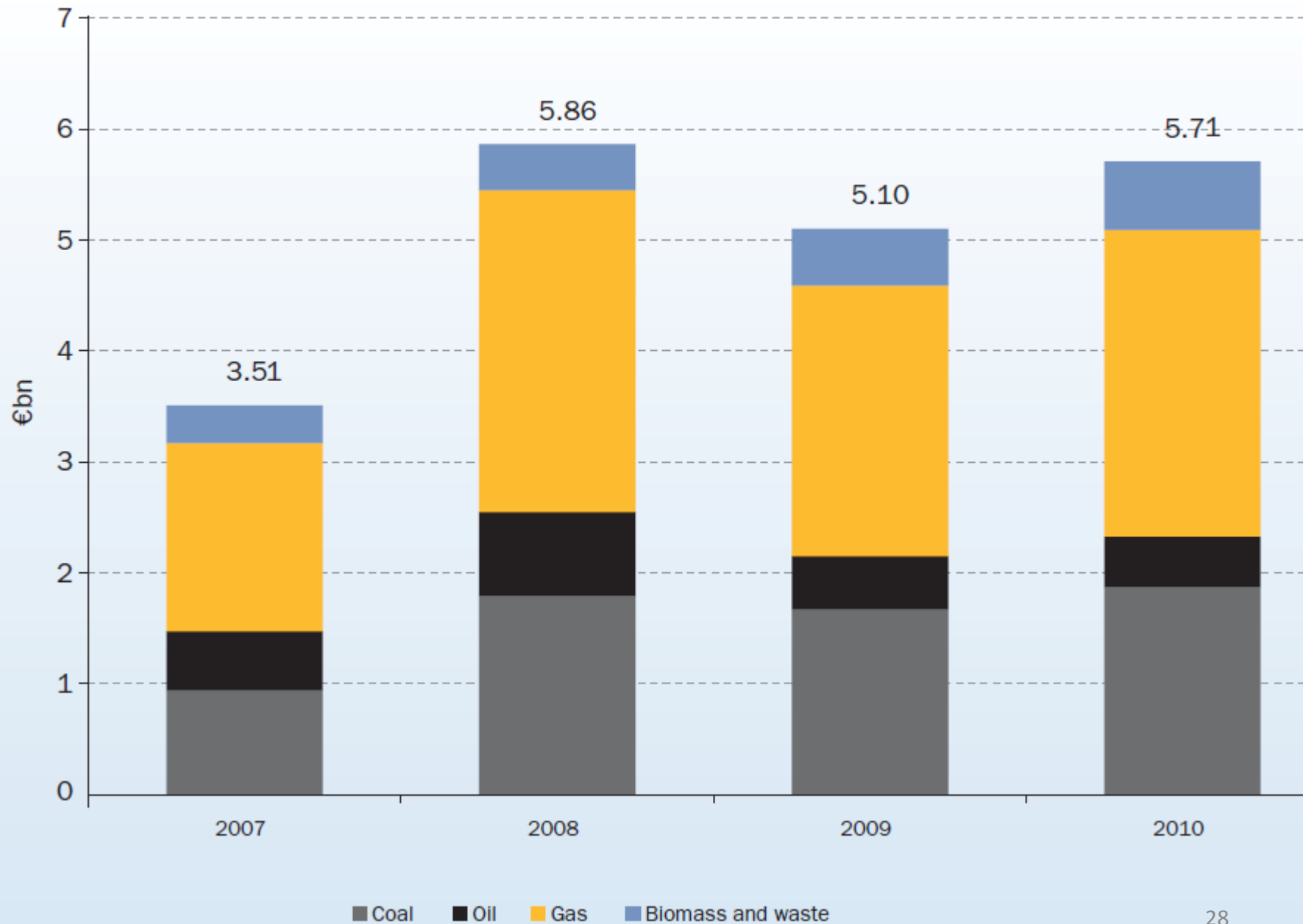
風力企業が納入した税は2010年3.59B€



	2007	2008	2009	2010
■ Corporate tax	1.12	1.32	1.59	1.66
■ Other taxes (taxes not linked to the corporate profit)	0.16	0.19	0.24	0.27
■ Total company taxes	1.28	1.51	1.83	1.92
■ Income tax	1.18	1.34	1.61	1.67
■ Total taxes	2.39	2.83	3.40	3.59

FIGURE 3.18 WIND ENERGY AVOIDED FUEL COSTS

燃料節約効果は2010年5.71B€



洋上風力で働く作業員の為の安全ガイドライン

洋上風力発電所での事故及び対策の特徴

- 1 陸上であれば、設備施設から逃げて陸上に避難すればよいが、洋上であれば海に逃げる他ないため、救出されるまでの間、洋上でのサバイバルが必要。
- 2 陸上であれば、直ちに消防車が来るが、洋上であれば初期消火で消せない場合、直ちに脱出することとなるため、その対策が必要。
- 3 陸上であれば、直ちに救急車が来るが、洋上であれば負傷者を搬送するための特別な対策が必要。

