

621

T 76

19.

dr. Tóth László–Honti Vince

**Környezetkimélő
energiaforrás**

a szélmotor

Biofüzetek

A 19. biofüzetről

A szél energiáját már ősidők óta hasznosítja az emberiség. Napjainkban a vitorláshajók és a régi, helyreállított szélmalomok emlékeztetnek erre a láthatatlan, de befogható energiára.

A településektől távoli helyeken is lehet vizet kiemelni a kutakból, sőt villamos energia is termelhető a hangtalan és a környezetet nem szennyező szélmotorokkal. Működésük feltétele a viszonylag állandó és közel egyenletes széljárás. Bár olyan egyenletes szélre, mint a tengerparton, Magyarországon nem lehet számítani, mégis olyan energiaforrás a mezőgazdaságnak, a kisgazdaságoknak, a tanyáknak, amiről érdemes tudni és kipróbálni.

Tartalom

- 4 **Néhány fogalomról**
- 5 **A szélmotorok műszaki jellemzése**
 - 5 A lapátkerék
 - 12 Az állványzat
 - 12 A szélmotorok hasznosítása
- 13 **A Magyarországon létesített szélmotorok üzemeltetési tapasztalatai**
 - 13 Vízhúzó típusok
 - 17 Áramtermelő szélmotorok
 - 17 Szélmotoros szennyvíz-levegőztető
 - 20 A szélmotorok teljesítményjellemzői
 - 23 A szivattyúk teljesítményjellemzői
 - 24 Üzemi tapasztalatok
- 26 **Gazdaságossági értékelés**
 - 26 Legelők itatóvíz-ellátása
 - 29 Villamosáram-termelés
 - 32 Egyéb hasznosítási lehetőségek
- 33 **A jelenleg gyártásban lévő szélmotorok műszaki jellemzése**
- 36 **Irodalom**

Sorozatszerkesztő Lelkes Lajos és Wenszky Ágnes
Lektorálta Pellérdi Gábor
Rétfalvi Ferenc
Illusztrálta V. Nagy Enikő

© dr. Tóth László—Honti Vince, 1987

ETO 631.3.031:854
ISBN 963 232 425 0
ISSN 0231—486 X



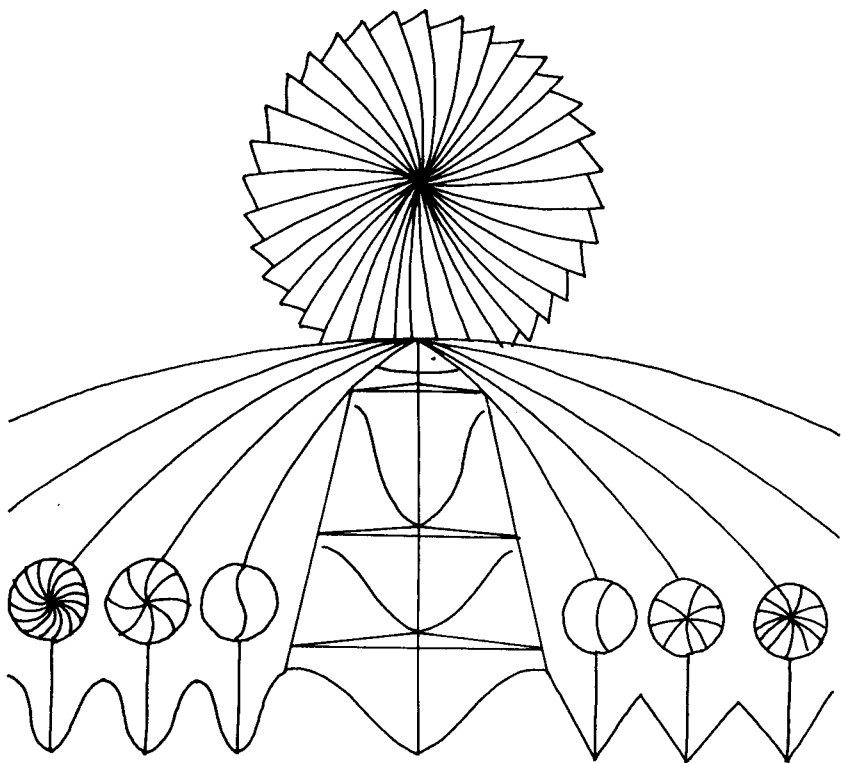
11731-9
DATE KÖNYVTÁR, DEBRECEN



Szedte és nyomta az Alföldi Nyomda
A nyomdai megrendelés törzsszáma: 2843.66-13-3
Készült Debrecenben, az 1987. évben

Felelős kiadó a Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat igazgatója
Felelős szerkesztő Gallyas Csaba
Műszaki vezető Asbóthné Alvinczy Katalin
Műszaki szerkesztő Héjjas Mária
Sorozattervező Kiss István

Megjelent 2,25 (A/5) ív terjedelemben
Nyomásra engedélyezve 1986. november 4-én
Készült az MSZ 5601—59 és az 5602—55 szabvány szerint
MG 27-p/8789



dr. Tóth László — Honti Vince

Környezetkímélő energiaforrás

a szélmotor

Mezőgazdasági Kiadó Planétás Vgmk
Budapest

304010
1987. júni 18]

Néhány fogalomról

A szélenergiát az emberiség ősidőktől fogva hasznosítja. Legjellemzőbb hasznosítási módja a szélmalom hajtása. A szélmalomok a korszerű szélérőművek elődjének is tekinthetők, amelyek a földfelszín fölött fújó szél mozgási energiáját alakítják át körforgó mozgási energiává. Technikai kivitelüket tekintve (lapátozásuk, állványzatuk stb.) napjainkig igen sokféle szélmotort alakítottak ki.

Magyarországon a felhasználható szélenergia-mennyiség tekintetében nincsenek jó adottságok. Ebből a szempontból Európában legkedvezőbbek a nyugati tengerpartok. A partok közelében a szelek erősebbek, egyenletesebbek és iránytartóbbak.

Nálunk a szélenergia hasznosításának kutatásával és a szélmotorok fejlesztésével az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesületen belül a Szélenergia Munkabizottság foglalkozik.

A szélenergia mezőgazdasági hasznosításával kapcsolatos kísérletek 1979-ben a Kiskunhalasi Állami Gazdaságban kezdődtek. A MÉM Műszaki Intézet kísérleti céllal egy (SOUTHER GROSS IZD 12 típusú dugattyús szivattyút működtető) ausztrál gyártmányú, 12 lapátos, amerikai rendszerű szélmotort állított fel. A kétéves üzemeltetési idő során szerzett tapasztalatok azt bizonyították, hogy a szélmotorok vízkiemelésre — megfelelő méretű puffer víztárolók létesítésével — gazdaságosan alkalmazhatók. Ezt követően kezdődött meg a hazai előírásoknak megfelelő szélmotorok fejlesztése. Később dán mintagépek alapján az előzőnél egyszerűbb kivitelűek is készültek a TAURINA-ban és a Gyöngyösi Agromechanikai Szövetkezetben.

A MÉM Műszaki Intézet 1981-ben három hazai gyártású kísérleti víz húzó szélmotort állított üzembe, majd ezek villamos változatait is megtervezték és ki is próbálták. A szélenergia hasznosítása a jelenleginél több figyelmet érdemelne: mint energiaforrás a környezetet nem szennyezi. Aránylag alacsony az előállítási költsége. Terjedelmi okok miatt részkérdések, műszaki részletek tárgyalására nem nyílik lehetőségünk, de a forrásmunkákban fellelhető ismereteket mind a tervezők, mind a barkácsolók jól hasznosíthatják. A speciális kérdésekről érdeklődőknek a szerzők szívesen állnak rendelkezésére.

