

SZÉLENERGIA HASZNOSÍTÁSA KISFOGYASZTÓKNÁL

„KISSZÉLERŐMŰVEK/ SZÉLTURBINÁK” ALKALMAZÁSA A MINDENNAPJAINKBAN

Németh Edina, HGYZUB

építészmérnök hallgató, Széchenyi István Egyetem, Győr
e-mail cím: edina-marci@t-online.hu

KIVONAT

Tanulmányom arra keres választ, hogy a települések lakossága, a kisfogyasztó hogyan tudja felhasználni a széleenergiát a mindennapjaiban. Egy berendezés beszerzése kapcsán mire kell figyelnie, illetve miket fog hallani a forgalmazótól. A napenergia után térségünkben a kisfogyasztó részére a még elérhető, alternatív energia ellátások közé, a széleenergia tartozik. A mindennapokban elérhetőnek tűnik, mégis egyes presztízs beruházásokon kívül nem találkozunk vele a mindennapjainkban.

Ennek mi az oka?

Többször felmerül a kérdés, hogyan lehet telepíteni ilyen kis, egy családi házat ellátó szélkereket, hisz egy szélcsatornában élünk, ahol mindig fú a szél, nagy a telek, elfér rajta! A feltett kérdés nagyon egyszerűnek hangzik, de ha jobban utánajárunk egyre több bukkánóval, tévképzettel találkozhatunk.

Én személy szerint támogatom az alternatív energia ellátási módokat, de a kis szélerőművekkel szemben gyanakvó vagyok. Ez volt az egyik oka annak is, hogy ezt a témát választottam.

Munkásságom során barátnőmmel már több szélerőmű parkot terveztünk Magyarországon, az évek során, a nehézségek ellenére már van olyan is amelyiket megépítettek. Sőt, Mosonszolnokon, mint Építési Hatóság én engedélyeztem országunk első szélerőmű parkját, mely két db 600 kW-os gépből állt. Ez volt a 2.-3. számú gép az országban. Azóta környékünkön már sokkal több, jóval nagyobb szélerőmű működik.

Mit tudnak ezek a kis gépek – erőművek a nagyokhoz képest?

Milyen előnyeink származnak a használatukból?

Továbbá szintén tapasztalati kérdés:

Tényleg soha nem fúj a szél akkor a Duna parton, a kompnál Dunaremetén, amikor én járok arra? Csak én érzem rosszul?????

RÖVID TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

Az emberiség évszázadok óta használja a szél energiáját, amelyet a napjainkig fennmaradt szélmalomok, illetve vízátelő szerkezetek tanúsítanak. Sajnos hazánkban inkább csak skanzenekben. Ezek a szél által hajtott berendezések a mai értelemben véve nem „erőművek” voltak, hanem a korábbi emberi, állati erőt helyettesítő, közvetlenül munkát (pl. gabonaőrlést, öntözést) végző „gépek”.

A szelet hasznosító gépek teljesítményük növekedése szerinti sorrendben lehetnek:

szélmotorok, szélerőgépek, szélturbinák, szélgenerátorok és szélerőművek, illetve több létesítmény együttese a szél(erőmű)parkok.

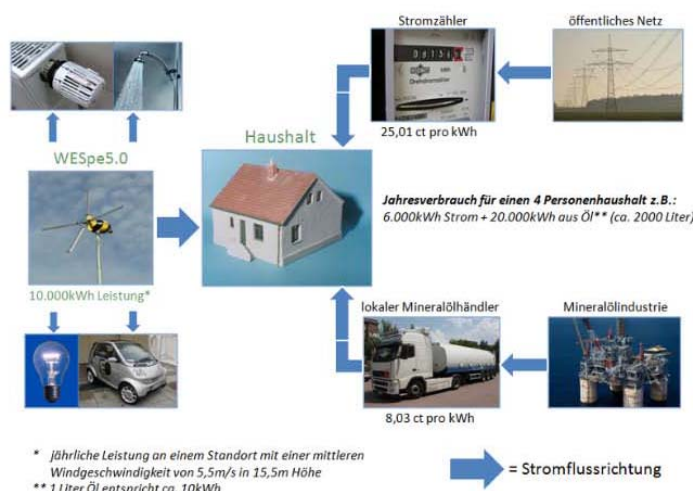
A 2000-es évek eleje óta jelentek meg Magyarországon az úgynevezett szélerőművek, 600 kW-os, nagy szélkerekek.

Majd pár év elteltével, de nagyon lassan jöttek be az országba az ún. kiserőművek. Ausztriában több ilyen erőmű, szerkezet került beépítésre, de ahhoz képest, hogy ott jobban támogatják az ilyen szélkerekek telepítését eleinte ott is csak a „kávéfőző” működtetésére használták ezeket a kis szerkezeteket.