そのため、工事期間中、スタンバイ・ボート、緊急救命艇、緊急救命ヘリ、緊急搬送先の病院を確保しておく必要がある。

- 1 個々の下請け業者による対応でなく、一括して手配準備。
- 2 事故の全体推移を把握し、かつ各所に指示を出す中央司令部が必要。

洋上風車へのアクセスは、ケースごとに、船から直接移る方法、クレーンなど揺れを防ぐ船の装置から移る方法、ヘリから降下する方法から選択。

- Access not always possible because of weather conditions
- Three main alternatives for access:
 - Direct landing by use of vessel
 - Use of equipment to compensate for motion
 - Helicopter



Source: www.southboatssp.co.uk



Source: www.ampelmann.nl



Source: Repower

- Possible to have living quarters near the offshore wind farm to shorten travel time
 - Access to turbine still involves the same challenges

発生確率が高い事故とその要因

建設時のダメージ、火災、クレーンの衝突、海への転落、挟まれ事故、衝突、ケーブルのミスなど

- Damage to construction (rotor blades fall loose, the construction collapses)
- Fire
- Crane- and lift related incidents (Loss of - /damage to equipment)
- Diving accidents
- Occupational accidents (crush/squeeze injuries, fractures, head injuries, drowning etc.)
 - "Just bare luck that more serious accidents do not happen"
- Corrosion
- Cable rupture/cable displacement



Source: <http://www.telegraph.co.uk/>



Source: <http://wind-energy.gemzies.com/>



Source: outside-blog.away.com

これまで報告された事故の要因

日本からの報告(陸上風力);

- 1 雷
- 2 制御系の間違い
- 3 電気系統の間違いや短絡
- 3 駆動系の間違い
- 4 プログラムの間違い
- 5 氷の付着

世界の平均;

- 1 制御系の間違い、雷
- 2 設計ミス、材料ミス、部品の欠陥
- 3 嵐

	Paper by Nitschke et al. (2006)	Japanese report	www.windmonitor.de, last updated 2006
Lightning	24%	31%	4%
Storm	20%		5%
Icing	-	8%	3%
Design/material/ defect of parts	27%	-	37%
Failure elec.sys./ short circuit	8%	13%	-
Failure control system	-	21%	23%
Fire	7%	-	-
Failure-drive system	-	13%	-
Software	-	11%	-
Loosing of parts		-	3%
Grid failure	-	-	7%
Others	14%	-	11%
Unknown causes	-	-	7%

(Sharples and Sharples, 2010)

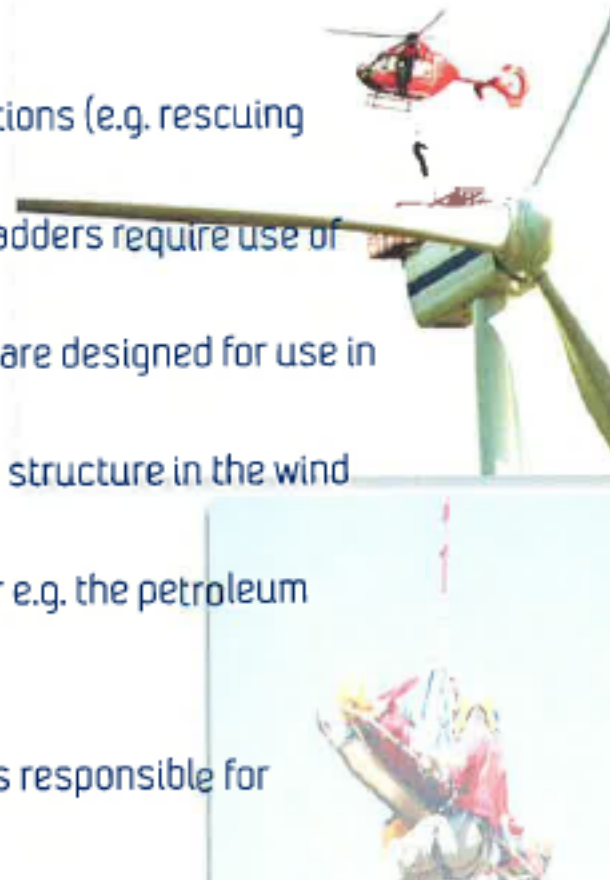
発生可能性が認識された事故

- Air collision
- Anchoring failure, (dynamic) positioning failure
- Bird strike
- Blade failure (falls off)
- Capsizing of vessel
- Diving incident
- Environmental impact
- Extreme weather conditions
- Falling object
- Fire
- Helicopter crash
- Human over board
- Ice throw
- Lightning
- Loss of remote control
- Mooring failure
- Occupational accident
- Pollution to sea
- Structural failure
- Vessel or drifting installation on collision course



洋上風力であるが故に、事故への対応を困難にする事例

- Accidents may not be discovered in time to prevent further damage
- Access to turbine and tower (e.g. to help sick or injured people) is limited
- Fire-fighting crews will have difficulties in getting access to the fire
- Generally, helicopter transport is risky. This will challenge rescues actions (e.g. rescuing persons from sea or evacuating from nacelle.)
- Evacuating injured person from nacelle is very challenging. Climbing ladders require use of both hands
- Impaired weather conditions may become challenging as few vessels are designed for use in significant waves over 2,5 meters.
- Floating objects in sea may be difficult to pick up because of the infra structure in the wind farm
- Unclear which rules will apply for rescue – will they be the same as for e.g. the petroleum industry?
- Many actors are involved in operations with offshore wind farms.
 - unclear whether the same regulations will apply to all and who is responsible for emergency management in which situations.



