

SZÉLENERGIA

A JÖVŐ ENERGIÁJA



GLOBÁLIS KLÍMAVÁLTOZÁS



MEGÚJULÓ ENERGIÁK

- NAPENERGIA
- SZÉLENERGIA
- VÍZENERGIA
- BIOMASSZA
- ÁRAPÁLY

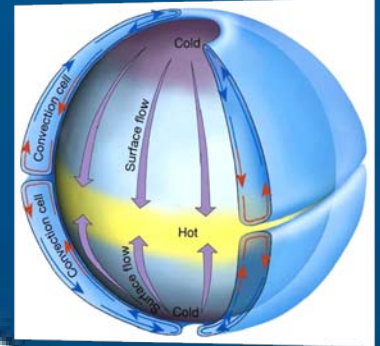


SZÉLENERGIA

A JÖVŐ ENERGIÁJA



MI A SZÉL?



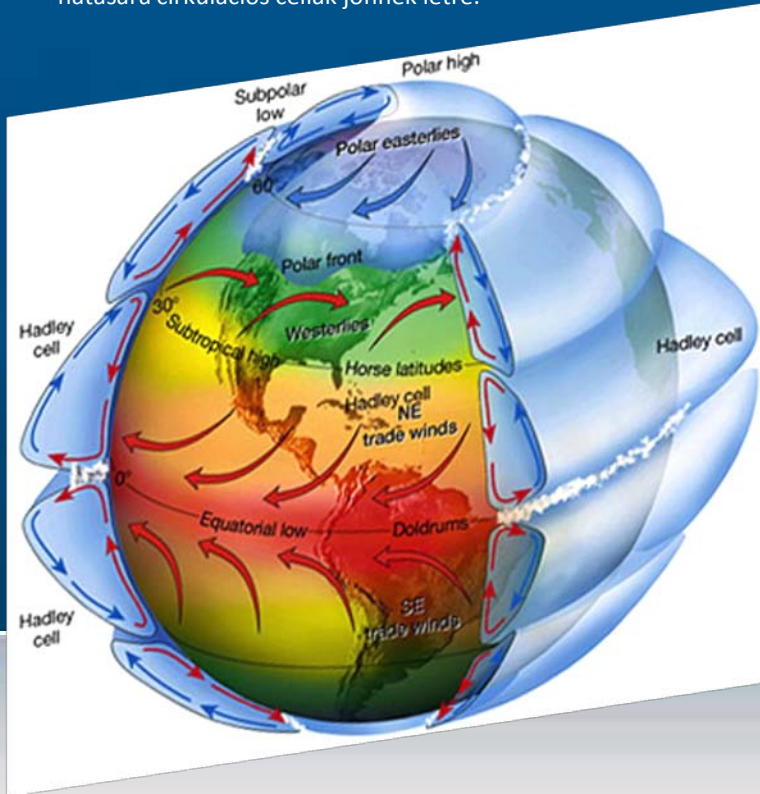
Légnyomáskülönbség kiegyenlítésére
létrejövő horizontális áramlás.

Globális szélirányt és erősséget befolyásoló tényezők:

- Gradiens erő: magasabb nyomású hely felől az alacsonyabb nyomású hely felé szállítja a légrétecskéket.
- Coriolis-erő: föld forgásának hatása, mely a mozgó testeket a mozgás irányára merőlegesen mozdtítja el. Északi félteken jobbra, déli félteken balra.
/Gradiens erő=Coriolis erő » geosztrofikus szél , izobárok mentén/
- Surlódási erő: talaj érdessége határozza meg,. A surlódási réteg vastagsága átlagosan 1000-1500m.
- Centrifugális erő

CIRKULÁCIÓS CELLÁK

- Napsugárzás: általános légkörzésre ható erő, melynek hatására cirkulációs cellák jönnek létre.



CIRKULÁCIÓS CELLÁK



Lokális módosító tényezők:

- Eltérő hőháztartású felszínek /szárazföld és víz/
- Domborzat /beépítettség, növényzet, talaj, stb./

A szélérőművek a szél áramlásának kinetikus energiáját hasznosítják. /fékezik a szelet/

A szélből kinyerhető energia a szélssebesség köbével, a levegő sűrűségével és a széllapátok által súrolt felülettel arányos.

