

Альтернативна енергетика

Тема 2 Вітряна енергетика

Вітряні електростанції
(лекція)

Вітроенергетика



Вітроенергетика – галузь енергетики, що спеціалізується на перетворенні кінетичної енергії повітряних мас в атмосфері в електричну, механічну, теплову або в будь-яку іншу форму енергії, зручну для використання в народному господарстві

Енергію вітру відносять до поновлюваних видів енергії, так як вона є наслідком активності Сонця

Історія використання вітряної енергії

Вітрило



Люди навчилися використовувати вітрило приблизно 5,5 тисяч років тому назад. Скоріш за все першими почали застосовувати вітрило єгиптяни

На сучасних судах вітрильне оснащення (з алюмінію і полімерних матеріалів) застосовується як допоміжний рушій, що дозволяє істотно зменшити витрати палива

Вітряний млин



Вітряк у музеї села
Прелесне Донецької
області

Одним із найдавніших документів у яких згадується використання вітряного млина (вітряка) є кодекс царя Хамуралі (Вавілон), приблизно 1750 рік до н.е.

Вітряні млини активно використовувалися людиною до кінця XIX сторіччя, поки не були замінені на двигуни внутрішнього згоряння та електродвигуни

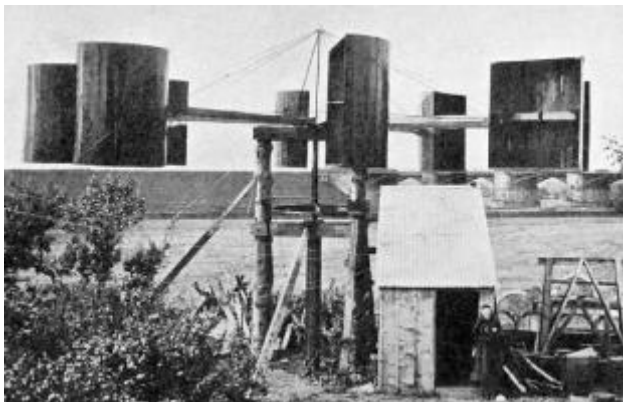
Вітряні насоси



Вітряні насоси використовуються для підйому води (наприклад, для систем поливу) або інших речовин (у тому числі і нафти), у системах вентиляції та інших системах

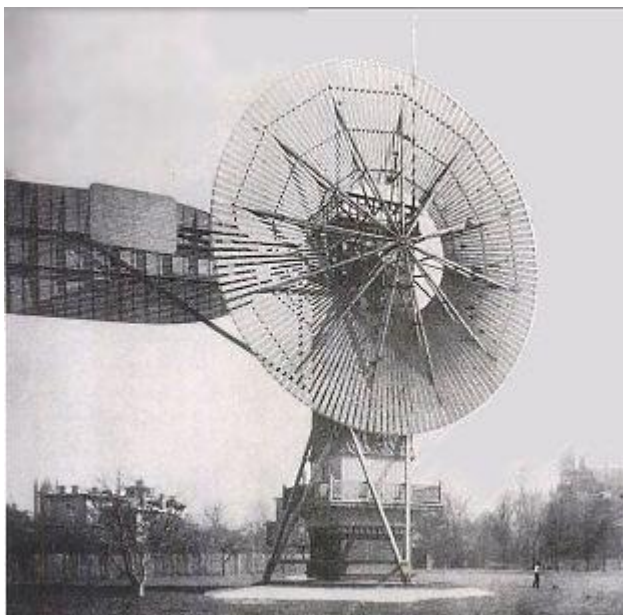
Побутовий вітряний насос
«Ромашка»
(СРСР, кінець 80-х років)

Вітряний електрогенератор



Перший вітряний електрогенератор був сконструйований у липні 1887 року шотландським академіком Джеймсом Блатом

У 1888 році Чарльз Бруш (США) побудував вітрогенератор висотою 18 метрів та потужністю 12 кВт, що використовувався для освітлення вулиць



У 1908 було побудовано 72 генератора, потужністю від 5 до 25 кВт, найбільший був заввишки 24 м