Napjainkban, a szomszédos Ausztriában elterjedőben vannak ezek a szerkezetek, köszönhetően annak is, hogy ott a megtermelt áramot már jóval régebben átveszik a lakosságtól mint nálunk. Láthatunk itt is jó, illetve rossz példákat.

Amióta nálunk is van jogszabály arra vonatkozóan, hogy a megtermelt, „felesleges” áramot a fogyasztótól át kell venni, egyre nagyobb az érdeklődés a kisszélerőművek iránt.

Az áram átvétele a kisfogyasztóktól most már a gyakorlatban is működik, ezt a napenergia hasznosításának köszönhetjük elsősorban.

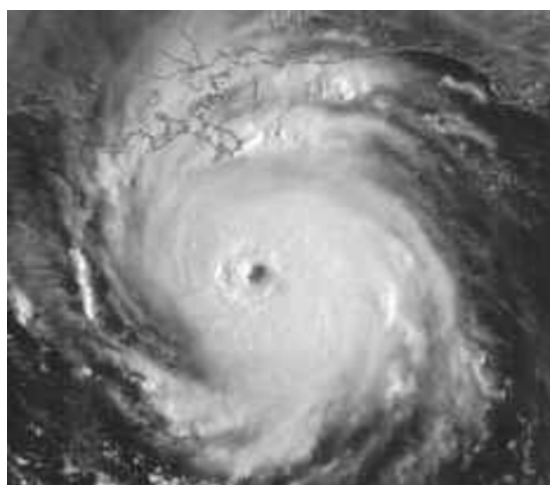


Az áram termelés és felhasználás lakossági szempontok alapján.

A SZELEK FÖLDRAJZI EREDTE

Corioli-erő

A szelek áramlása a nagyobb nyomású hely felől a kisebb nyomású felé irányul. A Föld forgása következtében ez az áramlás az egyenestől eltér. Ez a módosult áramlás az északi és a déli féltekén ellentétes áramlás-módosulást mutat. Az északi féltekén az északi áramlásból északkeleti, keleti, a déli áramlatból délnyugati, nyugati áramlás jön létre. A déli féltekén az északi szélből északnyugati, nyugati; a déli szélből délkeleti, keleti áramlás alakul ki. Mindez tehát a Föld forgásának és a Corioli-erő hatásának köszönhető, vagyis ha ez nem történné, akkor a magasabb hőmérsékletű és nyomású légtömegek a sarkvidékek irányába tartanának és a hidegebb, kisebb nyomásúak, pedig a felszínhez közel a sarkvidékek irányából az egyenlítő felé törekednének, számottevő kerülő nélkül.



A helyi szelek az általános földi légkörzéstől függetlenül alakulnak ki. Viszonylag rövid időtartamúak és a helyi hőmérséklet-különbség hatására kiszámíthatatlan időközökben alakulnak ki. Néhány ilyen szélről elmondható, hogy rendszeresen visszatérő jelenség.

MI AZ A KISSZÉLERŐMŰ?

Nevezhetjük egyáltalán így ezeket a szerkezeteket?

Ekkora teljesítményű gépeket még nem nevezünk erőműnek, helyesebb lenne a szélgenerátor megfogalmazás. A határ 20 kW teljesítménynél lett meghúzva, ez feletti gépeket nevezik erőműveknek. Nálunk, Magyarországon az engedélyezési eljárás fajtáját is befolyásolja a teljesítmény mértéke. (50kW)

Ilyen gépeket általában háztartásoknál, illetve mezőgazdasági, kisebb gyártó üzemeknél alkalmaznak. Ezek vagy sziget módban működnek, vagy rá vannak kötve a hálózatra.

Közel helyezkednek el az épületekhez, hiszen így biztosítható az elektromos csatlakozás, illetve általában a hely is kicsi.



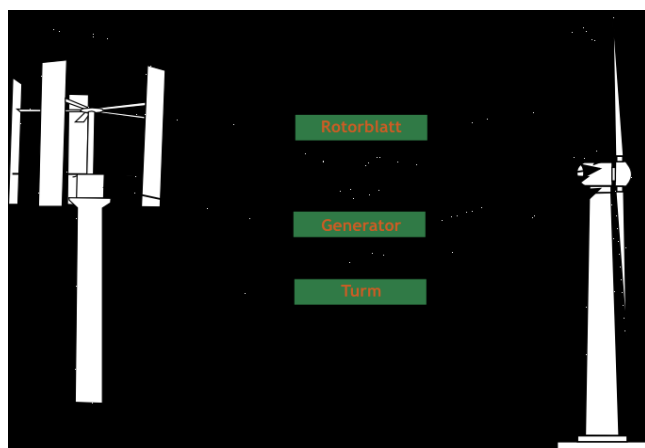
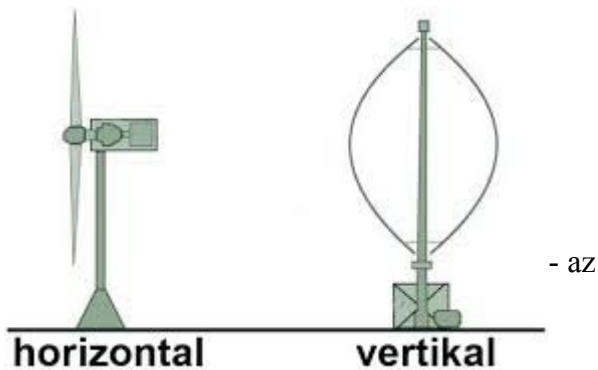
Kiserőművek elhelyezkedése.

