

Renewable Energies

انرژی های تجدید پذیر

Wind Turbines

توربین های بادی

انرژی تجدید پذیر چیست؟

- انرژی تجدید پذیر به نوعی از انرژی می‌گویند که بر خلاف انرژی تجدیدناپذیر **قابلیت بازگشت مجدد** را به طبیعت دارد.
- در سال‌های اخیر با توجه به این که منابع انرژی تجدید ناپذیر رو به اتمام هستند این منابع مورد توجه قرار گرفته‌اند.
- در سال ۲۰۰۶ حدود ۱۸٪ از انرژی مصرفی جهانی از راه انرژی‌های تجدید پذیر بدست آمد.
- استفاده از انرژی بادی با رشدی سالانه حدود ۳۰٪ با ظرفیت نصب شده ۱۵۷۹۰۰ مگاوات در سال ۲۰۰۹، به صورت وسیعی در اروپا، آسیا و ایالات متحده به چشم می‌خورد.
- در پایان سال ۲۰۰۹ میلادی مجموع انرژی تولیدی به وسیله **فتوولتائیک** به بیش از ۲۱۰۰۰ مگاوات رسید.

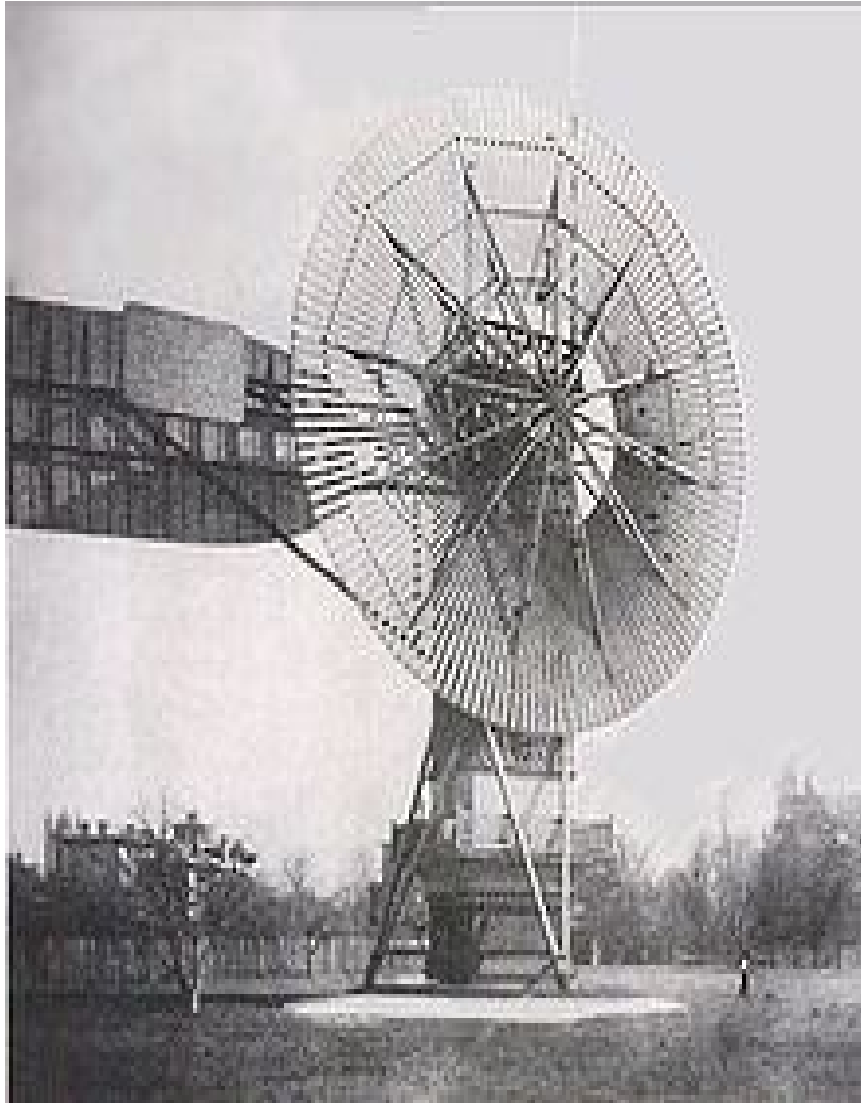


انواع مهم انرژی های تجدید پذیر



- انرژی بادی
- انرژی خورشیدی
- انرژی آبی
- انرژی زمین گرمایی
- انرژی زیست توده

انرژی بادی



- منشا باد یک موضوع پیچیده است. از آنجاییکه زمین بطور نامساوی به وسیله نور خورشید گرم می شود بنابراین در قطبها انرژی گرمایی کمتری نسبت به مناطق استوایی وجود دارد همچنین در خشکیها تغییرات دما با سرعت بیشتری انجام می پذیرد و بنابراین خشکیها ی زمین نسبت به دریاها زودتر گرم و زودتر سرد می شوند. این تفاوت دمای جهانی موجب به وجود آمدن یک سیستم جهانی تبادل حرارتی خواهد شد که از سطح زمین تا هوای کره، که مانند یک سقف مصنوعی عمل می کند، ادامه دارد.
- بیشتر انرژی که در حرکت باد وجود دارد را می توان در سطوح بالای جو پیدا کرد جایی که سرعت مداوم باد به بیش از ۱۶۰ کیلومتر در ساعت می رسد و سرانجام باد انرژی خود را در اثر اصطکاک با سطح زمین و جو از دست می دهد.
- یک برآورد کلی نشان می دهد که ۷۲ تراوات (TW) انرژی باد بر روی زمین پتانسیل تبدیل شدن به انرژی الکتریکی را دارد و این مقدار قابل ترقی نیز هست.

