

Peter Frieden

Székerékpítés

ELLENŐRIZVE 1993-94

Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987

Az eredeti könyv címe:

Peter Frieden: Windrad bauen leicht gemacht
Verlagsgesellschaft Rudolf Müller
Köln – Braunsfeld

Fordította és a magyar vonatkozású kiegészítést írta:

Fülöp Jenő
okl. villamosmérnök

Lektorálta:

György Barnabás
okl. gépészmérnök
Huszlik Zoltánné
okl. építészmérnök

A címlapfotót Wolfgang Freyer, az eredeti fotókat a szerző, a magyar kiegészítés fotóit Dr. Tóth László és Honti Vince készítette



Tartalomjegyzék

| | |
|-----------------------------------------------|----------|
| Előszó a magyar kiadáshoz | 7 |
| Bevezetés | 9 |
| A nélkülözhetetlen elmélet | 11 |
| Ahogy a szél hat | 12 |
| Áram és feszültség | 14 |
| Felállítás és engedélyeztetés | 17 |
| Jogi kérdések | 19 |
| A ház és hajtómű | 21 |
| A generátor | 34 |
| Az árbocszerkezet | 45 |
| A szélkerék | 52 |
| Az áram tárolása | 63 |
| Akkumulátorok vásárlása és vizsgálata | 66 |
| A szélgép üzemeltetése | 68 |
| Első próbafuttatás | 68 |
| Elektromos szerelés | 69 |
| Karbantartás | 71 |
| Teljesítményt javító lehetőségek | 73 |
| Az alkatrészek beszerzése | 76 |
| A feladványok megoldása | 77 |
| A magyarországi szélkerekek Irodalom | 79 93 |

© Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH,
Köln – Braunsfeld, 1984

Hungarian translation © Műszaki Könyvkiadó,
Budapest, 1987

ETO: 621.548
ISBN: 963 10 7091 3

Előszó a magyar kiadáshoz

A mai energiatakarékos világunkban minden számbajöhető energiaforrást hasznosítanunk kell. Ezek közé tartozik a szél is. E fontos energiáról, amely hajdan a domboldali vagy síkvidéki szélmalmok lapátkerekeit forgatta, a szélmalmok eltűnésével hosszú időre megfeledkeztünk, pedig ez az ingyen energia a közművesítés nélküli, zártkerti vagy mezőgazdasági területeken igen gazdaságosan felhasználható villamos áram termelésére vagy vízhozásra.

Ez a könyv a lassú forgású, csendes üzemű szélkerék megépítésével ismertet meg olcsó, mindenki számára beszerezhető alkatrészekből és mindenki számára elérhető szerződésekkel. Az így megépített szélkerék világitásra és kisebb berendezések működtetésére alkalmas.

Hazánkban a MEM Műszaki Intézet foglalkozik a szélenergia hasznosításával. A magyarországi szélviszonyokról, gyors forgású szélkerékekkel végzett kísérleteik tapasztalatairól könyvünk utolsó fejezete ad áttekintést. Közlésük alapján – amelyek rendelkezésére bocsátásért ezen a helyen mondunk köszönetet – ismertettük a hazánkban gyártott szélkerékek adatait és gyártó cégeit.

A gyors forgású szélkerékekkel végzett eddigi kísérletek nem a mágnécélú felhasználást tartották elsősorban szem előtt, hanem az állattenyésztő telepeken való hasznosítást. Úgy gondoljuk azonban, hogy e kis könyvünk felkelti majd a gyártók és tervezők érdeklődését a szélenergia más lehetséges hasznosítási területe iránt is.

Budapest, 1986. május

Műszaki Könyvkiadó

Bevezetés a német kiadáshoz

Az országban sok helyen találhatunk ötletes, néha romantikus szélmalomszerkezeteket. Ezek deszkabódékon, hétvégi házak mellett, kiskertekben állnak, fából, lemezből, csőből és gépjárműdinamóból (vagy generátorból) építették őket. Ezek a szélkerekek tanúi annak a régi törekvésnek, hogy az ember a szél kiszámíthatatlan energiáját villamos árammá alakítsa.

Ha közelebbről megnézzük ezeket a berendezéseket, legtöbbször részben elfrozdásodott, gyakran kissé elhanyagolt benyomást kelt, mintha építőjük a szélkerékkel kapcsolatos csalódását azzal akarná kifejezésre juttatni, hogy a berendezést nem ápolja és gondozza.

Ez a könyv azért íródott, hogy az ezen a területen tapasztalható tévutak és csalódások számát korlátozza. Azokhoz a barkácsolókhöz szól, akik a villamos hálózatától távol vannak, ill. attól függetlenül szeretnék magukat, de a villamos áramról nem tudnak, ill. nem akarnak lemondani.

Saját építésű kis „erőművünk” sokoldalú: szerény kényelmet és lehetőséget nyújt a villamos berendezések használatához, nem szennyezi a környezetet, veszélytelen, világításra, akkumulátorok töltésére, szerszámok (pl. fűrőgép, forrasztópáka) és más berendezések működtetésére alkalmas.

Mindazoknak ajánlom ezt a kis gyakorlati tájékoztatót, akiket elméletben már foglalkoztatott a széleenergia. Azt javaslom, vágjanak neki, építsék meg a szélkereket és gyűjtsenek olyan gyakorlati tapasztalatokat, amelyek a megszállott optimistákat a realitás talajára állítják, a hitetlenkedőknek pedig gyakorlati példával bizonyítják, hogy a széleenergia hasznosításának gondolata nem ámitás, hanem anyagilag is elviselehető megoldás.

Az ebben a könyvben leírt szerkezet veszélytelen, csendes üzemű, ugyanakkor a kívánalmainknak megfelelő teljesítményű megbízható szélkerék, amely olcsón beszerezhető alkatrészekből megépíthető, pl. a generátora személygépkocsi-generátor, a vázszerkezete vízvezeték-szerelvényekből, a hajtóműve kerékpáralkatrészekből, a forgórésze fadarabokból és vitorlavászonból készíthető.

Az áramfejlesztésre sokfelé használt gyors forgású szélkerekek – amelyek ugyan sokszor saját kezűleg készített egyedi szerkezetek – véleményem szerint nem felelnek meg az előbbieken leírt feltételeknek. Az aerodinamikai kiképzés, a kiegyensúlyozás, a szilárdság és a fordulat szabályozás olyan magas követelményeket támaszt, amelyeket gyakorlati barkácsolók sem tudnak teljes biztonsággal kielégíteni.

Ésszerű változatként kínálkozik olyan lassú forgású, ezért viszonylag veszélytelen szélkerék megvalósítása, amely az évezredek óta ismert szélmalomoknál jól bevált, és 17 : 1-es áttétel segítségével alkalmasra tehető nagy fordulatszámú generátor hajtására. Építéséhez jó szórakozást és sikeres munkát kívánok.

Peter Frieden

A nélkülözhetetlen elmélet

A szélenergia-hasznosítás elméleti alapjainak részletes ismertetésétől itt természetesen el kell tekintenünk. Azok számára, akik ezzel mélyebben kívánnak foglalkozni, tudományos munkák állnak rendelkezésre. Feltétlenül szükség van azonban néhány alapfogalomra és összefüggésre, amelyeket ebben a fejezetben ismertetünk.

A mechanikai kérdések megértéséhez a következő fogalmakat kell ismernünk:

Erő. Jele F , mértékegysége a newton, N . Egy kilogramm toll vagy ólom az alátámasztási felületen 10 newton súlyerőt fejt ki.

Út. Jele l , mértékegysége a méter, m .

Idő. Jele t , mértékegysége a szekundum, s .

Sebesség. Jele v , mértékegysége a m/s vagy km/h . A sebesség tehát időegységre eső út, számítása:

$$v = \frac{l}{t} \quad (1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}).$$

Munka. Jele W , mértékegysége $N \cdot m$. A fizika szerint a munka az erő és elmozdulás szorzata, azaz $W = F \cdot l$.

Teljesítmény. Jele P , mértékegysége W . Számítása: $P = Fv = F \cdot \frac{l}{t}$

$Pt = F \cdot l = W$. Szavakban: A teljesítmény az erő és sebesség szorzatával egyenlő, azaz erő szorozva az időegység alatt megtett úttal. A teljesítmény és idő szorzata egyenlő az erő és út szorzatával, ami egyenlő a munkával.

Most pedig felteszünk néhány kérdést annak ellenőrzésére, hogy a kedves olvasó jártas-e már egy kissé az anyagban. (Megoldások a 77. oldalon).

1. Egy ember 70 kg tömegű. Mennyi súlyerőt jelent ez newtonban?
2. Ugyanez az ember fejebb megy egy emelettel és ezzel testsúlyát két méterrel felemeli. Mekkora munkát végzett?

- Ha ez az ember tíz másodperc alatt teszi meg ezt az utat, vagyis 70 kilóját két méter magasra emeli, mekkora teljesítményt fejt ki a lépcsőjárás közben?
- Ha ez az ember kiugrik az ablakon és 2 métert zuhan, mekkora a mozgási energiája (vagy a munkavégző képessége) mielőtt földet ér?
- Egy autó 36 km/h sebességgel halad. Mennyi ez m/s-ban?

Ahogy a szél hat

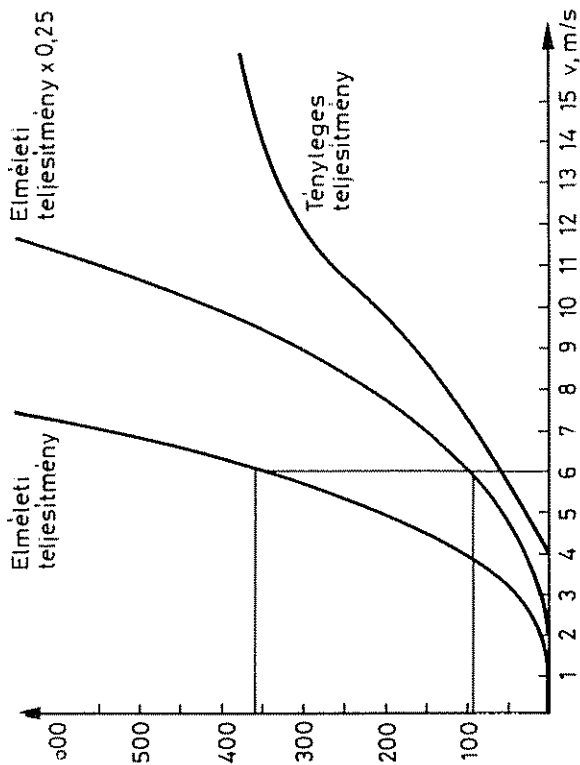
Térjünk vissza a szélkerékhez. Ez a levegő mozgási energiáját mechanikai energiává alakítja, amelyet egy generátor forgatására akarunk felhasználni. A levegő mozgási energiája a tömegéből (ha megfelelő erővel fúj) a sebességéből adódik. Minél nagyobb a szélkerék átmérője, annál nagyobb légtömeg hat a kerékre és minél nagyobb a szélesebbég, annál nagyobb mozgási energiával rendelkezik ez a légtömeg. A szakemberek megállapították, hogy a szélkerék P_e elektromos teljesítménye, A határos felülete és a v szélesebbég között a következő összefüggés áll fenn:

$$P_e = K\eta Av^3.$$

A képletben a K tényező meghatározott fizikai megfontolásokból adódik, amelyekre majd kitérünk; η (éta) a szélgenerátor összes hatásfokát jelenti, amely megadja, hogy a szélből rendelkezésre álló energia hány százalékát lehet ténylegesen elektromos teljesítménnyé átalakítani; számla ténylegesebb tényező az A rotorfelület, amelyet ha megduplázzunk, kétszeresére nő a teljesítmény is; sokkal fontosabb azonban a v szélesebbég, mivel megkettőződésével nyolcszoros teljesítményt nyerünk.

Elméleti képletünket a következő diagramm teszi szemléletessé (1. ábra). Ez 2,4 m átmérőjű szélkerékre érvényes, amelynek a felülete $A = \pi \cdot 1,2^2 = 4,5 \text{ m}^2$.

A bal oldali görbe a teljesítményt mutatja a szélesebbég függvényében, feltételezve, hogy a szélkerék hatásfoka 100 %. Így 6 m/s-os szélesebbégnél az elméleti teljesítmény 360 W lenne. Sajnos ez csupán elmélet, mert a gyakorlatban mindenhol veszteségekkel kell számolni. A levegő egy része munkavégzés nélkül szökik át a szárnyak között, ehhez adódnak az aerodinamikai veszteségek a szárnyakon, surlódási veszteségek a láncon, a fogazott szijon, a csapágyhelyeken. A generátor hatásfoka sem a legjobb és végül veszteségek keletkeznek a generátor és akkumulátor közötti vezetéken is. Ezek szerint berendezésünk összhatófoka legfeljebb 25 % = 0,25. Így $v = 6 \text{ m/s}$ -nál az akkumulátorra 90 W teljesítmény érkezik.