TECHNIKAI ADATOK

A ROTOR

A legjellemzőbb alkotóeleme a kiserőműveknek. A rotor alakítja át a szélenergiáját egy forgó mozdulattá.

Nagyon sok fajtája van, de alapvetően két fő csoportra osztjuk fel őket a tengelyük irányán alapján.



Minél nagyobb a gépezet teljesítménye, annál nagyobbak kell lennie a rotornak. Egyforma teljesítményű, de más – más kialakítású gépek, eltérő rotor nagyságokkal készülnek. Ez attól függ, hogy hová fogjuk telepíteni a kisserőművet: olyan helyre ahol alig fú a szél, vagy olyan helyre ahol nagyon fúj.

Ha alacsony magasságú a gép, illetve nincs sok szél, nagyobb rotorfelület szükséges ahhoz, hogy az áram termelés gazdaságos legyen. Ezzel alacsony szélsébség esetén is használhatóak már egyes szerkezetek.

HORIZONTÁLIS TENGEYŰ TURBINA

A tengelye ennek a szerkezetnek vízszintes, ezen helyezkednek el a lapátok. Ez a legerjedtebb forma, mind kis és nagy erőművek esetében, általában 3 lapáttal. Előnyös olyan helyeken ahol a szél iránya sokszor és gyorsan változik.



A szélirányba állását több fajta módon biztosíthatjuk. Általában egy kis „szélfarokkal”, magától beáll a szerkezet szélirányba, de rásegíthetünk szerkezetű függően egy kis motorral is.

VERTIKÁLIS TENGEYŰ TURBINA

Ez a típus a függőleges tengelye körül forog. Előnyük, hogy kevésbé érzékenyek a szélirány változásaira, hátrányuk, hogy kisebb hatásokkal működnek mint a vízszintes turbinák. Ennek az az oka, hogy a rotor egy része forgás közben a széllel szemben van.



Darrius Rotor



Darrius Rotor

A Darrius Rotor érdekessége, hogy a fel- és leszálló szeleket is tudja hasznosítani. Nem kell szélirányba fordítani, ezek a fajta rotorok mindig a szél irányában állnak. Vihar biztosnak kell lenniük, hiszen mindig a szél közepén állnak, továbbá nagyon fontos, hogy borulás ellen legyenek kibiztosítva.



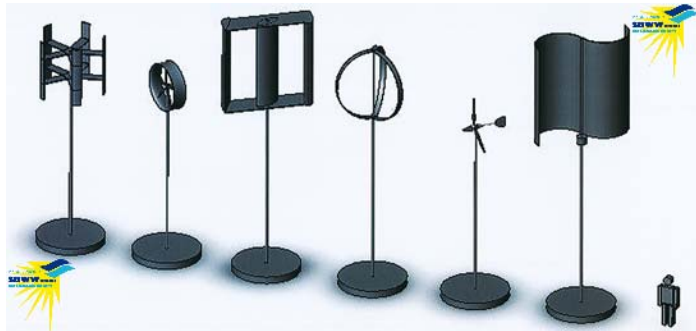
Savonius Rotor

Erre a lassú mozgás a jellemző, nagyon lassan forog, így a forgáskor keletkező hang elhanyagolható. Nem terjedt el nagyon.

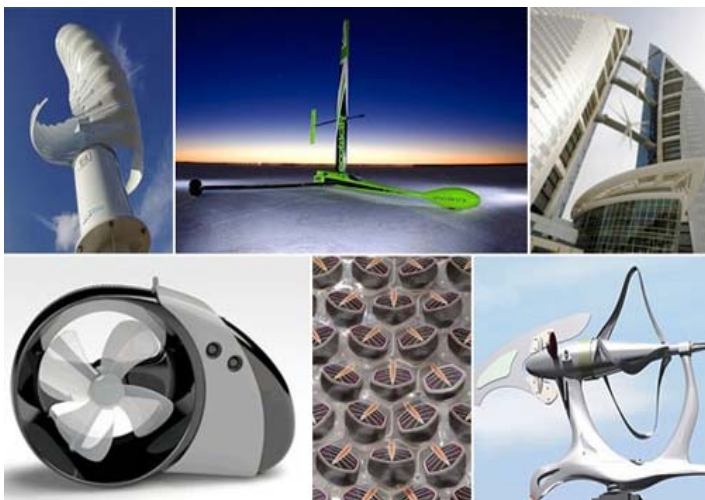
EGYEDI KIALAKÍTÁSÚ TURBINÁK

Nagyon sok kísérlet van arra, hogy a turbinák a leghatásosabban működjenek és közben a lehető legkevesebb árnyékot vessék, hangot adják.