2013年12月、EWEAは、洋上風力で働く作業員のための安全ガイドラインを発表。

機器の設計段階で作業員の安全を考慮した設計とすること。

危機に対応した組織及び関係文書を作ること。

危機対応計画を策定すること。

作業員に訓練をさせること。

危機時に対処するための機材設備を備えておくこと。

リスクアセスメントを実施すること。

本格的な治療までの応急処置のための訓練と機材を用意すること。

洋上風力は、特に固有の危機時対応があること。

などが盛り込まれている。

Working the wind safety

Guidelines on emergency arrangements including first aid by EWEA December 2013

(全文仮訳by岩本 正確には原本に当たられたい。)

以下に述べるガイドラインの内容は、情報及び一般的なガイダンスのみを意図したものであり、アドバイスでもなく、全体を網羅しておらず、特定の行動の方向性も示していない。このガイダンスの内容に関連して、何らかの行動を取るか又は行動を控える前に、若しくはここに記載されている情報を実際に適用する前に、専門家の詳細な助言を入手されたい。

はじめに INTRODUCTION

以下に述べるガイドラインは、EWEA健康及び安全（Health and Safety; HSE）タスク・フォースの支援を受けてEWEAによって作成されたものである。陸上及び洋上の風力発電所の操業の際の「緊急時対応」（Emergency Arrangements）に関する基本的かつハイレベルの情報提供に関する一般的なガイドラインとして使用されるものであり、本ガイドラインはテクニカルドキュメントとは認識されていない。

本ガイドラインの対象は、EU及びEWEA会員の風力業界での雇用者を想定している。「緊急時対応」及び「応急処置（First Aid）」に関する本ガイドラインは、欧州の風力発電業界全体における最良行動を通じ、EU 指令 89/391/EEC第八条第一項を当面実施することを目指している。洋上における「緊急時対応」を計画する際には、関連する海洋及び洋上関係の規定を考慮しなければならない。

業界固有の最良行動は、業界内で連携された手続き及び共同受諾が行われることで、究極の風力エネルギーコストの削減につながる。これは、欧州の風力発電業界内でビジネスを行う外国企業に対しても、より安全な作業環境及びより良い雰囲気を提供することになる。

労働者の安全及び健康の改善を促進する措置の導入に関する欧州連合理事会指令(89/391/EEC) 第八条第1項よると、

○ 雇用者は、活動の性質かつ計画している及び/ 又は実施した事業のサイズに適応し、当面の第三者を考慮し、労働者の「応急処置」、消火、避難活動ために必要な措置を講じるものとする。

○ 雇用者は、外部のサービス提供者に対し、特に「応急処置」、緊急医療、救助作業及び消火に関しては、いかなる必要な連絡をも手配するものとする。

EU 指令 89/391/EEC は、国民の健康及び安全のための最低限の要件として EU 加盟国の健康及び安全に関する各国の規定に置き換えられてはいるが、EU加盟国の個々の規定が、健康及び安全に関するより詳細な追加要件を持つ場合があることに注意する必要がある。本ガイドラインに従うことが、そのまま各地域の規定の遵守義務から雇用者を免除されることにはならない。さらに、雇用者は、会社の方針とリスク アセスメントの結果に基づき、より厳格な措置を採る必要がある。

1 緊急時対応 EMERGENCY ARRANGMENTS

あらゆる雇用者は、従業員の健康及び安全に関する全ての予見可能なリスクを避け又は制限するため、合理的に期待されている全ての措置を取ることを法的に要求されている。更に加えて、あらゆる雇用者はまた、サイト上で従業員その他人々に事故が発生したとき、「応急処置」、消火、避難を行うため、かつ関連する外部緊急サービス事業者と連絡をとるため、適切な措置を実施することが期待されている。

つまり、雇用者が、事故を防止するために持っている全ての力を発揮している間、同時に、緊急事態が発生したときに備えた準備を行う必要があることを意味する。その準備は、以下に関連している。

- ・設備装置の据え付けの設計（例えば、正しい消火装置、代替の避難経路、緊急ブレーキ）
- ・文書及び組織（例えば、適切な緊急組織の立ちあげ、「応急処置」や緊急時に対応する人々の任命、避難計画、手続き）
- ・訓練及び教育（例えば、消火及び応急処置に対する訓練員、緊急時の手続き及び実践に関する教官）

本章は、緊急事態に備えて準備する際、考慮すべき緊急時対応及び注意すべき点に関し、欧州風力エネルギー業界への最小限の要求事項を記述している。そのため、各地域での各種規定、当局又は個々の顧客は、より詳細かつ/又は厳格な手配を行う必要がある。緊急手配の重要な点は、「応急処置」である。そのため、特定の「応急処置」に関するガイドラインは、別途、第2章に記述している。