В СРСР перший вітрогенератор потужністю 100 кВт біло побудовано у Ялті у 1931 році

Після 30-х років ХХ сторіччя більшість розробок вітрогенераторів було припинене по всьому світу через доступність більш дешевих органічних енергоресурсів

Типи вітроелектростанцій

Наземні вітроелектростанції



- Найпоширеніший в даний час тип вітрових електростанцій
- Вітрогенератори встановлюються на пагорбах або височинах
- Електрична енергія передається за допомогою кабелів
- Найбільшою на даний момент вітровою електростанцією є Альта, що розташована в штаті Каліфорнія, США (1550 МВт)



Прибережні вітроелектростанції



- Будуються на невеликій відстані від берега моря або океану
- Використовують енергію бризу, що утворюється через нерівномірне нагрівання води та суші (вдень – з берега до водойми, вночі – у зворотному напрямку)
- Електрична енергія передається за допомогою кабелів

Шельфові вітроелектростанції



- Будуються в морі на відстані 10...60 км від берега на ділянках моря з невеликою глибиною. Вежі встановлюють на фундаменти з палей, забитих на глибину до 30 метрів. Електроенергія передається на землю з підводних кабелів.
- Практично не видно з берега
- Не займають землю
- Мають більшу ефективність через регулярних морських вітрів



Плавучі вітроелектростанції



- Перший прототип плавучої турбіни потужністю 80 кВт був побудований компанією H Technologies BV в грудні 2007 року
- У вересні 2009 року норвезька компанія StatoilHydro розробила плавучі вітрогенератори потужністю 2,3 МВт. Турбіна Hywind з вежею заввишки 65 м має діаметр ротора 82,4 м, важить 5 300 тонн і занурюється у воду на глибину 100 м. Для запобігання дрейфу вона утримується трьома тросами з якорями, закріпленими на дні
- У 2017 році компанією StatoilHydro біло створено плавучу турбіну потужністю 6 МВт з ротором діаметром 154 м

Гірські вітроелектростанції



- У лютому 2015 року в Східних Карпатах у місті Старий Самбір запущена в роботу перша в Західній Україні гірська ВЕС «Старий Самбір 1» потужністю в 13,2 МВт

- Загальна потужність 79,2 МВт



- Використовуються віротурбіни VESTAS V-112 датського виробництва номінальною потужністю 6,6 МВт

- Висота майданчика 500 - 600 м над рівнем моря, середньорічна швидкість вітру 6,3 м/с

Аеростатні вітроелектростнації



- Вітрові турбіни, ширяють високо над землею, де дують вітри із високою швидкістю
- Рекордсменом у даній області вважається вітрова турбіна потужністю 30 кВт компанії Altaeros (Altaeros Buoyant Airborne Turbine), яка буде встановлена на висоті 305 м над землею. Для підняття на таку висоту Altaeros використовує незаймисту надувну оболонку, наповнену гелієм. У якості кабелів будуть використані високоміцні канати



Стан вітроенергетики

Сучасний стан вітроенергетики



Розробки у галузі вітроенергетики було поновлено після нафтової кризи 1973 року, яка показала залежність багатьох країн світу від нафти та інших традиційних енергоресурсів

На сьогоднішній день енергія вітру використовується людиною для вироблення електричної енергії за допомогою вітрогенераторів

Після геліоенергетики вітроенергетика є одним із найперспективніших напрямів альтернативної енергетики

