



ПРАКТИЧЕСКО ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВЯТЪРА В БЪЛГАРИЯ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЯ



Петър Иванов

**Национален институт по
метеорология и хидрология-БАН**

Блвд.Цариградско шосе 66

E-mail: Peter.ivanov@meteo.bg

Разположение на вятърните мелници в България по време на Руско-Турската Освободителна война 1877/78г.г.



Вятърна мелница в с.Делчево,Исперих (2004)



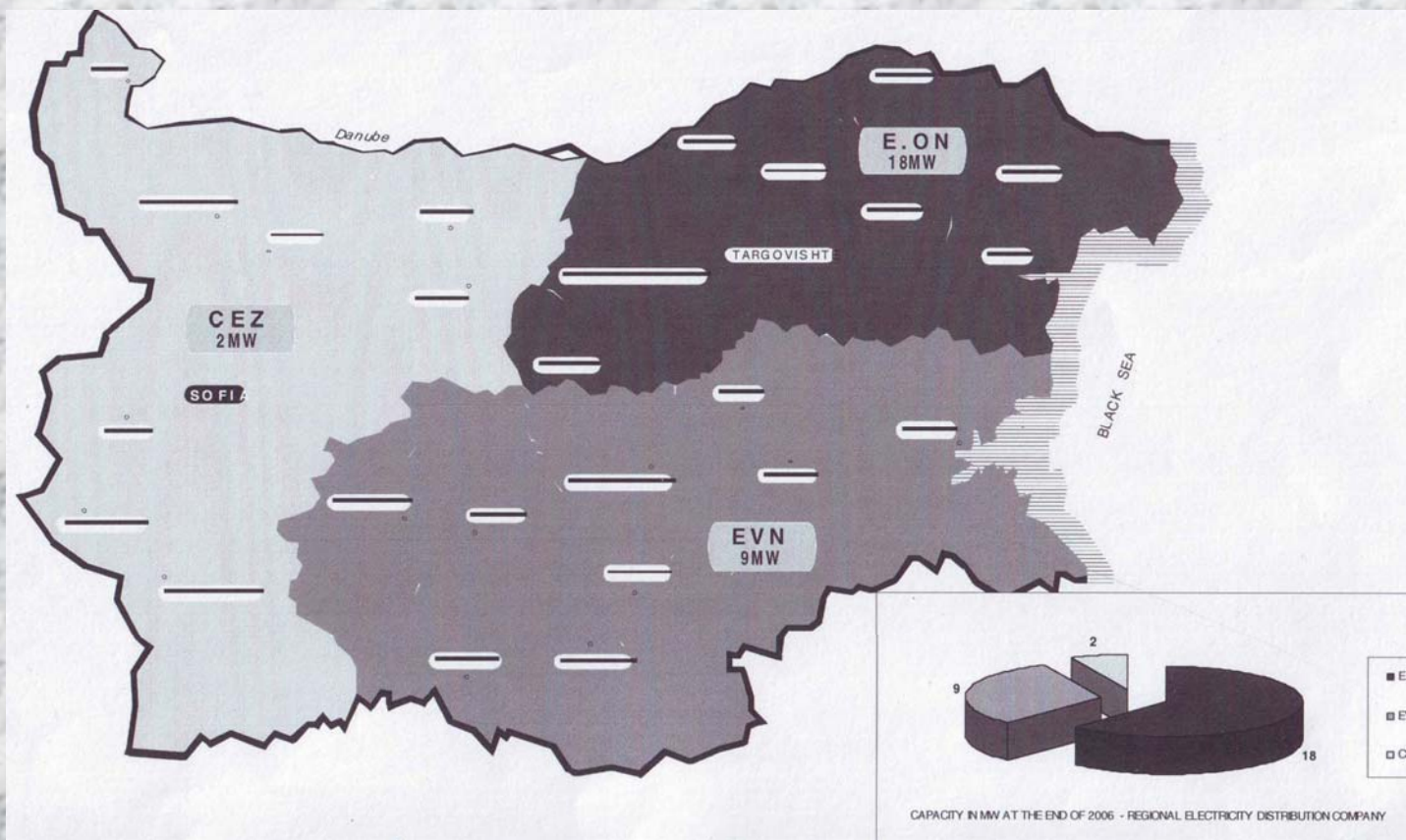
Първата 100 KW ВТ конструирана във ВТУ (1990)



**Първата индустриална ВТ, инсталирана в
Ахелой (150 KW) през 2002 г**



Инсталирани ВяЕЦ в България към края на 2006 г.



ЕДИН МОДЕРЕН СЪВРЕМЕНЕН ПАРК

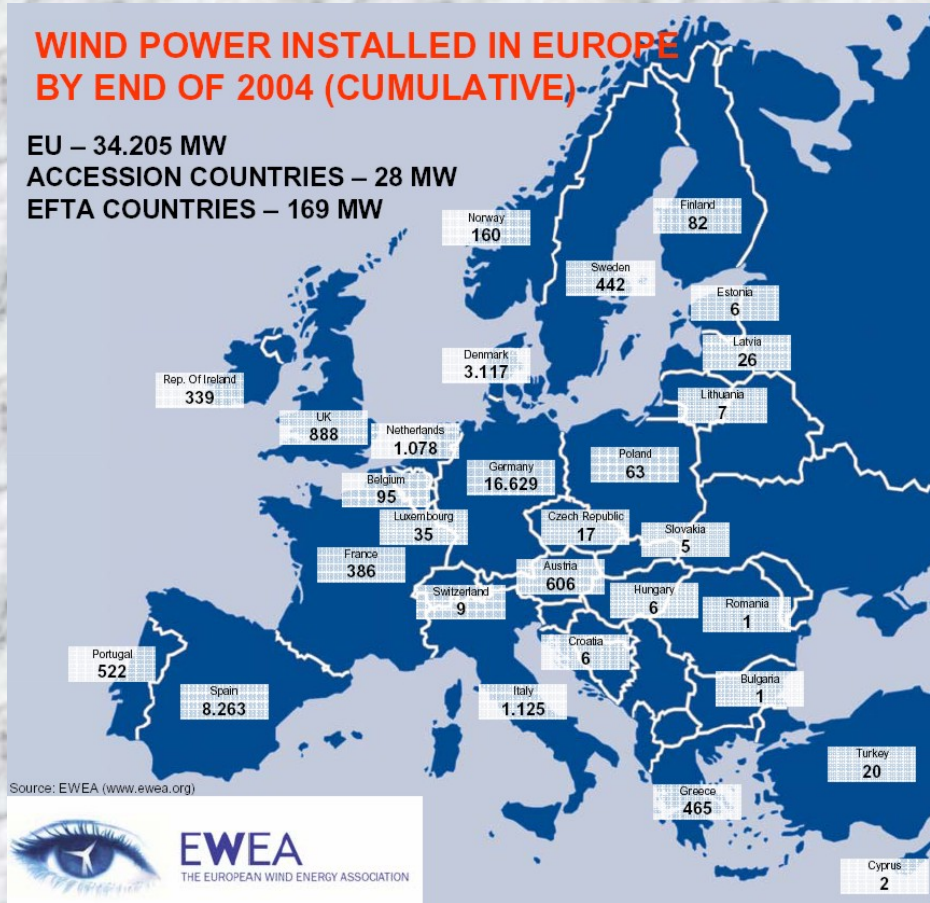


Сумарната мощност на ВЯЕЦ в ЕС е 34 GW



WIND POWER INSTALLED IN EUROPE BY END OF 2004 (CUMULATIVE)

EU – 34.205 MW
 ACCESSION COUNTRIES – 28 MW
 EFTA COUNTRIES – 169 MW



Source: EWEA (www.ewea.org)



Installed Wind Energy in Europe Dec. 2004

Country	MW
Germany	16629
Spain	8263
Denmark	3117
Italy	1125
Netherlands	1078
UK	888
Austria	606
Portugal	522
Greece	465
Sweden	442
France	386
Ireland	339
Norway	160
Belgium	95
Finland	82
Poland	63
Luxembourg	35
Latvia	26
Turkey	20
Czech Rep.	17