1.1 設計 Design

予防対策は、緊急事態を回避する重要な鍵である。そのため、風車の所有者並びに風車の設計、建設及び運転に関与する全ての当事者は、全体と個々の対策が検討される前に、危険とリスクを設計によって軽減することで協力することが重要である。影響軽減戦略の最後のステップは、事故が発生した際、火災と闘い、火災を封じ込め、「応急手当」を行い、労働者及び負傷者を避難させ、そして救助することなどの措置を通じ、影響を制限することである。

緊急時対応は風力発電所の設計の際に組み込まれる。風力エネルギー・タービンは、最新版「EC機械指令」1) に準拠した最低限のものになろう。設計段階で考慮すべきポイントは、以下を含む：

- ・代替避難ルート；
- ・安全とは、労働者と負傷者の救出を意味する；
- ・安全とは、救助を意味する；
- ・緊急時の宿泊施設と非常食（例えば遠隔地及び洋上の場合）；
- ・負傷した人員を手当する手配(例えば遠隔地)；
- ・現場の人員、コントロールセンターの人員及び緊急サービス提供者との間での通信システム（必要時のバックアップ システムを含む)を用いた通信の確認。遠隔地及び洋上の場合、特別な注意が必要である。
- ・緊急時対応のための手配（例えば「応急処置」用品、座礁した場合の非常食及び機器設備）；
- ・緊急時の照明；
- ・緊急時の停止システム；
- ・警告標識（例えば、注意標識、機械安全標識、緊急脱出口標識等）、禁止標識、命令標識；
- ・火災の保護、火災や煙の検出及び警告のシステム（音響と視覚の双方）

1.2 文書及び組織 Documentation and organization

1.2.1 組織 Organization

プロジェクトの建設、運転及び廃止の各段階において、所有者（雇用主）と契約者は、全ての予見可能な緊急事態に対処するため、事前に定義された役割と責任に基づき、緊急時に対応するための組織を立ちあげる。

組織のレベル、緊急対応スタッフの数及び訓練内容と物資は、発生する危険とリスクに相応しいものとする。緊急対応スタッフはが受ける訓練と物資は、彼らの責務を適切に実行することができる数と組織されたものでなければならない。彼らの責務は、最低限、以下の内容で構成される。

- ・ 事故が発生した場合、「応急処置」を提供する。及び/又は；
- ・ 火災を目立たせて隔離し、事故の結果を隔離する。
- ・ 緊急時に警鐘を鳴らし、全ての従業員と他の人々を避難させる。

1.2.2 脱出及び避難マニュアル Escape and Evacuation Manual

風力発電所の全ての場所（風力タービン、高電圧ステーション、気象用マスト等）について、当該場所/設置内容に特化し、かつリスクアセスメントの結果に基づき、脱出経路、個人、視察者、来訪者などサイトにいる全ての人の避難及び救出の見通し、「応急処置」の見通し、緊急停止システム、火災検出消火システム等に関する全ての情報をマニュアルに記述しなければならない。

一般的なマニュアルは、供給される各タービンごとに、タービン製造企業 によって提供される。当該タービンマニュアルは、タービンのリスクを特定し、風力発電所の「脱出及び避難マニュアル」と整合性を持った脱出と避難に関する情報を含んでいる。

「脱出及び避難マニュアル」は以下の内容を含んでいる。ただし以下に限定されない：

- ・ 携帯用防火装置の場所
- ・ 「応急処置」用品の場所及び内容
- ・ 避難経路・ 特定個人防護装置及び降下設備を避難経路設備としての使用
- ・ 降下のための拘束設備が提供された場合、それを用いた救助設備の場所
- ・ 座礁した場合の非常用食料及び設備が提供された場合、その場所
- ・ 緊急降下装置が、永久的に設置されたものではないが、（もし存在する場合）、装置が稼働状態にあるときに如何に触れるか
- ・ ブロック装置を適用かつ撤去する指示と同様、安全な運転、適用及び撤去を含み、利用可能な緊急停止システム及び回転/上下左右の揺れを機械式でブロックする装置の説明
- ・ ストレッチャーを使用して負傷者を避難させる手順
- ・ すべての予見可能な緊急事態（避難と脱出を含む）。

1.2.3 緊急時対応計画 Emergency Response Plan; ERP

事業実施場所での全ての活動をカバーする緊急時対応計画（ERP）を、活動を開始する前に策定しておく必要がある。同じ場所で働く全ての関係者間のインターフェース及び同時に実施される活動間のインターフェースもカバーされている必要がある。サイト全体を対象とする緊急時対応計画を1つ作成し、かつ更新する必要がある。1つのサイトで複数の関係者が各々の緊急時対応計画を以て働く場合、個々のコントラクターの緊急時対応計画を持ち寄り、サイト全体をカバーするよう個々の計画を結合することで1つの計画を作成する。

緊急時対応組織、訓練を受けた人の必要な数及び緊急時対応訓練の必要なレベルを決定する際、場所、サイトへのアクセス容易性及び（タービン、高電圧拠点の）設置に対して配慮を行わなければならない。風力発電所は、しばしばアクセスが悪い遠方に設置され、緊急時のプロフェッショナル・サービスが対応するために必要な時間が増えている。さらに、（例えば、タービンやハブの）設置場所に安全にアクセスするため、緊急サービス担当者でさえ常に保持していない特別な訓練がしばしば要求される。このような場合、緊急時サービスに責任が引き渡されるまでの間、適切な医療を受け、命の維持が保証されるのに必要な高いレベルの訓練を受けた（応急手当が出来る）人員とプロ仕様の機材設備の存在が要求される。