Головні переваги енергії вітру



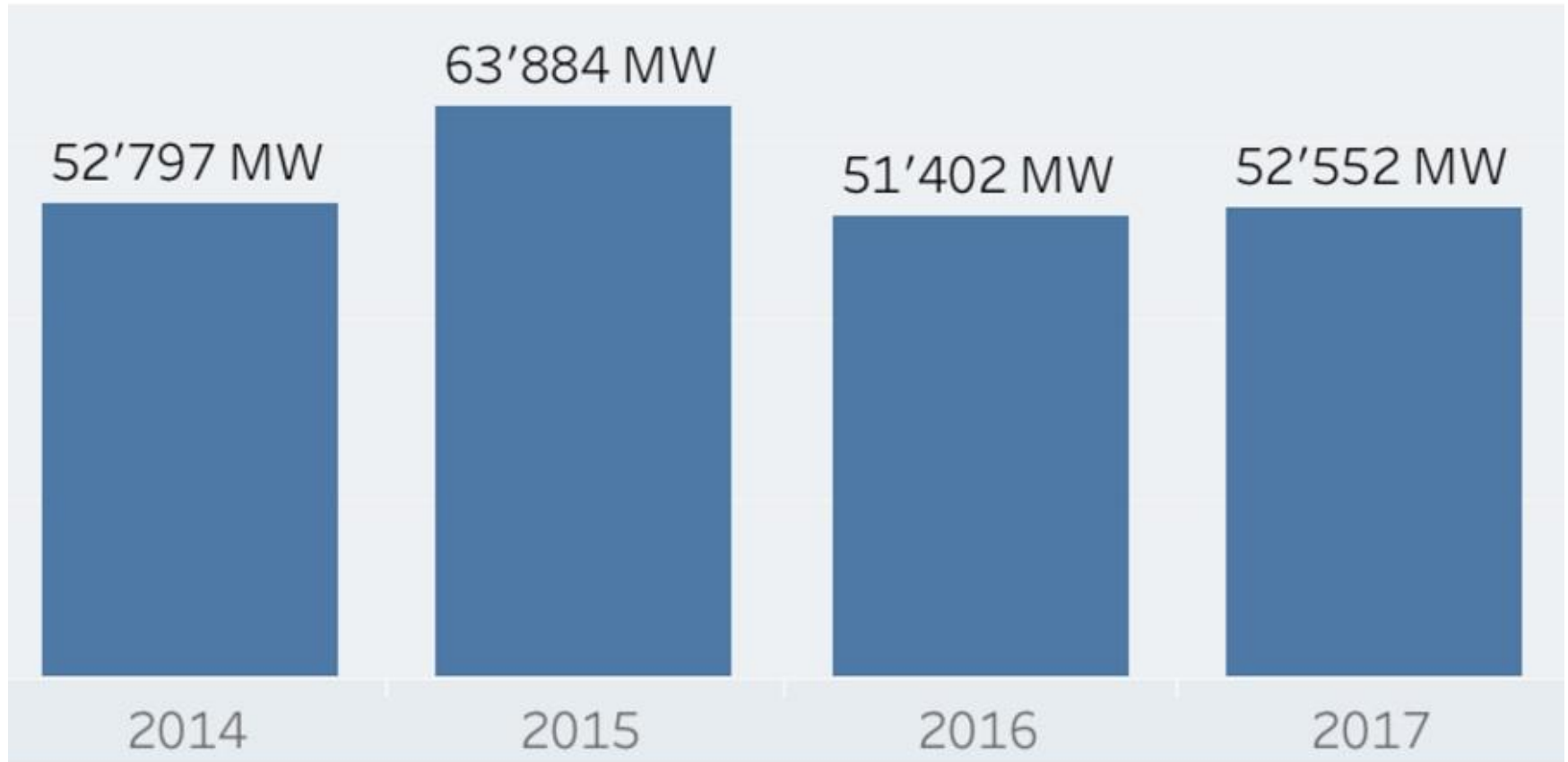
- Є поновлюваним джерелом енергії
- У процесі експлуатації відсутні викиди CO₂ та інших шкідливих речовин
- Не потребує великих площ (турбіна займає приблизно 1% від загальної площі електростанції, іншу частину території можна використовувати наприклад у сільському господарстві)
- Можна використовувати у важкодоступних місцях, які складно підключити до існуючих енергорозподільчих мереж
- Потребує мінімального технічного обслуговування
- Після введення в експлуатацію вартість виробленої енергії зменшується (до 20 раз)