A szélmotorok műszaki jellemzése

A lapátkerék

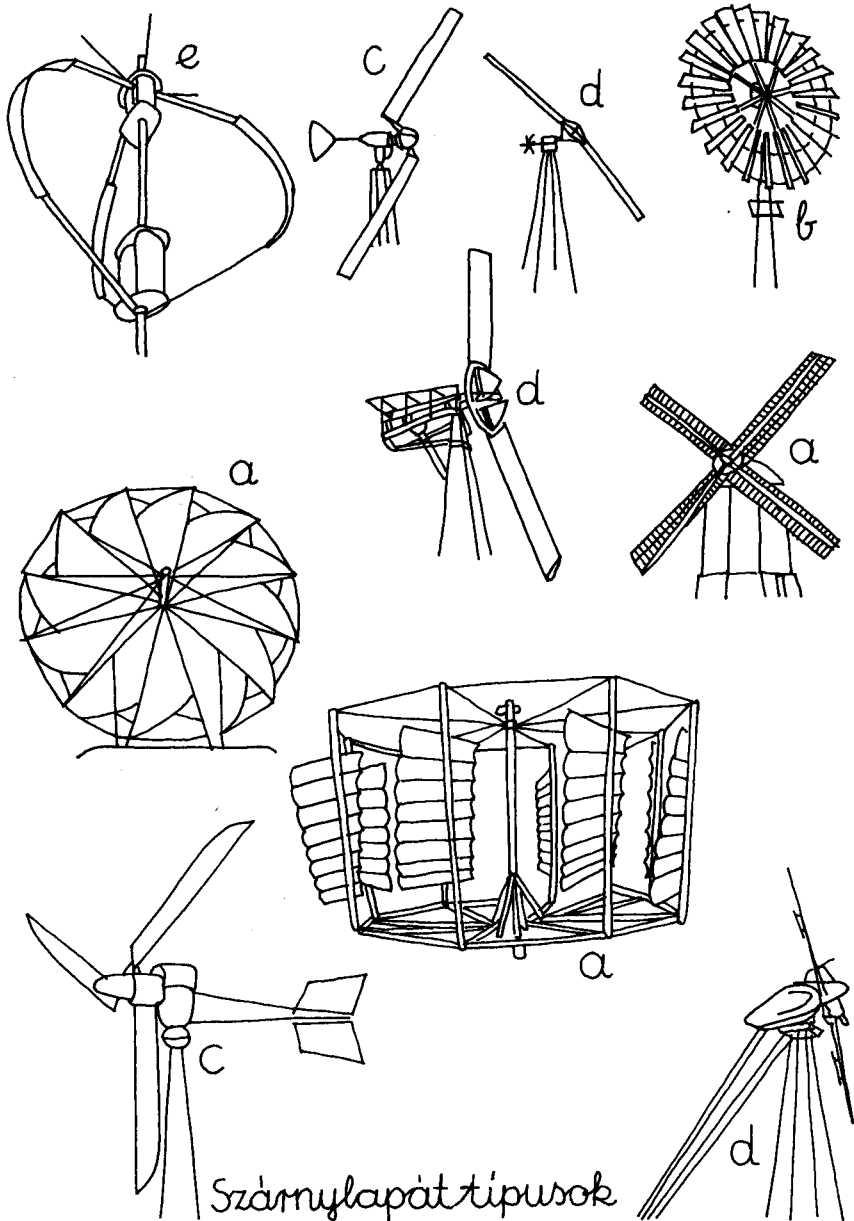
A szélmotorok legfontosabb része a *szárnylapát*. A szélnyomás hatására képződő aerodinamikai erő a lapátokat mozgásba hozza. Az így kialakuló nyomaték hozza forgásba a szélmotor tengelyét. A szélmotorok szárnylapát-rendszerének néhány jellemzőbb típusát az 1. ábra szemlélteti.

A lapátok alaptípusait a 2. ábrán láthatjuk. A szélmalomoknál alkalmazott 5—15 m hosszú szárnyak vászonborítással készültek, fordulatszámuk általában $10\text{--}14\text{ min}^{-1}$. E gépek aerodinamikai tulajdonságai rosszak, határfokukról alig-alig beszélhetünk (*a* részlet). A sűrű lapátozású, lassú járású szélmotoroknál enyhén konkáv profilú, főként lemezlapátokat alkalmaznak (*b* részlet). Ezek a profilok önmagukban nem elég szilárdak, ezért a mozgó kerék vázát is képező, kör alakú fémgűrűvel erősítik őket. Az ilyen sűrű lapátozású, ún. amerikai változatú kerék átmérője a 15 métert is elérheti.

A gyors járású szélmotorok* szárnylapátjainak kialakítása általában konvex, ritkábban aszimmetrikus bikonvex jellegű (*c* és *d* részlet). Ezek a profilok már igen jó aerodinamikai határfokkal működnek.

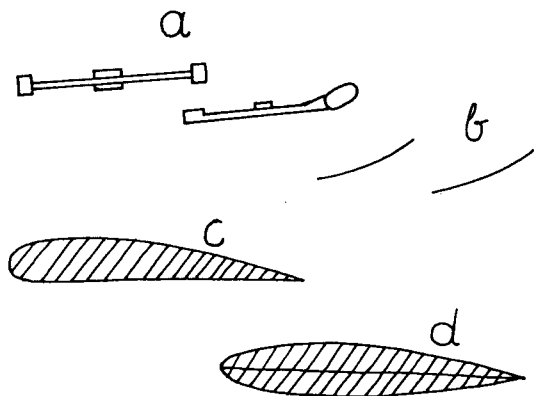
A szélmotorok lapátjaira igen szélsőséges időjárási viszonyok hatnak. El kell viselniük a por koptató hatását, az eső és a vegyi anyagok támadását, mechanikai szempontból pedig az igen erős szélviharokat. A széllelkések 5—10-szer akkorák, mint a tervezett átlagos sebesség. Ilyen körülmények között az állványban és a rögzítőszervezetekben fellépő feszültségek 25-ször akkorák lehetnek, mint a normál üzemmel járó statikus értékek. A lapátkerekek tengelyelhelyezés szerinti felépi-

* *Megjegyzés:* A lassú és a gyors járású szélmotorokat alapvetően a gyorsjárási tényező nagyságával különböztetjük meg.



Szárnylapát típusok

1. ábra. Különböző szélmotorok: a) vitorla lapátozású típusok; b) sűrű lapátozású, amerikai típus; c) két- és háromlapátos, gyors járású típusok; d) két- és háromlapátos szélőrművek; e) függőleges tengelyű „darrieus” típusok



2. ábra. Jellemző lapáttípusok: a) régebbi (szélmalom); b) hagyományos sűrű lapátos; c) és d) újabb, gyors járású, propelleres típusok (konvex és bikonvex proflok)

tése is többféle lehet. A leggyakoribbak a széliránnyal párhuzamos és a szélirányra merőleges tengelyrendezésű kivitelek.

A lapátkerék megválasztása a szélviszonyok alapján. A lapátkerék percnkénti fordulatszáma alapján lassú és gyors járású szélmotorokról beszélhetünk. A lassú járású ($10\text{--}100\text{ min}^{-1}$) sűrű lapátos szélmotorok $1,5\text{--}10,0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ szélesebségek között használhatók.

A 2 és 3 lapátos, ún. gyors járású* szélmotorok általában $4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ -nél nagyobb szélesebség-tartományban indulnak $14\text{--}18\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ szélesebségig.

Magyarországon a szélesebséget az Országos Meteorológiai Intézetben mérik. Néhány meteorológiai állomáson mért szélesebség-átlagértékeket az 1. táblázat tartalmazza. E táblázatból is kitűnik, hogy nálunk az átlagos szélesebségek értékei $2,5\text{--}3,5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ tartományba esnek. Ez is azt indokolja, hogy Magyarországon főként az alacsonyabb szélesebségeknél induló (sűrű lapátos) szélmotorokkal célszerű foglalkozni.

* Megjegyzés: A λ tényező a lapátkerék legkülső pontján mérhető kerületi sebesség (v_k) és a szélesebség viszonyozása (v_{sz}). Ha a lapátkerék legkülső pontjának sebessége lényegesen nagyobb, mint a pillanatnyilag fújó szél sebessége ($\lambda > 4$), nagy gyorsjárású tényezőről, azaz gyors járású gépről beszélünk.

1. táblázat. A szélsőségek átlagos havi értékei

Hónap	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Közép- érték
Megnevezés	A szélsőesség átlagos óraértékei* ($m \cdot s^{-1}$)												
Budapest, Csillagvizsgáló	3,4	3,6	3,9	3,7	3,1	3,0	2,9	3,1	3,0	3,3	3,3	3,6	3,3
Budapest, Obszervatórium	3,3	3,7	4,1	4,2	3,7	3,6	3,5	3,6	3,2	3,3	3,0	3,6	3,4
Debrecen, Repülőtér	3,3	3,2	3,5	3,5	3,2	2,8	2,7	2,5	2,5	2,6	2,5	3,0	3,0
Kecskemét	3,0	3,2	3,7	3,6	3,0	2,7	2,6	2,6	2,5	2,7	2,6	3,2	3,0
Kékestető	3,2	3,2	3,1	3,4	2,6	2,2	2,4	2,6	2,8	3,6	3,3	3,5	3,0
Keszthely	2,6	2,8	3,5	3,5	2,8	3,0	2,4	2,5	2,1	2,4	3,0	3,0	2,8

* A jelzett területen egy óra alatt átfújó szél sebességének átlagértéke. Más módon kifejezve: egy óra folyamatos regisztrátumról integrálással számítható érték.

Az OMI szélmérési adatai jó tájékoztatást adnak az ország különböző területein a légmozgásról, de korántsem alkalmasak arra, hogy a szélmotorok telepítéséhez támpontul szolgáljanak. A szélmotorok helyének kiválasztásához nem elegendő csupán az átlagos szélesebesség meghatározása. További gond, hogy az OMI állomásain általában 6—10 méter magasságban mérik a szélesebességet. A talajszinttől ilyen magasságokban igen jelentősek lehetnek a fák és házak által képzett akadályok, amelyek a szél sebességét jelentősen módosítják. További gond, hogy nem tájékoztatnak a szélirányok változásának gyakoriságáról, és a szél egyenetlenségéről (időegység alatt változó energiatartalmáról).

A szél irányának változása különösen meghatározó a vízszintes tengelyű szélmotoroknál. Jelentős idő telik el addig, amíg a szélmotor a faroklapát segítségével a szélirányba beáll. Előadódhat olyan helyzet is, hogy a függőleges tengelyű kanalas szélmérővel jelentős szélesebességet regisztrálunk, miközben a szélmotor nem működik, mivel nem képes követni a szél irányának és erősségének változásait.

Napjainkban indult meg az a kezdeményezés, amelyben az ország különböző pontjain, 15—25 méteres magasságban végeznek szélenergia-méréseket. Ezekhez már széliránymérések is párosulnak. E mérések eredményeire azonban valószínűleg csak a 90-es évek első felében támaszkodhatunk.