1. ábra. A teljesítmény a szélesebbég függvényében

Ez talán lesújtóan hangzik, de legyünk erősek: a modern járműmotorok hatásfoka is alig több 30 %-nál és a kereskedelemben kapható szélenergia gépek sem sokkal jobbak. A jobb oldali görbe mutatja tehát a ténylegesen előállított elektromos teljesítményt, a szélesebbég függvényében, ahol figyelembe kell venni, hogy 8 m/s-nál működni kezd az ún. viharbiztosítás. Mivel a mi malmunk vitorlái rugalmasan rögzítettek, egyre erősödő szél esetében az energia egyre nagyobb részét engedik hasznosítatlanul átáramlani.

Ezt így terveztük, főként azért, mert a generátor határteljesítménye 500 W (ugyan rövid ideig többre is képes), és nem lenne jó, ha viharos széllökésekben 1000 W-ot kellene leadnia. Továbbá vegyük figyelembe, hogy elektromos teljesítményt csak 4 m/s szélesebbég fölé kell kapunk. Aki azt hiszi, hogy a legkisebb levélrezdülésnél már keletkezik valami, az téved. Noha a kerék már 2 m/s-nál forog, de teljesítményt még nem ad le, mert ennél a sebességnél a szélben még túl kevés energia rejlik (gondoljunk a képlet a tényezőjére).

Aram és feszültség

Kezdjük el ennek a gyorstanfolyamnak az elektrotechnikai részét. A lényegesebb fogalmak a következők:

Aram. Jele I , mértékegysége amper, A;

Feszültség. Jele U , mértékegysége volt, V;

Ellenállás. Jele R , mértékegysége ohm, Ω ;

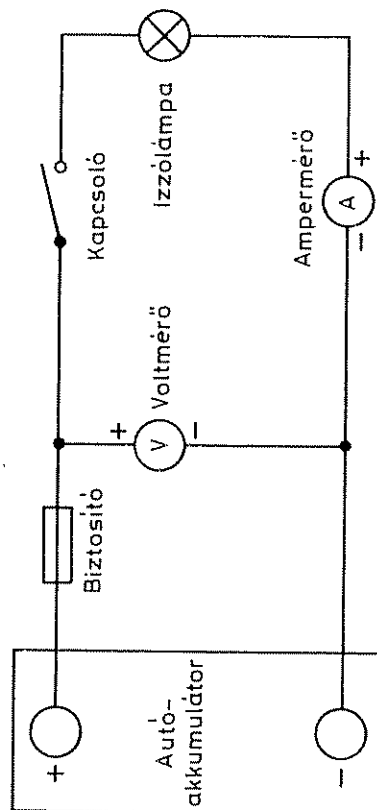
Elektromos teljesítmény. Jele P_{ei} , mértékegysége watt, W, mint a mechanikai teljesítményé. Az elektromos teljesítmény az áram és feszültség szorzatával egyenlő: $P_{ei} = UI$.

Elektromos áram munkája. Jele W_{ei} , mértékegysége watt-szekundum, W-s; watt-óra W-h; vagy nagyobb fogyasztóknál kilowatt-óra, kW-h. $1 \text{ kW-h} = 1000 \text{ W-h}$.

Az elektromos áram munkája az áram, a feszültség és idő szorzata, azaz a teljesítmény szorozva az idővel. Képletben: $W_{ei} = UI \cdot t = P_{ei} \cdot t$. A 12 voltos 2 amperes áram egy óra alatt 24 watt-óra, azaz 0,024 kilowatt-óra villamos munkát végez: $12 \text{ V} \cdot 2 \text{ A} \cdot 1 \text{ h} = 24 \text{ W-h}$.

U , I és R az Ohm-törvény értelmében összefüggenek egymással. Meghatározott U feszültségnél annyi I áram folyik, amennyit az R ellenállás megenged, tehát $I = \frac{U}{R}$. Az iskolában tanultak szerint átrendezve: $R = \frac{U}{I}$, és $U = IR$.

Ha két mennyiséget ismerünk, a harmadikat az előző három képlet valamelyikével meghatározhatjuk (2. ábra).



2. ábra. Egyszerű áramkör

1. táblázat Kiseb villamos berendezések fogyasztása

| Berendezés | Teljesítmény, W | Napi üzemidő, h | Napi fogyasztás, W-h |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| Szobalámpa | 20...40 | 1...5 | 20...200 |
| Olvasólámpa | 10 | 2 | 20 |
| Zene | 3...15 | 5 | 15...75 |
| Kis fekete-fehér tv | kb. 15 | 2 | 30 |
| Autóporszívó | kb. 100 | 0,05 (3 perc) | 5 |
| Hajszütővas | 25 | 0,05 (3 perc) | 1 |
| Forrasztópáka | 20 | | |
| Villanyborotva | 10 | 0,1 | 1 |
| 60 l-es hűtőszekrény | | | |
| kompresszoros, energiatakarékos | 17 | 10 | 170* |

* Átlagos érték tartós üzemeltetés esetére.

A második ábrán egyszerű világítási áramkör látható feszültség- és áramerősség-, ismertebb nevükön volt- és ampermérővel.

Amíg a kapcsoló nyitott helyzetben van, a voltmérő 12 V akkumulátor-feszültséget mutat, de áram nem folyik, mert a nyitott kapcsoló ellenállása végtelen (jele: ∞); tehát $I = \frac{U}{\infty} = 0$. Amint a kapcsolót zártuk, a

körben áram folyik, amelynek nagyságát az izzólámpa ellenállása szabja meg. Ha a (forró) izzólámpa ellenállása például 6Ω , akkor

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12 \text{ V}}{6 \Omega} = 2 \text{ A}$$

áram folyik a körben, ami az ampermérőről leolvasható. A teljesítmény, amit az izzólámpa igényel $P_{ei} = UI = 12 \text{ V} \cdot 2 \text{ A} = 24 \text{ W}$. Ha ez az izzólámpa három óra hosszat égett, az elektromos áram munkája $W_{ei} = P_{ei} \cdot t = 24 \text{ W} \cdot 3 \text{ h} = 72 \text{ W-h}$. Annak a villamos energiának a mennyisége, amelyet az Önök takarékos háztartása igényel, attól függ, hogy a gépeknek mekkora a teljesítménye és mennyi ideig üzemelnek.

A különböző berendezések teljesítményfeivelét két táblázatban közöljük (1. és 2. táblázat). Könnyű annak megítélése, hogy szélgenerátorunk árama mire elegendő. Az 1. táblázatban felsorolt berendezéseket széle-rákapcsolni. Szobai lámpához energiatakarékos izzókat ajánlunk, amelyeknek természetesen a beszerzési költsége is nagyobb.

Könnyen felismerhető, hogy a 2. táblázatban felsorolt energiafogyasztók egy nagyságrenddel meghaladják szélkerékünk teljesítményét, kivé-

ve a hajsáritót és porszívót. Ezeknek azonban az a hátránya, hogy 12 V-os üzembn áramfelvéteik igen nagy lenne.

$$P_{el} = UI; I = \frac{P_{el}}{U} = \frac{600 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 50 \text{ A.}$$

50 A áramerősségnél a szokványos dugaszolóaljzatok elkezdene füstölni. Ezért a 12 V-os hajsáritó és porszívó kereskedelemben nem kapható.

Összefoglalva mondhatjuk, hogy csak 100 W-h alatti napi fogyasztású és 200 W alatti teljesítményű berendezéseket célszerű alkalmazni. A szélkerék munkája több és kevesebb is lehet napi 100 W-h-nál, attól függően, hogy erős szél van, vagy szélcsend.

Végül egy kis agytorna, és a száraz elméletet végleg magunk mögött hagyjuk.

6. A 3. ábrán ábrázolt áramkörben két lámpa, egy 15 W-os és egy 25 W-os párhuzamosan van kötve. Mekkora teljesítményt veszünk le az akkumulátorról?

7. Mekkora áram folyik az A1 ampermérőn?

8. Mekkora áram folyik A2-n?

9. Mekkora áram folyik A3-n?

10. Mekkora az 1. izzólámpa ellenállása?

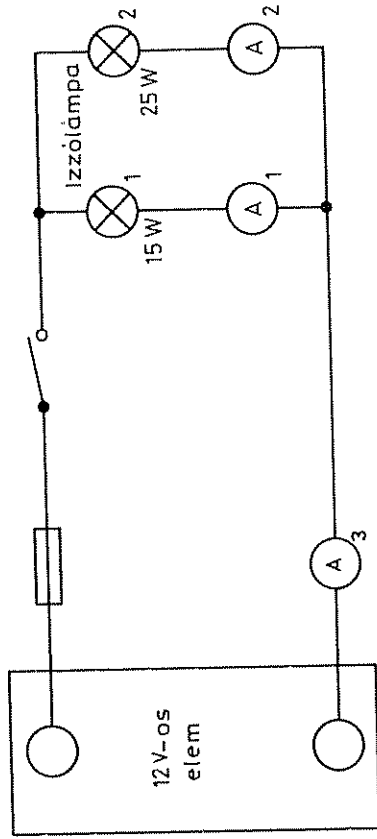
11. Viharban a generátor 300 W-ot termel, amit az akkumulátorokban tárolnánk. Ebben az esetben az akkumulátorfeszültség nem 12 V, hanem 13 V. Mekkora a töltőáram? Mekkora biztosító kell a generátor és az akkumulátor közé?

12. Egy generátor gerjesztőtekercsének ellenállása 5 Ω. Mekkora áram folyik, ha a tekercsre 12 V-ot kapcsolunk?

13. Az az ember, aki első feladatainkban a lépcsőn felment, erre 1400 N-m mechanikai munkát fordított. Mennyi ideig kell egy 35 W-os izzót égetni, hogy az előbbi fogyasztást kapjuk (emlékeztetőül: 1 N·m = 1 W·s).

2. táblázat Nagyobb villamos berendezések fogyasztása

| Berendezés | Teljesítmény, W | Napi üzemidő, h | Napi fogyasztás, W·h |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| Főzőlap | 1000 | 1 | 1000 |
| Fűtés | 2500 | 2 | 5000 |
| Hajsáritó | 600 | 0,05 (3 perc) | 30 |
| Porszívó | 600 | 0,05 (3 perc) | |
| 0,05 (3 perc) | 30 | | |
| 60 l-es abszorpcióshűtőszekrény | 80 | 10 | 800 |
| Nagy tv | 200 | 2 | 500 |



3. ábra. Áramkör két párhuzamosan kapcsolt fogyasztóval

Felállítás és engedélyeztetés

Az elkerülhetetlen elméleti rész a szélkerékkel kapcsolatos elvárásainkat minden bizonnyal hozzáigazította a reális értékhez. Az is bebizonyosodott, hogy áramot csak sok széllel lehet előállítani. Ahol tehát ritkán van szél, ott a szélkeréknek nincs helye. Még ott is, ahol ismereteink szerint megfelelő szelek fújnak, bizonyos feltételeknek teljesülniük kell, különben később elégedetlenek leszünk.

Igen fontos, hogy a szélkerék a 100 méteres körzetében levő tárgyak fölött megfelelő magasságban legyen, csak így üzemelhet zavartalan légáramlásban (4. ábra).

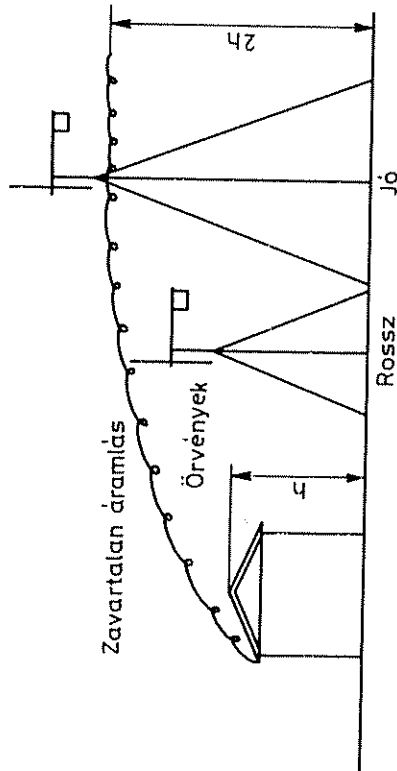
Ennek megértéséhez tudni kell, hogy a tárgyak okozta légörvények határa a tárgy kétszeres magasságáig terjed. Ha a szélkerék nem lehet elég magasra építeni, akkor az uralkodó szélirány figyelembevételével úgy kell elhelyezni, hogy az oldalörvények hatásától védve legyen. Az 5. ábrán lerajzolt jó elhelyezésben a szélkerék az észak-nyugattól délkeletig terjedő szélirányokban működik megfelelően. A gyakorlatban több akadály esetére kell ezt a vizsgálatot elvégezni. Így csak a szélirányok gyakoriságának és erősségének pontos megfigyelése segít az optimális hely megtalálásában (jól használható egy kölcsonként szélmérő is).

Mindenesetre a telepítési hely igen lényeges szempont, de ha kétségeink vannak, mindig a magasságot próbáljuk növelni. Ennek más jelentősége is van: a földfelszín közelében az áramló levegő a sűrűdés miatt lefékeződik, még akkor is, ha a földön nincsenek különféle akadályok. Másképp megfogalmazva, a szélesebb és a teljesítményereség a magasság növekedésével emelkedik.