Головні недоліки енергії вітру



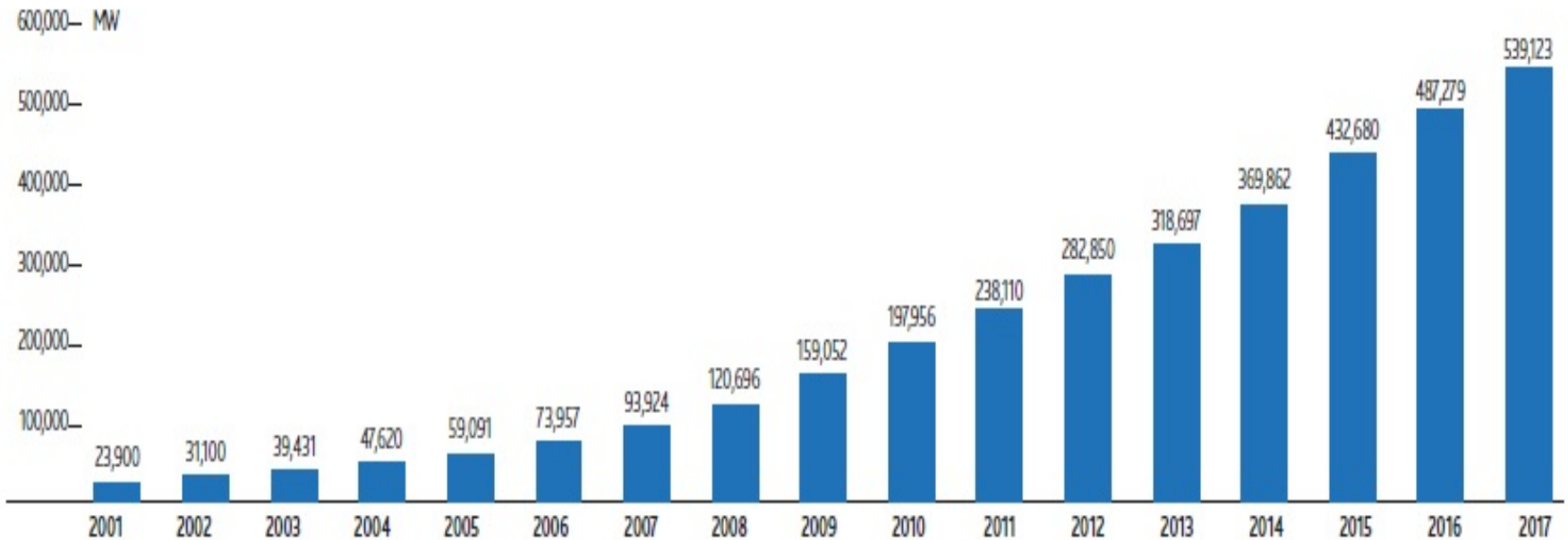
- Нестабільність – енергія вітру непостійна у часі, потужні вітри дують не у всіх місцевостях
- Невисока продуктивність, порівняно із іншими видами перетворювачів механічної енергії на електричну (наприклад дизель-генераторами)
- Висока вартість – вартість побудови турбіни потужністю 1 кВт становить приблизно 1000 доларів США
- небезпека для птахів та летучих мишей, що гинуть при зіткненні із лопатями або через баротравму при попаданні в область пониженого тиску біля лопаті (летучі миші)
- Генерація акустичного шуму (у тому числі і в інфразвуковому діапазоні) та вібрації
- Призводять до зміни естетичного виду ландшафту

Загальна потужність вітроелектростанцій введених в експлуатацію у світі за останні роки



Вітроенергетика у світі

GLOBAL CUMULATIVE INSTALLED WIND CAPACITY 2001-2017



Source: GWEC

У 2017 році загальна потужність усіх вітроелектростанцій досягла **539 ГВт**

Вітроенергетика у світі

Top 16 + rest of the World [MW]

