

# SZÉLGENERÁTOROK : ELMÉLET ÉS GYAKORLAT

**FONTOS FIGYELMEZTETÉS!** : A szélgenerátor veszélyes üzem! A szakszerűtlen telepítése, vagy üzemeltetése súlyos veszélyt jelent Önre és környezetére! Alapos fizikai, elektrotechnika ismeretek nélkül ne végezzen telepítést! Jelen áttekintés szakemberek számára nyújt segítséget a szélgenerátoros rendszerek telepítéséhez és üzemeltetéséhez.

## ELMÉLET:

Nézzük meg, milyen energia az amit hasznosítani kívánunk? Ez az energia a levegő mozgási energiája. Középiskolai tanulmányaiból mindenki tudja, hogy egy **m** tömegű **v** sebességgel mozgó test energiája:

$$E = m * v^2 / 2 \text{ [J]}$$

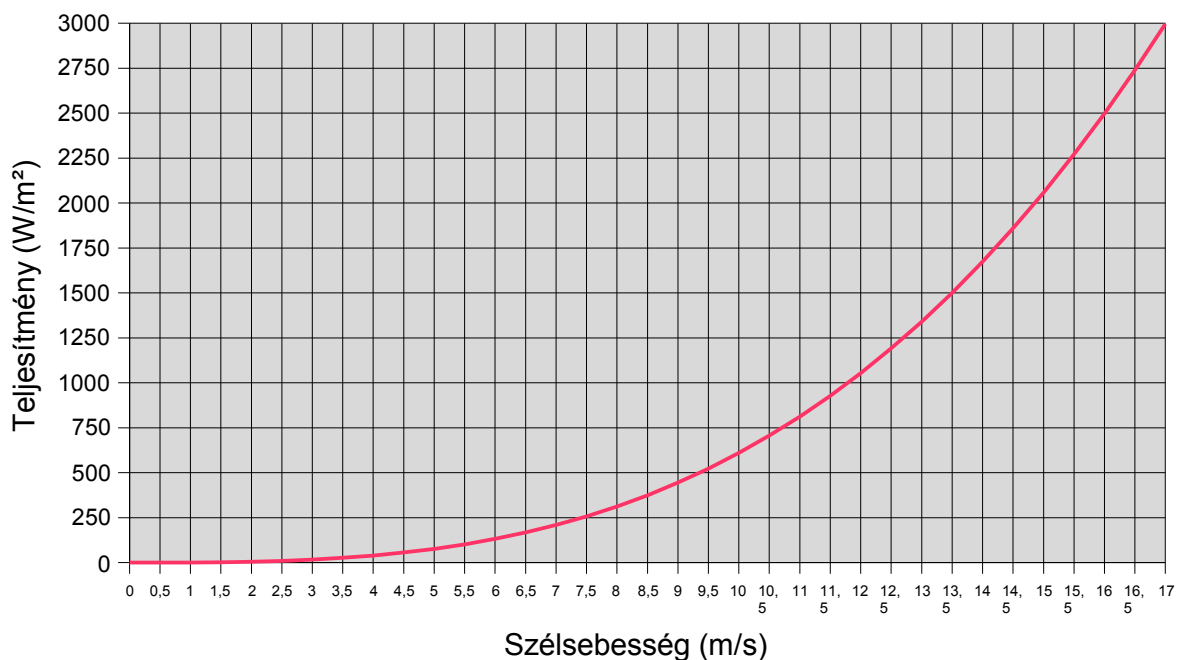
Ennyi energiát nyerhetünk, ha a testet teljesen lefékezzük. Esetünkben viszont nem szilárd testről, hanem légnemű anyagról van szó. A levegő sűrűsége  $1,22 \text{ kg/m}^3$ . Az **A** keresztmetszeten, **v** sebességgel, másodpercenként áthaladó levegő tömege:

$$m/t = 1.22 \text{ kg/m}^3 * A * v \text{ [kg/s]}$$

A két képletet összevonva megkapjuk a szél teljesítményét:

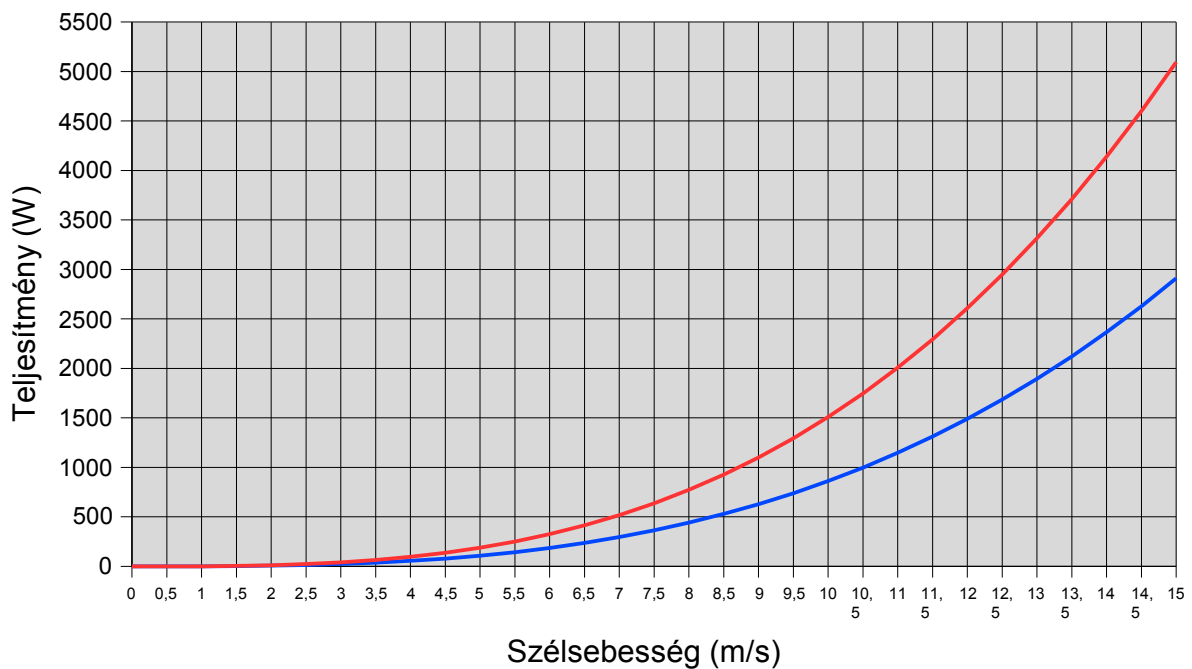
$$P = 1.22 * A * v^3 / 2 \text{ [J/s = W]}$$

Nézzük meg grafikusán, hogy a szélesebesség függvényében  $1 \text{ m}^2$  felületen mekkora teljesítmény áramlik keresztül:



Ez a teljesítmény azonban még elméletileg sem nyerhető ki, hiszen kinyeréséhez teljesen meg kellene állítani a szelet. Ekkor azonban a keresztmetszeten már nem halad át tömeg. Határérték-számítással meghatározható a maximális hatásfok, ami 59.3 %-ra adódik. Gyakorlatban a lapát és generátor hatásfokát is figyelembe véve 20-35%-át lehet hasznosítani ennek az energiának az általunk tárgyalt kisméretű szélgenerátorok esetében.

Nézzük meg a gyakorlatban mekkora teljesítmény vehető ki egy 3 m rotorátmérőjű ( $A=7.068 \text{ m}^2$ ) szélgenerátorral:



A kék görbe a 20%-os hatásfoknál kinyerhető teljesítményt mutatja, míg a piros görbe a 35%-os hatásfokhoz tartozót. Az egyik leggyakrabban megadott névleges szélsebesség a 10m/s (36km/h). Ennél a sebességnél a kivehető teljesítmény 860-1500 W közötti 3 méteres rotorátmérő esetén. Ugyanez a berendezés fele ekkora szélsebességnél (18km/h) már csak 108-188 W teljesítményt szolgáltat.

A tapasztalatok szerint földközeli kis magasságokban (10 m alatt) ritka a stabil, turbulenciáktól mentes 10m/s-os szél. Ezért arra lehet számítani, hogy a szelesnek érzett helyeken is inkább a folyamatos, de kis teljesítményű működés lesz a jellemző. A környező tereptárgyak (épületek, fák, stb.) által keltett turbulenciák – elsősorban az állandóan változó szélirány miatt – jelentősen csökkenthetik a hasznosítható teljesítményt.

Ahhoz, hogy a telepítési helyen várható éves energiatermelést megbecsülhessük, mindenképpen szükség van 3-12 hónapi szélmérésre a tervezett telepítési magasságban.