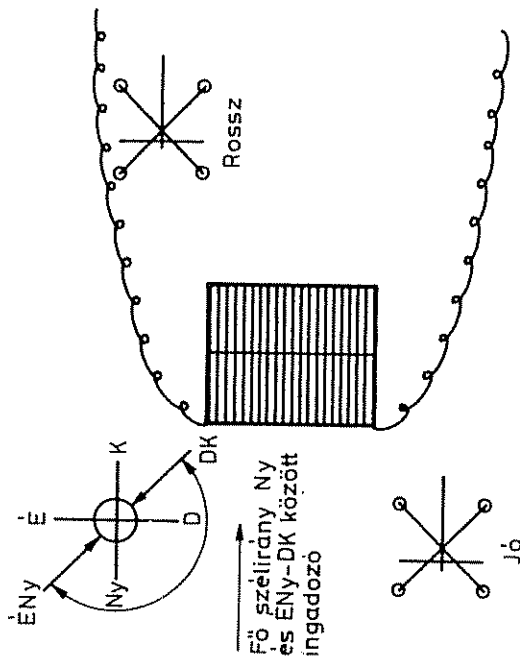


A 6. ábrán a szélesebbeséget és a teljesítményt ábrázoltuk az árbocmagasság függvényében. A görbék megrajzolásához 2 m magasságban 4 m/s állandó sebességű szelet vettünk alapul.

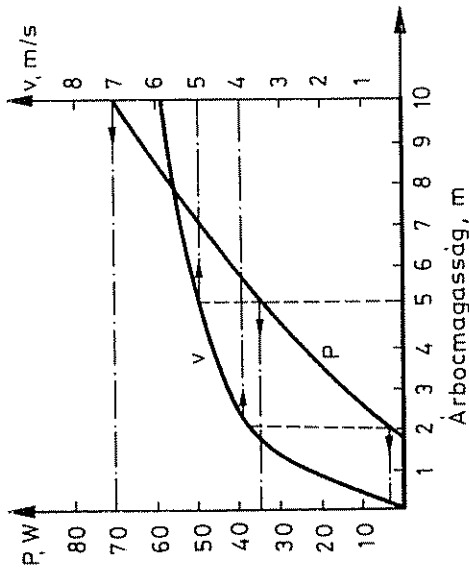
Mivel a teljesítményképletben a szélesebbességnek a köbös alakja (v^3) fordul elő, a teljesítménygörbe sokkal meredekebben emelkedik, mint a szélesebbesség görbéje. Így most már világos, hogy az árbocnak olyan magasnak kell lennie, amelyet a körülmények megengednek.



4. ábra. Örvényképződés akadály felett



5. ábra. A szélmotor helye lényeges!



6. ábra. Szélesebbesség és teljesítmény az árbocmagasság függvényében

Jogi kérdések

Az NSZK-ban a szélörvények engedélyeztetése sok esetben nincs körvonalazva. Mivel az ilyen berendezések felállítására nincs előírva építési és engedélyeztetési eljárás, a hatóságok az érvényben levő törvényekből és rendeletekből azt olvassák ki, amit egyéni véleményük szerint a legmegfelelőbbnek tartanak. Ezek nem mindig kis méretű szélörvényekre vonatkoznak. Mindenesetre a saját célra való áramelőállítás megengedett.

Hogyan kerüjük ki a felmerülő nehézségeket? Ez attól függ, hogy az illetékes hatóságok hogyan vélekednek az alternatív energiáról. Erre receptet nem lehet adni. Sok szélkeréképítő a közmondáshoz tartja magát: „Ahol nincs panaszos, ott nincs bíró” és kerülik a hatóságokkal való kapcsolatot. Mindenesetre a legközelebbi szomszédoknak teljes mértékben egyet kell érteniük a tervvel – minden ellenvetés megakadályozható a kivitelezést. Meg kell érdeklődni, vannak-e a környéken szélörvények és ki építette azokat. Szélkerék-építési tervünket eleinte nem kell feltétlenül nyilvánosságra hozni.

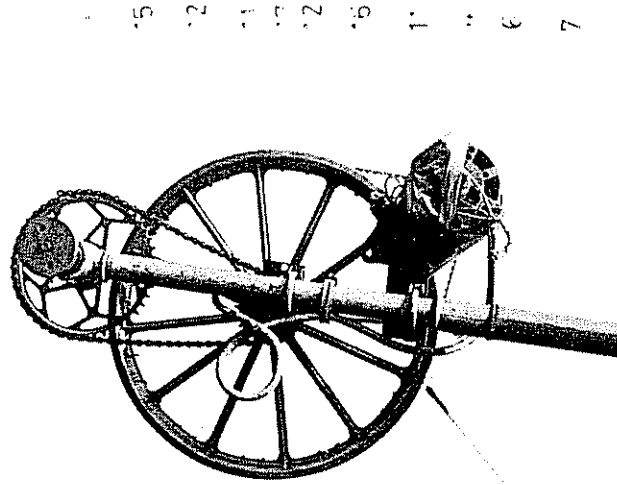
A mi szélkerékünk valójában nem okozhat másoknak kellemetlenséget, mivel lassú forgású szélkerék, működésekor nem észlelhető sziszegés, fűtőlés, mint egyes gyorsforgású két- vagy háromszárnyas gépek esetében. A fogazott szij csiripelhet egy kicsit alacsony fordulatszámoknál, ha nem egészen pontosan fut. Minden más zörejt valamilyen megbásodás hirtöke, amelyet sürgősen ki kell javítani.

A váz és a hajtómű

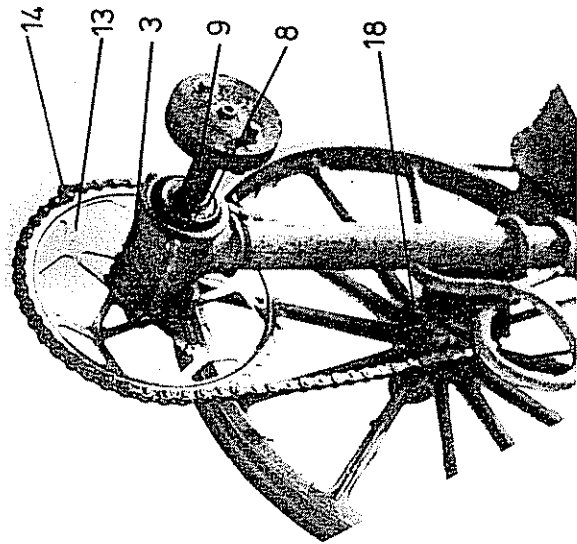
Orkánban a mi szélkereknél is fennáll a szétrepülés veszélye. Nagyobb károk mégsem keletkezhetnek, mert a kerék viszonylag lassan forog és a lapátok kis súlyúak. Viharban mégis elővigyázatosnak kell lenni: ha mégis szétrepülne a lapátozás, a részecskék előbb a forgás síkjában, később szélirányban szállnak. Ezért a szélkerék alatti, melletti és mögötti területeket nem kell beépíteni.

Magyarországon az ilyen kis teljesítményű szélkerék felállításához nem kell sem a hatóság, sem a szomszédok engedélye. Javasoljuk azonban, hogy a szomszédokkal előzetesen beszélje meg az elhelyezést.

A szélgépnél ezek az alkatrészei okozzák a legtöbb problémát, ezért először ezekkel foglalkozunk. A váz feladata a szélkerék csapágyazása, a kétfokozatú hajtómű alkatrészeinek, a generátornak és a kormánylap-nak megfogása, tartása. Az itt leírt váz vízvezetékcsövekből és T elemekből összezsavarozott kivitelű (7. és 8. ábra). Ez hegesztőberendezéssel nem rendelkező építők számára igen kedvező, de egy kicsit drága. Műhelyünk felszereltsége szerint alkalmazhatunk más alkatrészeket és kiindulási anyagokat is. Gyakran kis konstrukciós változtatásokat kell végrehajtani, hogy a hulladékanyagot is felhasználhassuk.



7. ábra. A teljes váz a hajtóművel és a generátorral (megnevezések a 3. táblázatban)



8. ábra. A szélkerék csapágyazása a fogaskerékekkel (megnevezések a 3. táblázatban)

A két T idomot és a három csődarabot a 9. ábra szerint összecsaparozzuk, mégpedig olyan erősen, hogy az elkövetkező száz évben se lazuljon meg. Emellett még arra kell ügyelni, hogy a 3 T idom a 3/4 collos 5 csövel egy síkban legyen (1 coll = 25,4 mm). A T idom alatt kb. 100 mm-rel egy \varnothing 13 mm-es vagy ennél nagyobb lyukat kell fúrni a kábelátvezetéshez. A lyuk peremét gondosan le kell gömbölyíteni, nehogy később a vezeték szigetelését megsértse (3. táblázat).

A golyóscsapágyak rögzítéséhez a felső T idomot a 10. ábra szerint megreszeljük. Mindkét oldalra két-két \varnothing 5-ös furatot készítünk, amelyekbe M 6-os menetet vágunk. Ez a hárompontos golyóscsapágy-megfogás nem felel meg a klasszikus csapágyazási elveknek, de egyszerű kivitelezni és a gyakorlatban jól bevált.

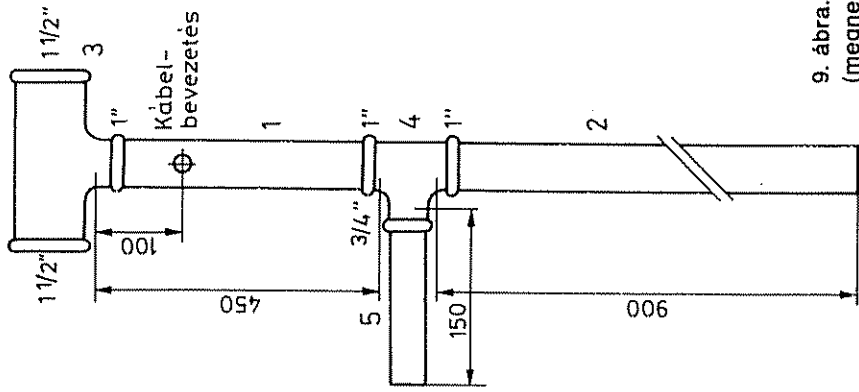
A szélkerék tengelyét esztergapad nélkül nem lehet elkészíteni, mert a csapághelyek igen pontos illesztést (17 h7) igényelnek, ellenkező esetben a tengely idővel kiverődik. Ugyancsak fontos a lánckerék illesztése – itt igazodni kell a lánckerék agyátmérőjéhez –, hogy a kerék ne üssön.

A legjobb, ha a csapágyakat és lánckereket a rajz kíséretében átadjuk az esztergályosnak és pontos átmeneti illesztéseket kérünk (11. ábra).

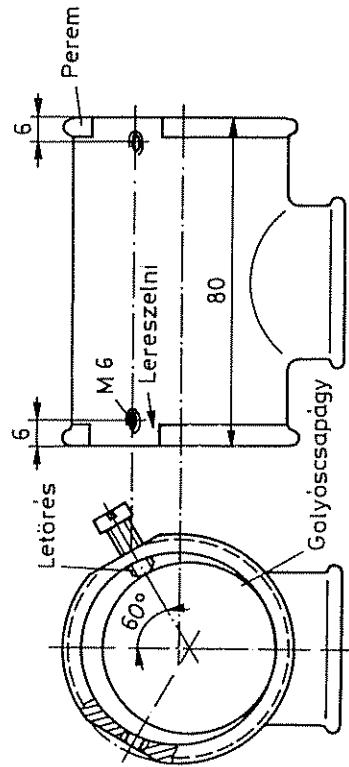
3. táblázat A hajtómű darabjegyzéke

| Tétel száma | Megnevezés | Méret, mm, ill. coll | Darab |
|-------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------|
| 1. | Vízvezetékcső mindkét végén menettel | 1 coll, 450 mm hosszú | 1 |
| 2. | Vízvezetékcső egyik oldalán menettel | 1 coll, 900 mm hosszú | 1 |
| 3. | T idom | 2 x 1 1/2 coll, 1 x 1 coll | 1 |
| 4. | T idom | 2 x 1 coll, 1 x 3/4 coll | 1 |
| 5. | Vízvezetékcső | 3/4 coll, 150 mm hosszú vagy hosszabb | 1 |
| 6. | Személygépkocsi-generátor 12...13 V, 30...40 A | | 1 |
| 7. | Gömbfa | \varnothing 23 mm, 1900 mm hosszú | 1 |
| 8. | Golyócsapágy, 6203-2RS | \varnothing 40/ \varnothing 17 | 2 |
| 9. | Tengely (szélkerékhez) | A rajz szerint | 1 |
| 10. | Alumíniumlemez | s = 1,5 mm, 500 x 300 mm | 1 |
| 11. | Kipufogóbilincs | \varnothing 34 mm (1 collos vízvezetékcsőhöz illeszkedjék) | 2 |
| 12. | Laposvas | s = 8 mm, 100 x 50 mm | 2 |
| 13. | Fogaskoszorú, kerékpárlánckerék | Lehetőleg 52 fogú és ék (46) ⁺ | 1 |
| 14. | Kerékpárlánc | | 1 |
| 15. | Kerékpár hátsó kerék | Keréknagyság 20-as | 1 |
| 16. | Fogazott szij, 540 L, 050G | Szélesség 1/2 coll | 1 |
| 17. | Szijaárca fogazott szijhoz, LO 50 | 20 fog (16) ⁺ | 1 |
| 18. | Lánckerék | 20 fog (22) ⁺ | 1 |
| 19. | Menetes orsó | M 6-os | 1 |
| 20. | Csavarok, anyák, alátétek | | |

