

# HOGYAN MŰKÖDIK A SZÉLERŐMŰ?



FELHAJTÓERŐ



SZÉL

## 1 LAPÁTOK

45-65 méteres lapátok, egy lapát körülbelül tíz tonna

### Két erő mozgatja a lapátot:

1. a lapát alakjából fakadó dinamikus felhajtóerő;
2. a levegő mozgásából adódó tolóerő.

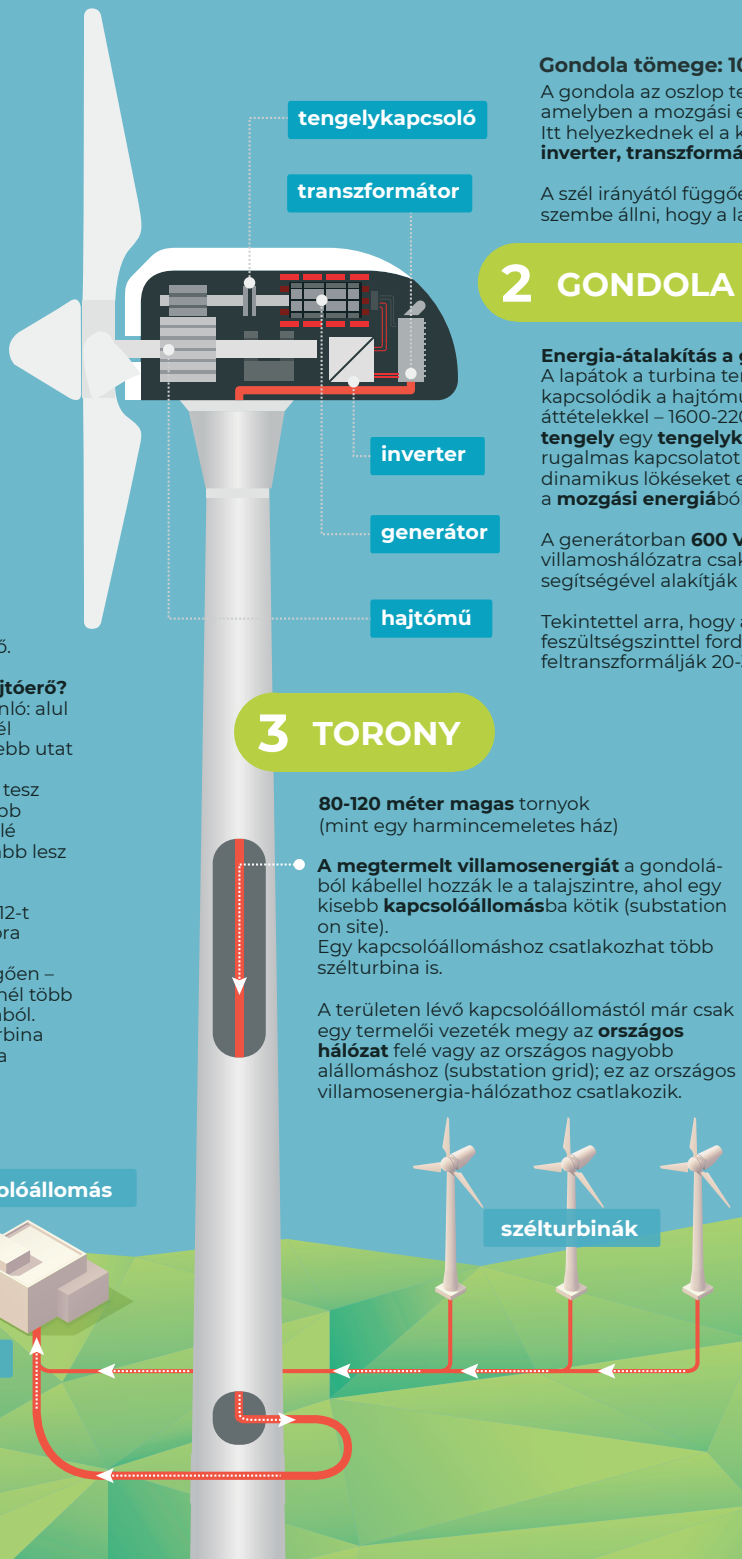
### Hogyan alakul ki a dinamikus felhajtóerő?

A lapát a repülőgép szárnyához hasonló: alul vízszintes, felül domború. Ahogy a szél végighalad a lapát mellett, alul rövidebb utat tesz meg („végigsétál”), felül pedig – ugyanannyi idő alatt – hosszabb utat tesz meg („végigszalad”). Így alul magasabb légnyomás alakul ki, ami elkezd felfelé nyomni a lapátot, míg felül alacsonyabb lesz a légnyomás.