## A GENERÁTOR:

A jellemző generátorfelépítés ebben a kis szélgenerátor kategóriában:

Áttétel nélküli, állandómágneses forgórészű, sokpólusú, háromfázisú generátor. A sokpólusú tekercselés teszi lehetővé, hogy a generátor alacsony fordulatszámon tudja leadni a szükséges feszültséget és teljesítményt. A korábbi példában említett 3 m rotorátmérőjű 1 kW teljesítményű generátorhoz jellemzően 400 ford./perc érték tartozik.

Egyszerűen meghatározható a szárnyvégek sebessége a névleges fordulaton:

$$v = \pi * D * r / 60 = 62.8 \text{ m/s} = 226.2 \text{ km/h}$$

Ez az érték egyben választ ad arra is, hogy miért nem lehet határok nélkül növelni a rotorátmérőt. Minél nagyobb ez a sebesség, annál nagyobb mechanikai terheléssel kell számolni a lapátokon, és annál nagyobb gondot fog okozni már egy kis kiegyensúlyozatlanság is.

## A TÖLTÉSVEZÉRLŐ:

A töltésvezérlő feladatai:

- A generátor által termelt 3 fázisú váltakozófeszültség egyenirányítása
- Az akkumulátor töltöttségi állapotának figyelése, a túltöltés megakadályozása
- Ha a generátorról jövő teljesítmény nem felhasználható (akkumulátorok teljesen feltöltött állapotban vannak), a generátor befékezése.
- Az akkumulátorok mélykisütésének megakadályozása a fogyasztók leválasztásával (opcionális).

## **NAGYON FONTOS !**

**A SZÉLGENERÁTOR T SEMMILYEN KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT SEM SZABAD TERHELÉS, ILLETVE SZABÁLYOZÁS NÉLKÜL HAGYNI ! A SZÉLGENERÁTOR RENDSZERT ÚGY KELL KIALAKÍTANI, HOGY ÜZEMZAVAR ESETÉN A GENERÁTOR AUTOMATIKUSAN BEFÉKEZŐDJÖN.**

A terheletlen szélgenerátor már kis szélben is túlpöröghet (jóval a névleges fordulatszám fölé). A kritikus fordulatszámot elérve valamelyik elem nem bírja tovább a terhelést és eltörik. A hirtelen fellépő kiegyensúlyozatlanság miatt a berendezés darabjaira törik és nagy sebességgel szétrepül.

Telepítéskor, karbantartáskor, esetleges meghibásodás esetén a mechanikus fékkel (ha van ilyen), vagy a generátor pólusainak rövidre zárásával elektronikusan be kell fékezni a rendszert.

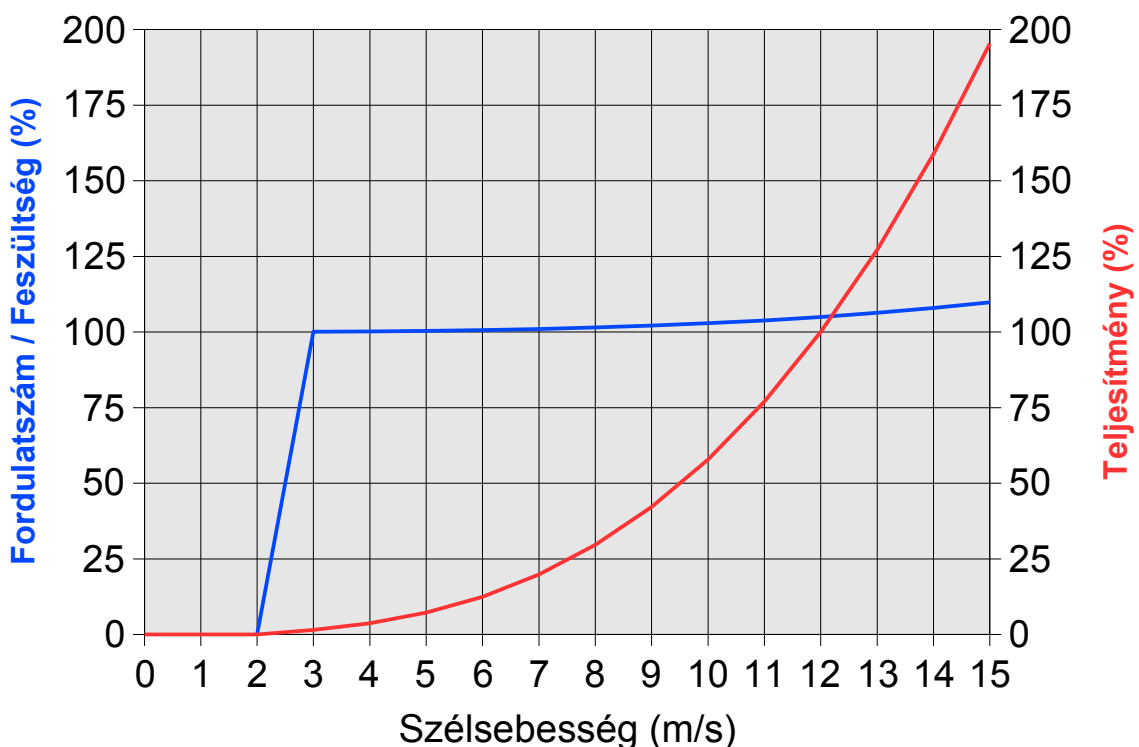
A töltésvezérlő a fékezést egy olyan nagy terhelő ellenállás (fűtőpatron) generátorra kapcsolásával végzi, aminek hatására a generátor fordulatszáma 10 fordulat/perce csökken.