Szélből kinyerhető energia elméleti maximuma 59,3%/Betz maximum/

Ténylegesen kinyerhető energia jelenleg 20-30%

A SZÉL ERŐSSÉG KIFEJEZÉSE

BEAUFORT SKÁLA

- Teljes szélcsend: 0-0,2 m/s
- Alig érezhető szellő: 0,3-1,5 m/s
- Könnyű szellő: 1,6-3,3 m/s
Szárazföldön: A füst erősen ingadozik, a fák leveleit a szellő mozgatja
Vízen: A vízfelület lapos, rövid hullámok futnak, a hajón a víz csobogása hallható.
- Gyenge szél: 3,4-5,4 m/s
- Mérsékelt szél: 5,5-7,9 m/s
- Élénk szél: 8-10,7 m/s
- Erős szél: 10,8-13,8 m/s
- Igen erős szél: 13,9-17,1 m/s
- Viharos szél: 17,2-20,7 m/s
- Vihar: 20,8-24,4 m/s
- Szélvész: 24,5-28,4 m/s
- Orkán: 28,5-32,6 m/s
- Tornádó: 32,7 – m/s

ENERGIABECSLÉS

A szél mérése során pontszerű mintavételezést végzünk.

Szél mérésére WASP szoftver

/Wind Atlas Analysis and Application Program/

- topográfia
- érdesség
- Árnyékolás
- Légköri határelmélet
- Szélirány

Szélmérés eszközei

- Szonda
- Aneométeres toronymérés
- SODAR /Sonic Detection and Ranging/
- Windprofiler

Helyi szélmérés:

- Min. 1 éven keresztül



A SZÉLENERGIA TÉRKÉP



- Szélerenergia globális potenciálja 1,3 millió terawattóra/év
- 2006-ban a Nemzeti Energiaügynökség /IEA/ felmérése szerint a Föld teljes áramfogyasztása 15666 terawattóra volt.
- Ez a megadott potenciál 1,2%-a.

A SZÉLENERGIA HASZNOSÍTÁSÁNAK TÖRTÉNELME

- I.e. 6. században vitorlák feltalálása hajózás megkönnyítésére.
- Kr. u. jelentek meg az első szélmalmok a Közel-Keleten.
- Európa feltehetőleg a kereszties hadjárat idején ismerkedett meg a malmokkal.
- Középkor folyamán az egész kontinensen elterjedtek különféle formákban.
- A mediterrán vidékeken elterjedtek a „bástya-szélmalmok”.
- A malmok fénykorában kb. 9000 malom működött.
- 1906-ban Magyarországon a Debrecen és Kecskemét összekötő képzeletbeli vonaltól délre 691 szélmalom üzemelt, melyből 47 maradt fenn.
- Az ipari forradalom idején a szélmalmokat felváltották a gőzmalmok.
- A felfedezők a tapasztalatokat Amerikába vitték és ott továbbfejlesztve a szélkerekeket vízkiemelésre használták.
- Áramtermelésre csak a 19. század utolsó évtizedeiben C. F. Bush és Paul la Cour feltalálókknak köszönhetően váltak alkalmassá.
- A fosszilis tüzelőanyagok elterjedésével alkalmazásuk háttérbe szorult.

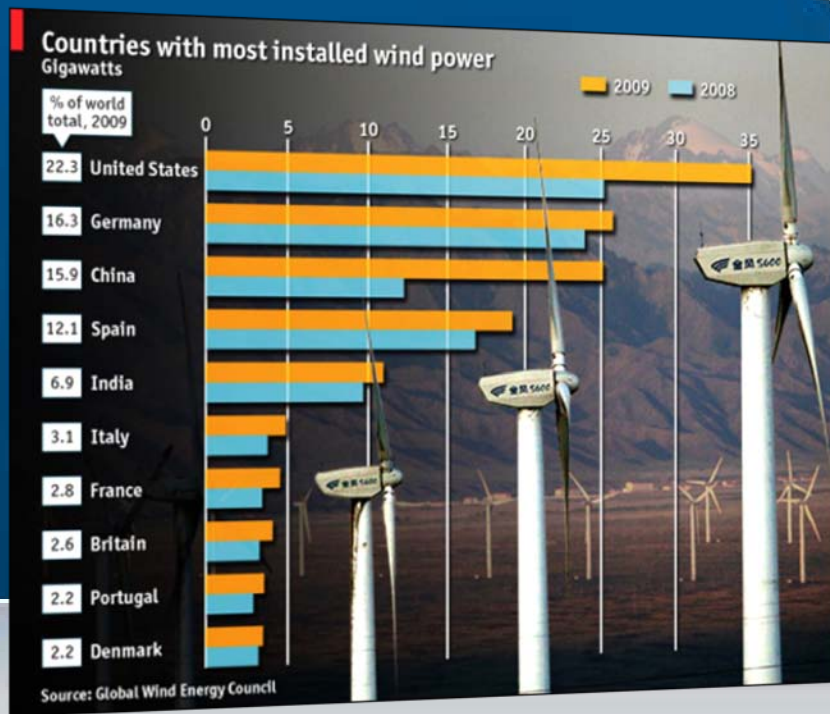


A SZÉLERŐMŰVEK NAPJAINKBAN

- Szélturbinák sorozatgyártása 1979-ben Dániában indult meg 20-30 KW-os gépekkel.
- A mai modern szélturbinák teljesítménye átlagosan 5 MW. Oszlopmagasság meghaladja a 100m-t.
- 2007-ben a termelt energia a világon 94GW volt, melynek 86%-át Németország, Spanyolország, USA, Kína, India adta. /Kontinensek között Európa részesedése a legjelentősebb/
- A tagállamok beruházásait az Európai szélerő Társaság /EWEA/ minden évben felméri.