各作業場はそれぞれ異なっているため、緊急時対応計画は、リスク評価に基づき、個々のタービン及びサイトに固有の計画を策定する必要がある。訓練された人材と可能性のある外部サービスからの即時反応を要求するシナリオが、異なる可能性がある。全ての手続き及び役割は、全ての可能性のあるシナリオごとに明確に定義される必要がある。あらゆる第三者機関又は外部の関係機関とは、事前にコミュニケーションを通じて合意しておく必要がある。

緊急時対応計画の要件は以下のとおり。ただし、これらに限定されない。

- ・ 緊急時対応のための措置及び資源
- ・ 作業場で発生する可能性があるシナリオ
- ・ 緊急時に対応する鍵となる全ての人員の業務、責任及び権限
- ・ 緊急時に関与する全ての内部又は外部の当事者をつなぐ通信回線及び通信番号
- ・ 緊急サービスを提供する全ての第三者機関の連絡先の番号
- ・ 潜在的な危険
- ・ サイトの場所に固有な最も重要な危険；

可能性のあるシナリオを策定するうえで以下を考慮する必要がある。

- ・ 放棄
- ・ 高所からの救助、例えばナセルのなかで負傷した人員
- ・ 低電圧（LV）装置又は高電圧（HV）装置の緊急ロック
- ・ 例えば変圧器又はスイッチギヤからの火災
- ・ 急性の病気や負傷した人員
- ・ 汚染

- ・ 極端な天候、例えば大雨と強風
- ・ 例えば、 戦争時に海に投棄された不発弾（UXO）
- ・ 例えば、容器及びタービンの衝突による主な衝撃損傷
- ・ 爆弾の脅威又はサボタージュ

緊急時に向けた訓練を行う必要がある。これらの訓練は、適切かつ効果的な緊急時の管理を担保するため、評価する必要がある。緊急時対応計画（ERP）を定期的に、かつ/または主要な事故発生後及び/又はニアミス発生後、かつ/または（例えば、人事、機器など）の変更後、レビューし、必要に応じて更新する必要がある。訓練、学習した教訓及び仕事の性質の変化は、これらの更新の際、考慮する必要がある。

緊急時におけるコミュニケーションの最後のステップとして、緊急事態においてマスコミや他のステークホルダーとのコミュニケーションの接点を確保しておくことを推奨する。

1.2.3.1 洋上風力 Offshore

洋上風力発電所での緊急時対応計画（ERP）自体は別にして、洋上風力発電所で使用されるそれぞれの船舶は、国際海事機関（International Maritime Organization; IMO）の規定に従った緊急時対応計画（ERP）を持っておく必要がある。洋上風力発電所の場合、洋上の設置構築物の近傍であるという場所の特性は、緊急事態の際は助力となることを緊急時対応計画（ERP）に盛り込んでおくべきである。緊急時の対応及び協力に関する計画は、海上保安庁（Coast Guard）と十分コミュニケーションを図り、かつ合意しておく必要がある。協力に関する計画は、外部からの支援が必要とする全ての手配及び手続きについて、活動を行う前に、宣言しておく必要がある。

洋上風力発電所の緊急時対応計画（ERP）が考慮すべき点は、以下の内容を含む。

- ・ タービンの放棄；
- ・ 関連する緊急時の手順；・ 医療避難（Medevac）に関する手順；
- ・ 船舶から海に避難する手続き；
- ・ 「応急手当」など緊急時における責任の所在；
- ・ 船上での避難経路；
- ・ 船舶どうしの衝突又は座礁；

- ・指示命令系統を失った船舶；
- ・汚染；
- ・極端な天候；・船舶上の緊急装置；
- ・物質安全性データシート（Material Safety Data Sheets）に基づく全ての化学薬品及び燃料に関する概要の提供；
- ・海への緊急ダイビング（当てはまる場合）；
- ・乗船員の外見に関する特徴；

1.3 訓練 Training

緊急時には、全ての人員は、自らに期待されることを十分に認識しなければならない。全ての人員を十分に訓練し、緊急時対応計画（ERP）に準拠して緊急事態に応じて各自の責務を実行すること、並びにサイト上の全ての人員（労働者又は視察者）に対して、それぞれの場所に応じた緊急時の手配（例えば警告信号、避難経路、消火設備の場所、集合場所）について知らせることは、雇用者の責任である。

オンサイトで作業する全ての当事者は、演習に参加することが期待されている。訓練及び演習の実施は、全ての要員に対し、自らの役割に精通させ、実際の緊急事態に備えて準備させることができるという点で重要である。さらに、既存の手順が満足なものかどうか、そして新しい手順の検証結果を示してくれる。

訓練区域には、短く、かつ簡単な訓練（例えば、視察者に対する基礎的な認識）、一般的な訓練（例えば、全ての要因に対する救急訓練）、専門的な訓練（例えば、緊急の場合に特別な責任を持つこととなる鍵となる要員）、チームの訓練（例えば、危機マネジメントチーム）を含めることができる。