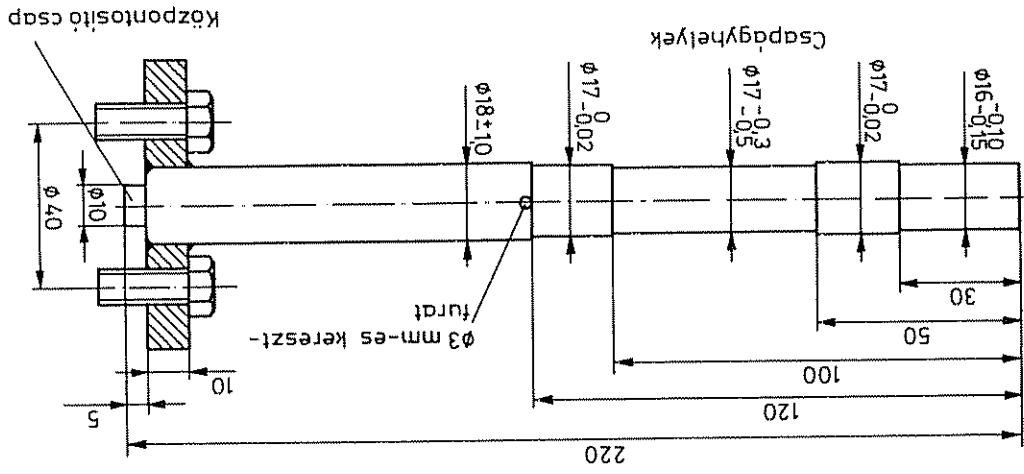
Kapcsolódó ábrák: 7., 8., 9.



9. ábra. A vízvezeték-szerelvényekből készült (megnevezések a 3. táblázatban)



10. ábra. A szélkeréktengely golyóscsapágyainak rögzítése



11. ábra. Szélkeréktengely a szélkerék felérésére szolgáló aggyal
Csak akkor szükséges a $\varnothing 3$ mm-es kereszt-furat a biztosító sasszeg számára, ha nincs tengelyváll

A műhelyben kell felhegeszteni vagy keményforrasztani a tengelyre a szélkerék lapátjainak felerősítésére szolgáló agyat. Erre a célra megfelel a generátor ékszjtárcsája is, amelyet egyébként nem használnánk fel. Ezen az agyon még két M6-os furatot készítnék a szélkerékagy felerősítéséhez. A tengelyvégen elhelyezkedő Ø 10-es átmérőjű 5 mm hosszú hengeres rész központostítja a szélkerékagyat.

A csapágyhelyeken (amelyeket a 11. ábrán vízszintes vonallal is megjelöltünk) a tengelyátmérőt igen pontosan kell elkészíteni. A golyóscsapágyaknak játéktmentesen, de nem túl szorosan kell a tengelyen elhelyezkedniük. A jobb oldali csapágy szerelésének megkönnyítésére célszerű a csapágyak közti tengelyrész átmérőjét 0,5 mm-rel kisebbre készíteni mint a csapágyhelyeket. Ez azonban nem feltétlenül szükséges. Ha a lánckerék rögzítő éke számára a tengelyt a szükséges mértékben lelapoltuk, megejtethetjük az első próbaszerelést.

Szóljunk még néhány szót a golyóscsapágyakról. Ezek a kétoldali védett, nagy pontosságú csapágyak könnyen tönkremennek a rossz szerelés vagy a kalapáccsal való ütögetés következtében. Azért, hogy a csapágyat és az igen érzékeny tömítőgyűrűket ne sértsük meg, egy, a belső gyűrűhöz pontosan illeszkedő cső finom ütögetésével kell a csapágyat a tengelyre felhúzni. A kíméletes szét szereléshez ún. leszerelőgyűrű kell (12. ábra). Ez lehet egy rövid csődarab vagy távtartógyűrű a

generátorból. A leszerelőgyűrűt egy satu pofájára helyezzük, majd a tengely végére ütjük, műanyag- vagy fakalapáccsal. A próbaszereléskor mindkét golyóscsapágyat annyira húzzuk fel a tengelyre, hogy a leszerelés után a csapágyak és az ütőközefület a T idom homlokfelületével színeljenek. A négy M6-os, csapágyakat rögzítő csavar 20 mm hosszú és a végén kúpos, hogy a nyomás pontosan a csavarközéppontban hasson. A tengely beépítésénél ezt a négy csavart úgy kell meghúzni, hogy a csapágy külső gyűrűje ne deformálódjon (ezt a tengely megforgatásával ellenőrizhetjük).

Ezután munkáljuk meg a lánckereket: a hajtókarokat töben fűrészeljük le, de vigyázzunk az ék és környezetének épségére. A lánckereket később az ékkel szereljük fel. Mielőtt a hátsó kereket és a generátort rögzítő laposvasakat készre fúrjuk, ellenőrizzük, hogy beleillik-e a kipufogóbilincs a 13. ábrán látható 45 mm-es osztású furatokba. Ha nem, igazítsuk meg a lyukakat vagy a bilincset. A hátsó kereket a megfelelő lánckerékekkel szereljük, a következők szerint:

- kis lánckerék 20, nagy lánckerék 52, fogaskerék a fogazott szijhoz 20 fog;
- kis lánckerék 22, nagy lánckerék 46, fogaskerék a fogazott szijhoz 16 fog.

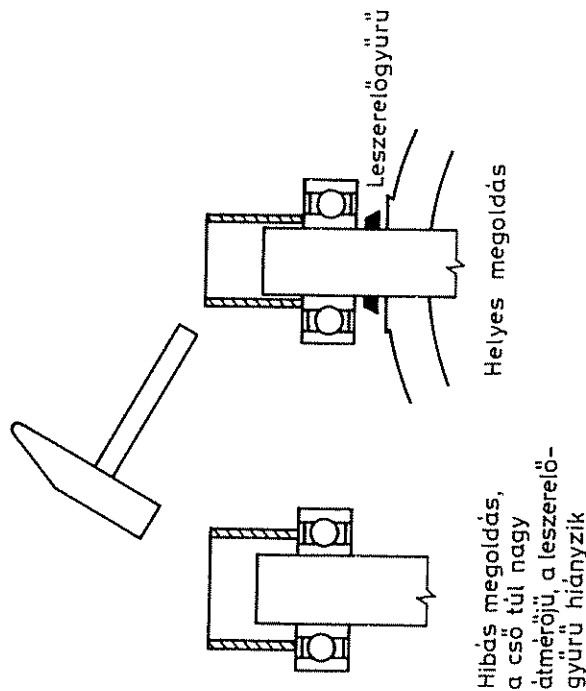
Ha a hátsó kerék 20 collos (legnagyobb átmérője 425 mm) az áttételnek mindkét variációnál 17 : 1-re kell adódnia. A szélkerék tengelyének egy fordulatra tehát 17 generátortengely-fordulat esik. Más kombinációk is lehetségesek, amelyeket a három kerékfogszámból magunk is kiszámíthatunk:

$$\frac{\text{kis lánckerék} \times \text{fogazott szij tárcsája}}{\text{nagy lánckerék}}$$

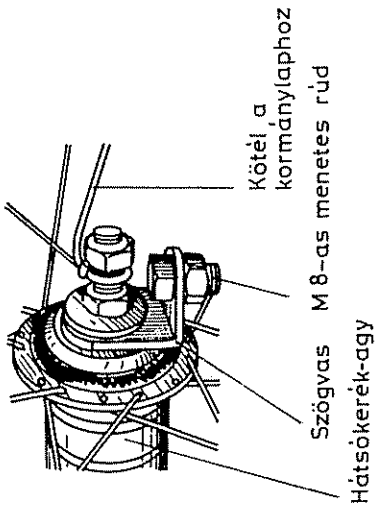
Végeredményként 7,6 és 7,7 közötti számot kell kapnunk. Ezután a kontrafék rögzítőkarrját vagy egy lemezt hajlítunk meg 90°-ban, fúrjunk bele egy Ø 9-es lyukat és fűrészeljük le a 14. ábra szerint, így majd az M 8-as menetes rúd később problémamentesen szerelhető.

Miután a gumiszalagot megvizsgáltuk, univerzális ragasztóval a kerékágyba ragasztjuk. Ha valaki használt kerékpárbeléből akarja a gumiszalagot elkészíteni, vágjon ki egy megfelelő részből 24 mm széles csíkot, kösse össze a végeket a 15. ábra szerint és ragassza a kerékágyba úgy, hogy a folt kívül legyen. Semmi esetre sem szabad egy teljes belsőt a kerékágyba ragasztani, mert a két gumiréteg akadályozza a fogasszija pontos futását és növeli a súrlódást.

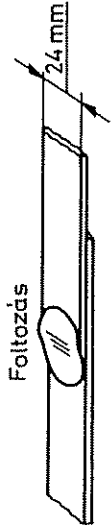
A hátsó kereket és generátort felerősítő laposvasakat kipufogócsőbilincsekkel ideiglenesen felerősítjük a vázra és kikísérletezzük a megfelelő beépítési helyzetet (16. ábra). A hátsó kereket lehetőleg magasra helyezzük, de úgy, hogy a nagy lánckerék kiálló részeit ne érintse.



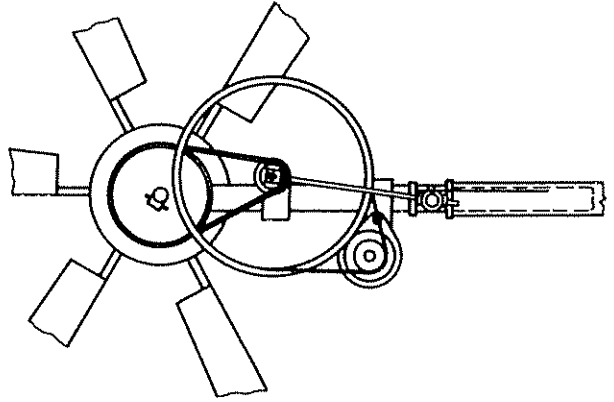
12. ábra. Golyóscsapágyak fel- és leszerelése



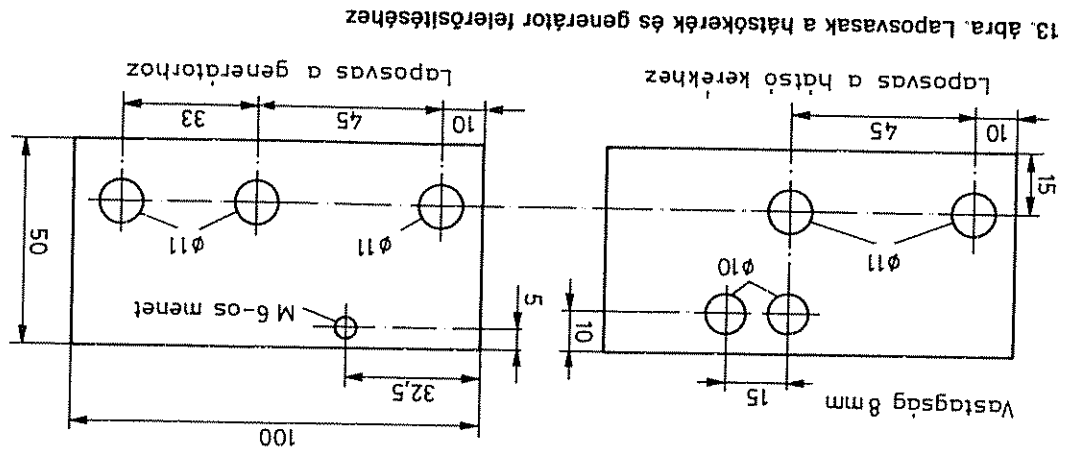
14. ábra. A hátsó kerék szabad vége szögvasal és menetes orsóval van megtámasztva



15. ábra. A gumiszalag kerékpárbeisőből készült



16. ábra. A hátsókerék és generátor beépítési helyzete a váz hátulso oldaláról nézve



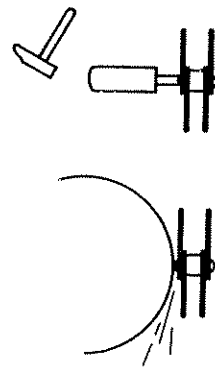
13. ábra. Laposvasak a hátsókerék és generátor feléréséhez

A hátsókerék-felerősítés elfordításával a szélkeréktengely vagy csak a nagy lánckerék hosszirányú elmozdításával hozzuk egy síkba a kis és nagy lánckereket. Miután a kerékpárláncot kellő hosszúságúra rövidítettük (17. ábra) és beépítettük, a kerékfelerősítés magassági helyzetét a laposvasra és kipufogócső-bilincsrre mért ürésekkel addig korrigáljuk, amíg a lánca főlölesleges játéka eltűnik.