Így a próbálgatások során, nagyon sok fajta szerkezettel találkozhatunk.



A szerkezet formájából nem lehet a minőségére, illetve a hatékonyságára



következtetni.

VIHAR ELLENI BIZTOSÍTÁS

Egyik legfontosabb dolog az ilyen kísérőműveknél a vihar elleni biztosítás. Egyrészt nagyon nagy szeleknek vannak kitéve, másrészt a széllökések is nagy veszélyt jelentenek. Ezek ellen több fajta módon védekeznek a gyártók, többfajta biztosítást építenek be a szerkezetekbe.

A generátor rövidere zárása: ezáltal a szerkezet ellenállása megnő, lefékezi a rotort.

Szél megszakítás: a rotor lapátok kialakításából adódóan, egy bizonyos szélerősség felett nem tud átmenni a szél a szerkezeten, kikerüli azt.

Helikopter módozat: egy beállítás kapcsán, egy bizonyos szélerősség felett a lapátok felcsapódnak függőleges állásba, így kikerülve a szelet.

Szélirányból való kifordítás: van arra is lehetőség, hogy az egész szerkezetet kifordítsuk a szélirányból.

Rotor lapátok elfordítása: egyes szerkezetek képesek arra is, hogy a lapátokat fordítsák el a szél erősségétől függően, így csökkentik a szél lapátra gyakorolt erjét.

Mechanikus fékezés: egy gép megállítja a rotort.

A GENERÁTOR

Különböző típusok, különböző generátor fajtákat használnak.

Az így előállított áramot nem lehet közvetlenül felhasználni, azt át kell alakítani váltóárammá, hogy betáplálhassuk a rendszerbe, illetve felhasználhassuk.

AZ ÁRAM ÁTALAKÍTÓ

A Kiszélerőművek által termelt áram nem olyan minőségű, hogy azt a háztartásunkban fel tudjuk használni, illetve hogy azt az országos hálózatba vissza tudjuk táplálni. Az átalakító szerkezet biztosítja a szükséges feszültséget és frekvenciát ahhoz, hogy a betáplálás létre jöhessen.

Ennek a szerkezetnek a működési elve megegyezik a napelemeknél használatos rendszerrel.

A „felesleges” villamos áramot vissza lehet táplálni az országos hálózatba egy mérőórán keresztül, melyet a szolgáltató kifizet a termelő részére, hatósági fix áron. Most már modern, digitális rendszereken keresztül működik ez, de pár éve láttam egy általam tervezett lakóháznál, hogy a „normál” régi fajta villanyóra visszafelé forgott (napelemes visszatáplálásnál). Elképesztő volt látni, hogy egy napos délután, milyen sebességgel tudja forgatni az órát.

Fontos: ha ez a rendszer nincsen összehangolva teljesen a kiszélerőművel, akkor itt nagyon sok áram elveszhet!



Piros: irányító szerkezet, fehér: átalakító

A RENDSZER

Két alapvetően különböző rendszert különböztetünk meg.

Az amit rákötünk az országos rendszerre is, és a megmaradó áramot visszatápláljuk a hálózatra.

A sziget üzemmódba üzemelő rendszerek: általában olyan helyeken ahol nem lehet a hálózatra rákapcsolódni. Itt a megmaradó áramot akkumulátorba töltik és ott tárolják, majd egy átalakítón keresztül használják fel szükség esetén.

TELEPÍTÉS

A gondosan kiválasztott helyszín, a kisserőmű típusa határozza meg, hogy a szerkezet rentábilisan fog-e működni.

Hazai tapasztalatom alapján sajnos ez nem jön össze mindig, sokkal fontosabb egy – egy pályázatban a plusz pont, olyanok, akik nem értenek hozzá bevállalják az ilyen szerkezetek telepítését. Aztán megépítetik sok – sok millióért, mert ugye a forgalmazó mindenféle papírokkal bizonyítja termékének szükségességét, és csak áll és áll, nem forog, mert senki nem mérte meg az adott helyen, hogy egyáltalán ahhoz a típushoz megfelelő-e a szélsébség.

Általános, átlagolt szélsébségek nem adnak pontos adatokat, csak nagyon durva kiindulásnak jók! A legoptimálisabb, ha az adott helyszínen végzünk, telepítés előtt szélméréseket. 2,5 m/s éves átlag szélsébségtől lehet ezeket a kiserőműveket üzemeltetni (fajtától függően), de csak 4 m/s (~15 km/h) felett tudnak eredményeket produkálni.

SZÉLMÉRÉS

Csak a helyszíni, megfelelően hosszú ideig tartó (min. 3 hónap) szélmérési adatok adnak használható adatokat. Fontos! Ne a forgalmazó mérje a szelet!