Country/Region	Total capacity end 2017	Added capacity 2017	Total capacity end 2016	Total capacity end 2015	Total capacity end 2014	Total capacity end 2013
China*	187730	19000	168730	148000	114763	91413
United States	88927	6894	82033	73867	65754	61108
Germany	56164	6145	50019	45192	40468	34658
Rest of the World*	48500	5600	42822	37522	32219	26493
India**	32879	4600	28279	24759	22465	20150
Spain	23026	6	23020	22987	22987	22959
United Kingdom	17852	3340	14512	13614	12440	10531
France	13760	1695	12065	10293	9296	8254
Brazil	12763	1963	10800	8715	5962	3399
Canada	12239	341	11898	11205	9694	7698
Italy*	9700	443	9257	8958	8663	8551
Turkey*	6981	900	6081	4718	3763	2958
Sweden*	6721	228	6493	6029	5425	4470
Poland*	6534	752	5782	5100	3834	3390
Denmark	5320	93	5227	5064	4883	4772
Portugal*	5316	0	5316	5050	4953	4724
Australia*	4879	553	4326	4186	3806	3049
Grand Total	539291	52552	486661	435259	371374	318577

Вітроенергетика у світі

Вартість 1 кВт·год виробленої електроенергії

- 0,02 доларів США (Мексика)
- 0,03 доларів США (Мароко, Індія, Канада)

У Німеччині та Нідерландах вперше буде побудовано майже 2 ГВт офшорних вітроелектростанцій **без державних субсидій**

Лідери з використання вітроенергетики (2017 рік)

- Данія – 44%
- Уругвай – 30 %
- Ірландія – 24%
- Іспанія, Німеччина – 20%
- Країни ЄС – 11,6%

До кінця 2022 року планується збільшення загальної потужності побудованих вітроелектростанцій майже у 1,5 рази (порівняно з 2017 роком) – 841 ГВт

Вітроенергетика в Україні

Вітроенергетика в Україні

Станом на кінець 2017 року загальна потужність вітроенергетичних установок України (з урахуванням Криму і непідконтрольних територій Донбасу) складає **594,07 МВт**

- 506,26 МВт – материкова частина
- 138 МВт – окуповані території Луганської та Донецької областей
- 18,7 МВт – Крим

Потенціал України:

- 40% території придатні для будівництва вітроелектростанцій
- Перспективна потужність 5 ГВт (до 30% від загального споживання електроенергії)

Карта вітрів України



Вітроенергетика в Україні

- На кінець 2017 року електроенергію в ОЕС (Об'єднану енергетичну систему) України за «зеленим» тарифом поставляли 273,83 МВт вітроелектростанцій
- У першій декаді січня 2018 «зелений» тариф отримали додатково 44,4 МВт вітроелектростанцій
- 2017 році вітроелектростанції поставили в мережу 970 496 млн кВт·год (приблизно 207 тисяч домогосподарств при рівні споживання 400 кВт·год за місяць)
- **Доля вітроелектростанцій в енергетиці України становить 1,47% від загальної кількості споживаної електроенергії**

Вітроенергетика в Україні



У 2017 році у Краматорську було побудовано першу українську турбіну потужністю 3,2 МВт

Вітроелектростанції України побудовані у 2017 році

Новотроїцька ВЕС (Херсонська область)

- Запланована потужність – 69 МВт
- Побудовано 43,8 МВт (12 турбін Vestas V-126 потужністю 3,65 МВт кожна)

Причорноморський вітропарк (Миколаївська область)

- Побудовано 2 турбіни потужністю 2,5 МВт та одна турбіна потужністю 3 МВт
- У 2018 році планується будівництво 4 турбін потужністю 3,2 МВт
- Усі турбіни вироблені в Україні (ООО «Фурлендер Виндтехнолоджи»)

ВЕС Старий Самбір-2 (Львівська область)

- Загальна потужність – 20,7 МВт (6 турбін Vestas потужністю 3,45 МВт)
- Загальний обсяг інвестицій – 34 млн євро

ВЕС Шевченкове-1 (Івано-Франківська область)

- Запланована потужність – 6,4 МВт
- Побудовано – 600 кВт (одна турбіна NORDEX N43/600)