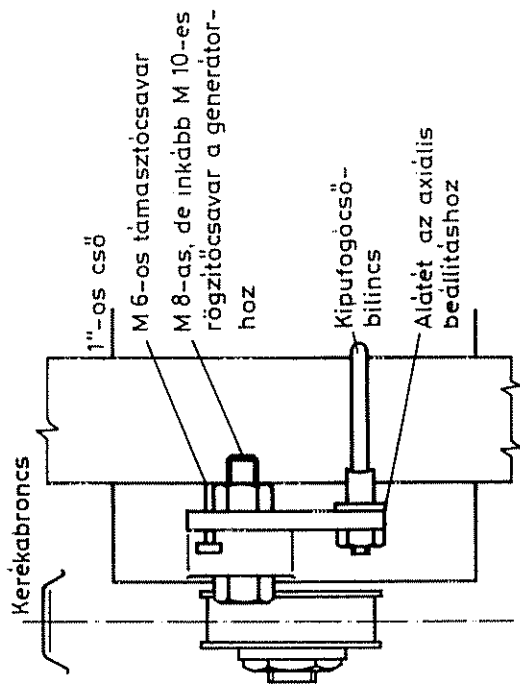
Miután a hátsó kerék közelítő pozícióját megállapítottuk, az 5/4 collos keresztcsőbe (l. a 9. ábrát) a menetes rúd csatlakoztatására elkészítjük az \varnothing 9-es furatot. A megfelelő helyzetet szemrevételezéssel állapítsuk meg. Az M 8-as menetes rudat ne fűrészeljük túl rövidre, hogy a beállító-sokhoz és végszereléshez megfelelő hely maradjon. Mielőtt a menetes orsót végleg felszereljük, fel kell helyeznünk a fogazott szíjat.

Ezután a generátort készítsük fel a beépítésre. Szereljük le a generátor ékszíjtárcsáját és ellenőrizzük a tengelyátmérőt (amely általában \varnothing 17 mm-es) és a fogazott tárcsa furatát ennek megfelelően készítsük el. Aki szereti a pontos munkát, az ezzel az alkatrészrel is felkeres egy esztergályosműhelyt, a tárcsát feifúrattja és \varnothing 17 H7-re dörzsáraztatja. A fogazott szíj ezt a munkát hosszú élettartammal és zajtalan futással fogja meghálálni. Egy menetfűrés és egy hernyócsavar (18. ábra) megakadályozza a tárcsa elfordulását a tengelyen és megnyugtítja azokat, akik nem bíznak az axiális irányban szorító felerősítő anya hatásában. Függetlenül attól, hogy hernyócsavart alkalmazunk-e vagy sem, a tengelyirányban felerősítő anyát erőteljesen meg kell húzni. Ezt a legjobb akkor elvégezni, amikor a generátor még beépítetlen.

Lehetőleg erős csavarral erősítsük fel a generátort a hozzá csatlakozó laposvasához, állítsuk a tengelyt a hátsó kerékkel párhuzamosra, majd alátétekkel vagy gyűrűkkel toljuk el a tengelyirányban úgy, hogy a fogazott tárcsa a hátsó kerékkel azonos középvonalba essen (19. ábra). Ez az egy pontos generátorfelfüggesztés egy kissé merésznek tűnik, eddig azonban ez vált be a legjobban. Megjegyezzük azonban, hogy ez a



17. ábra. A kerékpárlánc rövidítése a csap leköszörülésével és kiütésével



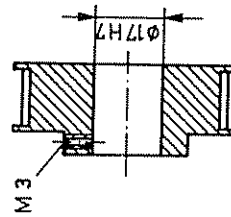
19. ábra. A generátor beállítása és rögzítése laposvasból készült kipufogóbilincsrre, támasztó- és rögzítőcsavar segítségével

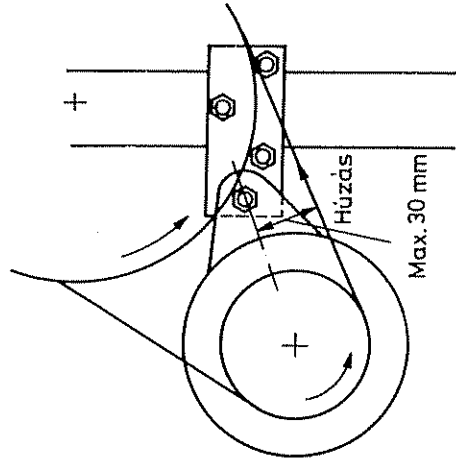
megoldás csak akkor működőképes, ha a generátorfelerősítő csavar a húzásra terhelt fogazott szíj felett max. 20...30 mm-re helyezkedik el (20. ábra). Ebben az állásban még a legnagyobb teljesítmények átvitelekor is – tehát amikor nagy húzóerő van a szíjon – csak kis forgatóerő fog erre a kritikus szerkezeti részre hatni. Ha a laposvasat így felszereljük, meghúzzhatjuk a még laza csavaroköteket, beleértve a támasztócsavart is (l. a 19. ábrát), amelynek a csövet lehetőleg középen kell támasztania. Ideiglenes forgatókar segítségével – melyet a szélkerékfelerősítő tárcsájához csatlakoztathatunk (21. ábra) – hozzuk mozgásba művünket és állapítsuk meg, ragad-e, sűrűlódik-e, dörzsölődik-e valami.

A durvább hibákat a laposvas, a menetes rúd, a támasztócsavar és a forgórésztengely utánállításával és utánmunkálásával hárítsuk el, így majd a következő fejezetben leírásra kerülő kísérleteknél egyetlen alkatrész sem fog megsérülni. Erre azonban nem érdemes sok munkát fordítani, mert a forgórésztengelyt, a generátort és a menetes rudat mindenképpen újra össze kell állítani. A hátsó kerék kiépítése csak akkor elengedhetetlen, ha az áttételi arányt a kis lánckerék cseréjével módosítani kell.

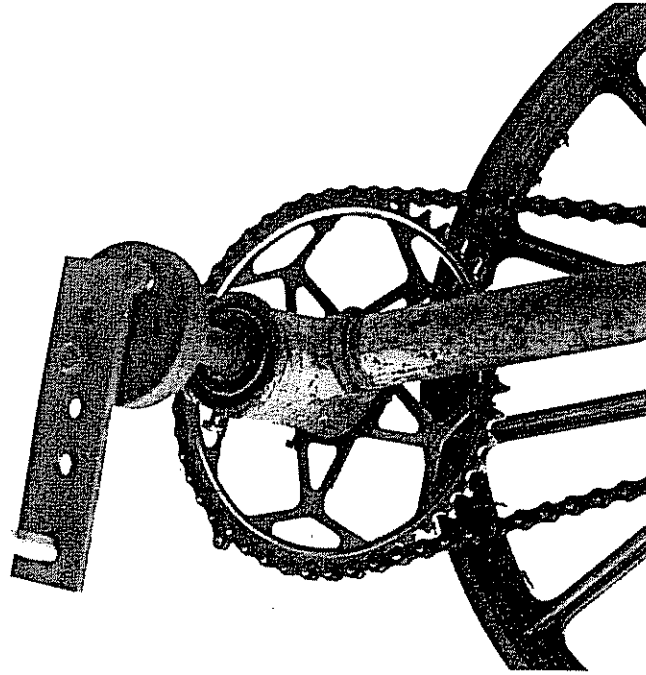
Még egy megjegyzés: amit itt leírtunk, az nem előírás, hanem javaslatként értendő. A szerkezet összeállításánál alapvető szándék volt, hogy lehetőleg kevés speciális alkatrészt tartalmazzon és előnye, hogy a gyakorlatban már kipróbáltak. Ez azonban ne riasszon vissza okos barkácsolókat attól, hogy új megoldásokkal kísérletezzenek. Mert semmi

18. ábra. A fogazott tárcsa metszete





20. ábra. A húzott fogazott szíj-ág a generátorfelelőrsítő csavar alatt helyezkedik el



21. ábra. Laposvasból készült hajtókarral és megfelelő helyre rakott csavarokkal ellenőrizhetjük a hajtómű működését

sem lehet olyan jó, aminél még jobb ne lenne. Fontos azonban, hogy ettől eltérő szerkezet esetében a következő szempontokat betartsuk:

- a merev és mozgatható részek megfelelően stabilak legyenek (viharállóság);
- könnyű, és lehetőleg zajtalanul futó szerkezet;
- kis súly az árboc segédcszköz nélküli telepítésére;
- az áttételi viszony betartása, amelynek 16 : 1 és 18 : 1 közé kell esnie;
- a forgórész, a váz és az árboc között megfelelő távolság legyen. Tehát bátorság! És még egy kérés arra az esetre, ha Ön teljesen egyéni konstrukciót talál ki: kérem küldje el nekem a konstrukció fénymásolatát vagy fotóját a kölni kiadó címére.

A generátor

Ez a szélmalomunk szive és egyben olyan komoly szerkezet, hogy teljes fejezetet szentelünk neki. Ebben ismertetjük felépítését, működését, hozzáfűzve néhány elektrotechnikai tudnivalót.

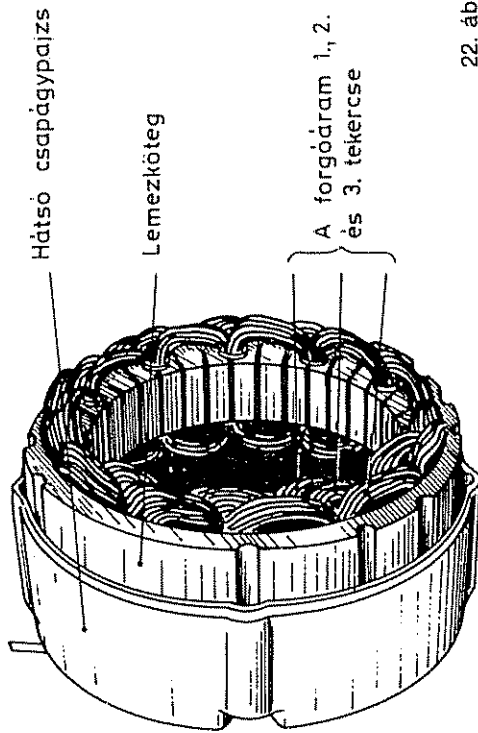
Minden személygépkocsi-generátor a következő részekből áll:

- az állórész (22. ábra) lemezeltest, amelyben a forgoáramú tekercselés (három egymáshoz képest eltolt tekercs) van;
- a forgórész (23. ábra) a gerjesztőtekercssel és a csúszógyűrűkkel, amelyeken a gerjesztőáramot vezetjük a forgórészbe;
- a dióda-hidak (24. ábra) vagy egyenirányító-hidak, amelyekkel az állórész-tekercselésben keletkezett forgóáramot lehet egyenirányítani;
- a csapágyapajzsok közül az első csak a főcsapágyat tartja, a hátsó csapágyapajzsban a kis golyócsapágy, a dióda-hidak és a szénkefék vannak elhelyezve. A szénkefék viszik át a csúszógyűrűkön a gerjesztő-áramot a forgórészre.

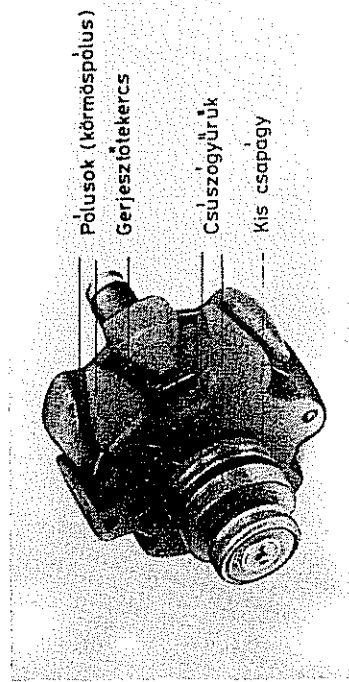
A kapcsolási vázlaton (25. ábra) látható, ahogy az egyes alkatrészek elektromosan kapcsolódnak egymással. A kapcsolási vázlat és egy kis képzelető segítéségével nem boszorkányság többé a működés megértése.

A gerjesztőtekercs pozitív pólusát összekötjük egy feltöltött személygépkocsi-akkumulátor pozitív pólusával. Amint a generátorházat – tehát a negatív pólust – összekötjük az akkumulátor negatív pólusával 2...3 A áram fog a gerjesztőtekercsen folyni. Ha valahol áram folyik, ott az áramvezető körül mágneses tér alakul ki. Itt ez a mágneses tér a forgórészben alakul ki. A forgórész mágneses tere a forgórész és állórész közötti kis légréven keresztül áterjed az állórészre. Mivel azonban a forgórész forog, a mágneses tér is igen gyorsan változik az állórészben. Ha a váltakozó mágneses térben tekercsek vannak, bennük váltakozó áram keletkezik. A mi esetünkben az állórész tekercselésében váltakozó áram indukálódik.