انواع باد

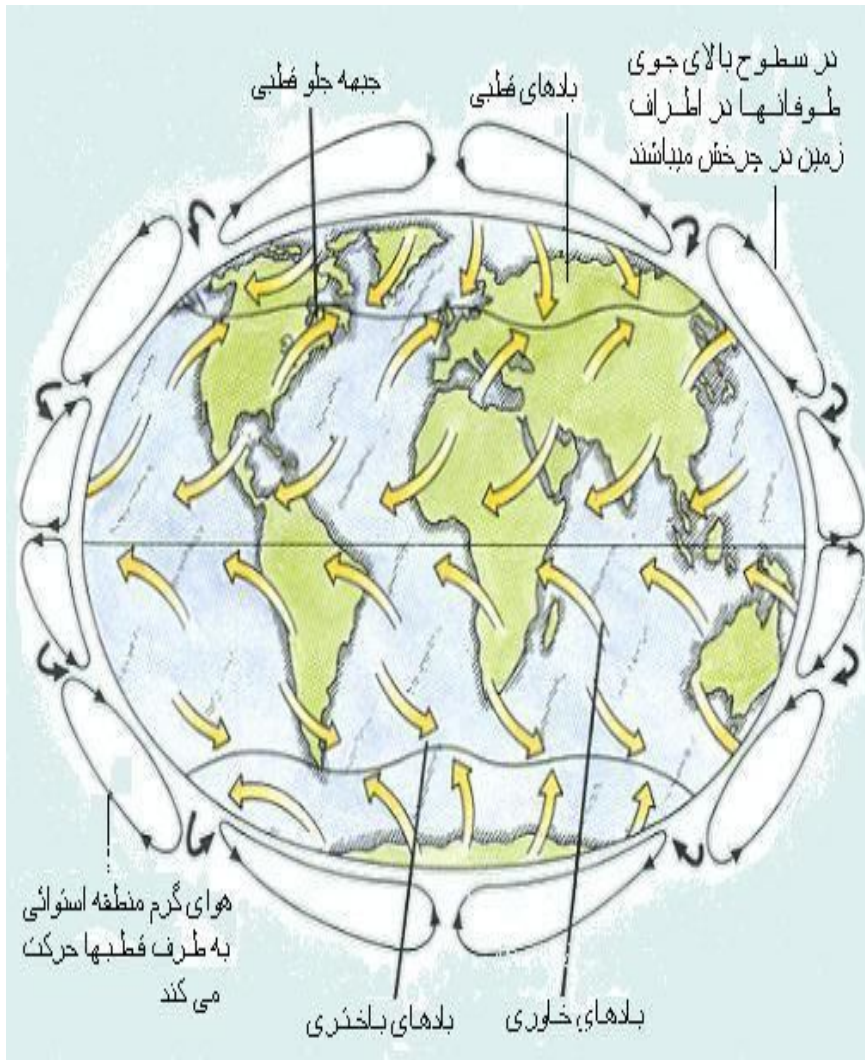
- نیروهای صفر تا ۲ : سرعت باد تا ۱۱ کیلومتر (صفر تا ۷ مایل) در ساعت ؛ هوا آرام یا دارای حرکت آهسته بوده و همراه با غبار و حرکت آهسته برگها می باشد.

- نیروهای ۳ تا ۴ : سرعت باد از ۱۲ کیلومتر (۸ مایل) در ساعت تا ۲۹ کیلومتر (۱۸ مایل) در ساعت می باشد. نسیم یا باد متوسط وجود دارد که پرچمها را به هم می زند، کاغذها را به هوا بلند می کند و به اطراف می برد و برگها و شاخه های کوچک درختان را حرکت می دهد.

- نیروهای ۵ تا ۶ : سرعت باد از ۳۰ کیلومتر (۱۹ مایل) در ساعت تا ۵۰ کیلومتر (۳۱ مایل) در ساعت است. باد نیمه قوی یا قوی وجود دارد و درختان کوچک و شاخه های بزرگ به حرکت در می آیند و اشیاء سبک در سطح زمین به اطراف پرتاب می شوند.

- نیروهای ۷ تا ۹ : سرعت باد از ۵۱ کیلومتر (۳۹ مایل) تا ۸۷ کیلومتر (۵۴ مایل) در ساعت است. تند باد یا طوفان شدید وجود دارد. تمام درختان تکان می خورند، شاخه ها می شکنند و دودکشها و سقفهای خانه ها از جا کنده می شوند.