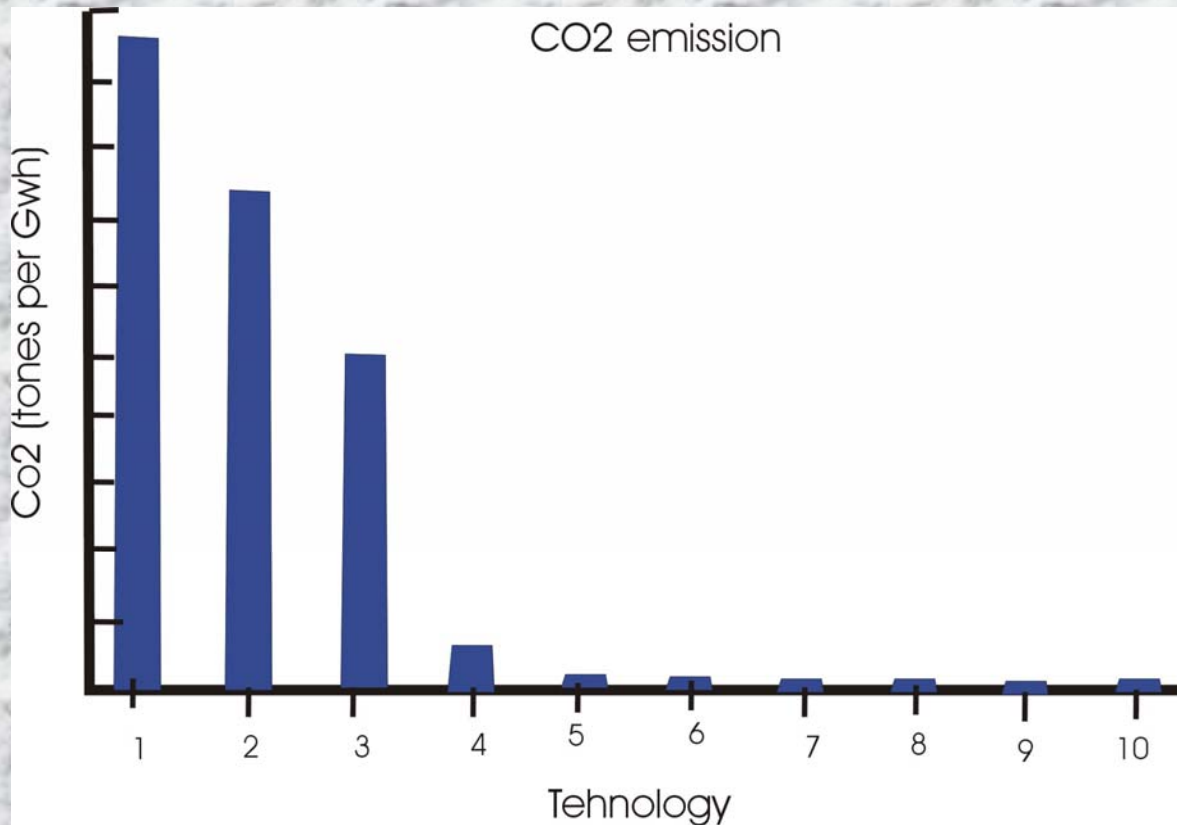


Нормативни предпоставки за развитието на ветроенергетиката в страната

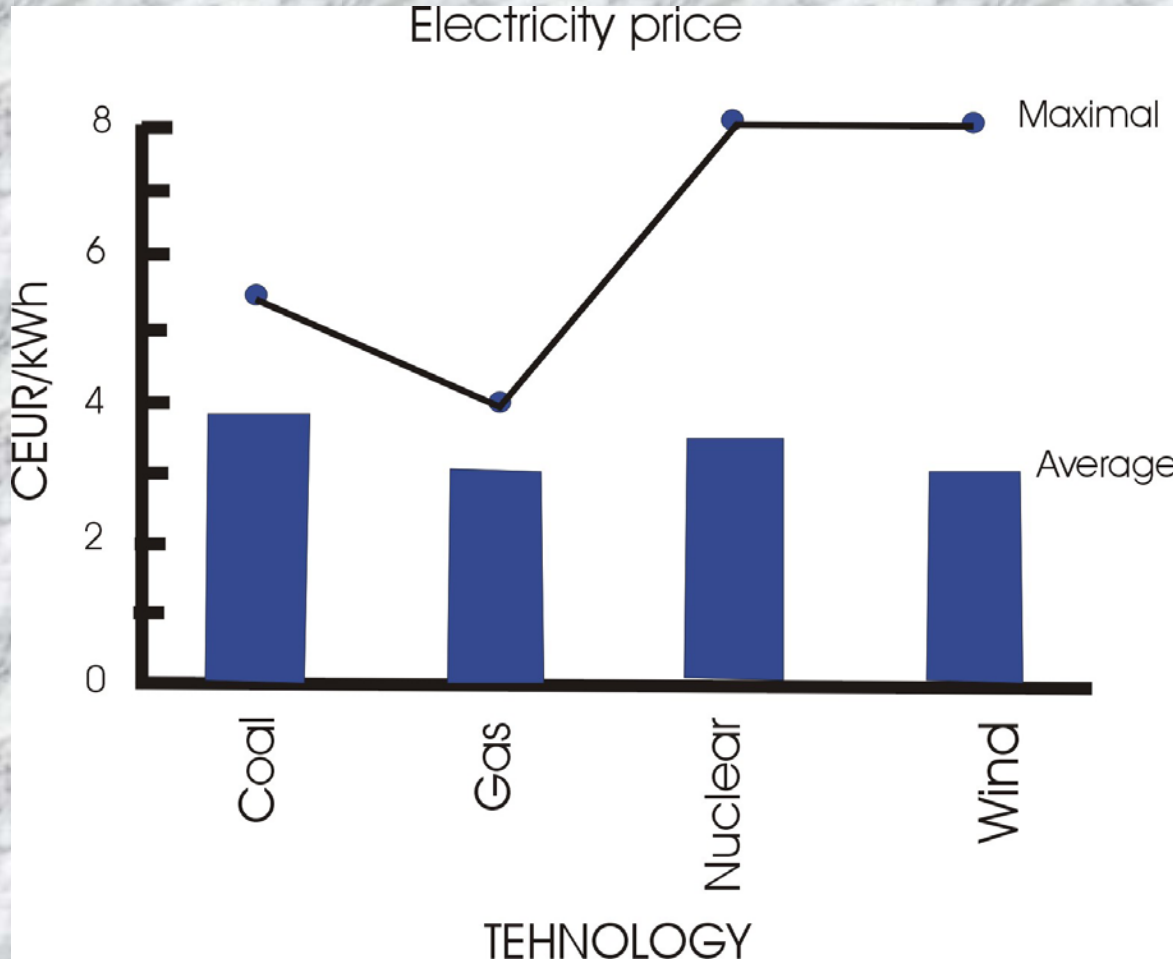


- ← **Законови препоставки за развитието на ветроенергетиката**
- ← **-Закон за енергетиката (2003)**
- ← **-Закон за възобновяемите източници на енергия (2007)**
- ← **Преференциални изкупни цени на електроенергия произведена от ВяЕЦ**
- ← **Екологически предпоставки**
 - ← - пречка за предвижването на прелетните птици.
 - ← -излъчване на шум от работата на перките
 - ← -ВЕР смущават работата на телекомуникационната система. - “визуално замърсяване” на околната среда.
 - ← - необходимост от земя за изграждането им.
- ← **Глобалното затопляне и развитието на ветроенергетиката**

Емисии на CO₂ при различни технологии

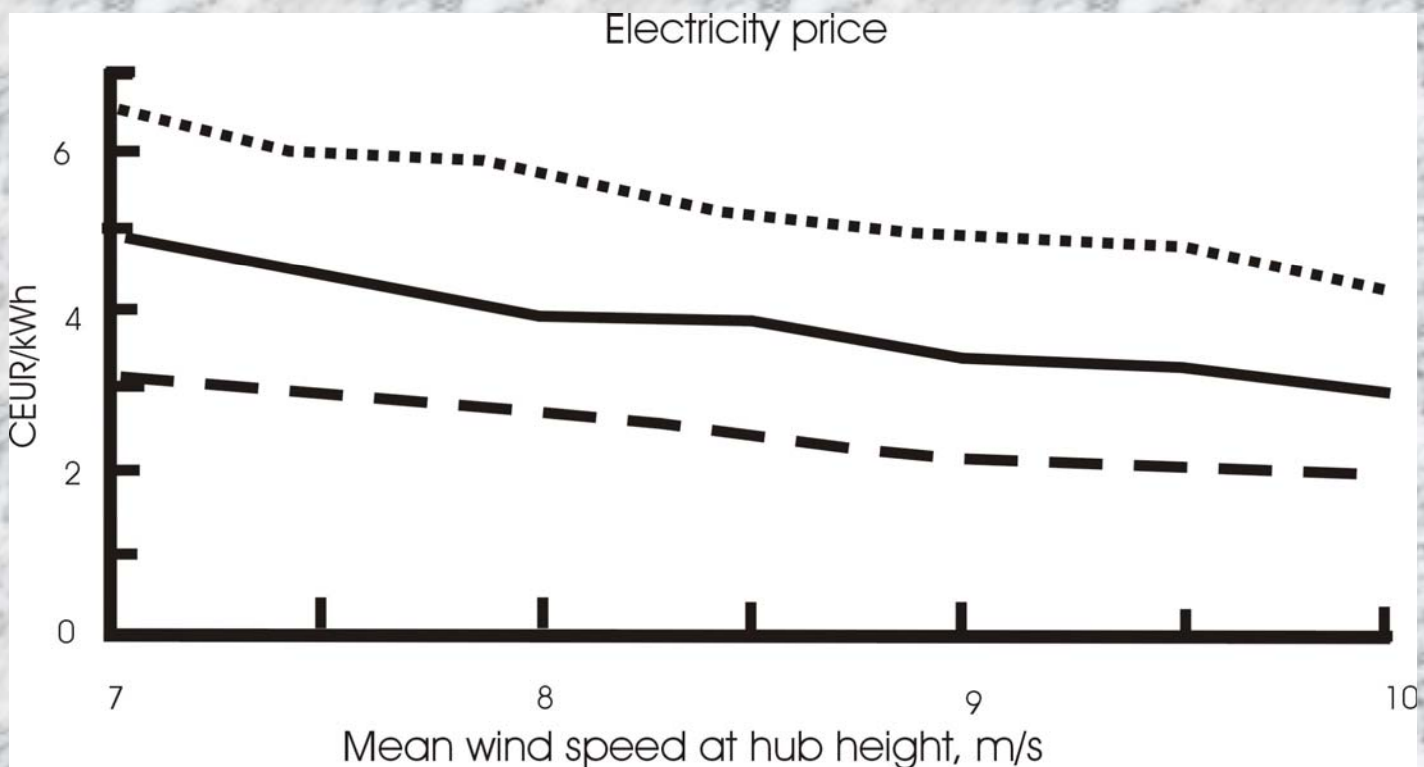


Цени на електроенергията при различни технологии



Европейски цени на ел.енергията

1- минимални; 2- средни; 3- максимални;