A SZÉLERŐMŰ KAPACITÁS NÖVEKEDÉSE



A SZÉLERŐMŰVEK HAZÁNKBAN

- Magyarország a mérsékelt szélterületek közé tartozik.
/Tavasza a legszelesebb, ősz a legcsendesebb/
- Éves átlag szélesség 10m magasságban 2-4,5m/s
- OMSZ által mért legnagyobb széllökés az elmúlt 50 évben
1993.06.12-én 44,3m/s
- Névleges teljesítmény eléréséhez szükséges szél gyakorisága alacsony
/üzemóra 10%-a/
- Indulási sebesség alatti szélcsend gyakorisága jelentős /több, mint 40%/
- Szélenergia csúskihasználási órászáma 1500-1800 óra
- Első szélenergia átadása Inota 2000-ben
- Első hálózatra kapcsolt erőmű Kulcsán működik 2001 óta.



SZÉLERŐMŰ BERUHÁZÁS ELŐKÉSZÍTÉS

Kötelező engedélyek, dokumentumok

- Környezetvédelmi engedély /KvVMkiadványa/
- Környezetvédelmi hatástanulmány
- Jogerős építési engedély
- Vezetékjogi engedély /Hálózati csatlakozási engedély/
- Áramátvételről szóló hosszú távú kereskedelmi szerződés

Banki feltétel

- Meteorológiai háttér figyelembe vétele
- Megtérülési számítás /lokális szél pontos ismerete/
- Legalább 1 éves két magasságban végzett helyi szélmérés /hitelesség/
/Mérőtorony is építési engedélyköteles/

Meteorológiai háttér /alábecsült értékek/

- OMSZ általános széltérképei
- Statisztikák /több évtizedes/



ÜZEMELTETÉS, JOGI SZABÁLYOZÁS GAZDASÁGOSSÁG

Energiaellátás jelenleg

- Centralizált energiatermelő és elosztórendszerek

Energiaellátás a jövőben

- Decentralizált energiatermelő és elosztórendszerek /"energiamix"/

Rendszerirányítás

- Mérlegkörös modell /közüzemi és szabad piacivillamosenergia ellátás/

Gazdaságosság

- Egyre kevesebb állami támogatást igényel
- Jó telepítés esetén viszonylag hamar megtérül

Jogi szabályozás

- Gyakorta változik

ELNEVEZÉSEK

- Szélenergia konverter
- Szélkerék
- Szélmotor
- Szélerőgép
- Szélgenerátor
- Szélturbina
- Szélerőmű

Nincs egységes elnevezés!



CSOPORTOSÍTÁS

Irányultság szerint

- Horizontális tengelyű
- Vertikális tengelyű

Üzemelés szerint

- Gyorsjárású
- Lassújárású

Kinetikus energia hasznosítása szerint

- Ellenállást hasznosító
- Felhajtóerőt hasznosító

Hasznosítás szerint

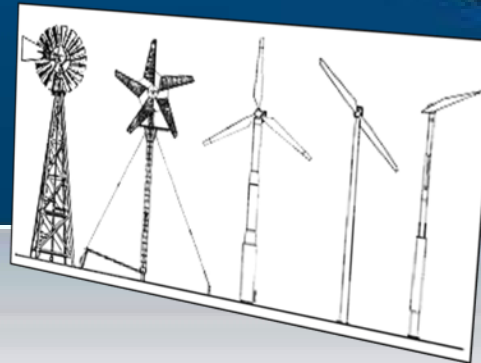
- Vízszivattyúzás
- Villamos energia termelés

Rendszerkialakítás szerint

- Hálózaton kívüli szélgenerátor 50W-10KW
- Szigetüzemű szélturbina 10KW-200KW
- Hálózatra tápláló szélérőmű 200KW-5MW

Kialakítás szerint

- Váltómű nélküli
- Váltóművel szerelt



[illegible]

SZÉLENERGIA-HASZNOSÍTÁS LEHETŐSÉGEI ÉS KORLÁTAI



Szélerőművek előnye

- A jogi szabályozás gyakorta változik
- Környezetkímélő technológia
- Nem bocsát ki üvegházhatású gázokat
- Decentralizált hálózat építhető ki vele
- Sokféle kapacitású létezik
- Hosszú élettartam
- Könnyű üzemeltethetőség
- Áttelepíthető