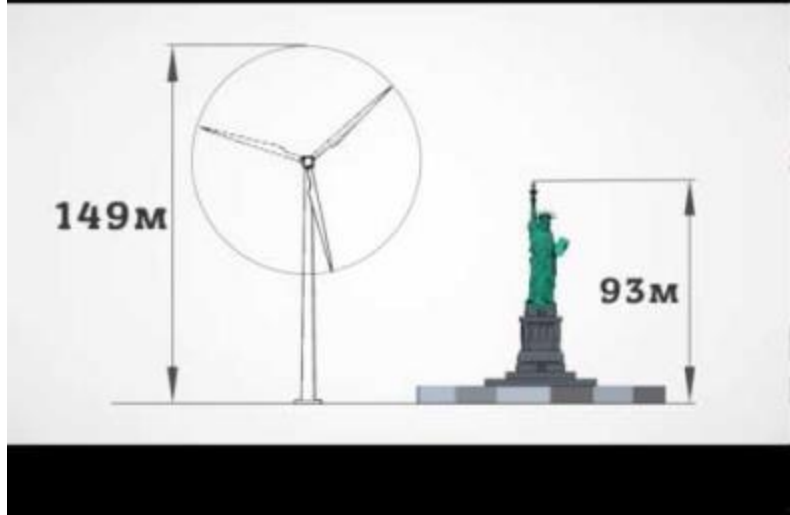
Вітроенергетика України

Найбільша вітроелектростанція України – **Ботієвська ВЕС** (Закарпатська область)

- Введена в експлуатацію – 2014 рік
- Загальна потужність – 200 МВт
- 65 вітрових турбін
- Обсяг інвестицій – 340 млн. євро

У Запорізькій області також планується побудувати найбільшу в Європі вітроелектростанцію потужністю 500 МВт (700 млн. євро)

Ботієвська ВЕС



- Потужність – 200 МВт
- Середня швидкість вітру – 7,9 м/с
- Площа поверхні, яку описують лопаті турбіни – 1 гектар
- 65 турбін
- Висота башти – 94 м
- Висота турбіни – 149 м
- Довжина лопаті – 55 м

Ботієвська ВЕС



- Вага однієї турбіни – 400 ТОН
- Рівень шуму у радіусі 350 м – 35 дБ (рівень шуму в офісі)
- Персонал – близько 20 осіб
- Зменшує викиди CO₂ на 730 тисяч тон за рік (365 тисяч автомобілів)
- Еквівалент 34,8 млн. тон вугілля за 20 років (гора заввишки 2 км)

Провідні компанії у галузі вітроенергетики

Світові виробники обладнання для вітроенергетики

1. Vestas	Данія
2. Nordex Group	Данія
3. Goldwind Group	Китай
4. Ming Yang Smart Energy	Китай
5. GEO-NET Umweltconsulting GmbH	Німеччина

Vestas



Vestas – світова енергетична компанія, що спеціалізується виключно на енергії вітру

Заснована в 1898 році як виробництво ковальських виробів в Західній Данії

В 1979 році почали виробляти вітротурбіни і з тих пір завоювали лідируючу позицію на ринку: близько 82 ГВт встановленої потужності вітротурбін і більше 71 ГВт сервісного обслуговування по всьому світу, включаючи близько 7 ГВт сервісне обслуговування вітротурбін інших виробників

Nordex Group



Заснована в 1985 році в Данії. За два роки компанія встановила найбільшу, на той час, серію вітряних турбін в світі.