Цени на електроенергията от ВяЕЦ в България



← 175 лв/МВч-при ефективни часове
<2250

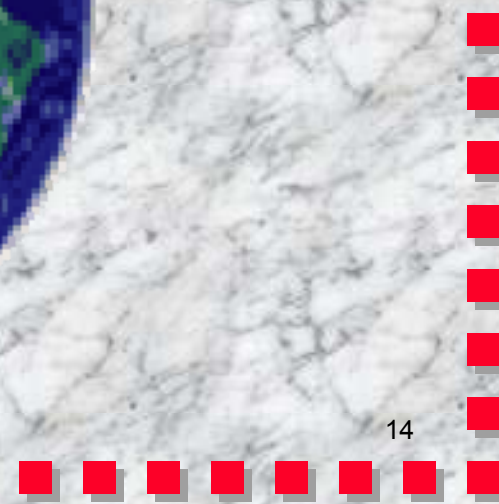
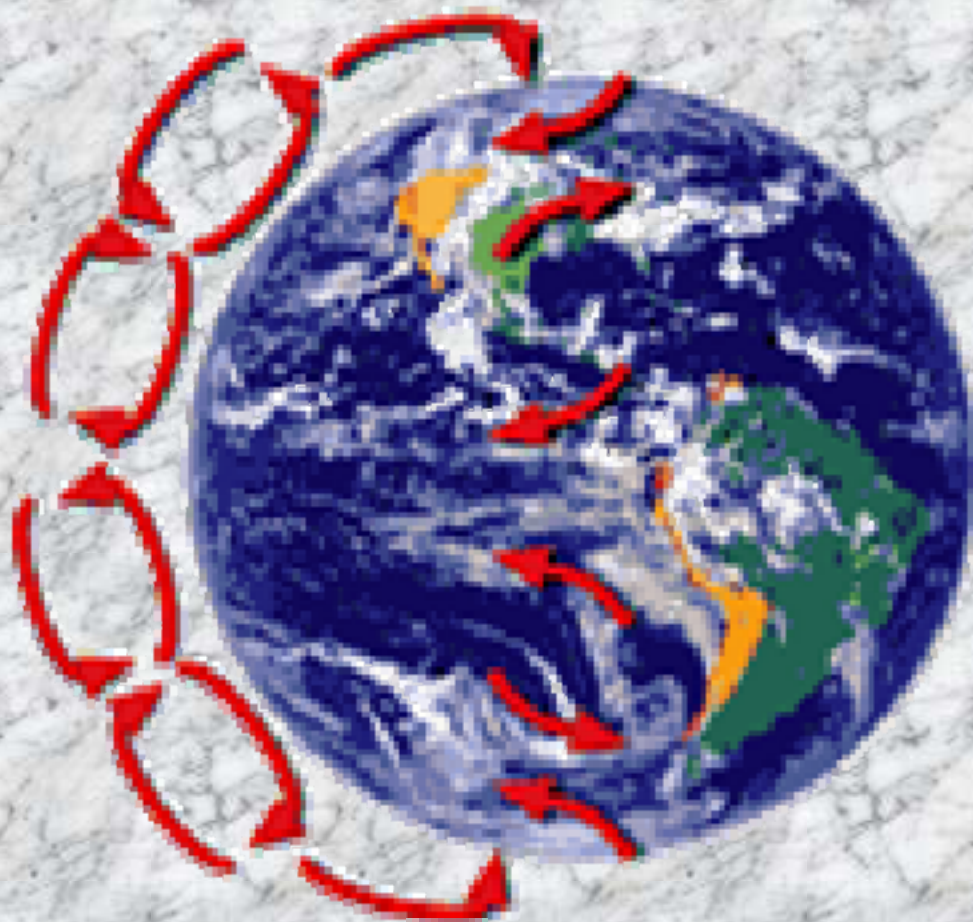
← 156 лв/МВч-при ефективни часове
>2250

← 120 лв/МВч- за стари ВяЕЦ

Схема на глобалната циркулация на тамосферата



TUR



Мощност на ветровия поток



- ← Мощността P , която може да се получи от вятърна турбина с диаметър D , м. при скорост на вятъра V , m/s, преминаващ през площ F е:
- ← $P = (FV)\rho FV^2/2 = \rho FV^3/2$.
- ← Където: ρ - плътност на въздуха.
- ← $P/F = \rho V^3/2$.
- ← Пълната мощност, която развива ветродвигателя е равна на:
- ← $P = \eta V_t F_t [\Delta P - \Delta Q]$,

Мощност на ветровия поток



- ← Където:
- ← η -КПД на ветродвигателя,
- ← V_t -скорост на вятъра
- ← F_t -ометаема от лопатките площ
- ← ΔP -промяна на налягането в единица обем въздух преминаващ през ветродвигателя
- ← ΔQ -промяна на кинетичната енергия в този обем въздух

←



Мощност на ветровия поток

За система със 100 % ефективност максималната част на енергията, която може да бъде оползотворена от ветродвигателя е равна на:

$$P_{\max}/F = 2/3 V_0 [9/8 (\rho V_0^2)/2] = 0.593 \rho V_0^3/2.$$

Където: $\rho V_0^3/2$ -плътност на енергията на единица обем от ветровия поток

Коефициентът 0.593 определя максималната част от енергията на ветровия поток, която може да бъде оползотворена от ветродвигателя.

Основни фактори опрелящи оценката на вятъра като източник на енергия



Плътност на атмосферата

Височина за разполагане на анемометъра

Влияние на микрорелефа на месността

Влияние на грапавостта на постилащата повърхност

Вертикално разпределение на скоростта на вятъра

Планински райони

Крайбрежни райони

Вертикална екстраполация на вятъра



Логаритмичен профил:

$$V_2/V_1 = \ln(h_2/L_0)/\ln(h_1/L_0),$$

Където:

V_2 и V_1 – скорост на вятъра на височини h_1 и h_2

L_0 – височина, определяща грапавостта на постилащата

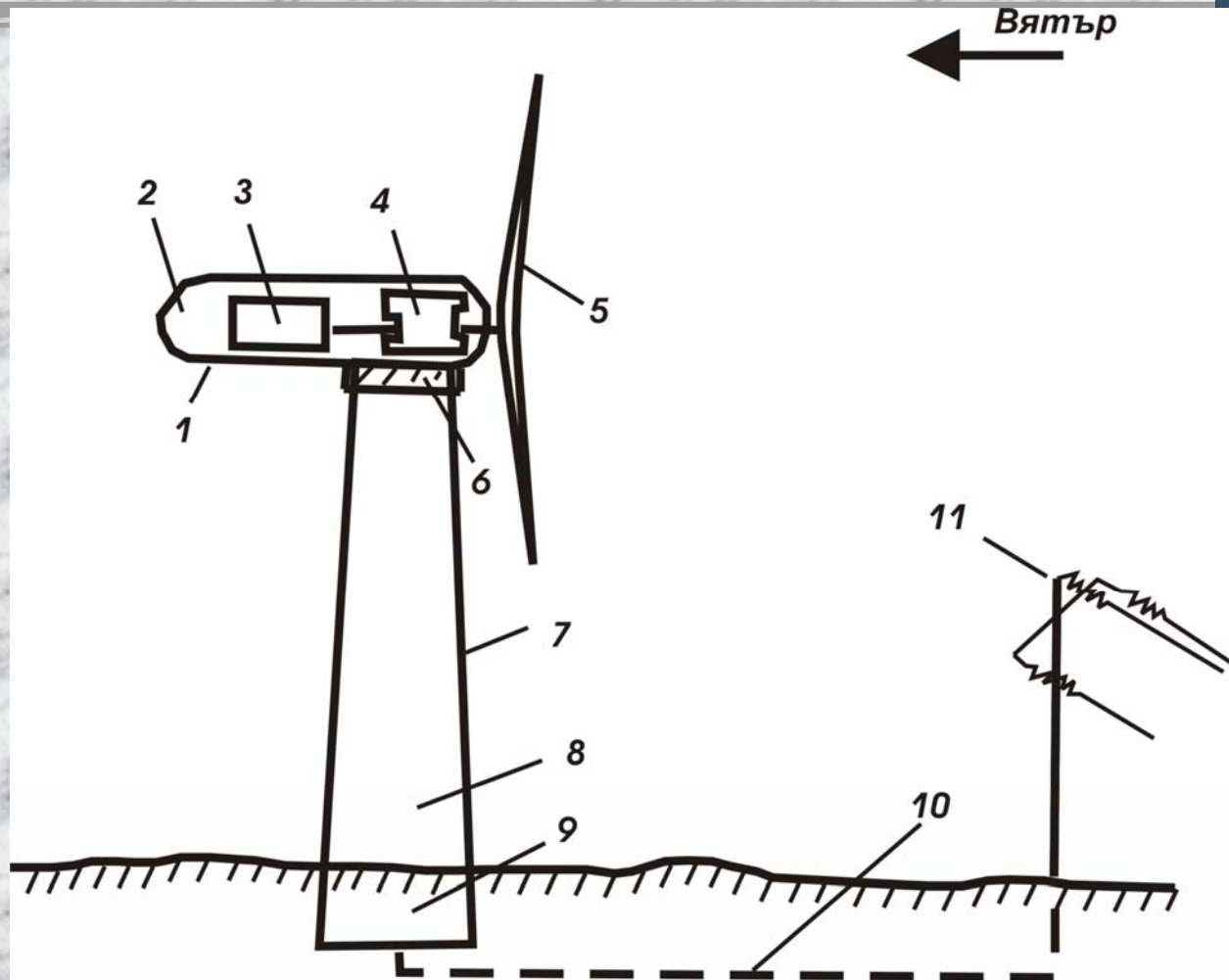
повърхност

Широко се използва също така и степенния закон за

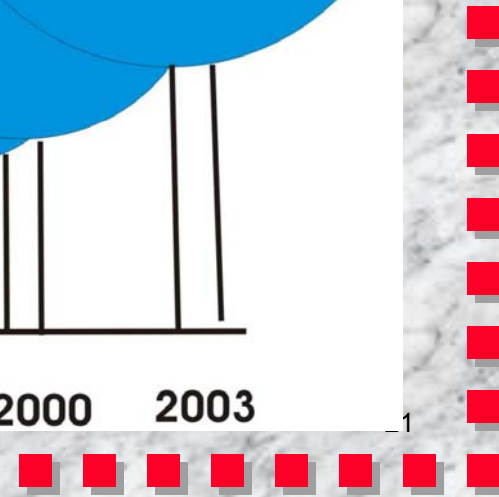
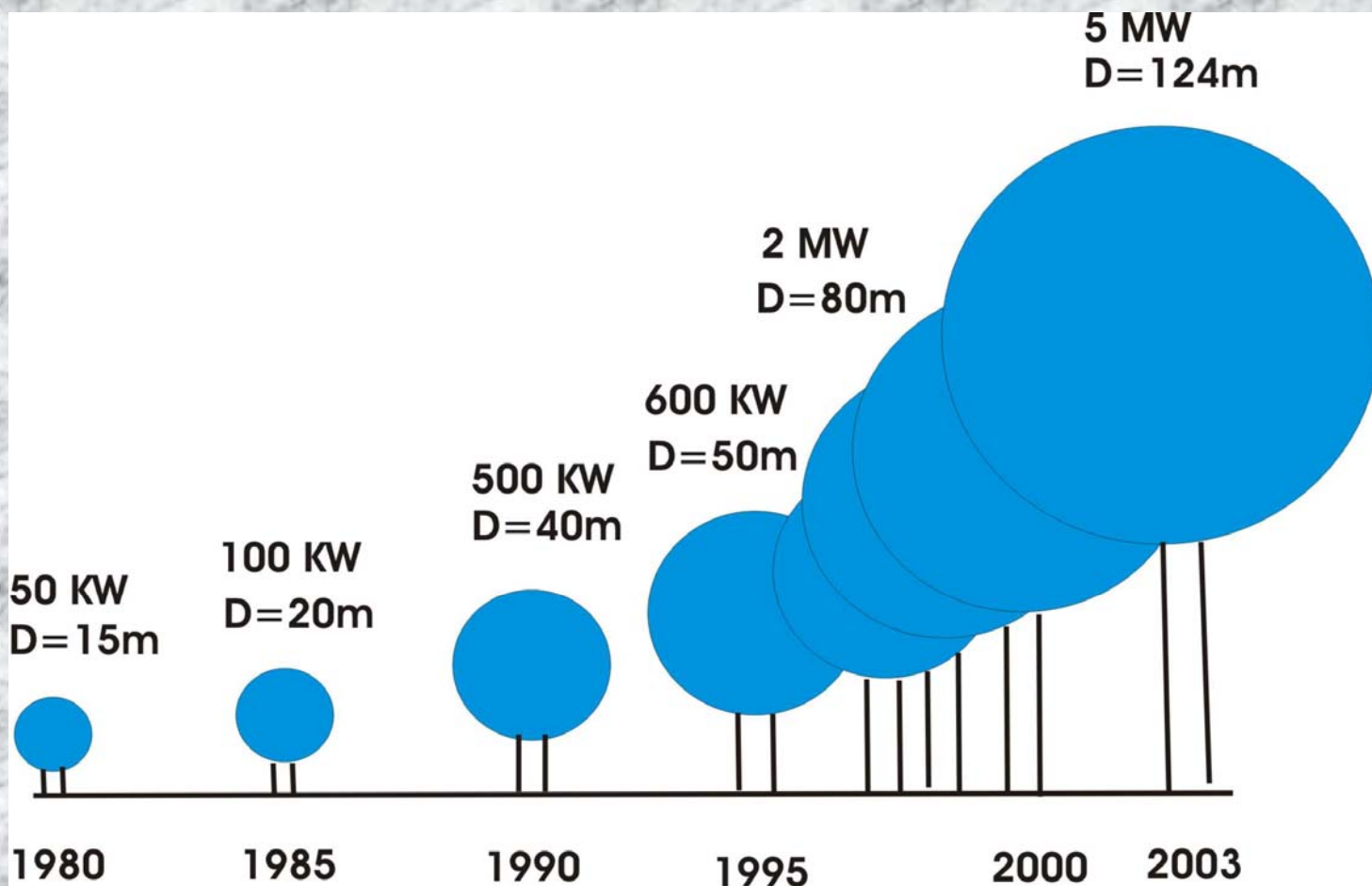
профила на скоростта:

$$2.7 \quad V_2/V_1 = (h_2/h_1)^\alpha,$$

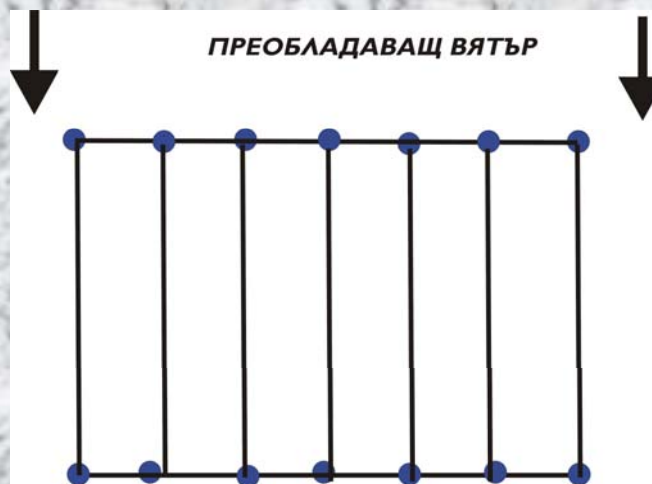
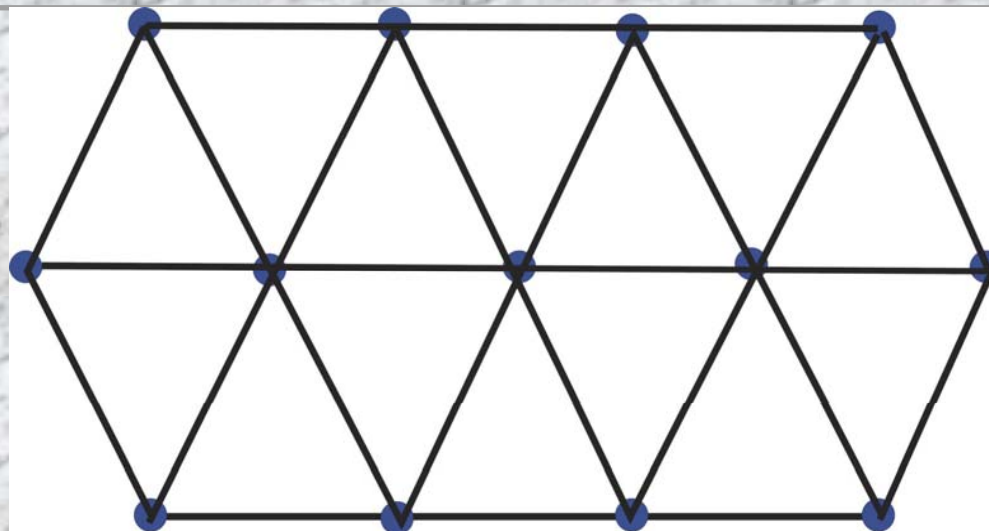
Вятърни електроцентрали