Szélerőművek hátránya

- Rendszerszabályozási problémákat okoz /szélcsend, erős szél/
- Napi megtermelt energia ingadozása akár 85%-is lehet /külföldi tapasztalatok alapján/
- A jogi szabályozás gyakorta változik
- Megtermelt energia időbeli változása /kiszámíthatatlansága/
- Relatív nagy egyszeri befektetés

SZÉLTURBINÁK FELÉPÍTÉSE

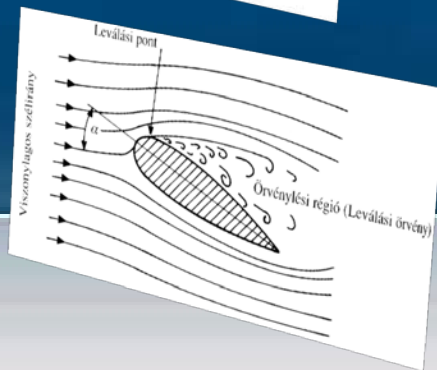
Váltómű nélküli



Váltóművel felszerelt



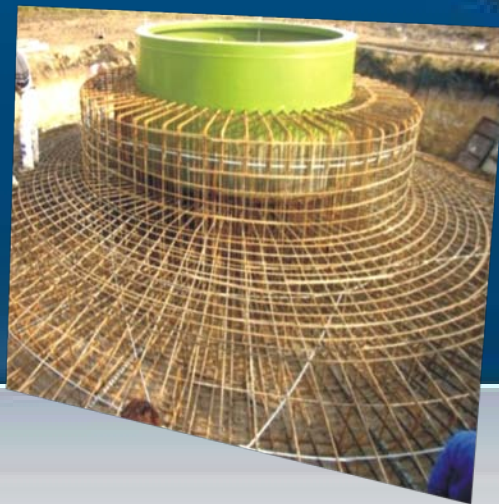
Lapát kialakítás



SZÉLTURBINÁK ALAPOZÁSA

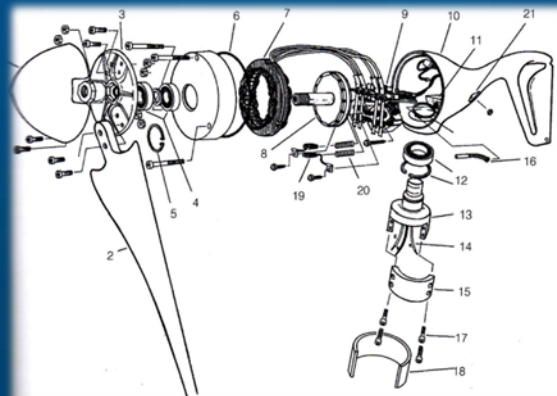


Alapozások



SZÉLGENERÁTOROS RENDSZEREK

SZÉLGENERÁTOR FELÉPÍTÉSE



1. Orrkúp
2. Szárnyrotor
3. Szárnylapát
4. Csapágyak
5. Seger gyűrű
6. O gyűrű
7. Állórész tekercs
8. Permanens mágneses forgó rész
9. Szabályozó elektronika
10. Generátorgépház
11. Hűtőfelület
12. Oszlop csapágya
13. Árboc forgórészfej
14. Kimeneti vezetékek
15. Keferugó
16. Rugó
17. Nyakrész csavar
18. Nyakrészbilincs
19. Kefék
20. Keferugók
21. potenciométer