Az $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ -nél kisebb sebességű szelek gyakorlatilag energianyeresi célokra nem használhatók.

A szél sebessége a talajszint feletti magasság függvényében változik. Tapasztalati úton kapott összefüggés alapján következtetni lehet a nagyobb magasságokban fújó szelekre.

Ezen összefüggés:

$$v_2 = v_1 \sqrt[5]{\frac{h_2}{h_1}} \quad [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}],$$

ahol

v_1 = a talajhoz közelebbi pontokon mért szélesebesség $[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$,

h_1 = a mérés magassága a talaj szintjétől $[\text{m}]$,

h_2 = a számításba vett magasság $[\text{m}]$,

v_2 = a számított érték $[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$.

Az összefüggés sík területekre érvényes. A terepakadályok és a domborzat módosító hatása igen jelentős. A szélesebségek hozzávetőleges jellemzését mutatjuk be a 2. táblázaton.

A szélmotorokat 15 kW névleges teljesítményig 12—20 m talajszint feletti magasságban célszerű elhelyezni. A gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy 10 m-nél nagyobb magasságban a szél minőségi és mennyiségi javulásával lehet számolni (kevésbé változókonny az iránya és egyenletesebb).

Magasabb állványokon több energia nyerésére van lehetőségünk. A szélgépek telepítésére a sík (szabad) területeket és a dombtetőket előnyben kell részesíteni. A dombok felett a szélesebség megnövekszik, s így azonos méretű lapátkerékkel több energia nyerhető.

A lapátkerek védelme, szabályozása. A szélmotorok lapátkerekeit a káros túlpergésektől védeni kell. Erre szolgálnak a lapátkerek és az állványok közé iktatott kapcsolómechanizmusok. Védelmi feladatukon túl szabályozási szerepük is van: nagy szélesebségen a kerek forgási sebességét közel állandó értékre vezérlik. A mezőgazdaságban használatos, sűrű lapátozású szélgépek védelmi mechanizmusának az a lényege, hogy a növekvő szélerővel szemben a kerek aktív felületét arányosan csökkentik.

Segédlapátos rendszert alkalmaznak a hazai gyártású membránszivattyús SZV—2 típusú szélmotornál. A Nyíregyházi Mezőgép által gyártott SZGV és SZGA típusoknál a lapáttengely és a függőleges tengely tartócsapja excentrikus eltolással készül. A rugós feszítőmechanizmust nem alkalmazzák, mivel állandó hibaforrást jelenthet. A faroklapát befordulásakor felvett helyzeti energiát használják fel a szélnyomás csökkenésekor a lapátkerék szélirányba fordítására. A ferde csap körül elforduló faroklapát szélirányba forduláskor megemelkedik, majd a szélerő csökkenésekor (rugó helyett) ez a tárolt gravitációs energia segíti vissza a lapátkereket a szélerőre merőleges irányba.

2. táblázat: A szélsőségek jellemzése és becslése

Megnevezés	$m \cdot s^{-1}$	$km \cdot h^{-1}$	Beaufort-fok
<i>Enyhe</i> (arcon alig érezhető)	1,5—3,6	5,4—12,5	2
<i>Gyenge</i> (mozgatja a leveleket)	3,5—5,5	5,4—19,8	3
<i>Mérsékelt</i> (felkavarja a port, és a fák kisebb ágaimozognak)	5,5—8,0	19,8—28,8	4
<i>Heves</i> (a lombos fák hajladozni kezdenek)	8,0—11,0	28,8—40,0	5
<i>Erős</i> (a fák meghajlanak)	11,0—14,0	40,0—50,0	6
<i>Igen erős</i> (a levelek lehullanak)	14,0—17,0	50,0—61,2	7
<i>Szállókés</i> (az ágak letörnek)	17,0—21,0	61,2—75,6	8
<i>Erős szállókés</i> (a fák kitörhetnek)	21,0—24,0	75,6—86,4	9
<i>Vihar</i> (anyagi károk keletkeznek)	24,0—29,0	86,4—104	10
<i>Erős vihar</i> (megrongálja a házakat)	29,0—33,0	104—119	11
<i>Orkán</i>	33,0—...	119—...	12

A szélmotorok működési tartománya

Az állványzat

A szélmotorok állványzatához a legkülönbébb anyagok használhatók (fa, acél, beton stb.). Az utóbbi időben főként korrózió elleni védelem céljából horganyozott acélrács és csőszerkezeteket használnak. A magasabb állványoknál szívesen alkalmazzák az acélsodrony köteles merevítést. A sodronyköteles állványrögzítés anyagtakarékos, és olcsóbb, mint az önhordó állvány. Hátránya, hogy területigényes és korlátozza az alkalmazható lapátkerék átmérőjét.

A szélerőműhöz a nagy „propeller”-átmérő miatt egyenszilárdságúvá kialakított, sodronyköteles, merevítés nélküli csőállványzatokat használnak. Az állványzatok kialakításánál alapvetően feltétel, hogy önfrekvenciájuk eltérő legyen a forgó lapátkerék okozta vibráció frekvenciájától.

Villámvédelmi okokból a toronyszerkezeteket a magas létesítményekre vonatkozó előírásoknak megfelelően földelni kell. A szivattyúzó szélmotoroknál a földelő vezetéket a kút vízterével célszerű összekötni, amelynek vezetéke a csőhálózat is lehet.

Legelőterületeken az állványzatot biztonságtechnikai okokból kerítéssel kell védeni.

A szélmotorok hasznosítása

Vízhúzás. A szélmotorokat a mezőgazdaságban főként vízszivattyúzásra, ritkábban egyéb gépek meghajtására használjuk. A vízhúzó, illetve a vízáttemelő szélmotoroknál a lapátkerék forgó mozgását hajtóművek alakítják át a szivattyú által hasznosítható egyenes vonalú mozgássá. A forgásátalakító kulisszás hajtóműje alakítja át a forgó mozgást egyenes vonalú, alternáló mozgássá. Ez a megoldás különösen a dugattyús szivattyúkhoz ajánlható. Ha a lapáttengely és a dugattyúrúd közé át-tételi mechanizmust építenek, akkor a dugattyún hasznosítható nyomaték is módosítható. Az ilyen megoldások olyan kutaknál is alkalmazhatók, ahol a vízszint a talajszinttől 20—30 méter mélységben van, tehát nagyobb hajtónyomaték szükséges. Másik megoldás, ha a for-

gattyú membránszivattyút működtet. Itt kisebb a vízemelő magasság, de igen nagy a vízszállító képesség (pl. SZV típusú szélgépek).

Rendkívül sok a szivattyúzás alkalmazott műszaki megoldás és azok szakirodalomból megismerhető változatainak száma.

Villamosáram-termelés. A néhány 100 W-os teljesítménytől az 1 MW teljesítményig képesek a szélmotorok villamos áramot termelni. Az utóbbi önálló szélerőműnek is tekinthető. A század elején az igen robusztus generátorokat a lábzatok mellett helyezték el, és a hajtást szőghajtóművekkel közvetítették. Az áttételi mechanizmusok kedvezőtlen hatásfoka miatt a mai gépeknél a generátorokat közvetlenül a lapátkerekek tengelyéhez kapcsolják (az oszlopok tetején).

Holland és dán gyártók 300 W-tól 1 MW teljesítményig ajánlanak villamosáram-termelésre szélmotorokat. Ezek telepítésekor még inkább meghatározók az adott területeken uralkodó szélviszonyok. Emeltük, hogy Magyarországon megbízható felmérések nem állnak rendelkezésre. A külföldi példákat viszont hiába mutatjuk be, hisz a magyarországi szélviszonyok között az ilyen szélmotorok — tekintve, hogy $3,5\text{--}4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ szélesebségnél indulnak — gazdaságosan nem használhatók, emiatt villamosenergia-termelésre is a kisebb szélesebségnél induló típusokat célszerű használni.

A Magyarországon létesített szélmotorok üzemeltetési tapasztalatai

Víz húzó típusok

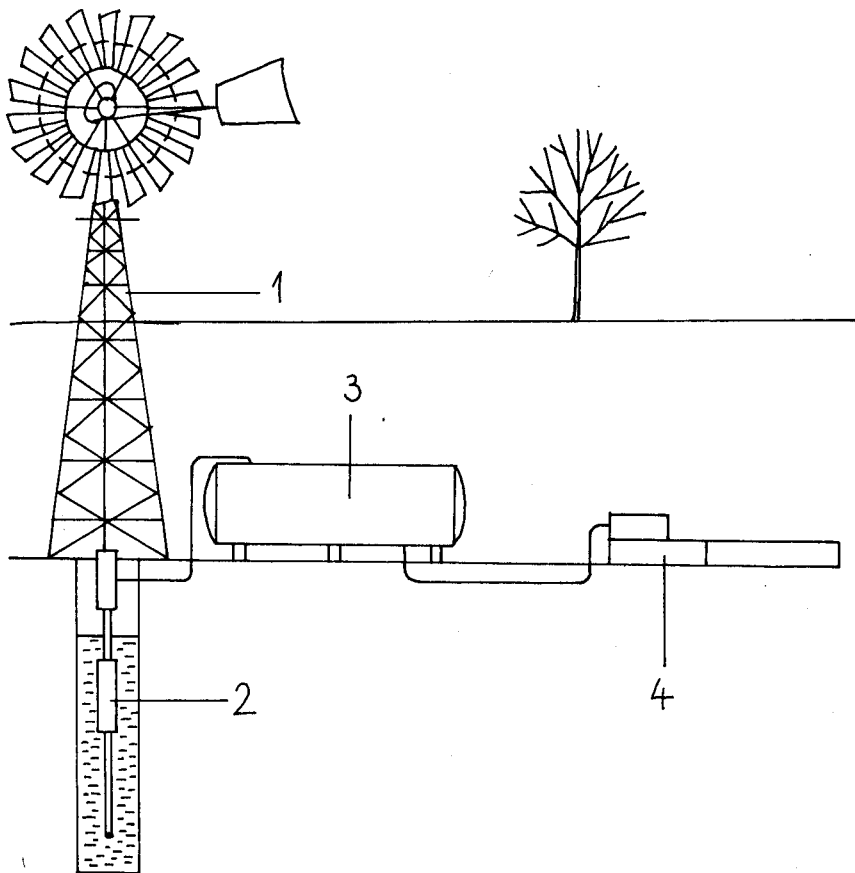
A telepítés jellemzőit a 3. táblázatból ismerhetjük meg. A telepítések helyein a technológiára jellemző vázlatokat mutatjuk be.