Mérhetünk saját magunk is, de az eredmények nagymértékben függenek a méréshez használatos eszköztől, így lehetnek pontosak, de lehetnek félrevezetőek is az eredmények.

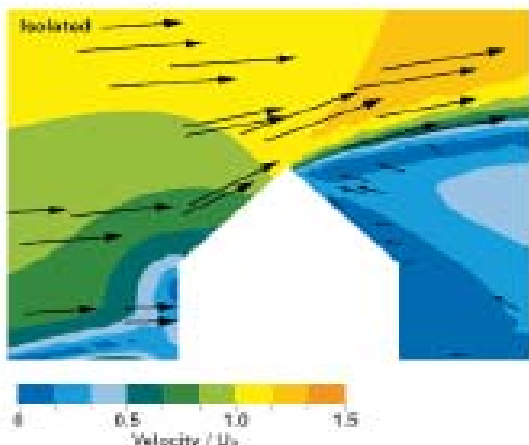
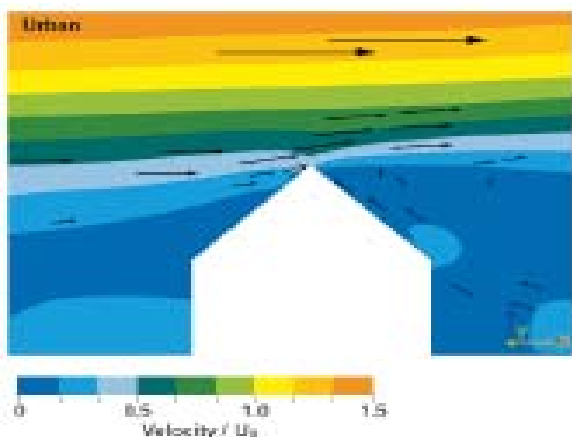
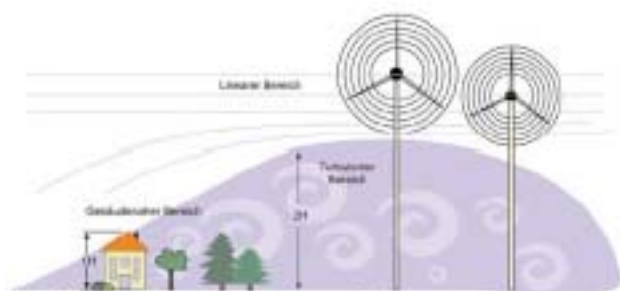
Használhatjuk a közelünkben lévő mérőállomás referencia adatait. (lehet ezekért fizetni kell).

Kérhetünk független szervezettől saját mérést.

HOL VAN AZ IDEÁLIS HELYE EGY ILYEN KISSZÉLERŐMŰNEK?

Ezeket a kiserőműveket a szélsébses helyeken túl, a gátló tényezőktől távol, a turbulenciával érintett területeken kívül kell elhelyezni, ahol nincsenek zavaró tényezők.

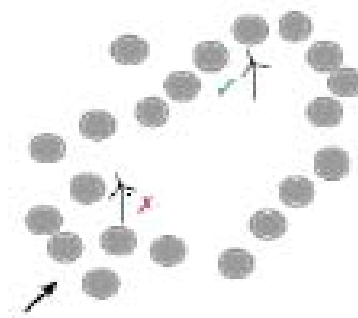
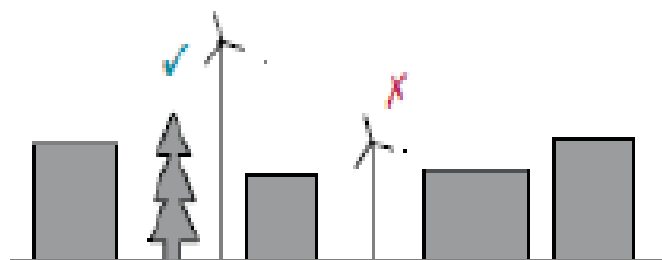
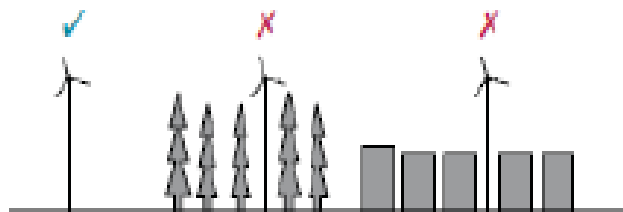
Turbulenciával érintett terület:



Egyes akadályok egyedül is nagy turbulenciát tudnak okozni, de ha több ilyen gátló elem van, akkor egy egész zóna képződik.