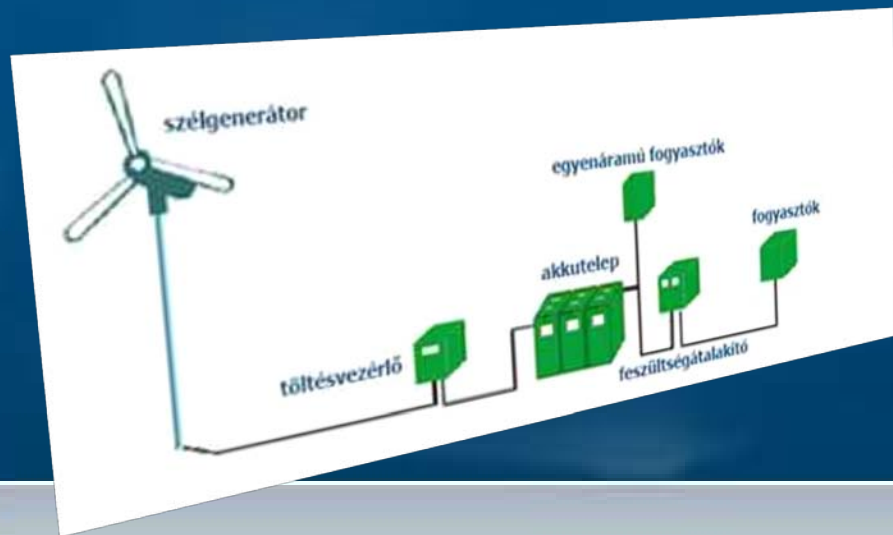
Air X 400W-os szélgenerátor felépítése

SZÉLGENERÁTOR JELLEMZŐI

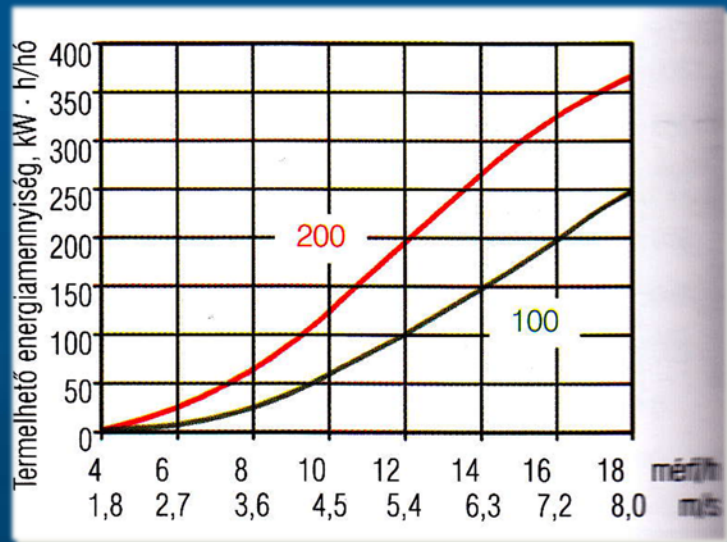
- Indulási szélsébség típustól függően 1,8-3,5m/s
- 3,5-4,0m/s átlagos évi szélsébséget igényelnek a gazdaságos üzemelés hez.
- Névleges illetve csúcs kimeneti teljesítményüket általában 10-12, illetve 18-20m/s szélsébségnél érik el.
- Túlélési szélsébségük kb. 50-65m/s
- Átlagos élettartamuk meghaladja a 30 évet
- Könnyen áttelepíthető
- Házilag felszerelhető
- Nagy egyszeri beruházási költség
- Önállóan építési engedélyköteles
- Tetőre telepítve csak bejelentésköteles



SZÉLGENERÁTOR KAPCSOLÁSI RAJZ



SZÉLGENERÁTOR JELLEGGÖRBÉJE



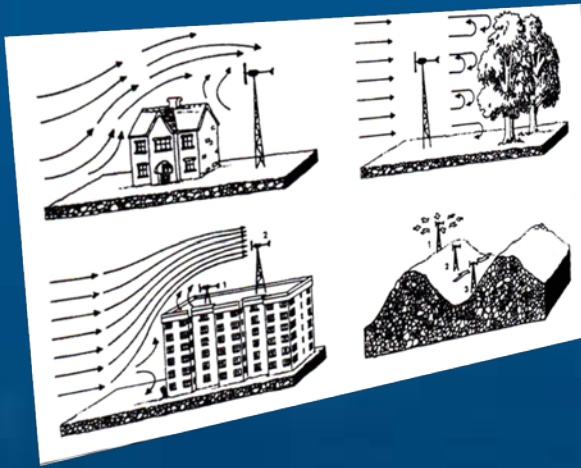
Whisper 100 és Whisper 200 szélgenerátorral termelhető havi energiameennyiség az évi átlagos szélesebesség függvényében

SZÉLGENERÁTOR ENERGIAHOZAM

Szélsebesség, m/s	Napi átlag energiahozam, kW · h/nap			Szélsebesség, m/s	Havi átlag energiahozam, kW · h/hó		
	AIR X 400 W	Whisper-200 1000 W	Whisper-500 3000 W		AIR X 400 W	Whisper-200 1000 W	Whisper-500 3000 W
4,0	0,5	3,4	9,1	4,0	15	103	275
4,5	0,7	4,5	12,2	4,5	22	136	366
4,9	1,0	5,7	15,5	4,9	30	171	464
5,4	1,3	6,9	18,9	5,4	38	206	567
5,8	1,5	8,0	22,3	5,8	46	241	670
6,3	1,8	9,1	25,7	6,3	55	274	771
6,7	2,1	10,2	28,9	6,7	64	306	868
7,2	2,5	11,2	31,9	7,2	74	335	958
7,6	2,8	12,0	34,7	7,6	85	361	1041
8,1	3,2	12,8	37,2	8,1	96	385	1116
8,5	3,6	13,5	39,4	8,5	107	406	1182