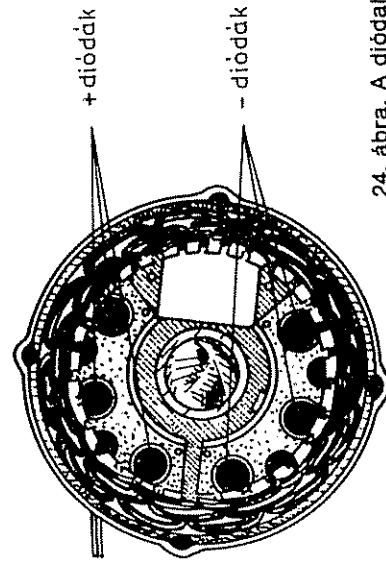
A váltakozó áram azt jelenti, hogy a forgoáramú tekercselés végein (A, B, C) váltakozva pozitív és negatív feszültségértékek jelennek meg. A 25. ábrán a C ponton például –1-től +13 V-ig változik a feszültség, és A és B ponton ugyanígy. Hála a dióda-hidaknak, a váltakozó áram egyenirányi-



22. ábra. Az állórész



23. ábra. A forgórész



24. ábra. A dióda-hidak pozitív és negatív diódái

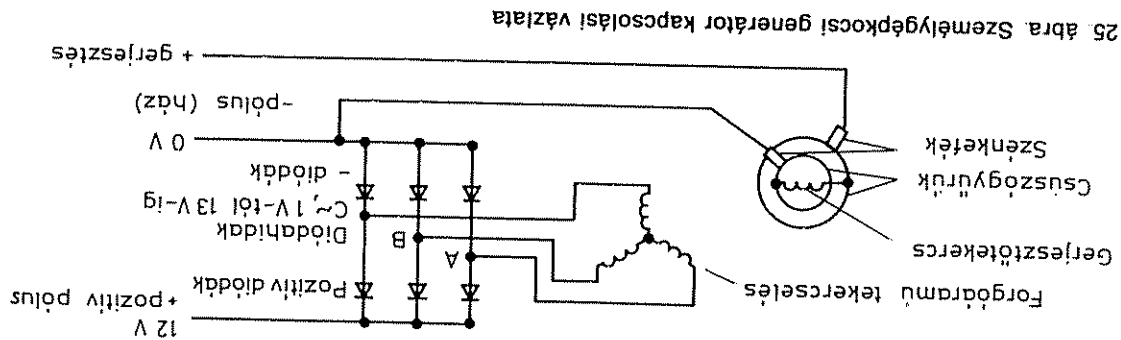
tása már nem jelent problémát, mert a diódáknak az a fantasztikus tulajdonsága, hogy az áramot csak egy irányban (a nyíl irányában) engedik át. Hátrányuk viszont az, hogy az áteresztési irányban feszültségésés következik be, ami esetünkben kb. 1 V. Így a 13 V-ot elérő váltakozó áramból csak 12 V egyenáramot nyerünk.

Értelemszerűen a negatív diódáknál is ez a helyzet. A forgóáramú tekercselés három tekercse egymástól el van különítve, a maximális és minimális feszültségértékek nem azonos időben, hanem egymás után, tehát eltolódva következnek, úgy, hogy a három pozitív dióda közül az egyikken és az egyik negatív diódán mindig áram folyik. Az eredmény egyenletesen egy irányba folyó áram, azaz egyenáram.

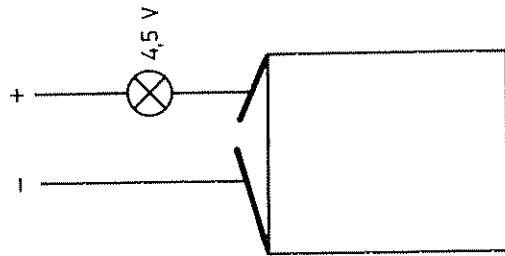
Ezekkel a szakismeretekkel felvértezve elkezdhetünk a generátorral kísérletezni. Az első kísérlet célja, hogy a sok lehetőségéből a számunkra fontos három csatlakozókapcsolót megtaláljuk.

– A negatív pólust a legkönnyebb megtalálni, mert ez maga az egész ház – beleértve az összes csavart és csatlakozót, amely vele villamosan érintkezik. A negatív pólust testnek is nevezik.

– A gerjesztés pozitív pólusa közelében EXT vagy Err, ill. Bosch-gépeknél DF felirat olvasható. Egy 4,5 V-os zseblámpaelemből, egy 4,5 V-os zseblámpaizzóból és egy kevés vezetékkel álló vizsgálóberendezéssel (26. ábra) meggyőződhetünk arról, hogy valóban a gerjesztőkercs pozitív kivezetését találtuk meg. Először kössük össze az elem negatív sarkát a generátorházzal, a pozitívját pedig a felfélezett ger-



25. ábra. Személygépkocsi generátor kapcsolási vázlat



26. ábra. A vizsgálóberendezés használatakor ügyeljünk a megfelelő pólusokra

jesztőtekeres pozitív végével. Ezután a kapcsokat felcserélve vizsgáljuk. Az izzólámpának mindkét kapcsolásban világítania kell, mert az áram mindkét irányban a gerjesztőtekerccsen folyik át. Ezenkívül az izzónak fényegesen gyengébben kell világítania, mintha a két kapcsot közvetlenül mérnénk, mert a gerjesztőtekerccs ellenállása 4Ω . Ha a lámpa nem világít gyengébben, feltehetően testsatlakozásra bukkantunk.

— A pozitív pólust B^+ , vagy + jelöli, vagy egyáltalán nem jelölt. Ha vizsgálóberendezésünk negatívját a testhez, pozitívját pedig a keresett pozitívhoz csatlakoztatjuk, az izzónak nem szabad világítania. Ennek oka, hogy a meghatározás szerint az áram a pozitívtól a negatív pólus felé folyik és itt a diódák átvezetési irányával ellentétesen kellene haladnia (l. a 25. ábrát). A diódák azonban zárnak. Ha a pólusokat felcseréljük, az izzólámpának világítania kell, mégpedig valamivel gyengébben, mert a diódák — mint már említettük — némi feszültségesést okoznak. Néhány generátornak két pozitív pólusa van, amelyek közül az egyik a főpólus, a másik segédpólus, a szabályozó csatlakoztatásához. Esetünkben a nagyobb csatlakozó a mértékadó.

A sikeres póluskeresés után kézi úton elkezdhetjük az első áramfejlesztési kísérletet. Csatlakoztassunk egy 12 V-os, 10 W-os izzólámpát a generátor pozitív és negatív kivezetéséhez. A generátort beépített helyzetben kell vizsgálnunk, mert így az ideiglenes forgatókarral (21. ábra) elérhetjük a megfelelő nagy fordulatszámot. Ezután kössük össze a házat egy akkumulátor negatív sarkával, a gerjesztés pozitív csatlakozóját pedig az elem pozitív sarkával.

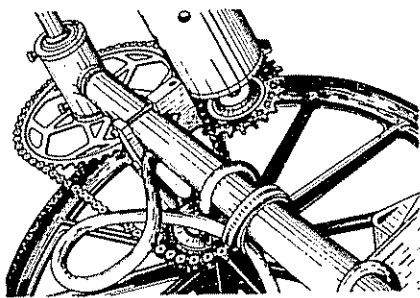
Ha most valaki arra számít, hogy az egész mechanizmust könnyedén forgatni fogja, igen el fog csodálkozni: a generátorból valódi fékberendezés lett. Jelentős erőfeszítés szükséges ahhoz, hogy a lámpákat izzásba hozzuk. Az első áramfejlesztés élményét sikeresebbé tehetjük, ha a generátort gerjesztés nélkül kezdjük forgatni, majd a megfelelő fordulatszám elérése után segítők kapcsolja be a gerjesztőáramot.

Némi ügyességgel ilyen módon az izzólámpát rövid időre igen erősen felizzíthatjuk. A művelet azonban egy kis kockázattal jár: az izzólámpa a túl nagy feszültség miatt gyorsan kiéghet.

Ha a kísérletet megismételjük, helyettesítsük a jármű-akkumulátort egy új 4,5 V-os zseblámpaelemmel, így a fékezési ellenállás érezhetően kisebb lesz. Ezenkívül magasabb fordulatszám szükséges ahhoz, hogy lámpánk világítson.

Ebből a következő szabályt lehet levezetni: minél nagyobb a gerjesztőáram, annál nagyobb a generátor féknyomatéka. A 12 V-os autóakkumulátor esetén $I_g \approx 2,5$ A gerjesztőáram folyik, a fékhatás nagy. 4,5 V-nál $I_g \approx 0,5$ A, a fékhatás kicsi.

A szélkeréknél a meghajtó nyomaték a szélsebesség négyzetével nő. Gyenge szélben csak kis hajtónyomaték áll rendelkezésre és csak viha-



27. ábra. Az ablaktörőmotort — amely a generátor gerjesztőáramát biztosítja — a láncsal hajlítjuk meg

ros szélben elég nagy a teljes gerjesztésnél előálló féknyomaték legyőzésére.

A szélkeréket és generátort tehát ésszerűen kell összeépíteni, a hajtó- és fékzónymotékoknak lehetőleg minden szélsebességnél összhangban kell lenniük. A következőket: a gerjesztőáramot szabályozni kell. Gyenge szélben kb. 0,7 A gerjesztőáramnak kell folynia, erős szélben ez 2,5 A-ig emelkedhet. Igen gyenge szélben a gerjesztőáramot ki kell kapcsolni. Legfontosabb ez az utolsó pont, mert csak így akadályozhatjuk meg, hogy akkumulátoraink a szélcsendes napokon a gerjesztőtekerccsen keresztül kimerüljenek. A gerjesztőáram vezérlése két különböző úton is megvalósítható, mindegyiknek van előnye és hátránya is.

Egyik lehetőség, ha a gerjesztőáramot egyenáramú géppel állítjuk elő. Erre az ad lehetőséget, hogy szinte valamennyi állandó mágneses egyenáramú motor generátorként is alkalmazható. Különösen megfelelnek a robusztus ablaktörő motorok, amelyek már kis fordulatszámra is elégszítő gerjesztőáramot szállítanak és a kis fordulatszám miatt alig kopnak.

A 27. ábrán ilyen ablaktörőmotornak a hajtóműrészbe épített változata látható.

A kapcsolat igen egyszerű:

Az ablaktörőmotor egyik kivezetését kössük a generátortesthez, a másikat a gerjesztés pozitív kivezetéséhez. A kétszelepes ablaktörő motoroknak három kivezetésük van. Autóakkumulátor segítségével keressük ki azt a kettőt, amelyekkel a motor kis fordulatszámra üzemel. Ezeket csatlakoztassuk a generátorhoz. Természetesen ennek 12 V-os

motornak kell lennie (lehetőleg első szélvédő törlésre használt ablaktörőmotor legyen, mint a 27. ábrán látható).

Ezután még az ablaktörőmotor áttételi viszonyait kell megvizsgálni és szükség szerint korrigálni. Döntő, hogy meghatározott szélkerék-fordulatszámnál a generátor meghatározott teljesítményt adjon. A teljesítmény ellenőrzésére csatlakoztassuk 10 W/12 V-os izzólámpánkat a generátor pozitív és negatív kivezetéséhez és a forgattyúkar segítségével hajtsuk meg berendezésünket úgy, hogy az izzólámpa normális fényel világítson (l. a 27. ábrát). Ekkor a forgattyú fordulatszáma 60/perc legyen, azaz egy fordulat másodpercenként. Ha a normális fénynél mért fordulatszám ennél nagyobb, úgy az ablaktörőmotor még lassan forog. Ebben az esetben az ablaktörőmotorra kisebb fogszámú kereket kell feltenni, ellenkező esetben pedig nagyobbat.

Ennek a szabályozási formának hátránya a további gépészeti problémákban és az ablaktörőmotor magas beszerzési árában rejlik. A motor leszerelése a hajtóműről, és ugyanígy a lánckerék felszerelése a motortengelyre nem mindig egyszerű.

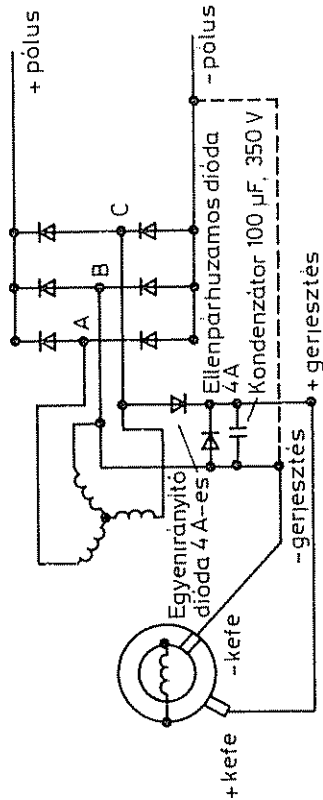
Elektrotechnikai szempontból ez a megoldás holtbiztos és megbízható dásra érzéketlen. Így pontosan azok számára lesz megfelelő, akik az elektrotechnikában kevésbé járatosak, és ezért inkább a mechanikai megoldásokba fektetnek több munkát.