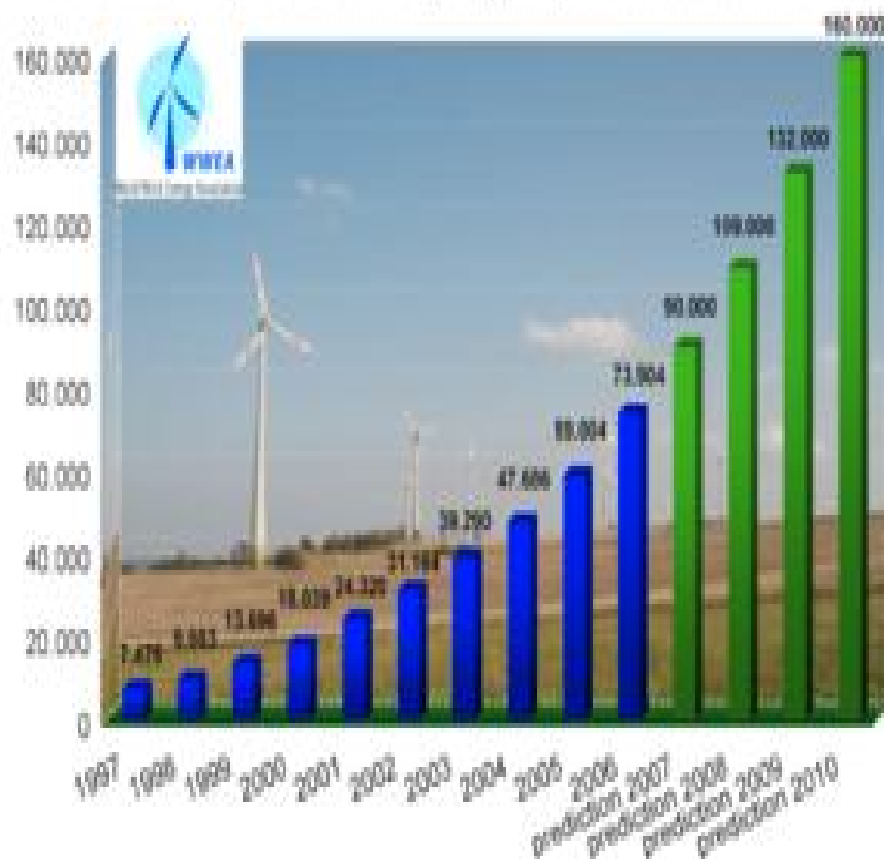
- نیروهای ۱۰ تا ۱۲ : سرعت باد از ۸۸ کیلومتر (۵۵ مایل) در ساعت تا بیش از ۱۱۸ کیلومتر (۷۴ مایل) در ساعت می باشد. طوفان یا طوفان شدید وجود دارد. درختها از ریشه کنده می شوند و خرابیهای گسترده ایجاد می شود.



توان بادی

- منظور از توان بادی تبدیل انرژی باد به نوعی مفید از انرژی مانند انرژی الکتریکی است که این کار به وسیله توربین‌های بادی صورت می‌گیرد.

World Wind Energy - Total Installed Capacity (MW) and Prediction 1997-2010



- در سال ۲۰۰۶ میزان ظرفیت تولیدی برق بادی در سراسر جهان برابر ۷۳,۹ گیگاوات بود. گرچه این میزان چیزی در حدود یک درصد از کل انرژی الکتریکی تولیدی در جهان محسوب می‌شد اما در طول بازه زمانی بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۶ تقریباً چهار برابر شده‌است.

- انرژی بادی در مقادیر زیاد در مزارع بادی تولید و به شبکه الکتریکی متصل می‌شود.

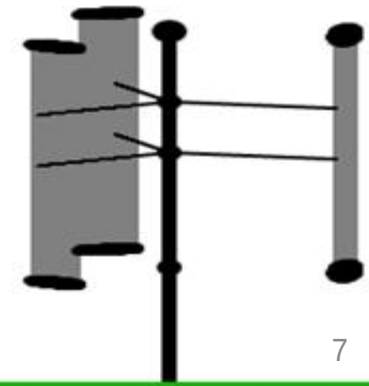
- از توربین‌ها در تعداد کم معمولاً فقط برای تامین برق در مناطق دور افتاده استفاده می‌شود.

- اما از جمله دلایل تمایل کشورها برای افزایش ظرفیت تولید برق بادی مزایای بسیار زیاد این روش تولید انرژی الکتریکی است چراکه انرژی بادی فراوان، تجدیدپذیر و پاک است.

توربین بادی



- توربین بادی، وسیله‌ای برای تبدیل انرژی جنبشی باد به انرژی مکانیکی است.
- توربین‌های بادی در دو نوع با محور افقی و یا با محور عمودی ساخته می‌شوند.
- توربین‌های بادی کوچک برای کاربردهایی مانند شارژ کردن باتری‌ها و یا توان کمکی در قایق‌های بادبانی مورد استفاده قرار می‌گیرند، در حالی که توربین‌های بادی بزرگتر با چرخاندن ژنراتور، به عنوان یک منبع تولید انرژی الکتریکی به‌شما می‌روند.



انواع توربین های بادی



- الف - توربین های بادی با محور چرخش عمودی
- این توربین ها از دو بخش اصلی تشکیل شده اند: يك میله اصلی که رو به باد قرار می گیرد و میله های عمودی دیگر که عمود بر جهت باد کار گذاشته می شوند.
- این توربین ها بسیار ساده بوده و همچنین بازده پایینی نیز دارند.
- یکی از مزایای این سیستم وابسته نبودن آن به جهت وزش باد می باشد.