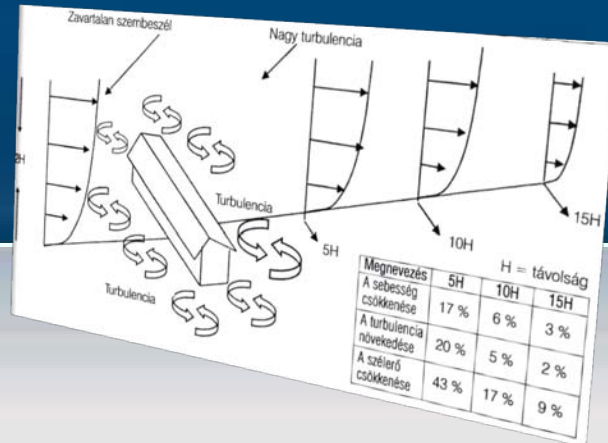
Napi, ill. havi átlagos energiahozam a pillanatnyi szélsebesség függvényében, különböző teljesítményű szélgenerátorok esetében.

TERVEZÉS, TELEPÍTÉS ÁLTALÁNOS SZABÁLYOK

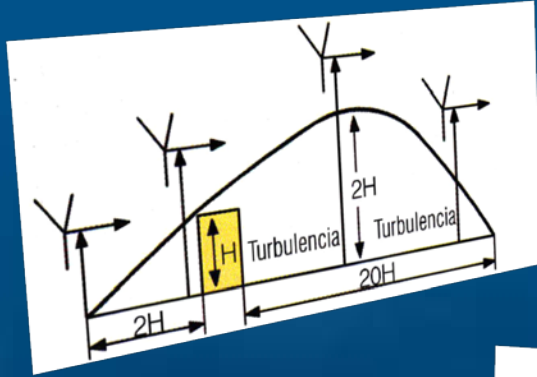


A teljesítményoptimum eléréséhez fontos, hogy a szélgenerátor a fák és az épületek örvényszónájából kiemelkedjen.

Létesítmények és turbulencia

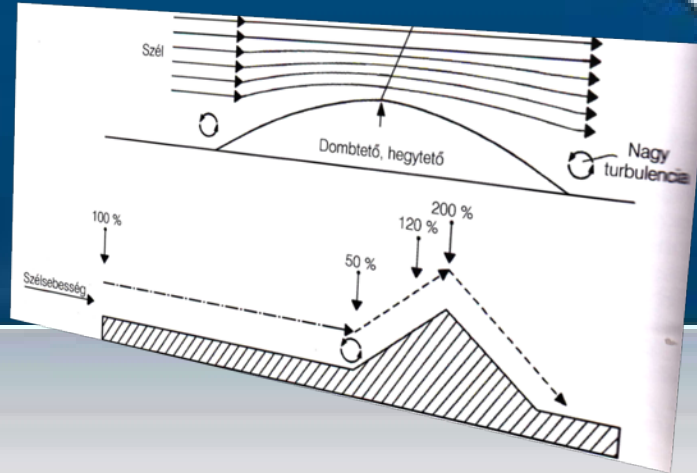


TERVEZÉS, TELEPÍTÉS ÁLTALÁNOS SZABÁLYOK

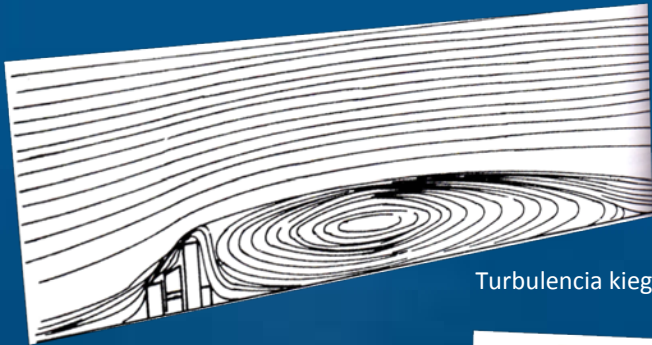


A szélgenerátor ajánlott elhelyezési
helye egy adott H magasságú
létesítmény előtt és mögött.

A szélsébség növekedése
dombtetőn, illetve ferde háztetőn.

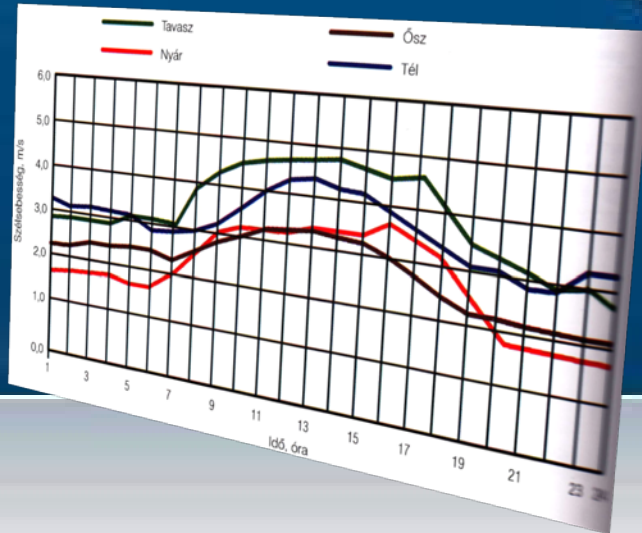


TERVEZÉS, TELEPÍTÉS ÁLTALÁNOS SZABÁLYOK



Turbulencia kiegyenlítődése épületek mögött.