Mindegyik berendezés telepítésénél alapvető cél volt legelő állatok ivóvízellátása. A magasabb technikai és műszaki színvonal Mezőfalván

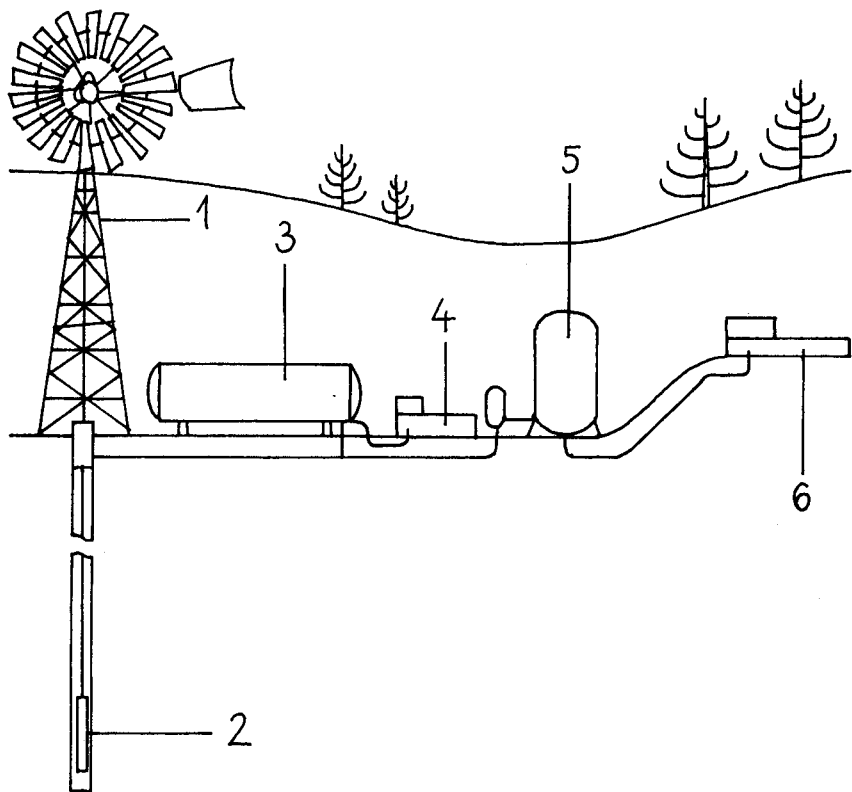
3. táblázat. A megfigyelt vízhúzó szélmotorok telepítési jellemzői

Üzemeltető	A kutak			A széljárás jellemzése	Hely
	jellemzői	víz-szintje [m]	vízhozama [liter/min]		
Kiskunhalasi Állami Gazdaság	fúrt kút, 230 mm átmérőjű cső	- 5	70	jó széljárás, egy oldalról, a szélgéptől 20 m-re 5—5 m magas fasorral	sík, legelőterület
Mezőfalvi Mezőgazdasági Kombinát	fúrt kút, 230 mm átmérőjű cső	- 2,5	110	legelőközpont, jó a széljárás, a kiemelt ponton akadálymentes	sík, legelőterület
Hódmezővásárhelyi Tangazdaság	fúrt kút, 110 mm átmérőjű cső	- 5	40	a major belső területén, minden oldalról 50—100 m távolságban 15—20 m magas fasor és épületek	majorhoz kapcsolódó legelő

volt, ahol a kúttól távolabb elhelyezett önitatóhoz is továbbított vizet a szélmotor.



3. ábra. Szélmotor telepítési vázlata (Kiskunhalas, Állami Gazdaság) 1 — szélmotor; 2 — szivattyú; 3 — szigetelt tárolótartály (puffer); 4 — szinttartásos itatóvályú



4. ábra. Szélmotor telepítési vázlata (Mezőfalva, Mezőgazdasági Kombinát) 1 — szélmotor; 2 — szivattyú; 3 — gravitációs tárolótartály; 4 — szinttartásos itatóvályú; 5 — túlnyomásos tárolótartály; 6 — szinttartásos itatóvályú

Áramtermelő szélmotorok

Az áramtermelő szélmotorokat a MÉM Műszaki Intézetben állították fel. A gépek főbb műszaki adatait a 4. táblázatban mutatjuk be. Az áramtermelő szélmotorokkal akkumulátorokat töltöttünk. Az akkumulátorokra állandó fogyasztóként világítótesteket csatlakoztunk.

A vízhúzó típusoknál folyamatosan figyelemmel kísértük az év különböző időszakaiban nyert és felhasznált vízmennyiséget, a villamos szélmotoroknál pedig a termelt és felhasznált energia mennyiségét.

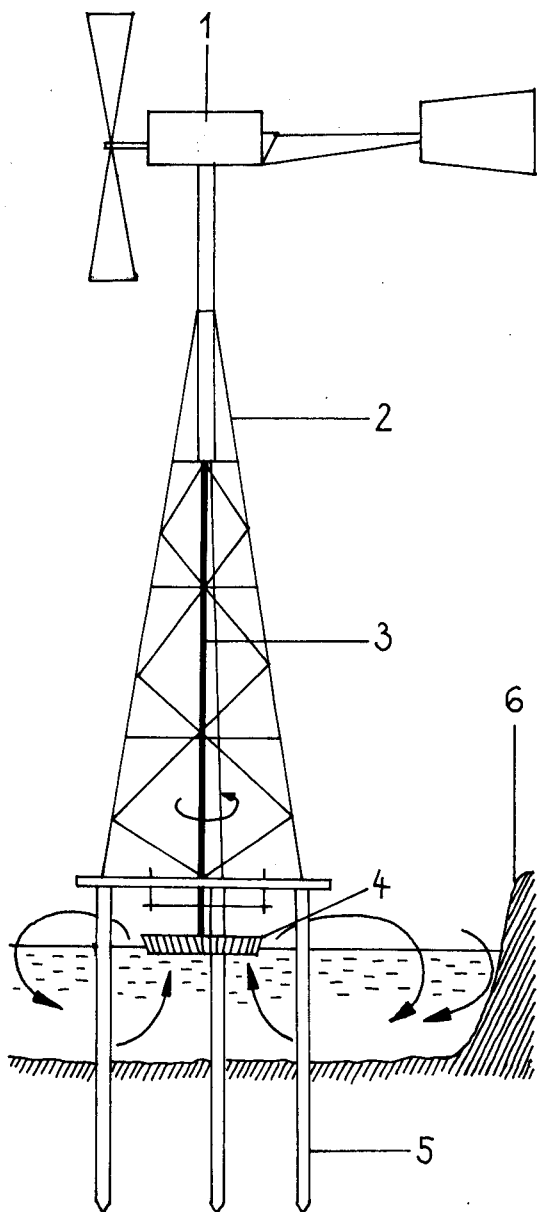
Szélmotoros szennyvíz-levegőztető

A MÉM Műszaki Intézet és az Országos Vízügyi Hivatal együttműködése révén sikerült kifejleszteni szennyvíztavakon alkalmazható oxigénbevitelre képes szélmotorokat. A kísérleti gépet a Balmazújváros határában lévő szennyvíztóra telepítették.

A városi szennyvíz az 1. jelű ülepítőbe érkezik. Itt választják le a durva szennyeződések és a zsír egy részét. Mielőtt a szennyvíz az utótározóba (4) kerülne, a zsilip (D) előtt a szélgéppel működtetett levegőztetőkerék a szennyvizet intenzív mozgásba hozza.

A szélmotor földbe vert acéllábakon (5) helyezkedik el. A vízszintes tengelyű lapátkerék szöghajtóművön (1) keresztül függőleges tengelyű levegőztetőkereket (4) hajt. A lapátkerék $1,8\text{--}2,0\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ szélesebségnél indul, és a védelmi mechanizmus $10\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ szélesebségnél lép működésbe. A lapátkerék maximális fordulatszáma 95 min^{-1} . A hajtóműáttétel $1:4$, és így a levegőztetőkerék maximális fordulatszáma 133 min^{-1} . A levegőztetőkerék legnagyobb átmérője 1,8 méter. A vízszint időközönkénti ingadozása miatt lehetőség van a kerék 400 mm-es függőleges irányú állítására.