Ръст на размера и мощността на генераторите с годините



Ветроенергийни паркове



ИЗМЕРВАНИЯ НА ВЯТЪРА



Предварителна оценка как ще бъдат използвани получените данни

Избор на подходящи прибори за наблюдение

Оценка на цената на експеримента

Доставка и инсталиране на прибори за наблюдение

Сбор на данните от наблюденията

Анализ на данните от експеримента

ИЗМЕРВАНИЯ НА ВЯТЪРА



Скала на Бофорт

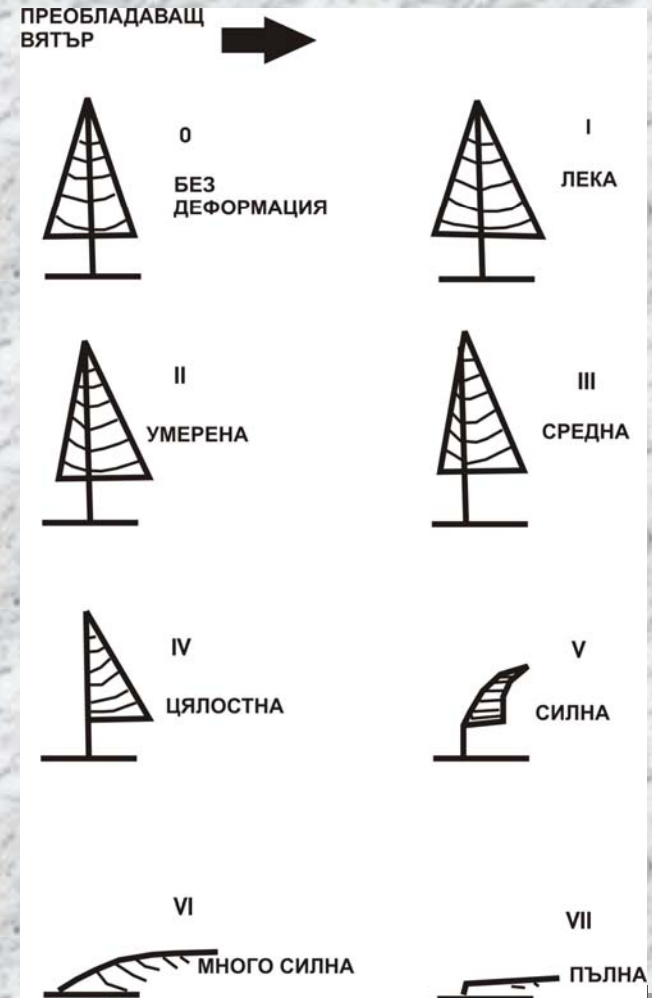
Растителни индикатори за
климата на вятъра в дадено
място

Ветромер “Вилд”

Мачти с анемометри с 10
мин.осредняване на скоростта

Содар

Състояние на базата данни за
вятъра у нас

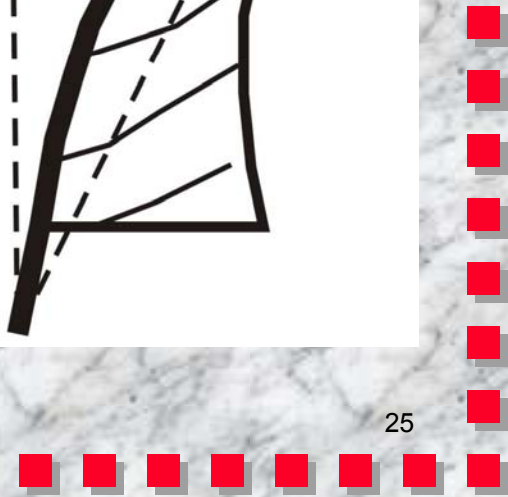
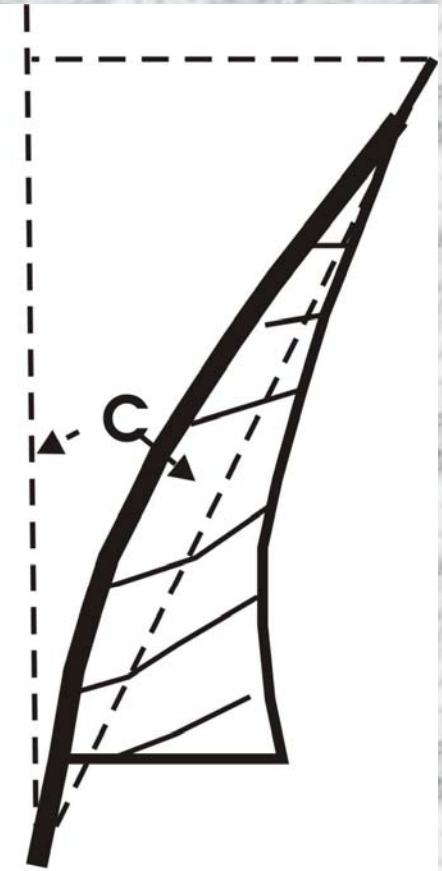
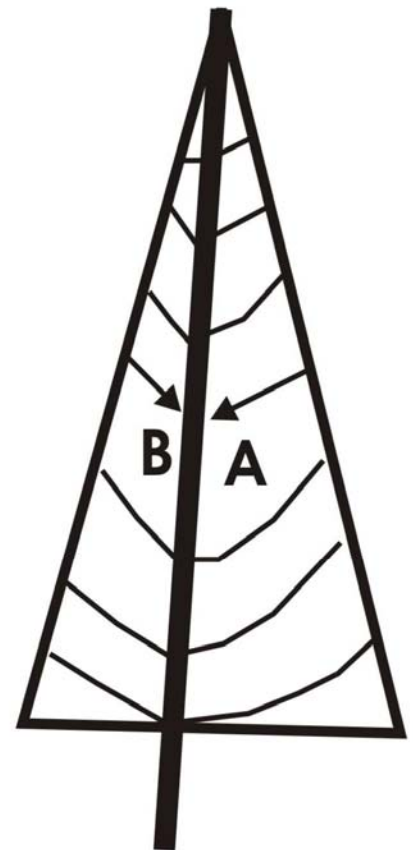