У 1992 році створила виробництво в Німеччині

Сьогодні є світовим виробником вітрових турбін потужністю 2...4 МВт)

Штаб-квартира знаходиться в Гамбурзі, а заводи розташовані в Німеччині, Іспанії, Бразилії та Сполучених Штатах

Глобальна мережа продажів і сервісного обслуговування охоплює 32 країни світу



Goldwind Group

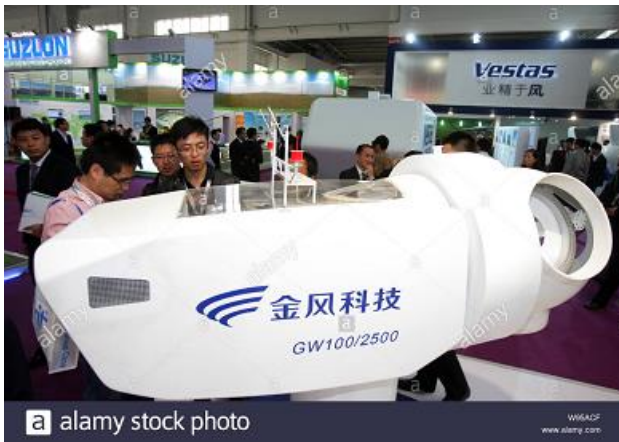


Один з лідерів і піонерів вітроенергетичної промисловості Китаю

Заснована в 1998 році

Лінійка продукції компанії складається з вітротурбін потужністю 1.5...4 МВт і більше, що мають різні технічні характеристики відповідно до різних місцевих умов

Створено більше ніж 40 ГВт встановлених вітроенергетичних потужностей в 20 країнах світу на шести континентах



alamy stock photo

W66ACF
www.alamy.com

Ming Yang Smart Energy



MINGYANG WIND POWER
明阳风电
地蕴天成·能动无限



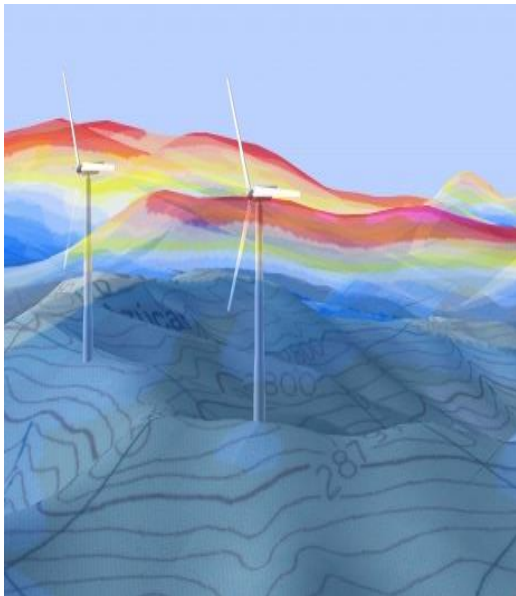
Заснована в червні 2006 року

Провідний виробник вітроенергетичних турбін в Китаї

Турбіни потужністю 1,5...4,0 МВт (для наземного базування), 5,5 МВт / 7 МВт (для морського базування), що мають різні характеристики і підходять для майданчиків з різними вітровими умовами

Компанія реалізує проекти в різних країнах світу, включаючи Румунію, Польщу, Україну, Бразилію, Індію

GEO-NET Umweltconsulting GmbH



Першої з міжнародних консультантів, що вийшла на вітроенергетичний ринок України

Надає консультативні та дослідницькі послуги в галузі відновлюваної енергії, екологічної метеорології і екологічного планування, а також дослідження вітроресурсів, проведення вітровимірювальних кампаній, оцінки вітроресурсів і розрахунку основного енергопрібутку, складання атласу вітрів, розробки плану вітропарку, мезошкального моделювання вітрополя, дослідження шумового впливу і прогноз мерехтіння тіні, дослідження візуального впливу.

Досвід роботи компанії з 1996 року

Більше 2500 реалізованих проектів в 47 країнах, в тому числі в Україні, Росії, Білорусії, Вірменії, країнах Балтії, Молдові, Румунії, Польщі, Туреччини.

GEO-NET Umweltconsulting GmbH



AHK-Geschäftsreise „Windenergie“
05.-09.11.2018 HCMC

Accredited wind resource assessment services

GEO
NET

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Hunold
Project Manager

GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Висновки

- Вітроенергетика є одним із перспективних напрямків альтернативної енергетики що динамічно розвивається
- Вітроенергетика може успішно конкурувати із сонячною енергетикою

Дякую за увагу

О.П. Русу

2020 р.