6. ábra. Levegőztetőkereket hajtó szélmotor elvi felépítése: 1 — hajtómű; 2 — állványzat; 3 — csőtengely; 4 — levegőztetőkerék; 5 — cölöpök; 6 — gát

A szélmotorok teljesítményjellemzői

A 4. táblázatban bemutatott adatoknak megfelelően a víz húzó szélmotorok különféle átmérőjű lapátkerékkel készülnek. A lapátkerékek felületén elméletileg nyerhető teljesítmény az áthaladó légáramra vonatkoztatva — hozzávetőlegesen — a következő képlettel határozható meg:

$$P_t = 0,356 \cdot A \cdot v^3 \rho \quad [\text{w.}],$$

ahol

A — a lapátkerék legnagyobb átmérő alapján számított felülete [m².]

0,356 — a sűrű lapátos gépeknél a hatásfokra utaló viszonyszám,

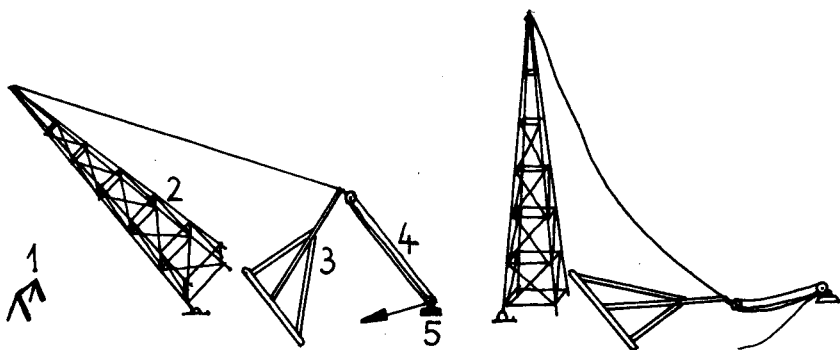
v — a szélesség átlagos értéke [m · s⁻¹.]

ρ — a levegő sűrűsége [kg/m³.]

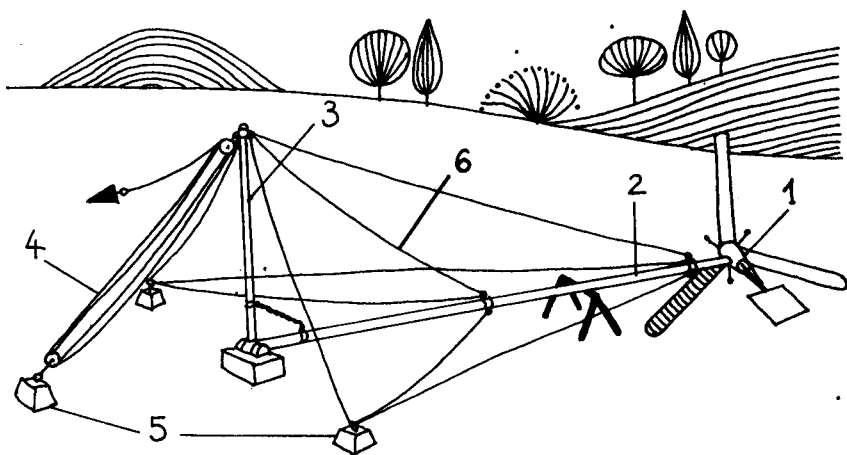
A képletből is látható, hogy az elérhető villamos teljesítmény jelentősen függ a lapátkerék átmérőjétől, de még nagyobb mértékben a szélesség átlagos értékétől.

Már említettük, hogy a talajszinttől távolodva a szélesség növekszik, tehát a szélgépeket — a nagyobb energianyerés végett — célszerű magasabbra telepíteni. Ennek azonban jelentős az anyagi vonzata, mivel az állványok meglehetősen beruházásigényesek. Az állványok felállítása is tetemes pénzbe kerül. (Például: a járművekre szerelt magas emelőképeségű daruk bérleti költsége 2000—16 000 Ft/óra.)

A mezőgazdasági üzemekben gazdaságosabb olyan berendezéseket telepíteni, amelyek az adott gazdaságokban meglévő darukkal felállíthatók. A nagyobb berendezésekhez célszerű segédállványokat készíteni, amelyekkel a gépek egyszerű csörlők segítségével is könnyen felállíthatók. A szélgépek ilyen segédállványos felállítását szemlélteti a 7. és 8. ábra.



7. ábra. Szélmotor állványzatának felállítása segédállvánnyal: 1 — tartóbak; 2 — állvány; 3 — segédállvány; 4 — csörlő; 5 — cölöp



8. ábra. Feszítőhuzalos állványzatú, előre összeszerelt szélmotor felállítása: 1 — szélmotor; 2 — csőállvány; 3 — segédállvány; 4 — csörlő; 5 — betontuskók; 6 — feszítő huzalok

4. táblázat. A szélmotorok főbb műszaki adatai

Megnevezés	Mérték- egység	Gyártó vállalat				
		MEZŐGÉP Vállalat, Nyíregyháza				TAURINA Budaörs
Típus	—	SZGA—4,1	SZGA—2,6	SZGV—3,6	SZGV—2,6	SZV—2
Munkavégzés	—	áramtermelés		vízszivattyúzás		
A lapátkerék átmérője	m	4,1	2,6	3,6	2,6	2,3
A lapátok száma	db	18	18	18	18	12
Indítási szélsősebesség	$m \cdot s^{-1}$	2,5	2,5	2,3	2,2	3
Leszabályozási szélsősebesség	$m \cdot s^{-1}$	10	12	10	12	9
Névleges teljesítmény a lapátkeréknél*	W	4700	1890	3500	1890	1580
A generátor névleges teljesítménye	VA	1000	500	—	—	—
Névleges feszültség	V	28	14	—	—	—
Üzemeltetett szivattyú	—	—	—	dugattyús		membrán
Névleges vízszállítás (H=10 m)**	l/min	—	—	25	22	32
Maximális szállítómagasság	m	—	—	60	40	6

* Számított érték.

** 3,5—6,0 m/s szélsősebességeknél az átlagos érték.

A szivattyúk teljesítményjellemzői

Az SZGV 3,6 és az SZGV 2,6 típusú vízhúzó szélmotorokhoz különféle teljesítményű szivattyúk használhatók. A szivattyút a helyi víznyerési lehetőségeknek megfelelően kell megválasztani, de befolyásolhatja a víz felhasználási körülménye is. A kisebb átmérőjű (5. táblázat), DSZ—60-as típusú dugattyús szivattyú olyan helyre javasolható, ahol túlságosan mélyen van a kútban a víz, vagyis nagy emelőmagasság szükséges. Nyilvánvaló, hogy a nagyobb átmérőjű DSZ—200-as típus nagy vízszállítási igény esetén ajánlható. A kisebb átmérőjű szivattyút kell használni akkor, ha a csőkút béléscsőve 80—100 mm átmérőjű.

Az SZV—2 típusú szélgép membrános kivitelű. Vízszállító képessége nagy, viszont az emelési magassága kicsi, ezért elsősorban vízátemelési célokra használható, főként sekély, ásott kutakhoz. Ez a típus a pangó vizek szivattyúzására is alkalmas.

Ha a vízhúzó szélmotort hidrofor rendszerben kívánjuk alkalmazni, akkor kis átmérőjű szivattyúkat kell választani, amelyek azonos teljesítmények mellett nagyobb nyomómagasságra képesek (ezzel távoli fogyasztók is elláthatók vízzel).

A 6. táblázatban a különféle vízhúzó szélmotorok és a hozzájuk alkalmazható dugattyús szivattyúk teljesítményadatait mutatjuk be.

5. táblázat. A szélmotorok vízszivattyúinak főbb műszaki adatai

	Típusjelek				
	DSZ—60	DSZ—100	DS—200	N—76	Membrán
Külső átmérő [mm]	83	120	222	90/150	350
Henger belső átmérő [mm]	63	100	200	76	210 (membrán)
Legnagyobb hosszúság [mm]	710	720	670	400	440
Legnagyobb lökethossz [mm]	280	200	200	200	—
Üzemi lökethossz [mm]	185	152	152	116	20

6. táblázat. A vizsgált szivattyúk teljesítményjellemzői

A szivattyú típusa	Jel	Mértékegység	A szélmotor típusa		
			SZV—2	SZGV—2,6	SZGV—3,6
DSZ—60	H_{\max}	m		40	60
	Q_{\min}^*	l/min		6,0	7**
	Q_{\max}^*	l/min		22,0	25**
DSZ—100	H_{\max}	m		NT	25
	Q_{\min}	l/min			13
	Q_{\max}	l/min			67
DSZ—200	H_{\max}	m		NT	8
	Q_{\min}	l/min			36
	Q_{\max}	l/min			225
Gumi-membrán szivattyú	H_{\max}	m	6		
	Q_{\min}	l/min	18		
	Q_{\max}	l/min	32		

Jelmagyarázat: NT = nem ajánlott, mert túlterheli;

* = a minimális és maximális értékek az indítási és a le szabályozási szélsőbesség-tartományban értendők;

** = a szivattyú a motort nem terheli le;

H_{\max} = legnagyobb szállítómagasság;

Q_{\min} és Q_{\max} = a legkisebb és a legnagyobb vízzárlás.

Üzemi tapasztalatok

A vízhúzó szélgépekkel főként a Kiskunhalasi Állami Gazdaság legelőin végeztek vizsgálatokat, ahol elsősorban szarvasmarha-tenyésztéssel foglalkoztak.