Съотношение за деформация D



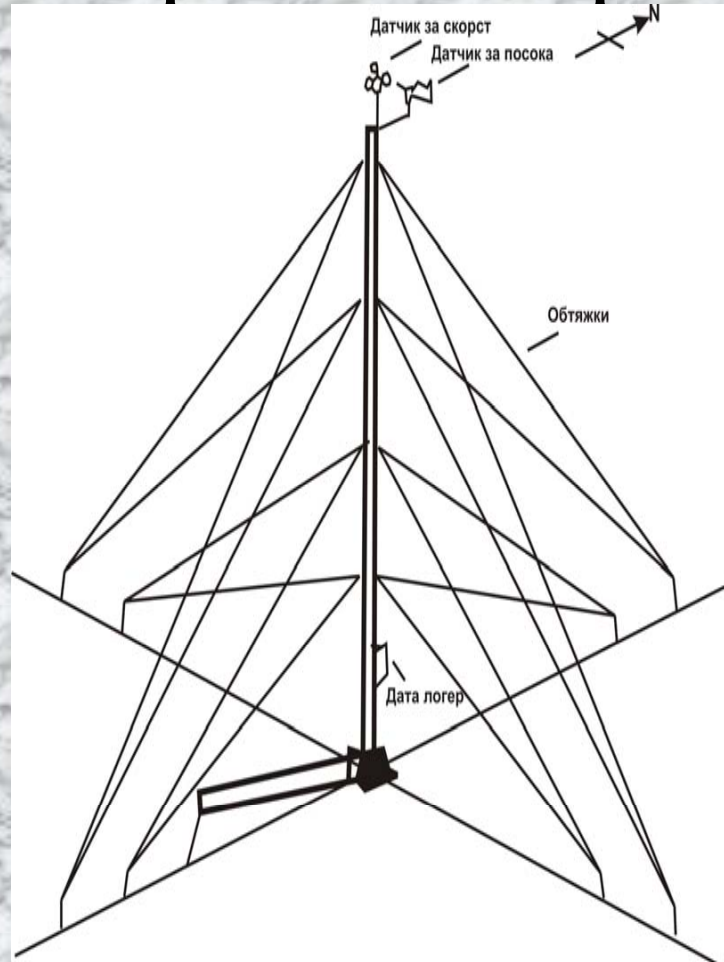
$$D = \frac{A}{B} + \frac{C}{45}$$

ПРЕОБЛАДАВАЩ
ВЯТЪР





Автоматизирана апаратура за измервания на посок и скоростта на вятъра



ИНСТАЛИРАНЕ НА ВЕТРОЕНЕРГИЕН ПАРК В РАВНИНЕН ТЕРЕН



ИНСТАЛИРАНЕ НА ВЕТРОЕНЕРГИЕН ПАРК В РАВНИНЕН ТЕРЕН



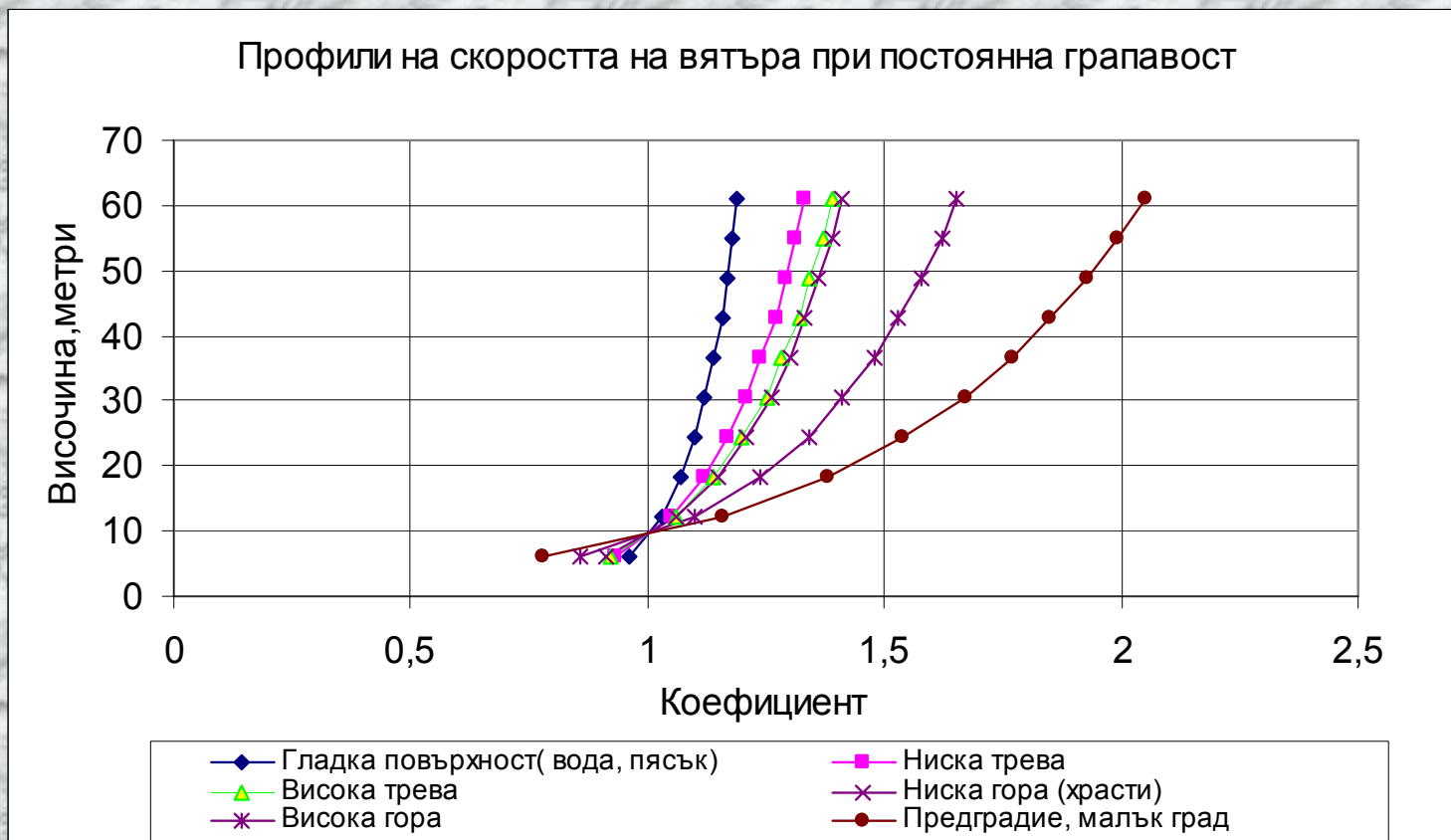
Избирането на място за инсталиране на ВЕП в равнинен терен е много по-лесно отколкото в хълмист или планински терен , поради това, че трябва да бъдат решени главно два въпроса:

- Каква е грапавостта на постилащата повърхност, която оказва влияние върху профила на вятъра в района**
- Какви препятствия могат да повлияят на свободното движение на въздуха в района**

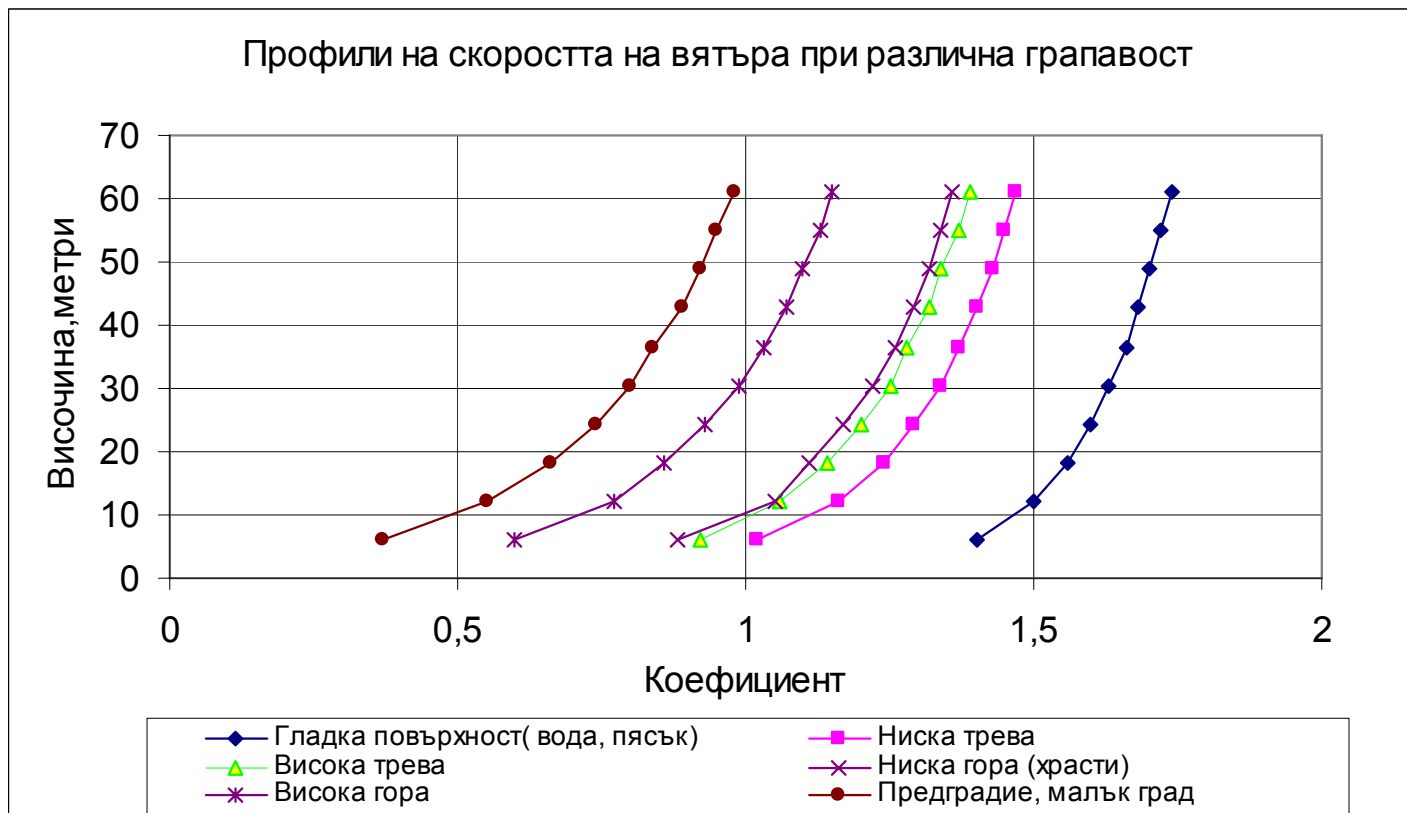
Теренът може да бъде разглеждан като равнинен в случай, че той отговаря на следните условия :

- 1.Различията между превишенията на релефа между избраното за ВЕП място и околността е по-малка от 60 метра на разстояние 3-5 км.**
- 2.Отношението е по-малко от 0.03 т.е. 3 % наклон.**