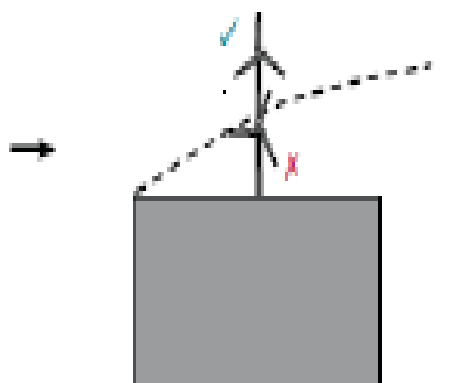
A szélőrműveket így sem erdős területeken, sem sűrűn lakott területeken nem lehet telepíteni, mert itt nem tudnak megfelelő kihasználtsággal működni.

Néhány ábra a telepítési helyekről:



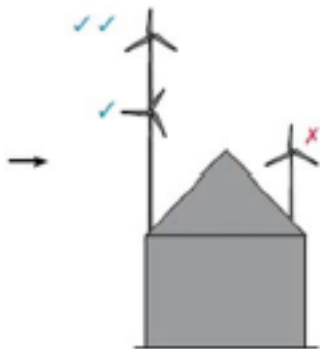
Ha nincs lehetőség arra, hogy a turbina az akadályok fölé emelkedjen, akkor legalább arra kell figyelni, hogy a turbina előtt elég hely legyen arra, hogy a szél megfelelő erővel közelítse meg a gépet.

Egy lapostetőn való elhelyezésnél is figyelembe kell venni a turbulencia zónát.



Magastető kialakítás esetén:

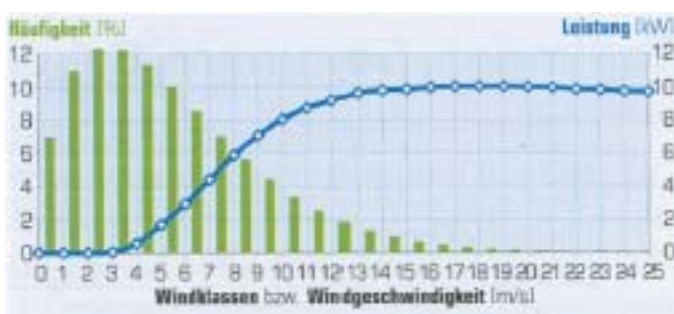
A tető szélfelőli oldalára helyezük el a turbinát, szélárnyékban nem.



A MÉRT SZÉL BESOROLÁSA, ELEMZÉSE

A szélmérési eredményeit feldolgozzák és táblázatos formában elemzik.

A pontvonal mutatja a kisszélérőmű teljesítményét a szél erősség függvényében, egy bizonyos erősségnél már nem működik a turbina, az kikapcsol, a diagram egyenes.



Jellemző adatok:

Bekapcsolási sebesség: 3 m/s

Lekapcsolási sebesség: 18 m/s

Túlélési sebesség: 40 m/s (ezt még sérülés nélkül éli túl)

[Magyarország szélterképét](#) megtalálja az Országos Meteorológiai Intézet honlapján. Az adatokból látszik, hogy hazánk nem kifejezetten szeles ország. Az ország túlnyomó részén az évi átlagos szélesség nem haladja meg a 3m/s-ot. A szélgenerátorok termelése kb. 3m/s-nál kezdődik. Még 4m/s-os szélességnél is névleges teljesítményüknek csak a 6-8 %-át, 5m/s-os szélességnél kb. 10%-át, 8m/s-os szélességnél kb. 30%-át tudják leadni. A névleges teljesítmény ezektől a kisteljesítményű szélgenerátoroktól kb. 12m/s-os szélesség esetén várható. Tehát az éves várható termelés messze elmarad a tengerparti országokban elérhetőtől, ahol szinte folyamatos széláramlatok vannak.

Az Alföldön 30-50 m közötti magasságban történt eddigi mérések szerint 70 W/m², míg ÉNY Magyarországon 160-180 W/m² szél potenciállal lehet számolni, szemben a nagy szélenergia hasznosító országok 600-800W/m²-es potenciával.

A legalacsonyabb sebességértékhez tartozó szél a meddő szélesség; ez a sebességtartomány a szélcsendtől a 8 km/h-s sebességig terjed. Ez energiatermelés szempontjából nem hasznosítható.



A következő a kihasználható szélesség, melynek sebessége a 8 km/h-s értéktől azon szélességig terjed, amely még kellően gyakran előfordul ahhoz, hogy figyelembe lehessen venni.

Végül az utolsó csoportba a 44 km/h-t meghaladó szélességek tartoznak, ezek, romboló hatásuk miatt, a korlátozottan hasznosítható szélességek.

Csak szélenergiából Magyarországon szinte sehol nem lehet a folyamatos energia-ellátást biztosítani. Mindenképpen szükséges többféle energiaforrás telepítése. A szélenergiával nagyon jól párosíthatóak a napelemek. Ugyanis szikrázó napsütéses időjárás a legritkább esetben párosul nagy sebességű, energiát adó széllel. Viszont amikor erős szél fúj, általában vonulnak a felhők, vagy éppenséggel teljesen felhős idő van, nem zavartalan a napsütés. Tehát vagy az egyik, vagy a másik energiaforrásból lesz az energia-felhasználásra utánpótlásunk.