Az SZGV 3,6 típusú szélmotor 300 húsmarhát látott el ivóvízzel akkor, amikor 15—20 m³ térfogatú puffert víztárolót is felállítottak mellé, amely szélmentes időszakokban pótolta az itatóvizet. Ezt a víztárolót szigetelni kellett, hogy a nyári, meleg időszakokban a víz kevésbé melegedjen fel. A legeltetési időszakban a havonta termelt vízmeny-

nyiség időszakonként több volt, mint amit az állatok megittak. A többllettel a környező területet öntözték.

A vizsgált térségekben a szélesebbesség átlagos értéke $3,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ volt. A naponta átlagosan kiszivattyúzott vízmennyiség 14 m^3 , amely néhány nap kivételével fedezte a 300 húsmarha vízigényét.

A Mezőfalvi Mezőgazdasági Kombinátban telepített szélmotorhoz a DSZ—100-as szivattyút használták. Naponta átlagosan $20,4 \text{ m}^3$ vizet termelt (400 állatot látott el).

Az eddig lefolytatott vizsgálatok azt bizonyítják, hogy Magyarországon olyan területekre kell sűrű lapátozású szélmotorokat telepíteni, ahol állandóbb és egyirányúbb szelek alakulnak ki. A nálunk gyakrabban előforduló kisebb szeleket jobban kihasználó, 3-nál több lapátos gépeket mezőgazdasági célokra, közvetlen mechanikai munkavégzésre előnyösebben lehet használni.

A sűrűbb lapátozású szélmotorok kisebb szélesebbeségeknél is működnek. Erre hívják fel a figyelmet a Gödöllő térségében (Honti és Tóth, 1983) végzett szélmerések tapasztalatai is.

Az egy hónapos vizsgálati időszakban igen kevés volt a $4,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ -nél nagyobb sebességű szelek időtartama. E területen a 4 m/s -nál induló háromlapátos szél gép csupán 118 órát működött volna, vagyis az összes idő 16,3%-ában. Másként fogalmazva: az adott magasságban átfújó hasznosítható energia csupán 10—11%-át hasznosította volna. A sűrű lapátozású szélmotor 2 m/s szélesebbeségnél már működik. Ez a gép az összes idő 72%-ában már energiát termelne, és az átfújó szél energiájának 95%-át hasznosítaná. Végül is az olyan hasznosítási területeken, ahol nem megkövetelt az állandó és egyenletes szél, ott a szélmotorok magyarországi viszonyok között is jól alkalmazhatók, mivel kisebb, változó erősségű szelek nagy gyakorisággal fújnak. Erre jellemző a korábbiakban bemutatott levegőztetőkerék is, amellyel alapvető cél, hogy a szennyvíztóban a lebomlási folyamatot oxigén bevitelével segítsük, meggyorsítsuk, de nincs meghatározott időhöz kötve az energiabevitel időpontja és időtartama.

Gazdaságossági értékelés

A szélmotorok költségeinek belátható időn belül meg kell térülnie, ellenkező esetben széles körű elterjedésük nem várható. A holland és a dán vizsgálatok azt bizonyították, hogy a szélmotorok mint önálló energiatermelők a villamos hálózati energiavételezés preferált áraival nem versenyképesek. Ha azonban az erőművek egységnyi energia-előállításra fordított létesítési költségét állítjuk szembe a szélmotorokéval, és még a hálózat létesítési és fenntartási költségét is hozzászámítjuk, akkor a szélmotorok (főként népgazdasági szinten) már előnyösebbek lehetnek.

A mezőgazdaságban vannak „feltétlen” területek, ahol az alkalmazásuk igen előnyös, de a villamos hálózat bővítésének drágulása miatt mint alternatív energiaforrások előtérbe kerülhetnek.

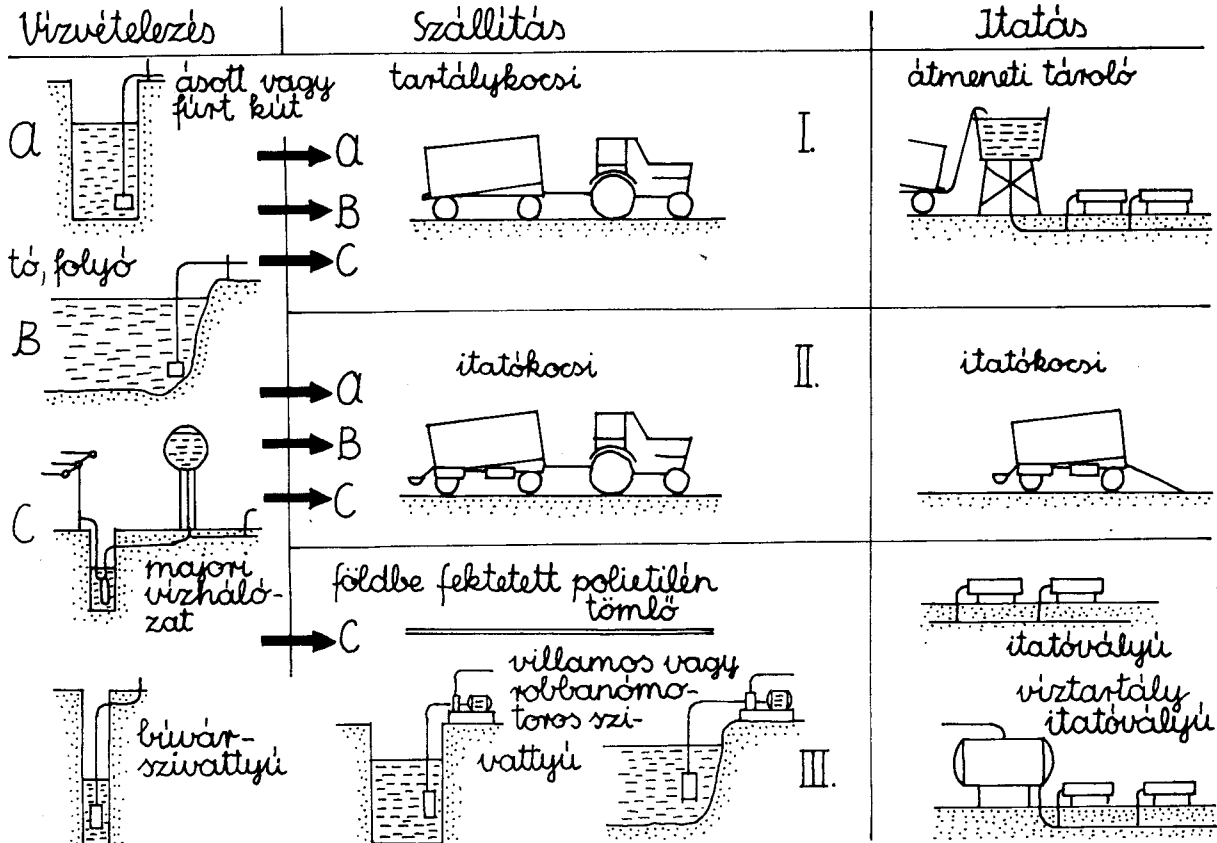
Legelők itatóvíz-ellátása

A MÉM Műszaki Intézet vizsgálatai alapján készült modellszámításban állatonként 40 liter/nap vízfelhasználást és 1—3 km-es vízszállítási távolságot vettek figyelembe. A 7. táblázatban szereplő kalkuláció 400 szarvasmarhára készült. A kalkuláció 200 napos legeltetési időszakra és egész éves használatra is elkészült. A táblázatban a kútépítés költségei, valamint az esetleges vízdíjak nem szerepelnek, de figyelembe vették a villamos hálózat telepítési és fenntartási költségét.

Azok a technológiák, amelyeket a szélmotoros vízhúzással szembeállítottak, a rajzon láthatók. A 400 állat részére 40 m³-es szigetelt tárolótartályt terveztek. A lajtkocsis, illetve itatókocsis vízszállításnál a traktor üzemeltetési, beruházási és amortizációs költségeit számításba vették. A villanymotoros és a benzinmotoros vízszivattyúzás költség-számítási modellje azonos. Az utóbbinál csupán a beruházási, a kiszolgálási és az üzemanyagköltséget számították. A majori vízellátás költsége — több gazdaság adatai alapján — kalkulált érték. (Meg kell azonban jegyezni, hogy ez az érték konkrét esetben a valóságostól jelentős mértékben eltérhet, mivel a gazdaságok pontos kimutatásokat nem készítenek.)