انواع توربین های بادی

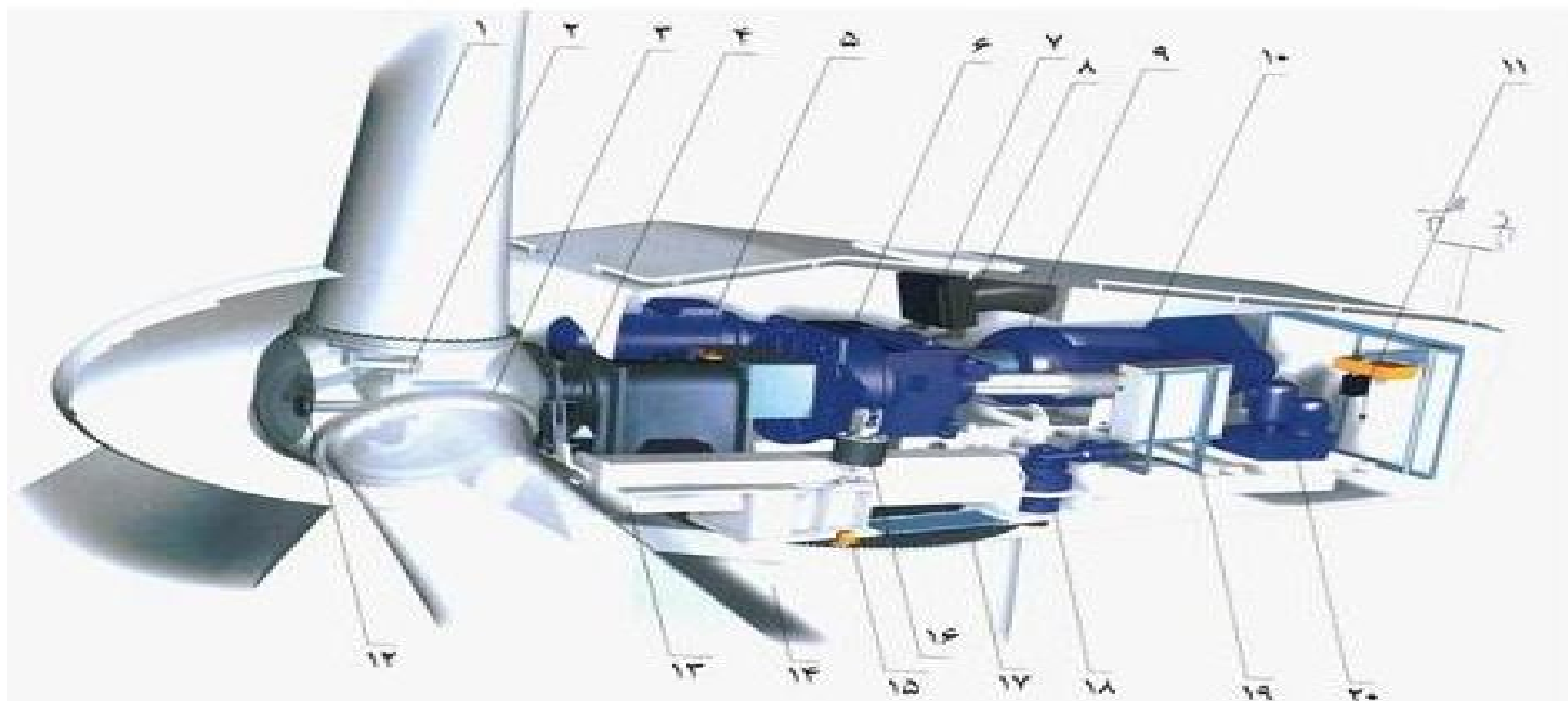


- ب - توربین های بادی با محور چرخش افقی
- این توربین ها نسبت به مدل محور عمودی رایج تر بوده همچنین از لحاظ تکنولوژیک نیز پیچیده تر و گران تر می باشند.
- ساخت آن ها مشکل تر از نوع محور عمودی بوده ولی راندمان بسیار بالایی دارند.
- در سرعت های پایین نیز توانایی تولید انرژی الکتریکی را داشته و توانایی تنظیم جهت و قرار گرفتن در مسیر وزش باد را نیز دارند.
- این توربین ها 3 و یا در مواردی 2 پره می باشند که روی یک برج بلند نصب می شوند. این پره ها همواره در جهت وزش باد قرار می گیرند.