A második módszer elegánsabb. Itt elektronikát alkalmazunk. Egy kis elektronikai trükkkel a generátort arra kényszerítjük, hogy gerjesztőáramot termeljen és azt a fordulatszámától függően vezérelje. Ha valakinek nincs univerzális mérőeszköz az áram, a feszültség és az ellenállás mérésére vagy ezekben járatlan, ne foglalkozzon ezzel. Ezenkívül ennek a megoldásnak az előfeltétele a kifogástalan szénkefékkel és csuszógyűrűkkel rendelkező generátor.

A felülvizsgálat ellenállásméréssel kezdődik. A gerjesztés pozitív csatlakozója és a test között az ellenállás értéke nem lehet nagyobb 10 Ω -nál, álló és forgó állapotban is (mérés előtt forgassuk meg a generátort kézzel).

Akinek elegendő az önbizalma, szerelje fel magát ellenállásmérővel vagy univerzális műszerrel és már az ócskavastelepen győződjön meg a kefék és csuszógyűrűk kifogástalan állapotáról. A kapcsolási vázlaton (28. ábra) látható, ahogy a két dióda és a kondenzátor a generátor csatlakozóihoz kapcsolódik. A kapcsolás a következőképpen működik:

Ha a gerjesztőáramot kikapcsoljuk, a forgórészben remanens mágnesség marad, és ez gyenge váltakozó feszültséget indukál az állórész tekercselésében. Ha nő a generátor-fordulatszám, az így indukált feszültség egyre növekszik B és C pont között, és 1600/min fordulatonál 0,7 V-ot eresztenek át a diódák. Nagyobb fordulatszámnál tovább növekszik a gerjesztőáram, és 1800 fordulat/min-től kezdve elegendő nagyságú a



28. ábra. Az elektronikus gerjesztőáram-vezérlés két diódából, egy kondenzátorból és négy forrasztási helyből áll

forgórész mágnességének növelésére. A következmény: nagyobb indukált feszültség, nagyobb gerjesztőáram, erősebb mágnesezés – a generátor „gyújt” és eléri munkapontját, amelynél 0,7 A gerjesztőáramnak kell folynia. A kondenzátor biztosítja a gerjesztőáram fordulatszám-függőségét. A párhuzamosan kapcsolt dióda védi a kondenzátort.

A generátort a következő lépésekben kell átépíteni:

- A szénkeféket vagy kefetartókat le kell szerelni. Meg kell állapítani, melyik kefe van elektromosan összekötve a gerjesztés pozitív kivezetésével és melyik a házzal. A negatív kefe és a ház közötti elektromos kapcsolatot meg kell szüntetni (a 28. ábrán szaggatott vonallal van jelölve). Mindkét kefevezeték ki kell vezetni a generátorból és (ha még nem történt meg) + gerjesztés, ill. – gerjesztés jellel meg kell jelölni.

- A generátort szét kell szerelni. A kefék és az összefogó csavarok kiszerelése után az első csapágyapaizs a forgórészrel együtt kiemelhető. A művelethez használjunk csavarhúzó, de vigyázzunk a tekercselésre.

- Keressük meg azokat a vezetékeket, amelyek a pozitív és negatív diódapárokat összekötik. A három összekötő vezeték közül két tetszőlegeset kiválasztunk és egy-egy vezetékkel ráforrasztva kivezetjük a generátortól.

Vigyázzunk a diódák közelében a forrasztással, mert a hő és a feszültség – a páka nem mindig kielégítő szigetelése miatt – tönkretelheti azokat. Ezért a páka felmelegedése után a hálózati csatlakozót húzzuk ki, és így forrasztunk, a hőelvezetésről pedig laposfogóval gondoskodunk. Ez a két váltakozó áramú kivezetés egymással felcserélhető, ezért különleges megjelölést nem igényel.

- Beszerezünk, vagy alkatrészboltban megvásároljuk a két diódát, amelyek 4 A-ig terhelhetők és a 100 µF-os elektrolitkondenzátort, amely

220 V-ig vehető igénybe és a 29. ábra szerint összeforrasztjuk. Ügyeljünk a diódák és a kondenzátor polarítására!

— A generátort össze kell szerelni és a hajtóműhöz építeni úgy, hogy a forgatókarral megforgatható legyen.

— A szénkeféket be kell építeni, ohmmérővel ellenőrizve, hogy a gerjesztéskivezetések közötti ellenállás álló helyzetben és forgásban is kisebb 10 Ω -nál.

— A forgórész erőteljes mágnesezéséhez 12 V-os feltöltött akkumulátort használjunk, amelyet a gerjesztőtekerésre kapcsolunk. Néhány eset-

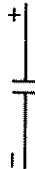
Dióda (kapcsolási) jele



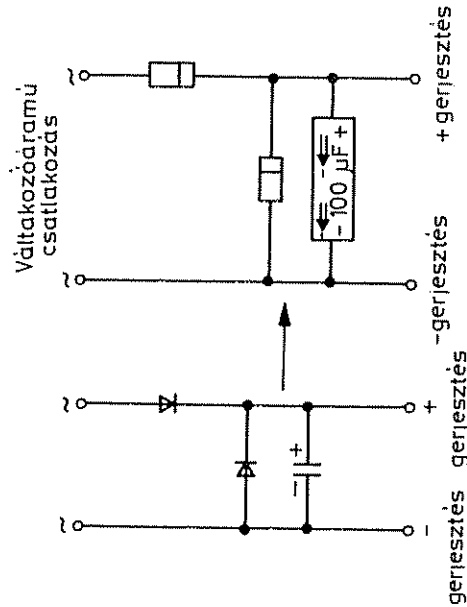
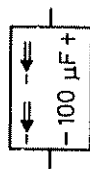
Dióda jelzése (mint alkatrész)



Kondenzátor jele



Kondenzátor jelzése (mint alkatrész)



A négy csatlakozás jelzése \sim , \sim , + gerjesztés, - gerjesztés

29. ábra. Jelek, kapcsolási vázlat és rajz az elektronikus csodaműhöz

ben sikerült a forgórész mágnesezettségét a fogazott szíjtárcsára mért néhány mértékletes kalapácsütéssel fokozni (vigyázat a menet védelme végett az anyát rá kell hajtani!). Mivel az időtartamnak nincs jelentősége, a kalapálás végeztével kapcsoljuk le a gerjesztőtekerés áramellátását.

— A mágnesezettség vizsgálatához a felforrasztott váltakozó áramú kivezetéseket kössük univerzális mérőműszerünkre (mérési tartomány 0...1 V váltakozó áram). A gerjesztőtekerést ne tápláljuk. A forgatókarral a mechanizmust mozgásba hozva könnyedén kell 0,7 V-ot elérnünk. (Csatlakoztatás 29. ábra szerint.) Az elektronika megfelelő végződéseit a megfelelő kivezetésekhez (váltakozó áram, gerjesztés) csatlakoztatjuk.

— Forgassuk kézi hajtókarral a berendezést egyre növekvő fordulatszámmal. Egyszer elérünk egy olyan fordulatszámot, ahol a generátor begyújt és a forgatás érzékelhetően nehezebbé válik (a hiteltlenedők csatlakoztassák izzólámpájukat a generátor pozitív és negatív kivezetéséhez). Ismételt próbákkal és mérésekkel győződjünk meg arról, hogy generátorunk gyújtási fordulatszáma kisebb mint 120/min, azaz kevesebb mint két fordulat másodpercenként. Ez az ellenőrzés igen fontos, mert ha a gyújtási fordulatszám nagy, a gyenge és közepes szeleket nem tudjuk kihasználni.

A teljes bizonyosság kedvéért ezt a tesztet meg kell ismételni akkor, ha a berendezés néhány napig esőben állt.

Mire gyanakodhatunk, ha az egész nem működik. Ekkor talán szokásos villamos hibákról lehet szó: ilyenek a laza érintkezés, a sérült alkatrészek vagy a helytelen polarítású alkatrészek, feltéve, hogy a változtató munkáknál nem követünk el hibát.

Miután remélhetőleg a legdurvább villamos és mechanikai nehézségeket legyőztük, a vázat és hajtóművet előkészítjük a végső szereléshez: azért, hogy a széllyomás a szélkerék tengelyét tengelyirányban el ne tolja, saszteget helyezünk a tengely keresztfuratába és (ha tengelyváll nincs) az első csapágy belső gyűrűjét ezen a sasztegen ütköztetjük.

Mindkét golyóscsapágy belső gyűrűjét néhány csepp fémgragasztóval a tengelyre ragasztjuk, nehogy elforogjanak. Ez a munkafolyamat annál lényegesebb, minél könnyebben tudtuk a csapágyakat a tengelyre felhúzni, mivel minden lötyögés a tengely kiverődéséhez vezethet. A ragasztási felületeket gondosan zsirtalanítsuk és úgy ragasszuk, hogy a későbbi csapágycserére még lehetőség nyíljon. Végezetül üssük be a 190 cm hosszú gömbfát a 3/4 collos csőbe (előzőleg szereljük le a menetes rudat). A gömbfa végére a rezgések elkerülése végett gumialátétekkel szereljük fel a kormánylapot. A kormánylapot és a hátsó kerék tengelyét kössük össze egy feszítőhuzallal, amely meggátolja a kormánylap lehajlását.

Ezzel a szerkezeten elvégeztük az utolsó simításokat.

Az árbocszerkezet

Most jött el az a pillanat, amikor minden konstruktőr saját egyéni elképzeléseinek hódolhat. Mégis szeretnék egy olyan árbocszerkezetet bemutatni, amely a gyakorlatban jól bevált és szerintem praktikus és egyszerű.

Maga az árboc hat méter hosszú cső. Belül 36 mm, kívül 42 mm átmérőjű és a szakzsargonon 1/4 collos gázcsőnek nevezi (30. ábra). Alkalmazhatunk azonban más méretű csövet is, de a falvastagsága min. 3 mm legyen és a belső átmérője sem lehet kisebb 34 mm-nél, mivel ide kell lazán, de mégis lehetőleg játégmentesen becsúsztatni a váz alsó részét, amely 1 collos vízcső.

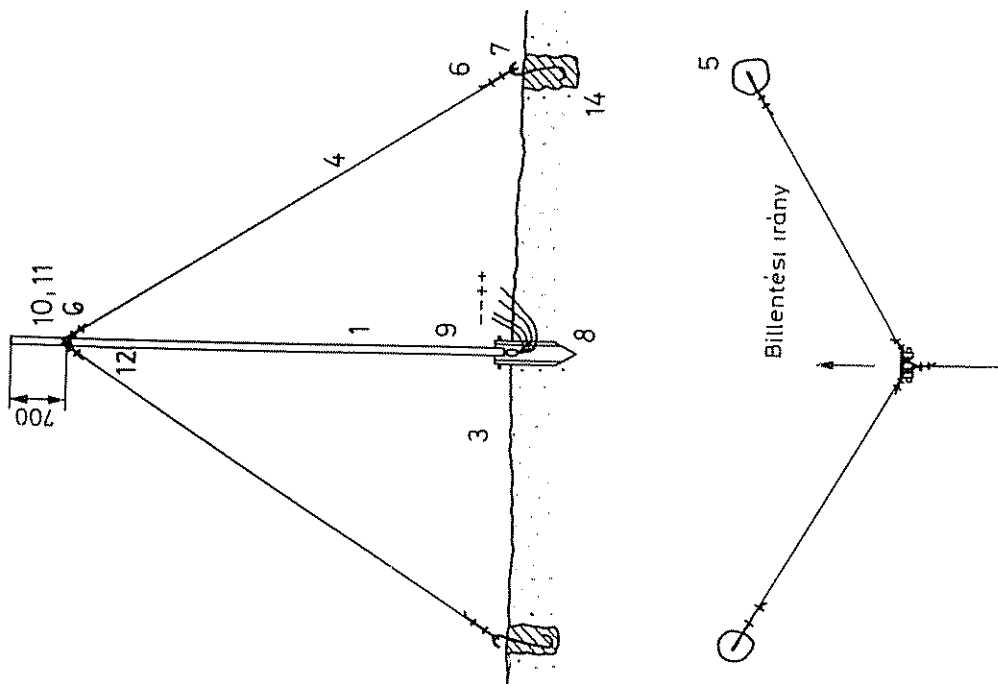
Ha valaki nagyobb belső átmérőjű csövet kíván alkalmazni, a nagyjátékot megfelelő perselyekkel kell csökkenteni. Az árboc az alsó végében illeszkedő 10 mm-es csap körül billenthető, amely megfelelően kifűrészelt U profilba van ágyazva. (A kifűrészelést a billentés helyszükséglete miatt kell készíteni.) Fúrjunk a csapnak $\varnothing 10,5$ mm-es lyukat közel az árboc végéhez. Az U profil alsó végét értelemszerűen hegyezzük ki és a felső végéhez közel fúrjuk át ugyancsak $\varnothing 10,5$ mm-esre. Ha a talajt lazának találjuk, az U profilt elmozdulás ellen biztosítócsappal kell rögzíteni (31. ábra). Ezért még a beverés előtt a felső részre több lyukat készítünk, amelyből egy majd a megfelelő helyre kerül.