▶ Ha fúj a szél, a lapát percnként 10-12-t fordul. A lapát legvége akár 300 km/óra sebességgel foroghat.

▶ A turbina – a szél sebességétől függően – változtatja a lapátok szögét, hogy minél több energiát nyerjen ki a levegő mozgásából.

▶ A levegő áramló mozgását a szélturbina forgó mozgássá alakítja, a tolóerő és a felhajtóerő kihasználásával.



tengelykapcsoló

transzformátor

inverter

generátor

hajtómű

## 3 TORONY

80-120 méter magas toronyok (mint egy harmincemeletes ház)

• A megtermelt villamosenergiát a gondolából kábellel hozzák le a talajszintre, ahol egy kisebb **kapcsolóállomás**ba kötik (substation on site). Egy kapcsolóállomáshoz csatlakozhat több szélturbina is.

A területen lévő kapcsolóállomástól már csak egy termelői vezeték megy az **országos hálózat** felé vagy az országos nagyobb állomáshoz (substation grid); ez az országos villamosenergia-hálózathoz csatlakozik.

kapcsolóállomás

elektromos hálózat

fogyasztók

szélturbinák

## Gondola tömege: 100-120 tonna

A gondola az oszlop tetején lévő, kalapácsfejre hasonlító doboz, amelyben a mozgási energiát villamosenergiává alakítja a szélturbina. Itt helyezkednek el a következő főbb berendezések: **hajtómű, generátor, inverter, transzformátor**

A szél irányától függően a gondola is forog: igyekszik mindig a széllal szembe állni, hogy a lapátokra merőlegesen érkezzen a szél.

## 2 GONDOLA

### Energia-átalakítás a gondolában:

A lapátok a turbina tengelyét forgatják, aránylag lassan. A lassan forgó tengely közvetlenül kapcsolódik a hajtóműhöz, amely felgyorsítja a forgást – a benne lévő fogaskerekes áttételekkel – 1600-2200 fordulat/percre. Ez több mint százszoros gyorsulás. A gyorsan forgó **tengely** egy **tengelykapcsolón** keresztül kapcsolódik a generátorhoz. A tengelykapcsoló rugalmas kapcsolatot biztosít a **hajtómű** és a **generátor** között, az esetlegesen kialakuló dinamikus lökéseket elnyelve/csilapítva. A generátorban kezdődik a villamosenergia-termelés: a **mozgási energiából** (forgó mozgás) keletkezik villamosenergia.

A generátorban **600 Volt** feszültség mellett **egyenáramot** (DC) állítanak elő. Mivel a villamoshálózatra csak **váltóáramot** lehet betáplálni, **inverterek** (áramátalakító berendezés) segítségével alakítják át az egyenáramot váltóárammá (AC).

Tekintettel arra, hogy a villamosenergia szállítása során veszteség keletkezik (amely a feszültségszinttel fordítottan arányos), a gondolában a keletkező villamosenergiát feltranszformálják 20-35 kV-ra, hogy csökkentsék a szállítási veszteséget.



Offshore

Onshore

### ▶ Offshore (tengeri) toronyok: 3-5 MW teljesítmény

Alacsonyabbak, körülbelül 60 méterestek: nincs szükség a magasabb légrétegekbe menni, mert alacsonyabban is megfelelő a szélesebesség 3-5 MW teljesítmény

### ▶ Onshore (szárazföldi) toronyok: 2-4 MW teljesítmény

Egy háztartás 2400-4000 kWh villamosenergiát használ fel egy évben. Egy 3 MW teljesítményű turbina közel egy óra alatt megtermel ennyi villamosenergiát. Magyarországon egy 2 MW-os turbina (ebből van a legtöbb) évente 1200 háztartás energiáját biztosítja.

A hideg, párás levegő a legelőnyösebb a villamosenergia-termeléshez: nagyobb a tömege, így nagyobb energiát közvetít a lapát felé. A turbina villamosenergia-termeléséhez legalább 12 km/órás szél szükséges, és nem lehet nagyobb, mint 90-100 km/óra. Ha a szél sebessége ennél nagyobb, a turbina lefejezi magát, és kiáll a szél irányából. Északnyugat-Magyarországon, ahol a legtöbb szélturbina van, a szél átlagsebessége 6,3 méter / szekundum (22,7 km/óra).

### A szélturbina teljesítményét növelni lehet:

- a lapát hosszának növelésével (ma már elérhetik a 100 métert is)
- technikai változtatásokkal (a hajtóműben és a generátorban)
- a torony magasságának növelésével (jelenleg 100 és 160 méter közötti toronymagasságok a jellemzők)