ساختمان توربین بادی



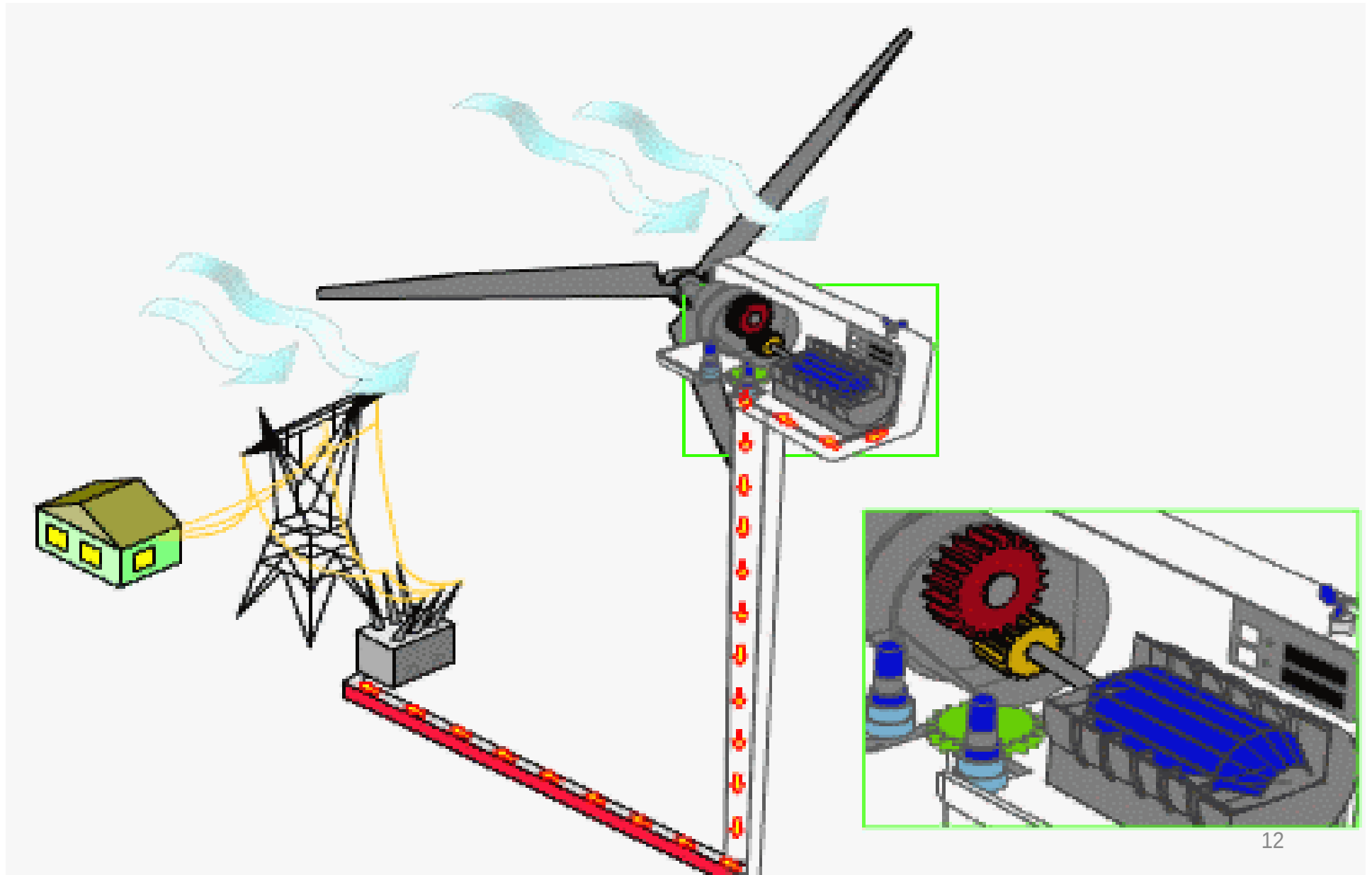
ساختمان توربین بادی



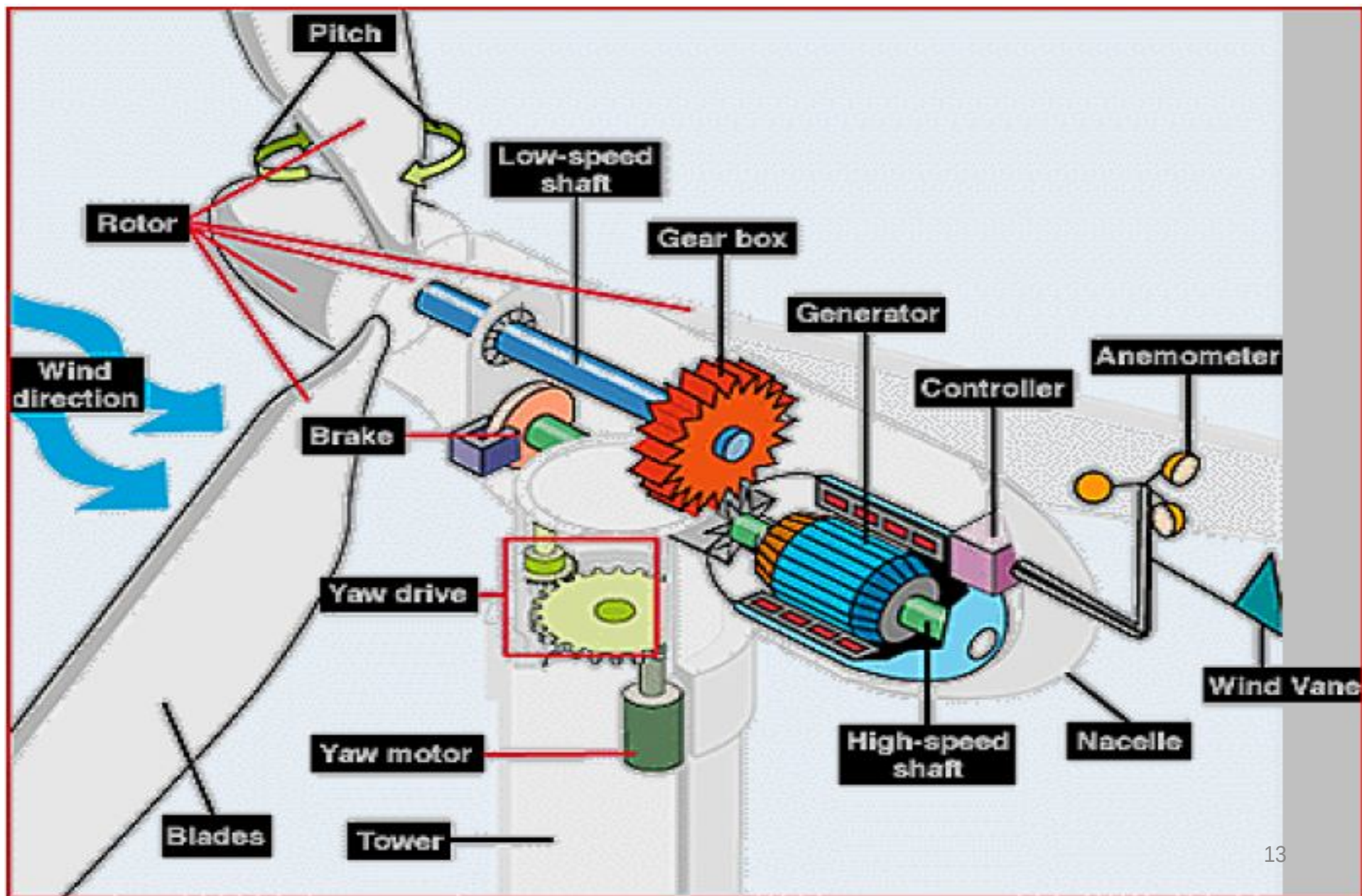
- ۱۱- بالابر
- ۱۲- چک Pitch (تنظیم زاویه پره)
- ۱۳- شاسی
- ۱۴- برج
- ۱۵- کنترل Yaw (تنظیم زاویه توربین)
- ۱۶- دسته گیربکس
- ۱۷- چرخ دنده Yaw
- ۱۸- گیربکس Yaw
- ۱۹- سیستم کنترل فوقانی VMP
- ۲۰- واحد هیدرولیک