リスクの低い仕事のため、いかなる時点であっても現存する作業員の正規の人数のなかで、少なくとも十分な数の消火訓練を受けた人員を確保していることを推奨する。もし、リスクアセスメントにより、火災のリスクや緊急避難の必要性が高いことが特定された場合、消火と避難訓練を受けた人員の数は、全ての現存する作業員が、効果的かつ迅速に避難できるだけの数が存在している必要がある。あらゆる場合でも、十分な対応を行うため、訓練された十分な数の人員が確保されていなければならない。

訓練された人員の必要数及び訓練に要求されるレベルを特定する際に考慮すべき要素がある。

- ・ 識別危機及びリスク

- ・ サイトの場所
- ・ プロフェッショナル緊急時サービスが提供されるまでの期待時間
- ・ 休日の範囲
- ・ 負傷した応急処置者/緊急対応者（作業者が、追加的に FA/ER の役割を担う場合）

1.3.1 洋上風力 Offshore

緊急事態対応訓練中は、洋上風力サイトへのアクセス及び待避に使用する船舶及びその他の手段（例えばヘリコプター）を用いて訓練することを推奨する。有効な訓練及び認定に加え、洋上風力発電プロジェクトに固有の訓練を追加的に受ける必要がある。

1.4 設備 Provisions

緊急時用の機材設備（例えば、消火装置、緊急時用の避難及び救助設備、担架）の場所は明確に識別され、アクセス可能である必要がある。これらの機材設備は、法的要件、製造元又はサプライヤーの要求内容及びそれら会社の方針並びにリスク アセスメントに基づき、定期的にチェックされ維持される必要がある（例えば、設備の劣化、有効期限、故障の有無などのチェック）。関連する証明書は別として、緊急時用の機材設備のメンテナンス文書は、保管されている必要がある。このメンテナンス文書は、現時点での緊急時用の機材設備の概要、メンテナンスの責任を持つ人員、メンテナンス計画を含んでいる必要があるが、必ずしもそれだけに限定されない。

2 応急処置 FIRST AID

応急処置は、“事故や急病の際における即時の初期治療の提供”として定義される。ほとんどの場合、応急処置は、専門家が引き継ぐまでの間、訓練され、認められている有効な証明書を保持している非専門家によって成される。効果的な応急処置は、負傷による深刻度を減らすし、命を救う。重要な要素は、緊急サービスに引き継ぐまでの間、生命を維持することである。

EU 指令 89年/391/EEC に従い、雇用者は、“応急処置、消火、作業者の避難のために必要な措置を取ること”及び“想定される特定の危険の大きさを考慮した上で、そのような措置を実行するために必要な作業者の数、作業者が利用可能な設備と彼らの訓練内容が、適切に準備されていること”という内容の法的義務が課されている。

2.1 リスクアセスメント Risk assessment

雇用者は、応急処置に対応する要員及び作業場での設備からの要請に基づき、ガイドラインを提供するため、応急処置リスクアセスメントを遂行する義務がある。雇用者は、応急処置、消火及び作業者の避難を実施するため、それらの措置を実施するために必要な作業者を確定すること、応急処置に必要な人数を記録すること、必要な場所に必要な応急処置設備を確保することが法的に要求されている。雇用者は、応急処置リスクアセスメントを行っている間、作業場で発生するであろう危険とリスクを検討し、それらのリスクを軽減するための行動を提供する必要がある。

応急処置リスク アセスメントは、少なくとも、以下の点を考慮しなければならない。

- ・ 組織の大きさ（例えば、サイト上に同時に存在する人数）
- ・ サイトの場所
- ・ 当該サイトに緊急サービスが提供されるまでの時間
- ・ 作業場で実施される作業の種類
- ・ 脆弱性のあるグループ（例えば、若い作業員、妊娠中の女性、視察者、特別なニーズを持つ人々 等）
- ・ 作業場での危険とリスク
- ・ 遠く離れたサイトでの作業
- ・ 作業員が 1 人だけで作業しているか、又はチームで作業しているか
- ・ 休暇旅行の要求
- ・ 異なる関係者がそのサイトで作業している場合
- ・ 過去に派生した事件
- ・ 作業場での負傷の可能性
- ・ 作業場で必要とされる応急処置設備の必要なレベル
- ・ いかなる時間帯であっても応急処置を行う者が責務を遂行するために十分な冗長性。

2.1.2 洋上風力 Offshore

洋上風力エネルギープロジェクトは、洋上風力エネルギープロジェクトに比べ、より複雑でチャレンジングであるため、より確固たるリスクアセスメントが要求されている。洋上風力発電所では、応急処置リスク アセスメントを行う際、極端な天候や極端な海洋条件（例えば、高波を発生させる嵐や強風）など付加的な要因を考慮する必要がある。

プロジェクトの特殊性、プロジェクトの大きさ及びその場所に応じて個々人への追加的訓練が要求される。洋上風力プロジェクトのそれぞれのフェーズごとに異なる対応が要求されるため、それぞれのフェーズごとに検討がなされなければならない。例えば、建設フェーズでは、サイト上に十分な船舶と人員が存在するため、応急処置設備は十分である。だが、運転フェーズでは、通常、船舶数は少ないため、緊急時の応急処置の際には、個々人はより自分自身で対応することを求められる。