Терен с постоянна/еднаква грапавост



Равнинен терен с различна грапавост



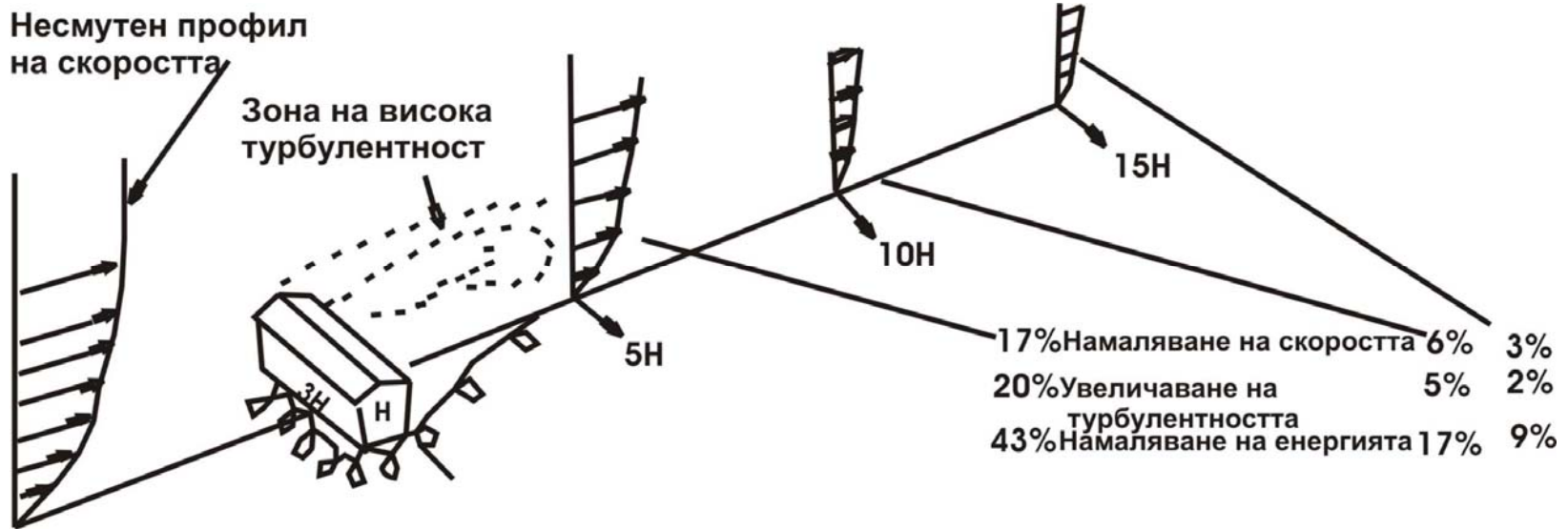
Влияние на препятствията в райони с плосък, равнинен терен



Общо правило е спазването на следните препоръки:

- Разстоянието от ВТ до сградата (от подветрената и страна) трябва да е по-голяма от десет (20) пъти височината и**
- Височината на турбините в парка трябва да бъде не по-малка от 2 пъти височината на сградата, ако ВЕП е от към подветрената страна на сградата**

наветрената и подветрената част на сградата



Ветрозащитни пояси



- • Да се избере място, което е разположено извън смущаващото влияние
- • Да се изберат височини за турбините достатъчно високи,
- на пояса върху потока
- за да се избегне заслоняващото влияние на пояса
- • Ако това не може да стане е необходимо да се проведе експеримент,
- който да уточни това влияние и тогава да се подбере съответно място

Влияние на отделните дървета Разпръснати препятствия



- да се намери минимална височина на терена, която да елиминира високата турбулентност чрез определяне на турбулентността на място;
- да се избере място за ВЕП , което да елиминира влиянието на препятствията в радиус от 150 м. до 10м.

ИНСТАЛИРАНЕ НА ВЕП В КОМПЛЕКСЕН ТЕРЕН



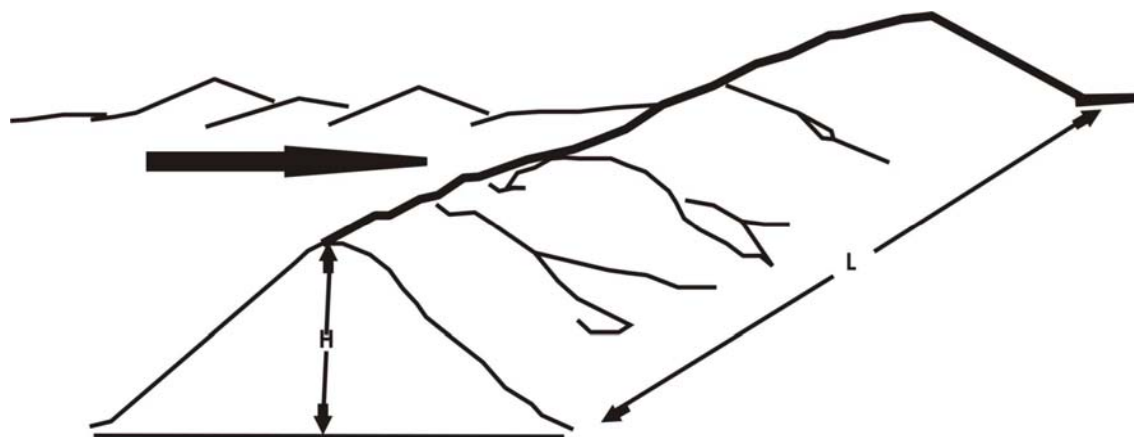
Комплексният терен може да се раздели на две категории:

А) повишени (положителни) форми на релефа :хълмове, хребети и скали

Б) понижени (отрицателни) форми на релефа:

долини, котловини, проходи и клисури

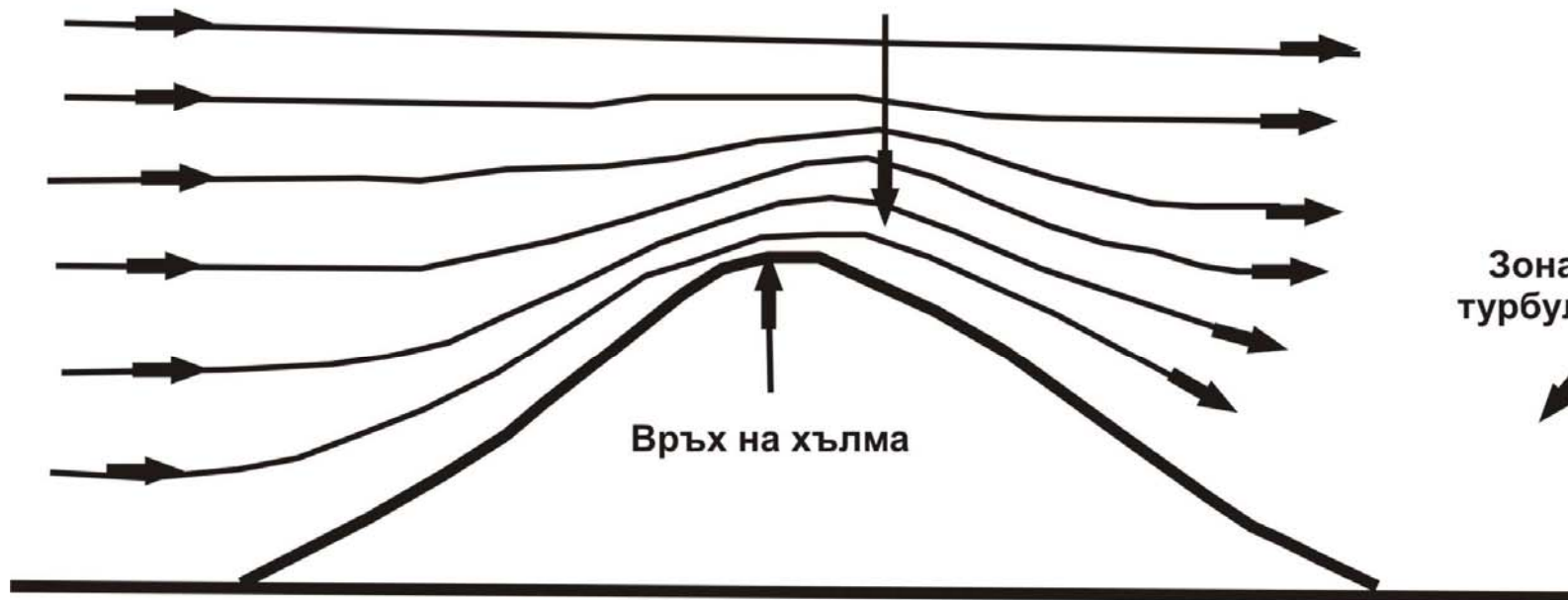
Тъй като различните категории на релефа оказват различно влияние на потока то те ще бъдат разгледани отделно.



Увеличение на скоростта на вятъра над гребена на хълм



Зона на максималното
усилване на скоростта



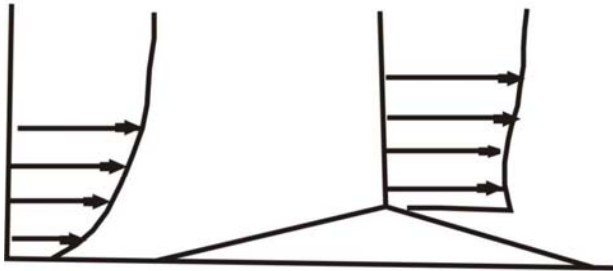
Връх на хълма

Зона на висока
турбулентност

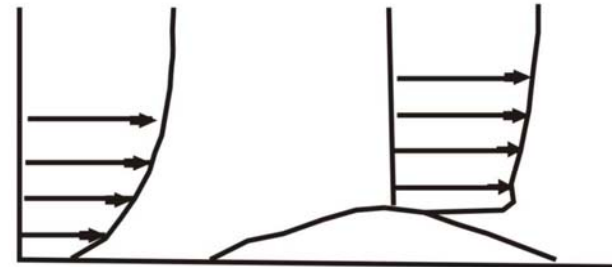
Класифициране на формите на терена според ускорението на скоростта



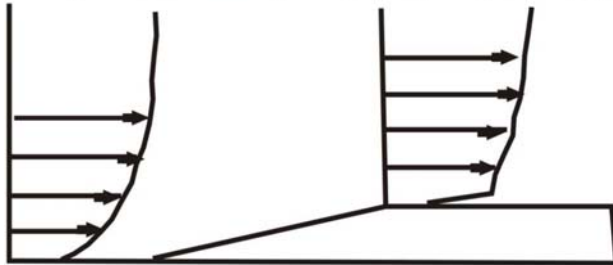
Профили на скоростта при различни форми на терена