- ۱- پره
- ۲- توپی پره (Hub)
- ۳- یاتاقان (Bearing)
- ۴- محور اصلی
- ۵- مولد ثانویه (مدل ۲۰۰ / ۶۶۰)
- ۶- گیربکس
- ۷- ترمز دیسکی
- ۸- خنک کن روغن
- ۹- محور گاردان
- ۱۰- مولد اصلی

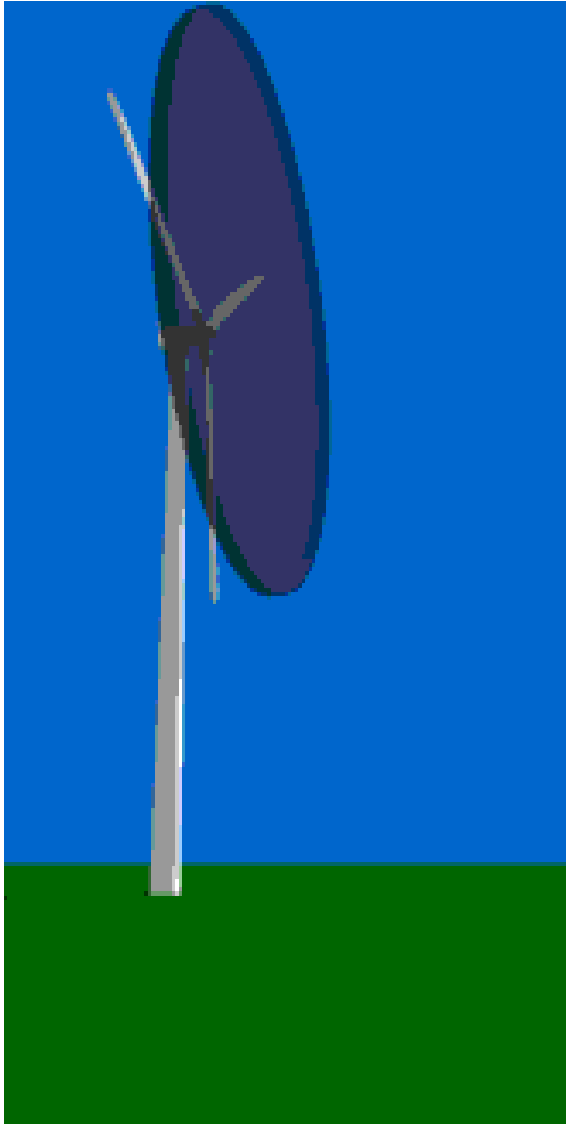
ساختمان توربین بادی



ساختمان توربین بادی



ساختمان توربین بادی



© 1998 www.WINDPOWER.org

- 1- باد سنج (Anemometer): این وسیله سرعت باد را اندازه گرفته و اطلاعات حاصل از آنرا به کنترل کننده ها انتقال می دهد.

- 2- پره ها (Blades): بیشتر توربین ها دارای دو یا سه پره می باشند. وزش باد بر روی پره ها باعث بلند کردن و چرخش پره ها می شود.

- 3- ترمز (Brake): از این وسیله برای توقف روتور در مواقع اضطراری استفاده می شود. عمل ترمز کردن می تواند بصورت مکانیکی ، الکتریکی یا هیدرولیکی انجام گیرد.

- 4- کنترلر (Controller): کنترلر ها وقتی که سرعت باد به 8 تا 16 مایل بر ساعت میرسد ماشین را، راه اندازی می کنند و وقتی سرعت از 65 مایل بر ساعت بیشتر می شود دستور خاموش شدن ماشین را می دهند. این عمل از آن جهت صورت میگیرد که توربین ها قادر نیستند زمانی که سرعت باد به 65 مایل بر ساعت می رسد حرکت کنند زیرا ژنراتور¹⁴ به سرعت به حرارت بسیار بالایی خواهد رسید.

ساختمان توربین بادی

- 5- گیربکس (Gear box) :چرخ دنده ها به شفت سرعت پایین متصل هستند و آنها از طرف دیگر همانطور که در شکل مشخص شده به شفت با سرعت بالا متصل می باشند و افزایش سرعت چرخش از 30 تا 60 دور بر دقیقه به سرعتی حدود 1200 تا 1500 دور بر دقیقه را ایجاد می کنند. این افزایش سرعت برای تولید برق توسط ژنراتور الزامیست. هزینه ساخت گیربکس ها بالاست درضمن گیر بکس ها بسیار سنگین هستند. مهندسان در حال انجام تحقیقات گسترده ای می باشند تا درایو های مستقیمی کشف نماید و ژنراتورها را با سرعت کمتری به چرخش درآورند تا نیازی به گیربکس نداشته باشند.

6- ژنراتور (Generator) : که وظیفه آن تولید برق متناوب می باشد.

7- شفت با سرعت بالا (High-speed shaft) : که وظیفه آن به حرکت در آوردن ژنراتور می باشد.

8- شفت با سرعت پایین (Low-speed shaft) : روتور حول این محور چرخیده و سرعت چرخش آن 30 تا 60 دور در دقیقه می باشد.

9- روتور (Rotor) : بال ها و هاب به روتور متصل هستند.