時間についても、検討すべきもう1つの重要な要因である（例えば、海岸に到達するために必要な到着時間、医療援助が到着するために必要な時間）。さらに、内部人員と外部人員・外部関係者との間の協力と調整についても検討する必要がある。負傷した人々は、専門家の救助が到着するまでの間、いかなる時間帯、いかなる緊急事態であっても、訓練された人員が提供する応急処置治療によって扱われなければならない。

2.2 応急処置実施者 First aiders

全ての雇用者は、十分な人数の応急処置実施者を確保することが求められる。応急処置を専門に実施する者は、作業時間中、容易に識別/認識ができるようにしておく必要がある。低リスクの活動を実施する間、2.1 に記載されている条件をカバーするのに十分な応急処置実施者を確保する必要がある。応急処置リスクアセスメントの結果によれば、組織内部において高いリスクが存在することを示している。雇用者は、サイト上での応急処置に必要な全ての正確かつ実用的な連絡先のリストを持っている必要がある。訓練された人員の必要数及び要求される訓練のレベルを決定する際、以下の要因を考慮しなければならない。

- ・ 特定された危険及びリスク
- ・ サイトの場所
- ・ プロフェッショナル緊急時サービスが提供されるまでの期待時間・ 休日の範囲
- ・ （追加的に FA/ER の役割を持つ作業者のケース）応急処置実施者/緊急対応者が負傷した場合。

2.2.1 洋上風力 Offshore

洋上風力発電所サイトは遠く離れた場所にあるため、人々が自分の身は自分で守るという高いレベルの自立性が要求される。大部分のタービンは、人が駐在しない構造物とみなされる。このことから、洋上風力発電所で働く全ての人員に対し、基本的な応急処置訓練を含む、高いレベルの訓練が要求される。洋上風力発電所が、人が駐在する構造物（例えば宿泊施設プラットフォーム）を含んでいた場合、リスクアセスメントに基づき、訓練された救急救命士が駐在しなければならない場合がある。この場合、船舶は、人が駐在できる構造物とは扱われない。

2.3 設備機材 Provisions

作業場には、明確に認識可能かつアクセス可能な箱に入れた応急処置用の設備機材が設置されていなければならない。応急処置箱の中身は定期的にチェックされ、かつ保持される必要がある（例えば、設備の劣化、有効期限、完全性などのチェック）。応急処置用機材のメンテナンス文書が、備え付けられていなければならない。そのメンテナンス文書には、現在箱に入っている応急処置用機材の概要、メンテナンスを担当する人員及びメンテナンス計画が含まれなければならないが、これらに限定されない。

応急処置箱に入っている内容物及び設備機材は、応急処置リスクアセスメントによって見いだされた事に基づいている。さらに、次の点を考慮しなければならない。

- ・ 除細動器（AED）
- ・ 基本的な応急処置キット（それは、通常直面するリスクの種類やその応急処置が対処すべき人々の数に応じ、国家が求める内容に従って異なる）
- ・ 応急処置トラベル キット
- ・ 処理に適した範囲
- ・ 救助活動を促進するのに適した応急処置用品の拡張版
- ・ （環境条件を考慮した） サバイバル キットなど追加的な設備機材。

2.2.1 洋上風力 Offshore

洋上風力の作業に用いられる船舶には、少なくとも、応急処置用の設備機材として船に搭載が法的に義務化されているものを積んでおく必要がある。搭載する設備機材は、応急処置リスク アセスメントの結果に基づき（2.1 章参照）、船舶が用いられる特殊な活動の求めに応じて、補われる。

2.4 訓練に求められるもの Training requirements

雇用主は、リスクアセスメントを実施し、作業員に対し、彼らが作業中に直面するかもしれない危険とリスクを知らせる責任がある。さらに、雇用者は、応急処置実施者が、訓練規範を認識して十分な訓練を受けていること及び作業開始前に有効かつ認識された証明書を保持していることを確認する必要がある。訓練は、作業場で事故/事件が発声した後に必要な応急処置を提供するために最適なものである必要がある。もし可能なら、人員に対して産業固有の訓練を与えることは最良の策と考えられている。

さまざまな国で、個人で雇われて働く作業者は、ある国の当局で認められた証明書は、必ずしも別の国の当局では認められない。（一般的に）ある人員を別の国に配置異動させようとするときは、雇用者は、訓練の結果得た許可証が認められるかどうか、当該地域の当局に相談されることを推奨する。

業務内容に固有のリスクアセスメントを行った結果、追加的な要求事項を求められることがある。風力タービン発電機の内部及び周辺に固有の活動を行おうとする際、追加的な訓練が求められる事がある。（例えば、水力学や高電圧又は低電圧のような危険なエネルギーを扱う作業、化学品を扱う作業、低体温症患者を扱う作業、そしてハーネスサスペンション後の作業）電気設備を設置する作業者は電気ショックや火傷を扱うための追加的な訓練が必要である。