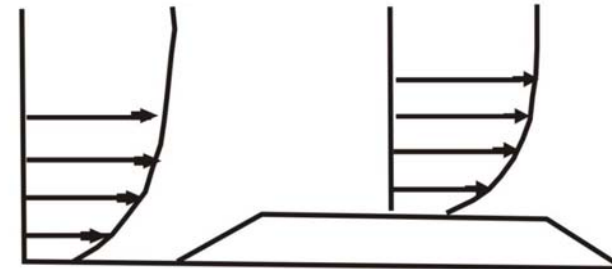
1. Триъгълна форма (най-ускоряваща)



2. Обла форма



3. Плоска форма

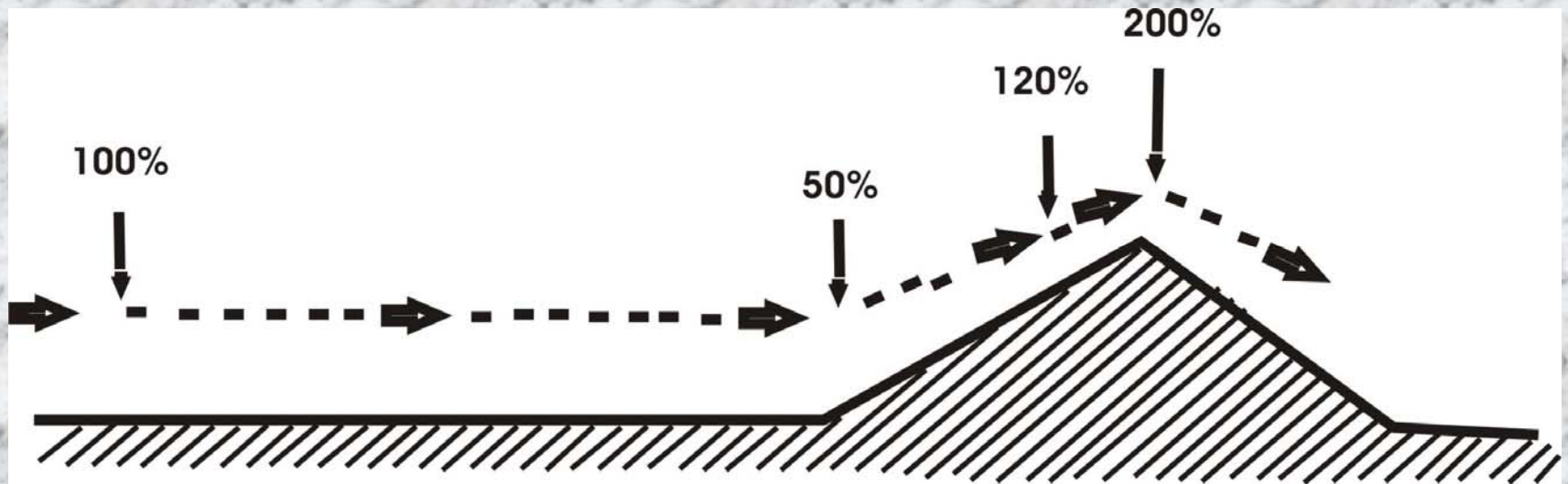


4. Трапецовидна форма



5. Прявоъгълна форма

Процентно изменение на скоростта на вятъра около идеализиран хълм





Общи правила

- **Най-добрите гребени или части от тях са тези разположени перпендикулярно на преобладаващия вятър. (Препоръчва се да се заемат гребените с господстващи височини в околността).**
- **Необходимо е да се подбират гребени или части от тях с идеални (съгласно Табл.6.1) наклони на склоновете в рамките на няколко стотин ярда от върха на хребета. Хребети с понижения, проходи или седлообразни такива изискват специално разглеждане.**
- **Места с висока турбулентност или рязка промяна на скоростта трябва да се избягват**
- **Трябва да се разглеждат и други препятствия в близост до ВЕП**
- **Ако не е възможно да се подбере най-високата част на хребета то е необходимо да се избира наветрената му част и то колкото се може по-високо.**
- **Трябва да се избягва основата на хребета или подветрената му част.**
- **Растенията мога да подпомогнат правилния избор на място за ВЕП.**

Изолирани хълмове и планини



Общи правила за подходящо място за ВЕП в зоната на оврази



Най-добрите места за изграждане на ВЕП в зоните на оврази са тези, които са добре продуваеми от вятъра и не са засенчени от дървета и храсти

Те са разположени перпендикулярно спрямо преобладаващия вятър

Ако височината на оврага е по-голяма от 30м. турбулентната зона може да е твърде голяма и в такъв случай трябва да се внимава при избора на място

Места близки до основата на оврага трябва да се избягват

Тъй като овразите създават зони на турбулентност частите на оврага създаващи по-малка турбулентност са по-подходящи от тези с по-висока турбулентност

Общата картина на режима на вятъра може да бъде скрита ако в основата на оврага има дървета и храсти

Най-добрите места за ВЕП са разположени на разстояние от 0.25 до 2.5 пъти височината на оврага по посока на преобладаващия вятър

Отрицателни форми на релефа

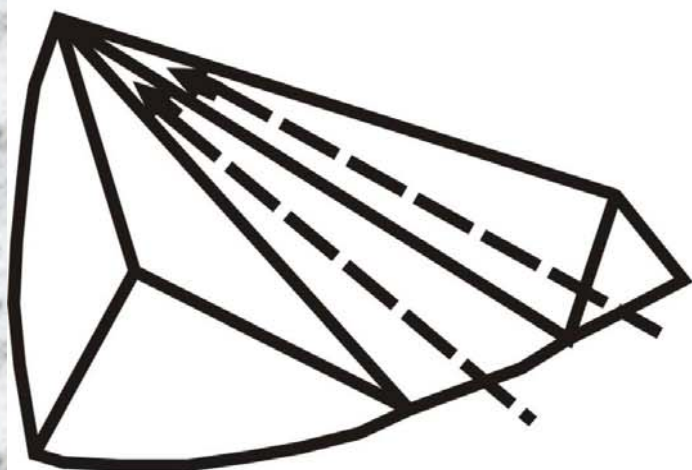
Долини и каньони

Локални ветрове

Планинско-долинна циркулация

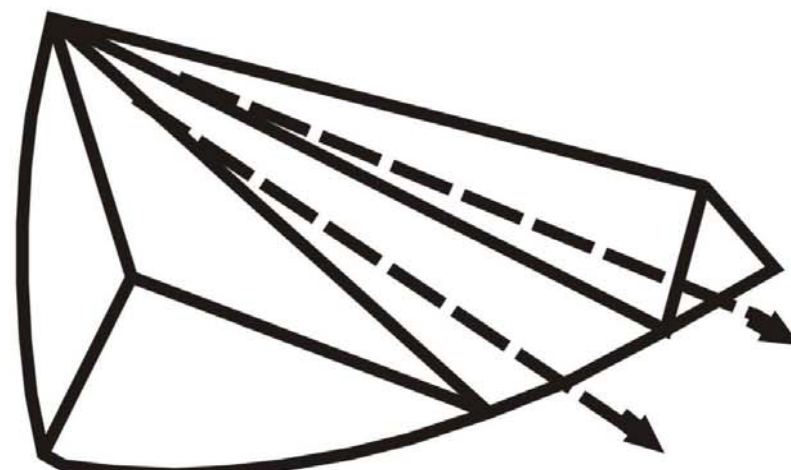


Долинен вятър



Обяд до залез слънце

Планински вятър



Вечер до изгрев слънце

Схема на локалните ветрове наблюдавани в страната



Обобщени правила



- Да се подбира широка долина успоредна на преобладаващия вятър или дълга долина като продължение на планинския масив;
- Да се подбират места със стеснение на долината или каньона , където може да се очаква, че скоростта на вятъра е по-висока;
- Да се избягват много къси и/или тесни долини и каньони както и такива перпендикулярни на преобладаващия вятър;
- Да се избират места в близост до входа на долината, където е възможно наличието на планинско-долинна циркулация;
- Да се подбират турбини с по-голяма височина на опорната конструкция с цел да се достигне нивото на вятъра с по-високи скорости;
- Да се използва като индикатор за режима на вятъра дървесната растителност;

Общи правила



Проходите трябва да бъдат отворени (успоредни) за преобладаващия вятър

- **Проходите трябва да бъдат обкръжени от високи планини или хълмове от двете си страни**
- **Наклона на основата на прохода трябва да бъде достатъчно голям за да предизвика достатъчно усилване на скоростта (гледай Табл.6.1)**
- **Грапавостта на повърхността не трябва да бъде голяма (колкото по-малка, толкова по-добре)**



For more information:

Assoc.Prof. Dr. Peter Ivanov
National Institute of Meteorology and Hydrology (NIMH)
Bldv.Tzarigradsko shousee 66
Sofia 1784
Bulgaria
Phone +359 2 975 39 86
Fax + 359 2 988 44 94
E-mail: Peter.ivanov@meteo.bg