Hibrid rendszer: szélgenerátor + napelemek

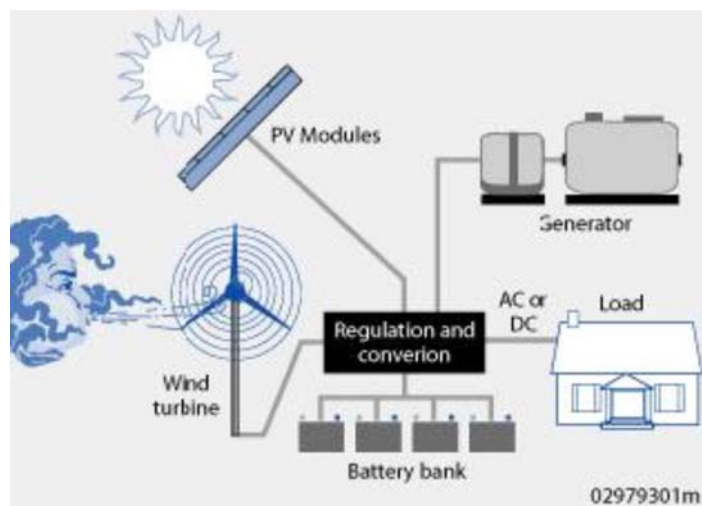
TELJESÍTMÉNY SZERINTI ÖSSZEHAJONLÍTÁS

A kWh- ban meghatározott teljesítmény meghatározza, hogy az adott gép, egy adott helyen mennyit teljesít. Ezeket az értékeket nagyon nehéz összehasonlítani, hisz a gépek teljesítménye más és más.

Erőművek besorolása a teljes kihasználtság / év függvényében:

Nagyszélérőmű:	> 2000	kihasznál./év
Kisszélérőmű:		
nagyon jó helyen:	> 1200	
jó helyen:	800 – 1200	
közepes helyen:	500 – 800	
rossz helyen:	< 500	

A rotor felületére vetítve jobban meghatározhatóak a mutatók:



Nagyszélérőmű:	> 900 kWh/m ² rotorfelület.
Kisszélérőmű:	
nagyon jó helyen:	> 250

Fontos, hogy előre, minden opciót figyelembe véve vágjunk bele egy ilyen projektbe!

A legegyszerűbb és legolcsóbb/ leghatékonyabb telepítési mód, egy szabad területen, lent közvetlenül a talajra. Innen kell a vezetékeket elvinni az átalakítóig – mérőszervezetig, mely az épületben, vagy annak közelében van.

A legtöbb forgalmazó komplett rendszert ajánl, melyet az adott viszonyokhoz kell adaptálni.

Egy talajvizsgálat után kerül kiválasztásra az alapozási mód, a rögzítése a szerkezetnek.

Minél magasabb egy ilyen szerkezet annál nagyobb a hatékonysága, viszont akkor már kell építési engedélyt kérni rá. Gondolni kell továbbá arra is, hogy ha nincs kifizítve a szerkezet, akkor az egész terhet az alapnak kell viselnie.

A tartó oszlopnak több feladata is van egyben: a rotort pozícióba helyezi, a mozgó részeket biztonságos magasságba emeli, egyes esetekben az oszlopot el tudjuk fektetni, így a javítási munkálatok egyszerűbbé válnak. Anyagában többféle fajtát különböztetünk meg: fa, acél, beton. Ha kikötjük az oszlopot akkor az sokkal vékonyabb lehet és stabilabbá válik.



Telepítés tetőre: ebben az esetben nagy odafigyeléssel, óvatosan kell eljárni! Minden esetben előzetes statikai számításokat kell elvégezni, hogy a többlet terhelést elbírja-e a tető szerkezete. A statikai problémákon felül, figyelni kell a rezgések - testhangok átvezetésére is. Ezek a hatások kellemetlenségeket okoznak az épület használói számára. Ez a megoldás általában kisebb hatékonyságot eredményez.



VILLÁMVÉDELEM

A kisszélerőművek a telepítésükből és szerkezetükből adódóan nagyon ki

vannak téve a villámlásnak, ezért védekezni kell ellene, villámhárítóval kell a szerkezeteket ellátni.

HANGHATÁS

Amikor megvásároljuk a gépezetet akkor megnyugtattak minket, hogy nem lesz zavaró hangja, semmi zavaró tényező nincsen a telepítésben!

De ezt a hatást nem szabad alábecsülni! A saját berendezése mindenkinek muzsikál, de a szomszédnak már nem biztos, hogy ugyan az a muzsika tetszik!