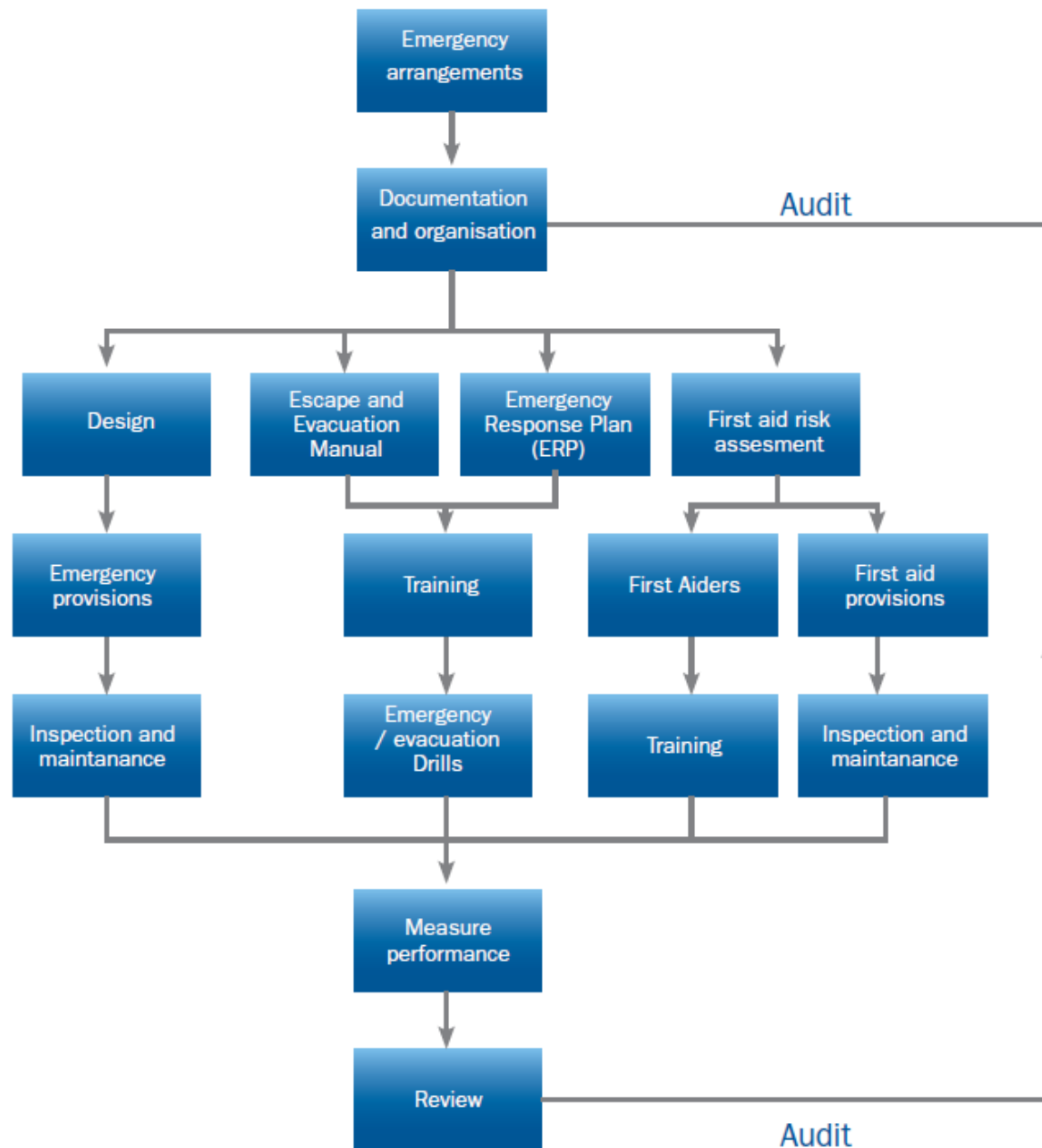
応急処置の訓練は、少なくとも以下のトピックを扱わなければならない。

- ・ 基本的な生命維持および蘇生（心肺機能蘇生法（CPR）及び ERC のガイドラインに沿った口から口への蘇生術）
- ・ 無意識
- ・ ショック
- ・ 骨折
- ・ 火傷
- ・ 出血、創傷被覆のコントロール
- ・ 窒息
- ・ 些細な傷害に対する応急処置
- ・ 一般的な病気、発作、目のけが、心臓発作

3 さいごに SUMMARY

全てのマネジメントシステムに関して、常に改善することを目指し、全ての手続きのパフォーマンスを測定し、レビューし、システムのなかの全ての箇所を監査し、更新し、改善することが重要である。

EU 指令 89年/391/EECに沿って風力産業で働く作業員に課される義務及びそのガイドラインをフローチャートにして以下に要約する。実際には、さまざまな国の個々のプロジェクトには、さまざまなコミュニケーション・ラインがある。



4 出典 SOURCES

- ・ 安全及び健康の労働者の改善を奨励する措置の導入に関する理事会指令 (89/391/EEC)
- ・ 欧州議会及び機械に関する評議会指令 2006/42/EC
 - ー 機械にとって要求される本質的な健康と安全の調和のための規則に関する基盤を提供するもの。

それぞれのEU 加盟国に適用される規定を確認ありたい。各国の規定には追加的な詳細と要件が含まれている。

EWEA/ HSEタスクフォースのメンバー（略）：