Mért szélsősebességértékek a telepítési helyen, az adott magasság szinten, óránkénti bontásban, évszakonként.



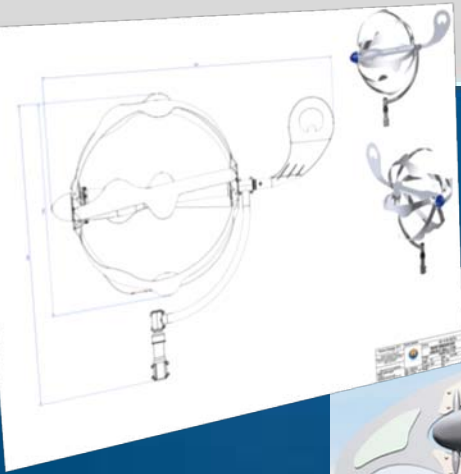
TÁMOGATÁSOK



Nemzeti Fejlesztési Ügynökség honlapján lehet tájékozódni
az aktuális támogatásokról. /www.nfu.hu/
Zöldgazdaság-fejlesztési Program

EU-S támogatási lehetőségek a CORDIS honlapján elérhetőek.
/http://cordis.europa.eu/

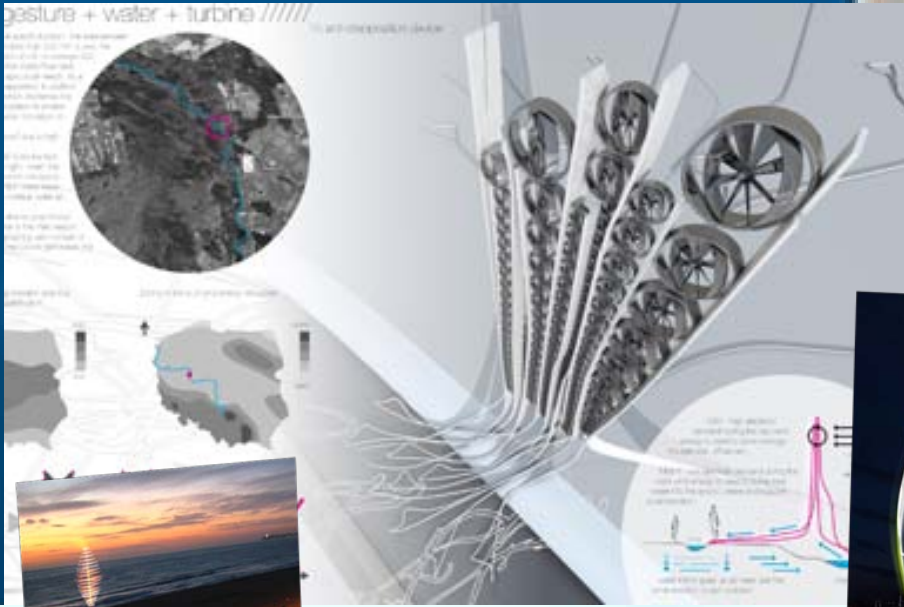
KÜLÖNLEGES KONCEPCIÓK



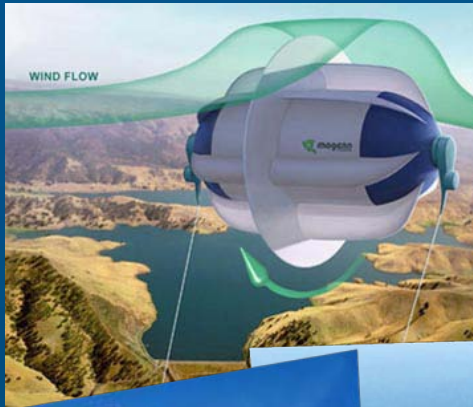
KÜLÖNLEGES KONCEPCIÓK



KÜLÖNLEGES KONCEPCIÓK



KÜLÖNLEGES KONCEPCIÓK

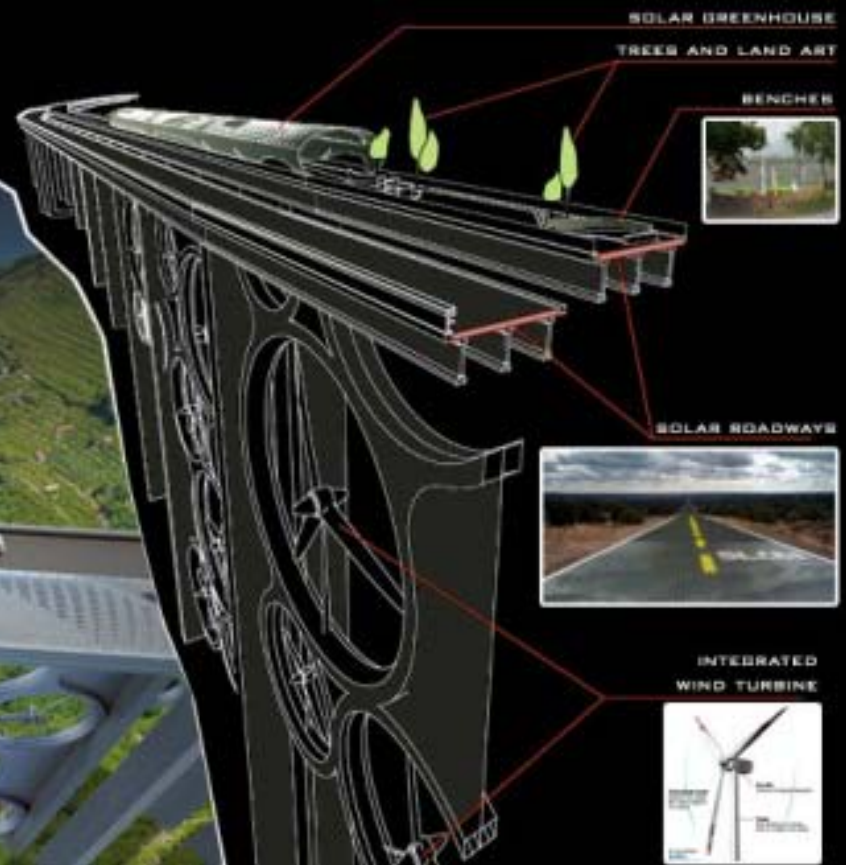


KÜLÖNLEGES KONCEPCIÓK



KÜLÖNLEGES KONCEPCIÓK

THE SOLAR PARK IS CONCEIVED AS A GREEN "PROMENADE", ALONG WHICH THERE ALTERNATE PANORAMIC VIEWING POINTS AND ENTIRELY SELF-SUFFICIENT SOLAR GREENHOUSES. AS WITH CITY FARMS, VISITORS TO THE PARK WILL BE ABLE TO STOP AND BUY THE LOCAL PRODUCE GROWN IN THESE GREENHOUSES. THE ASPHALT WILL BE SUBSTITUTED WITH A TECHNOLOGICAL ROAD SURFACE OF A KIND ALREADY IN USE IN THE USA ("SOLAR ROADWAYS"). THE ROAD SURFACE ITSELF WILL, THEREFORE, COLLECT ENERGY AS A PART OF A POWER-GENERATING SYSTEM COMPOSED OF A DENSE GRID OF SOLAR CELLS COATED WITH A TRANSPARENT AND HIGHLY RESISTANT FORM OF PLASTIC. THE ENTIRE SYSTEM IS CAPABLE OF PRODUCING AROUND 40 MILLION KWH PER ANNUM - ENOUGH ENERGY TO PROVIDE POWER FOR APPROXIMATELY 15.000 FAMILIES.