7. táblázat. Üzemeltetési és beruházási költségek összehasonlítása SZGV—3,6 szélmotornál
(Tóth—Honti, 1984)

A technológia megnevezése és jele [9. ábra]	365 napos üzemeltetés esetén				200 napos üzemeltetés esetén			
	éves üzem-óra [h]	beruházási költség [E Ft]	üzemeltetési költség		éves üzem-óra [h]	beruházási költség [E Ft]	üzemeltetési költség	
			[E Ft/év]	[Ft/m ³]			[E Ft/év]	[Ft/m ³]
<i>Vízhozás szélmotorral</i>	8760		29	4,05	4800		22	5,52
alapgép		52				52		
állványzat		68				68		
tárolók, itatók		90			70			
<i>Itatásra átalakított lajtkocsi I.</i>	1476	617	413	56,63	789	511	314	78,73
a) lajtkocsik és itatók	2000	663	454	62,25	1100	421	276	69,04
b) ha egy lajtkocsi szállít több itatóhoz II.	2008	399	320	43,91	1100	284	209	42,30
<i>Villanymotoros vízkiemelés</i>								
1 km	2433	347	33	4,39	1333	247	27	6,89
3 km III.	2433	647	50	5,86	1333	647	45	11,40
<i>Benzinmotoros vízkiemelés</i>	4015	27	138	18,90	2200	27	79	19,84
<i>Majori vízellátás</i>	3,0—4,0 Ft/m ³				4,0—5,0 Ft/m ³			



9. ábra. Itatóvíz biztosításának lehetőségei ma joroktól távolabbra eső legelőterületeken (I., II. és III. variációk képezték az összehasonlítás tárgyát a szélmotoros vízszivattyúzással)

8. táblázat: A vízhúzó szélmotorok évi üzemeltetési költségeinek alakulása

A szélmotor típusa	Éves üzemóra [h]	Beruházási költség [E Ft]	Üzemeltetési költség	
			[E Ft/év]	[Ft/m ³]
SZGV—3,6	8760	210	29	4,05
SZGV—2,6	8760	62	6,95	3,81
SZV—2	8760	61	8,13	4,46

A kalkulációk azt mutatják, hogy a majori vízellátással szemben a szélmotorok nem gazdaságosak, de a lajkocsis és itatókocsis vízszállításával szemben feltétlenül előnyösebbek. Gazdaságosabbak a villany- és benzinmotoros vízszállításnál is. Az előbbivel szemben csak akkor lehetnek előnyösek, ha a villamos hálózat kiépítési költségével is terheljük a beruházást. Ha a legelőterületeken villamos hálózat is van, akkor a költségek hasonlóan alakulnak, mint a majori vízellátásnál.

Mindebből következik, hogy a vízhúzó szélmotorok alkalmazása egyértelműen gazdaságos a majoroktól 1—3 km-nél nagyobb távolságokban lévő legelőterületeken, ha a legelőkre a vizet „tengelyen” kell kiszállítani vagy villamos hálózat kiépítése lenne szükséges.

Az egyes szélmotortípusok között üzemeltetési költségben jelentős eltérés nem tapasztalható (8. táblázat). Ennek ellenére a különféle típusú szélmotorok között a beruházási költségben jelentős eltérések lehetnek. Célszerű a méretüket a felmerülő energiaszükségletnek megfelelően megválasztani, hogy az üzemeltetési költségek kedvezőek maradjanak.

Villamosáram-termelés

A villamos áramot előállító szélmotoroknál — még a sűrű lapátozású kivitelűeknél is — a tényleges napi üzemidő rövidebb, mint a vízhúzó típusokénál. Ha a dugattyús vízhúzó szélmotorok működőképesek

9. táblázat. A villamos energiát előállító szélmotorok beruházási és üzemeltetési költségeinek összehasonlítása a benzinmotoros aggregátokéval

Megnevezés	Típus	Éves üzem- óra [h]	Beruhá- zási költség (összes) [E Ft]	Éves üzemeltetési költség [E Ft/év]						
				amorti- záció	javítás, karban- tartás	üzem- és kenő- anyag- költség	szállítási és egyéb költség	bér- költség	összesen	
									[E Ft/év]	[Ft/kWh]
Benzinmotoros áramfej- lesztő	MPN—5— 700 CX	1095 (38 325 kWh)	93,0	18,6	12,0	30,6	2,0	18,0	81,3	21,2
Szélmotor	SZGA—4,1	2555 (12 775 kWh)	120,0	9,6	3,6	1,0	1,5	5,4	21,1	16,5

(különböző szélesebségek mellett), akkor vizet tudnak felhozni. A villamos típusúaknál meghatározott fordulatszám (szélesebség) kell ahhoz, hogy hatásos mértékben termeljenek villamos energiát. Mivel e szélmotorok mezőgazdasági alkalmazása csak a majoroktól távol eső területeken jöhet számításba, célszerű azt a benzinmotoros (generátoros) áramfejlesztő egységekkel összehasonlítani. A mérővizsgálatok alapján készült kalkulációt a 9. táblázat tartalmazza. A számítás szerint a villamos energiát előállító szélmotorok versenyképesek a benzinmotoros agregátokkal, de drágábban termelnek áramot, mintha azt a hálózatból vételeznénk. Ebből következik, hogy a villamos energiát előállító szélmotorok alkalmazása gazdaságossági szempontból előnytelen. Csak azokon a területeken célszerű a használatuk, ahol a környezeti, környezetvédelmi stb. okok miatt az energia más módon nem állítható elő. A szélmotoroknál jelentkező folyamatos költségek nagyrészt kalkuláltak. Felállítás után a szélmotorokon minimális javítási és karbantartási költségek adódnak, és állandó felügyeletet sem igényelnek. Célszerű a berendezéseket hetente ellenőrizni (szemrevételezni).

Zírásuk és kenőanyaggal történő feltöltésük havonta, illetve a gépkönyvekben előírt időszakonként szükséges. A nagyobb berendezéseknél az ilyen feladatokat általában évente két alkalommal szükséges elvégezni (ősszel és tavasszal). A munkavégző részeket (pl. dugattyús szivattyúkat, azok tömítéseit stb.) a rájuk vonatkozó előírások szerint kell ellenőrizni.

Egyéb hasznosítási lehetőségek

A mezőgazdaságban és a mezőgazdasághoz kapcsolódóan a szélmotorok használatának még igen sokféle lehetősége van. Jó példák találhatók erre a nyugat-európai országokban (Dániában, Hollandiában, NSZK-ban stb.).

A mezőgazdaságokban a szélmotorokat főként alternatív energiaforrásként hasznosítják.

Hollandiában egyes nagy tulipántermesztő gazdaságokban a hagymaszárítók (szikkasztók) működtetéséhez szükséges energiát szélmotorokkal állítják elő. A farm mellett felállított 17—20 méter magas oszlopon lévő, szélerővel hajtott generátor által termelt villamos energiát a szárítóüzem áramátalakítójához vezetik, majd innen a szárító-pajták programvezérelt fűtőradiátoraihoz és a ventilátorokhoz. A 3—4 hónapos szárítási és hűtvetárolási időszakban a szélmotor által termelt energia 80—90%-át felhasználják. Az év többi hónapjában a farmon az energiafelhasználás csupán 10—15%-os a csúcsidezőszakhoz képest, s ilyenkor a generátor kihasználtsága csupán néhány százalék. A fölösleges energia az adott helyen nem hasznosítható, villamos hálózatba való továbbítása pedig sok gondot jelent.

Alapvető probléma a megfelelő és igen pontos hálózati frekvencia előállítása, amelynek állandóságára is igen szigorú előírások vannak. A frekvenciastabilizátor és az ahhoz szükséges hajtómechanizmus nagy beruházási költséget jelent.

A frekvencia stabilizálására kialakított szerkezetek komplikáltságát a következő példa is bizonyítja. A szélmotor járószerkezete hidraulikus olajszivattyút hajt. A szivattyú által szállított olaj egy az állványzat közelében elhelyezett hidromotoros generátort működtet. A hidraulikus rendszer fordulatszáma már szabályozható, viszont a szabályozás energiavesztéssel jár, igen jelentős hőenergia termelődik. Ezt az energiát olaj—víz hőcserélők segítségével sertésistálló fűtésére használják a légszűrőkhöz helyezett vízcsöves radiátorokkal.

Rotterdam környékén szélmotorokat használnak az üvegházak fűtésére. A generátorok által termelt villamos energiát nem stabilizálják

sem a feszültség, sem a frekvencia tekintetében, hanem az üvegházak fűtőkörébe kapcsolt villamos fűtőtestekkel vízmelegítésre használják.

A holland Mezőgazdasági Gépesítési Intézet vizsgálatai szerint a szélmotor a fűtési időszakban üvegházakhoz gazdaságos. Egész évet tekintve a gázzal való fűtés azonban már előnyösebb. A jövőben a holland mezőgazdaságban e rendszer szélesebb körű felhasználására számítanak.

A hőtermelő típusokat több cég ajánlja farmépületek, családi házak és úszómedencék fűtésére. Természetesen a szélmotor ilyenkor is mint alternatív energiaforrás jöhet számításba.

Már teljesen automatizált rendszereket is gyártanak. Az automatikaegységet a villamosenergia-ellátó (esetleg gáz-) hálózat és a szélmotor generátorának villamos hálózata közé kapcsolják. Akkor, ha a generátor energiatermelése számottevő és a fogyasztók is igényelnek energiát, az automaták a generátort a villamos hálózatról a belső hálózatra kapcsolják át. Az ilyen rendszerek elemzésével foglalkozó publikációk szerint a szélmotorok a családi házak évi energiaigényének 25—35%-át szolgáltatathatják.

A szélgépek a fentiekén túl még sokféle célra használhatók. A tervezők légsűrítésre is ajánlják. A sűrített levegővel turbinák hajthatók, így a szélcsendes időszakban közvetlen mechanikai munka nyerhető, de a turbinákkal villamos generátorok is hajthatók. Erőművek magaslati tárolóinak feltöltésére is előnyös lehet; szélcsendes időszakban a víz gravitációs energiáját használják a turbinák hajtására.