10- برج (Tower) : برج ها از فولاد هایی که به شکل لوله درآمده اند ساخته می شوند. توربین هایی که بر روی برج هایی با ارتفاع بیشتر نصب شده اند انرژی بیشتری دریافت می کنند.¹⁵

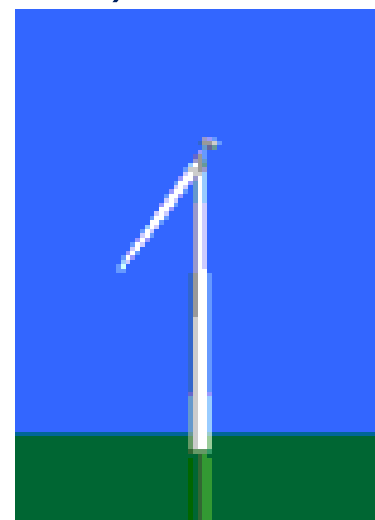
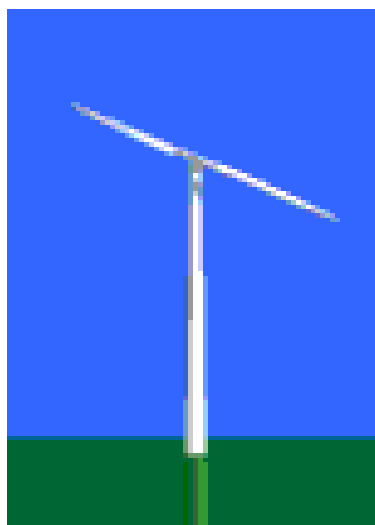
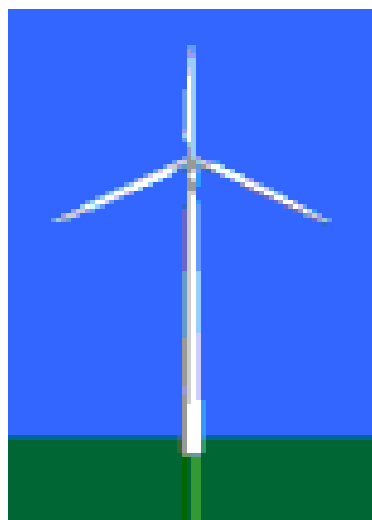
ساختمان توربین بادی

11- جهت باد (Wind direction) : توربین هایی که از این فن آوری استفاده می کنند در خلاف جهت باد نیز کار می کنند در حالی که توربین های معمولی فقط جهت وزش باد به پره های آن باید از روبرو باشد.

12- باد نما (Wind vane) : وسیله ای است که جهت وزش باد را اندازه گیری می کند و کمک می کند تا جهت توربین نسبت به باد در وضعیت مناسبی قرار داشته باشد.

13- درایو انحراف (Yaw drive) : وسیله ایست که وضعیت توربین را هنگامیکه باد در خلاف جهت می وزد کنترل می کند. اما زمانی که باد در جهت توربین می وزد نیازی به استفاده از این وسیله نمی باشد.

14- موتور انحراف (Yaw motor) : برای به حرکت در آوردن درایو انحراف مورد استفاده قرار می گیرد.



توان پتانسیل توربین

- انرژی موجود در باد را می‌توان با عبور آن از داخل پره‌های و سپس انتقال گشتاور پره‌ها به روتور یک ژنراتور استخراج کرد. در این حالت میزان توان تبدیلی با تراکم باد، مساحت ناحیه جاروب شده توسط پره و مکعب سرعت باد بستگی دارد. به این ترتیب میزان توان قابل تبدیل در باد را می‌توان به این ترتیب به دست آورد:

$$P = \frac{1}{2} \alpha \rho \pi r^2 v^3$$

که در این فرمول :

P توان تبدیلی به وات

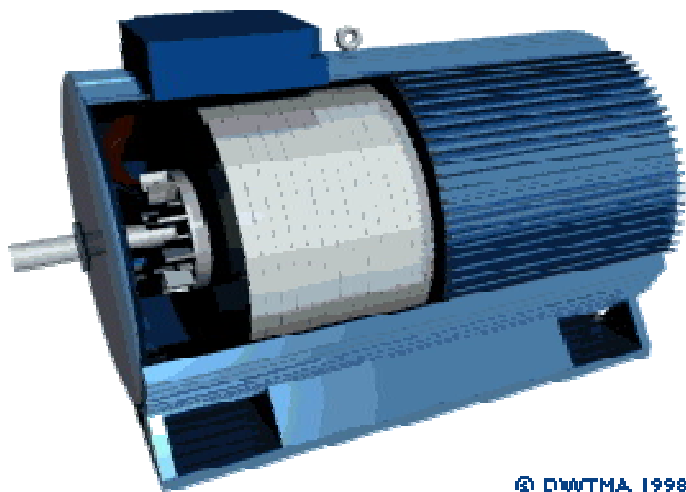
α ضریب بهره‌وری (که به طراحی توربین وابسته است)

ρ تراکم باد بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب

r شعاع پره‌های توربین بر حسب متر و

v سرعت باد بر حسب متر بر ثانیه

است.



توان پتانسیل توربین

- زمانی که توربین انرژی باد را می‌گیرد سرعت باد کم خواهد شد که این خود باعث جدا شدن باد می‌شود.
- آلبرت بتز (Albert Betz) فیزیکدان آلمانی در ۱۹۱۹ اثبات کرد که یک توربین حداکثر می‌تواند ۵۹ درصد از انرژی بادی را که در مسیر آن می‌وزد را استخراج کند.
- به این ترتیب α در معادله مذکور هرگز بیشتر از ۰,۵۹ نخواهد شد.
- از آنجاییکه بیشتر توان تولیدی در سرعت بالای باد تولید می‌شود، بیشتر انرژی تولیدی در بازه‌های زمانی کوتاه تولید می‌شود. بر طبق الگوی لی رنچ نیمی از انرژی تولیدی تنها در ۱۵٪ از زمان کارکرد توربین تولید می‌شود و در نتیجه نیروگاه‌های بادی مانند نیروگاه‌های سوختی دارای تولید انرژی پایداری نیستند. تاسیساتی که از برق بادی استفاده می‌کنند باید از ژنراتورهای پشتیبانی برای مدتی که تولید انرژی در توربین بادی پایین است استفاده کنند.