KÜLÖNLEGES KONCEPCIÓK

Solar Tower



HASZNOS LINKEK

- GWEC /Global Wind Energy Council/
- EWEA /European Wind Energy Association
- Magyar szélenergia Társaság
- WASP
- Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
- Zöld Technológia
- Alternatív Energia.hu
- Fenntartható.hu

www.gwec.net

www.ewea.org

www.mszt.hu

www.windatlas.dk

www.nfa.hu

www.zoldtechnologia.hu

www.alternativenergia.hu

www.fenntartbato.hu



FELHASZNÁLT SZAKIRODALOM BIBLIOGRÁFIA

Köszönöm a figyelmet!

NYOMTATOTT

- Ferenczi Ödön: Áramtermelés nap és szélenergiából
Cser kiadó, Budapest 2007
- Megújuló energiák
Sprinter Kiadói Csoport, Budapest 2009

INTERNETES:

- GWEC /Global Wind Energy Council/
www.gwec.net
- EWEA /European Wind Energy Association
www.ewea.org
- Magyar szélenergia Társaság
www.msze.hu
- WASP
www.windatlas.dk
- Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
www.nfu.hu
- Zöld Technológia
www.zoldtechnologia.hu
- Alternatív Energia.hu
www.alternativenergia.hu
- Fenntartható.hu
www.fenntarthato.hu

Készítette: Borsai Árpád