Ezen a fordulaton a szélgenerátor hatásfoka lényegesen kisebb, mint az üzemi munkapontban, ezért a terhelő ellenálláson csak a lassítás alatt disszipálódik jelentős teljesítmény.

A szélgenerátorok adatlapján általában több szélesebesség értéket adnak meg:

- indulási szélesebesség – az a szélesebesség, amelyen a lapátok elkezdnek forogni (példánkban: 2m/s)
- belépési szélesebesség – az a szélesebesség, amelyen a fordulatszám és a generátorfeszültség eléri a névleges értéket, az akkumulátor töltése megindul (példánkban: 3m/s)
- névleges szélesebesség – az a szélesebesség, amelyen a generátor a névleges teljesítményt adja le (példánkban: 12m/s)
- túlélési szélesebesség - amit még a **szakszerűen** telepített szélgenerátor károsodás nélkül elvisel.

## Elméleti karakterisztika



Jól látható a fordulatszám / feszültség görbében az éles törés, amikor beindul az akkumulátor töltése. Ettől a ponttól kezdve a generátor fordulatszáma már alig változik, a szélesebesség további növekedésével csak az akkumulátorok töltőárama növekszik. Ez a magyarázat a leggyakoribb vásárlói panaszra is: „Pörgött egész nap a generátor mint a veszedelem, mégsem termelt semmit!” Ebben az esetben egész nap 2-4 m/s (7.2 – 14.4 km/h) szél fújt, aminek energetikai hasznosítása minimális. Az ábrából az is jól látható, hogy terhelés nélkül a generátor fordulatszáma meredeken emelkedik. Ha nincs terhelés, már 4 m/s szélben is túl tud pörögni a szélgenerátor!

## TELEPÍTÉSI TANÁCSOK:

Személygépkocsink esetén természetesnek vesszük, hogy a felszerelt kerekeket centríroztatjuk. Ezeknek a kereknek az átmérője 1 m alatti, és a kerületi sebessége sem lehet hivatalosan több, mint 130 km/h. Épp ilyen természetes, hogy egy 3 m átmérőjű, üzemszerűen 200 km/h feletti kerületi sebességű szélgenerátort is ki kell egyensúlyoznunk.

Ezt két lépésben tehetjük meg:

- Lapátgeometria ellenőrzése. A lapátok végei közti távolságot úgy kell beállítani, hogy ezek a távolságok egymással megegyezzenek. Ekkor biztosított, hogy a lapátok egymással 120 fokos szöveget zárnak be.
- Tömegközéppont beállítása. Az összeszerelt és felállított szélgenerátor lapátjait forgatva, bármely állásban megmaradónak kell lennie. Ha szükséges, megfelelően elhelyezett súlyokkal, vagy a nehezebbnek bizonyuló lapát faragásával el kell végezni a beállítást.

A leggyakrabban ledönthető csőoszlopra kerül a generátor. Ilyenkor az oszlop kifeszítése 4 irányban sodronyhuzallal történik. A feszítést úgy kell beállítani, hogy a generátor működési tartományába ne essen rezonanciapont.

Telepítés után, az első élénkebb szél alkalmával, ellenőrizni kell a kiegyensúlyozást és a fellépő rezonanciákat. Ha szükséges, újra el kell végezni a beállításokat.