ضریب ظرفیت

- تا زمانی که سرعت باد ثابت نباشد تولید سالیانه انرژی الکتریکی توسط نیروگاه بادی هرگز برابر حاصل ضرب توان تولیدی نامی در مجموع ساعت کار آن در یک سال نخواهد شد. نسبت میزان توان حقیقی تولید شده توسط نیروگاه و ماکزیم ظرفیت تولیدی نیروگاه را **ضریب ظرفیت** می‌نامند. یک نیروگاه بادی نصب شده در یک محل مناسب در ساحل ضریب ظرفیتی سالیانه‌ای در حدود ۳۵٪ دارد.



زمین

- توربین‌های بادی باید ده برابر قطرشان در راستای باد غالب و پنج برابر قطرشان در راستای عمودی از هم فاصله داشته باشند تا کمترین تلفات حاصل شود. در نتیجه توربین‌های بادی تقریباً به ۰,۱ کیلومتر مربع مکان خالی به ازای هر مگاوات توان نامی تولیدی نیازمند هستند.
- معمولاً برای نصب این توربین‌ها نیازی به پاکسازی درختان منطقه نیست چراکه تنها ۱٪ از زمین برای ساخت پی توربین و راه دسترسی مورد استفاده قرار می‌گیرد و به عبارت دیگر ۹۹٪ زمین هنوز قابل استفاده است.
- توربین‌های بادی عموماً در مناطق شهری نصب نمی‌شوند چراکه ساختمان‌ها جلوی وزش باد را سد می‌کنند و قیمت زمین نیز معمولاً زیاد است.



توربین بادی سیار (mobile wind turbine)



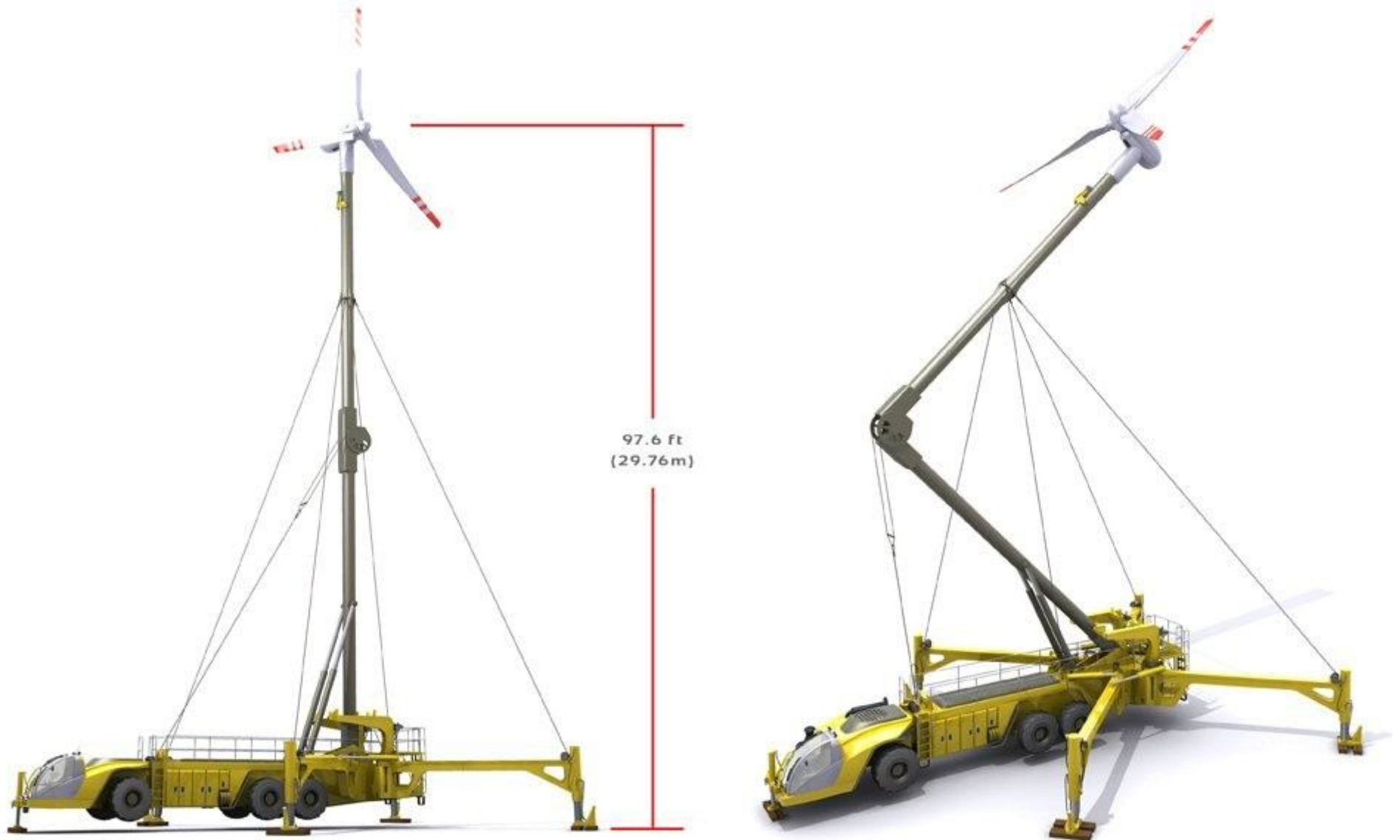
توربین بادی سیار (mobile wind turbine)



توربین بادی سیار (mobile wind turbine)



توربین بادی سیار (mobile wind turbine)



توربین بادی سیار (mobile wind turbine)



توربین بادی سیار (mobile wind turbine)