A zajhatások a mechanikai és áramlási eredetű komponensekből tevődnek össze. A modern erőművekben a mechanikai eredetű összetevő minimális mértékű. Az aerodinamikai zajt a hajtómű és a szárnyakról leváló légáramlatok okozzák. A szárnyak (tollak) szögállásának működés közbeni változtatásával ez a surrogó zaj mérsékelhető. Az infrahang kibocsátása is jellemző, ám semmiféle egészségkárosító hatást, veszélyt nem jelent az emberi szervezetre. A zajhatás telekommunikációs zavart is okozhat, de ezt a legtöbb időben a tollak anyagának megfelelő kiválasztásával minimalizálták.

Szomszédok nagyon hamar zavaró tényezőként kezelik a kisszélerőműveket. Minél gyorsabban forog a rotor, annál nagyobb a hanghatás. Ennek kiküszöbölésére nagyon sok kísérlet van, lassítják a fordulási sebességet, burkolatokat helyeznek el, változtatják a rotorok formáját...

A rezonancia is okozhat problémákat! Vannak gépek, melyek egy bizonyos fordulatszámán nagyon hangosak, ha gyorsabbak, vagy lassabbak akkor csendesebbé válnak.

ÁRNYÉKVETÉS

Mint minden épületnek – építménynek a szél erőműveknek is van árnyékuk, ráadásul ez mozog! A gyors árnyék és fényhatás váltakozása nagyon sok ember részére zavaró. Ezért úgy kell elhelyezni a szerkezetet, hogy ez a mindennapjainkat, illetve szomszédainkat se zavarja.

TELEPÍTÉSI KÖLTSÉGEK/ MEGTÉRÜLÉS

Magyarország egész területén 5 évre visszamenőleg meghatározható az óránkénti szélesség, bizonyos cégek vállalnak olyan számításokat, amivel meghatározható a szélgenerátorból kinyerhető éves becsült teljesítmény. Az 5 évre visszamenőleg meghatározott teljesítmény adatokból már könnyen meghatározható a szélenergia megtérülési ideje. A becslés úgynevezett WASP-módszerrel történik, az adott térség domborzati viszonyait figyelembe véve.

A gazdaságosságot nagyon szubjektíven lehet csak meghatározni, mivel országunkban nincsenek jelentős támogatások a kisszélerőművek telepítésére.

Ne az legyen az alapvető kérdés, hogy mennyit keresek az erőművel, hanem az, hogy mennyit ér az nekem. Az üzleti életben jobb befektetéseket is találunk ennél.

A gazdaságosságot három alapvető tény alapján határozhatom meg:

Bekerülési költségek: a gép beszerzési ára, kiegészítő tevékenységek, csatlakozási – engedélyeztetési költségek: 7 – 10.000.000 Ft

Működtetési költségek, ide értve az áram átvételi díját is: 80 % -os ár

Támogatások: 0 Ft

FORGALMAZÁSHOZ REKLÁMSZÖVEG

Szélenergia: Világszerte a legelterjedtebb alternatív energiahordozó, de eddig jellemzően csak ipari méretekben terjedt el. Egyes országokban a teljes energiafelhasználás 28-30%-át adja!

A háztartási vagy kisüzemi méretű szélgenerátorok gyártásához szükséges műszaki kutatások és fejlesztések a közelmúltban hozták meg azokat az áttörő eredményeket, amelyek révén a kis méretű berendezések relatíve olcsón, nagy hatásfok eléréseivel, hosszú várható élettartam mellett állíthatóak elő. Az egyik legfontosabb fejlesztési eredmény a lassú fordulaton is hatékony generátorok, a másik a hatékony lapátok és rotor kifejlesztése a függőleges tengelyű berendezésekhez.

Versenyképességüket az alapozza meg, hogy a bekerülési árak és a teljesítményük lényegesen rövidebb megtérülési időt tesz lehetővé, mint a többi berendezés esetén. Minimális karbantartási igényük van, kis helyigényük és zajtalanok.

Sokak számára a korszerű és felelős gondolkodás megtestesítője és védjegye a kertbe, üzemi telephelyre vagy társasház tetejére telepített kis szélerőmű.

Vállalkozások, társasházi közösségek és magánszemélyek számára is elérhetőek olyan támogatási és/vagy finanszírozási formák, amelyek révén azonnali megtakarítás érhető el.

Ez azt jelenti, hogy a finanszírozás után fizetendő havi törlesztés kevesebbe kerül, mint amennyi áramdíjat megtakarítunk szélgenerátorunkkal!

Egy ilyen lehetőség mellett Ön sem mehet el szótlánul!

IRODALOM

1. KÖRNYEZETVÉDELMI ÉS VÍZÜGYI MINISZTERIUM Természetvédelmi Hivatal TÁJÉKOZTATÓ A SZÉLERŐMŰVEK ELHELYEZÉSÉNEK TÁJ- ÉS TERMÉSZETVÉDELMI SZEMPONTJAIRÓL 2004.
2. Kleinwindkraft, Handbuch für BetreiberInnen 2013
3. Zoli/ internet