A jelenleg gyártásban lévő szélmotorok műszaki jellemzése

Az SZGV—3,6 és az SZGV—2,6 típusú dugattyús víz húzó szélmotor

Gyártó: Nyíregyházi Mezőgazdasági Gépgyártó Vállalat

A háromlábú, gúla alakú térben rácsosított acélszerkezetű torony csúcsán helyezkedik el a hajtómű a lapátkerékkel és a faroklapáttal. Meg-

felelő szélességnél a faroklapát szélirányba állítja a lapátkereket, amely forogni kezd. Ez a forgó mozgás a hajtóműben egyenes vonalú mozgássá alakul.

A forgattyús tengelyhez kapcsolódik a szivattyút mozgató farudazat. Ez a farudazat működteti a kútban elhelyezett dugattyús szivattyút. A dugattyú felfelé mozgásával emeli ki a vizet a kútból csővezetékén át a tárolótartályba. Viharos erejű szélben a gép viharvédelmi rendszere, amelyet a faroklapát működtet, megvédi a lapátkereket és a hajtóművet a káros túlpörgéstől.

Az *SZGV—3,6 típus* lapátkereke $2,3—10,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ szélesség-tartományban üzemel $28—100 \text{ min}^{-1}$ fordulattal. A szélmotor állványzatának magassága 12 m, a lapátkerék átmérője 3,6 m, a torony alapja 1620 mm sugarú körön helyezkedik el. A hajtómű lökethossza változtatható.

Az *SZGV—2,6 típus* hajtóműjének lökethossza 116 mm. A 2,6 m átmérőjű lapátkerék $2,2—12,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ szélesség-tartományban üzemel $30—80 \text{ min}^{-1}$ fordulattal. A szélmotor állványának magassága 8 m. A torony alapja 830 mm sugarú körön helyezkedik el.

Az SZV—2,0 típusú membránszivattyús szélmotor

Gyártó: TAURINA Szarvasmarha-tenyésztő Közös Vállalat, Budaörs

A háromlábú, gúla alakú, acélszerkezetű torony csúcsán helyezkedik el a hajtómű a lapátkerékkel, a farok- és a segédlapáttal. Megfelelő szélességnél a faroklapát szélirányba állítja a lapátkereket, amely forogni kezd. A lapátkerék tengelye a hajtóműházban excenteres kiképzésű. A forgó mozgást az excenter a csatlakozó acélcső rudazat végén alternáló mozgássá alakítja át. A rudazat a membránszivattyút működteti. A viharvédelmi mechanizmust segédlapát kapcsolja be.

Az excenter lökethossza 20 mm. A 2,38 m átmérőjű lapátkerék $3—9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ szélesség-tartományban üzemel $30—80 \text{ min}^{-1}$ fordulattal. A szélmotor állványának magassága 6 m, a torony alapja 1500 mm sugarú körön helyezkedik el.

Hasonló szélmotort gyárt a Gyöngyösi Agromechanikai Szövetkezet, SZEVSZ 3,5 típusjellel. Víz tárolásra ponyvából készült tárolót javasolnak, amely hozzávetőleg 5 m^3 -es. Felépítésében és kialakításában egészen közel áll a bemutatott SZV 2,5 típushoz.

Az SZGA—4,1 és az SZGA—2,6 típusú áramtermelő szélmotor

Gyártó: Nyíregyházi Mezőgazdasági Gépgyártó Vállalat

A háromlábú, térbeli rácszatú, gúla alakú, acélszerkezetű állvány csúcsán helyezték el a generátoros egységet. A lapátkereket a generátoros egység hajtóművének tengelyére szerelték. Megfelelő szélesebségnél a lapátkerék forgásba hozza a hajtómű bemenő tengelyét, amely (gyorsító áttétellel) a tengelykapcsoló közbeiktatásával meghajtja a generátort. A generátorban keletkező váltakozó áramot egyenirányító és feszültség szabályozó alakítja át 14, illetve 28 V feszültségű egyenárammá. A generátortól rézkábelek vezetnek az akkumulátortelephez. A gép viharvédelmi rendszerét az excenterházon lévő lapátkerék és faroklapát működteti; megvédi a berendezést a káros túlpörgéstől. A viharvédelmi berendezést kézi karral is lehet működtetni, s ezzel a gép üzemén kívüli állapotba helyezhető.

Az SZGA—4,1 típus lapátkereke $2,5-10,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ szélesebség-tartományban üzemel, $20-60 \text{ min}^{-1}$ fordulattal. Névleges teljesítménye $8-10 \text{ ms}^{-1}$ szélesebségnél 1 kW (28 V). A szélmotor tornyának magassága 12 m, a lapátkerék átmérője 4,1 m, a torony alapja 1620 mm sugárú körön helyezkedik el.

Az SZGA—2,6 típus lapátkereke $2,5-12,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ szélesebség-tartományban üzemel, $22-80 \text{ min}^{-1}$ fordulattal. A névleges teljesítmény $8-10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ szélesebségnél $0,5 \text{ kW}$ (14 V). A torony magassága 8 m, a lapátkerék átmérője 2,6 m, a torony alapja 883 mm sugárú körön helyezkedik el.

Irodalom

- Bauman, B.—Fimreite, D.—Dewinkel, C.—Ganser, E.* (1981): Parallel generation in southern Wisconsin, Orlando, Florida
- De Rente, D. J.* (1979): Wind Power. Recent development
- Flavin, C.* (1981): Wind Power. A Turning Pint Worldwach Paper 45
- Honti V.—Tóth L.* (1981): Szélenergia hasznosítása az állattartásban. MÉMMI jelentés, Gödöllő
- Honti V.—Tóth L.* (1983): Szélenergia hasznosítása a mezőgazdaságban. MÉMMI jelentés, Gödöllő
- Honti V.* (1981): SZGV—3,6 típusú vízhúzó szélgép funkcionális vizsgálata. MÉMMI jelentés, Gödöllő
- Honti V.* (1983): SZGV—2,6 típusú szélkerekes vízvivattyú funkcionális vizsgálata. MÉMMI jelentés, Gödöllő
- Ledács Kiss A.* (1977): A szélenergia hasznosításának lehetőségei Magyarországon MTESZ tanulmány, Bp.
- Lundsager, P.—Frandsen, S.—Christensen, C. J.* (1980): Analisis of. Data from the Gedser Wind Turbine 1977—79. Riso National Laboratory, Denmark Riso-M—2242
- Notebaart, J. C.* (1972): Windmühlen. Monton Verlag, Den Haag
- Paulsen U. S.—Norkaer, J.—Nielsen, J. E.* (1985): Aerodynamisk og svingningsdeoretisk under sogelse af en Darrieusroter Forsogsanlaeg Riso, Danmark Riso-M—2451
- Pattantyús Á.* (1961): Gépész- és Villamosmérnökök Kézikönyve 2. Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- Petersen, H.* (1984): A Survey of Measuring Methods at Test Stations for Wind Turbines. Riso National Laboratory, Denmark Riso-M—2452
- Petersen, H.* (1984): The Test Station for Windmills. Riso, Denmark
- Pratt, M.* (1979): A turn to the Wind. Agricultural Engineering, St. Joseph, Mich, 60. köt. sz. 11—24 p.
- Simmons, M. D.* (1975): Wind Power. Noyes Data Corporation, New Jersey, USA
- Tömösközy S.* (1982): SZEVSZ 3,5 típ. szélgépes vízvivattyú agroműszaki ellenőrző vizsgálata. MÉMMI jelentés, Gödöllő
- Tóth L.—Honti V.* (1984): Vízhúzás és villamosáram-fejlesztés. MÉMMI technológiai teszt 152., Gödöllő



Biofüzetek

- 1. Biogazda, biokertész**
Új gondolkodási és művelési mód kertbarátoknak
- 2. Méreg nélkül**
Egészségesebb kerteket és kertészeket
2. kiadás
- 3. Talajművelés másképpen**
Komposztal, talajtakarással
2. kiadás
- 4. Dombágyásos kertművelés**
Családellátás 25 m²-ről
2. kiadás
- 5. Reforméletmód, -étrend**
A természetgyógyászat
2. kiadás
Peter Sowa
- 6. A biokertészkedés**
elvei, módszerei, irányzatai
Gertrud Franck
- 7. Növénytársítás**
az öngyógyító veteményesben
dr. Gyórfy Sándor
- 8. A bioveteményes**
társnövényei
dr. Mezei Ottóné
- 9. Biodinamikus**
szemléletű kertész vagyok
dr. Oláh Andor
- 10. Biogyógyszerek**
a gyógyító növények
- 11. Biotanácsadó**
a talajról és a tápanyagokról
Peter Sowa
- 12. Biolevek**
természetes anyagokból
Frühwald Ferenc
- 13. Gilisztatenyésztés**
a biokertben
Szentendrey Géza
- 14. A madarak**
a biokertész növényvédői
Szász János
- 15. Bioépítészet**
környezetbarát építőknak
- 16. Bio...**
Szövetségben a természettel
Szabó S. András
- 17. A radioaktív szennyeződés**
megjelenése biológiai környezetünkben
dr. Velich István
- 18. Biológiai védekezés**
ellenálló zöldségfajtákkal
dr. Tóth László—Honti Vince
- 19. Környezetkímélő energiaforrás**
a szélmotor
Galambosi Bertalan—dr. Lévai Judit—dr. Órsi Attila
- 20. Mérgező növények**
és egyéb, emberre veszélyes kerti „károsítók”