Az árboc talp helyét, a korábbi elképzeléseinkkel összhangban a következő három szempont szerint újra meg kell vizsgálni:

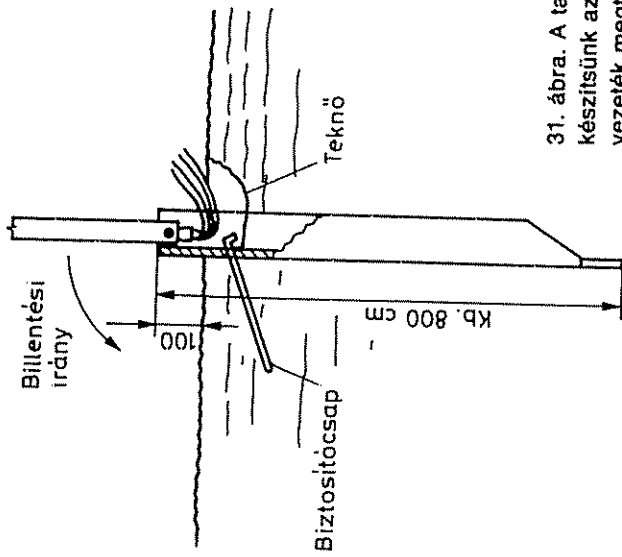
- helyet kell biztosítani három vagy négy kihorgonyzó- (feszítő-) kötélenk;
- a billentési zónában elegendő járható hely kell a döntéskor vagy felállításkor segítőknak;
- a lefektetett árboc végében elhelyezett szélkerék és szerelése számára szintén elegendő helyre van szükség (32. ábra).

A három feszítőkötél kihorgonyzási pontjai lehetőleg egyenlő oldalú háromszöget alkossanak, melynek középpontjában az árboc talp van.

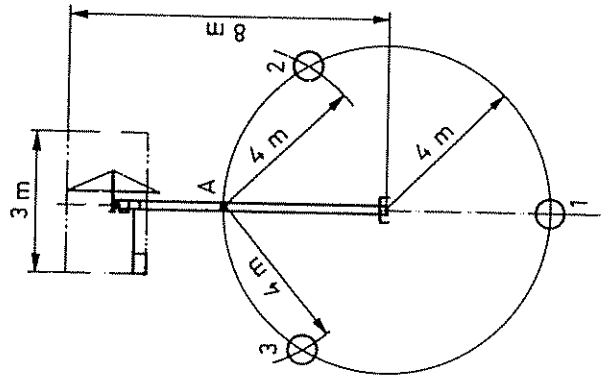
A kivitelezést a következőképpen végezzük: A kiszemelt árboc talp körül húzunk egy 4 m sugarú kört. Amint a billentési irányt tisztáztuk, a körön vele szemben levő pontot nevezzük 1-nek és ez lesz az egyik



30. ábra. Karbantartási munkálatok megkönnyítésére az árboc egy irányba billenthető (megnevezések a 4. táblázatban)



31. ábra. A talajba egy kis teknőt készítsünk az elektromos csatlakozóvezeték megtörésének elkerülésére



32. ábra. Ekkora helyet igényel a feketettett szélkerék

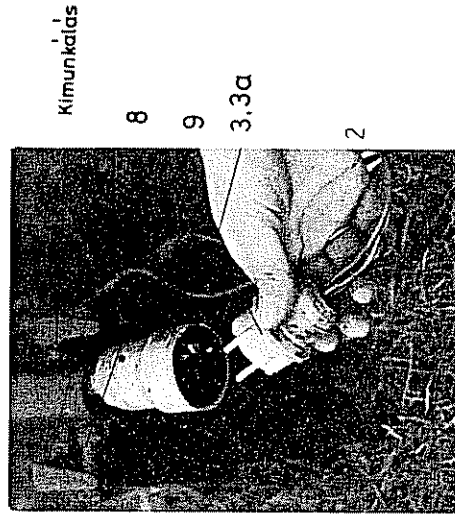
horgonyzási hely. A kör kerületén a billentés irányában fekvő pontot nevezzük A-nak és ezzel a középponttal húzzunk egy újabb 4 m sugarú kört. Ahol ez a kör az előbbi (alap-) kört metszi, két újabb horgonyzási pontot kapunk, a 2-t és 3-at. Ez a módszer csupán 4 m hosszú zsinórt igényel.

Ezután vesszük le az U profilt úgy, hogy a nyitott oldala 1 pont felé nézzen. Ez a későbbi árbocdöntések miatt lényeges, mert így az elektromos dugaszoló szabadon fordulhat (33. ábra). Mivel az U profil beütése goromba művelet, az árboc döntéséhez szükséges kifűrészelést a beütés után hajtsuk végre. Ezenkívül ajánlatos a már kifűrt 10,5 mm-es lyukakba csapot helyezni, mert a beütéskor deformálódhatnak.

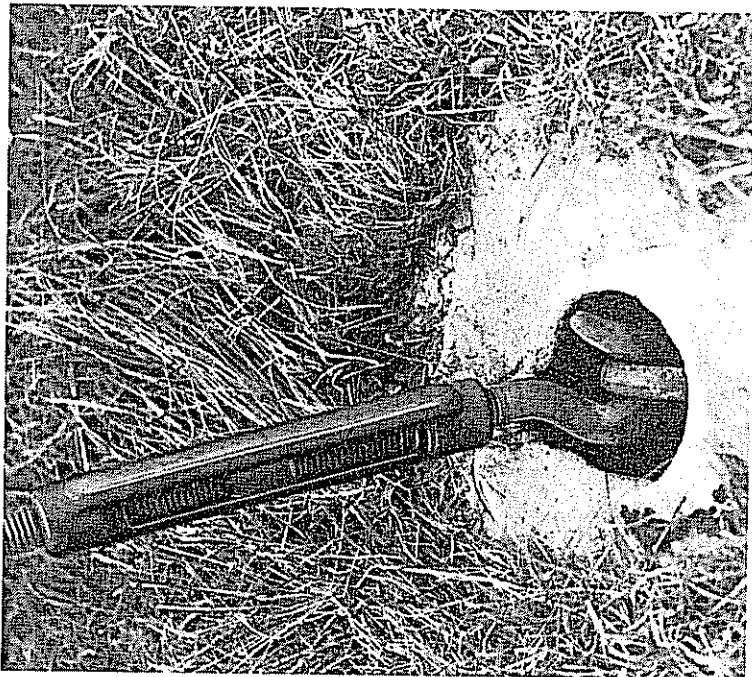
Ezután a horgonyzáshoz szükséges lyukak kiásása következik. Mivel igen kinos lenne, ha az első komoly szelínél az egyik lehorgonyzás a talajból kiszakadna, nagyvonalúan kell bánnunk az anyaggal. A lyuk min. 25 cm átmérőjű és 50 cm mély legyen.

A megfelelő méretű acélkampók az alsó végüknél meghajlítottak vagy széthajlítottak legyenek. Az árboc billenthetősége miatt az 1 pontnál levő horgonyzásnál a kifeszítőkötélinek oldhatóan kell csatlakoznia. A többi rögzítésnek kiakadásbiztosnak kell lennie. A betontömb repedésének megakadályozására keverjünk a betonba acélhulladékokat és kavicsot, így egyszerű vasbeton horgonytömbhöz jutunk.

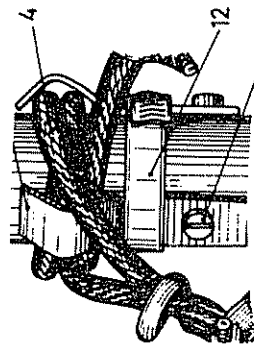
A 34. ábrán látható joghurtos pohár segítségével a kampót a földfelszín alá is lehet süllyeszteni. Ez ugyan szebb, de a kampó gyorsabban rozsdásodik. A feszítőkötéleteket vágjuk méretre (6 m árbocmagasságnál min. 7,5 m-re) és a 35. ábra szerint erősítsük az árbocra. Ehhez az árboc felső



33. ábra. Billenthető árboctalp (megnevezések a 4. táblázatban)



34. ábra. A feszítőkötélzet kampói súllyesztve nemcsak szebbek, hanem a balesetvesztély is kisebb



35. ábra. Kötélrögzítés az árbocon, alternatívaként egy csőbillincs is megakadályozhatja a kötelek lecsúszását (megnevezések a 4. táblázatban)

vége alatt 70 cm-rel készítsünk 3 db, egymástól 120°-ra elhelyezkedő M 6-os furatot. A 17 csavarokat vágjuk le olyan hosszúra, hogy becsavarás után ne nyúljanak be a cső belsejébe. Fúrjuk ki a három lemezcsikot, hajlítsuk meg őket közelítően, majd a drótkötelek szerelésekor kalapáljuk helyükre. A 12 csőbillincs megakadályozza a lemezcsikok kihajlását és elbillenését. Ezután az árbot felcsavarhatjuk az U profilra (4. táblázat).

Aki egy kis luxust engedélyez magának, az a 34. ábra szerint három feszítőanyát is alkalmaz, amelyekkel megkönnyítheti a függőleges árbot-

4. táblázat Az árbot darabjegyzéke

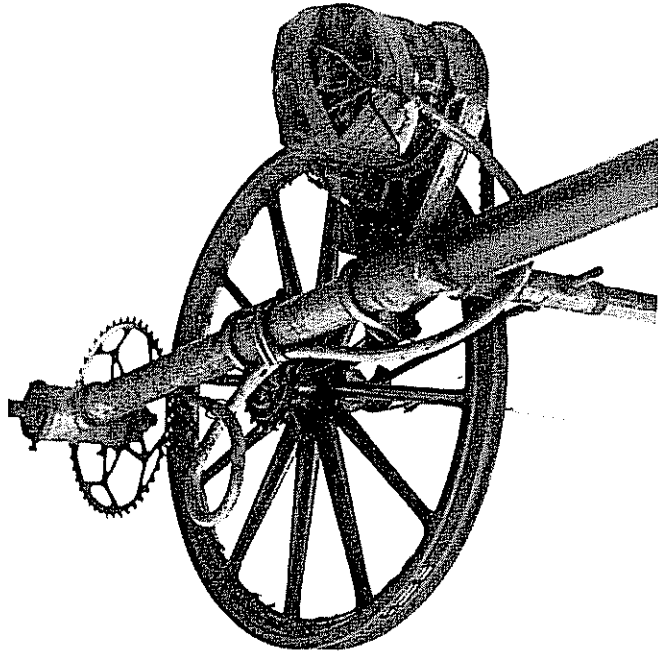
| Tétel szám | Megnevezés | Méret, mm, ill. coll | Darab |
|------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1. | Gázcső | 1 1/4 coll, 6 m hosszú belső Ø 36 mm-es külső Ø 42 mm-es | 1 |
| 2. | Kábel | 8 m hosszú, műanyag szigetelésű, 4 db egyerű rézvezetővel 4 x 1,5 mm ² | 1 |
| 3. | Szabad téri villásdugó | | 1 |
| 3a | Szabad téri dugaszolóaljzat | | 1 |
| 4. | Drótkötél, horganyzott | 7,8 m hosszú, Ø 4 mm-es | 3 vagy 4 |
| 5. | Kötéliszív | | 4 |
| 6. | Kötélfogó | | 16 vagy 20 |
| 7. | Acélhorg a horganyzó betontömbhöz | | 3 vagy 4 |
| 8. | U profil (H x SZ x M) | 800 x 1000 x 50 mm | 1 |
| 9. | M 10-es menetes csap és anya | 120 mm hosszú | 1...1 |
| 10. | Lemezcsik | 15 mm széles, 70 mm hosszú, 2 vagy 3 mm vastag | 3 |
| 11. | Hlf. tm. csavar M 6 | | 10 |
| 12. | Csőbillincs | Ø 40...60 mm | 1 |
| 13. | Feszítőanya | | 1...4 |
| 14. | Cement | | 1 zsák |

Kapcsolódó ábrák: 30., 31., 33., 35.

helyzet beállítását. Szükséghelyzetben ez feszítőanya nélkül is megy; ekkor a billentési iránnyal ellentétesen elhelyezkedő feszítőhuzalt keresztvázalal feszítjük meg. Ha a keresztvázal végére láncot kötünk és ezt az U profilba hajtott csavarra láncszemként beakasztjuk, a szerkezet feszítését könnyen beállíthatjuk.

Az árboc függőleges helyzetében a feszítőhuzalokban kis húzófeszültségnek kell ébrednie. Az árbocfelállítást és lefektetést addig kell gyakorolni, amíg hibátlanul nem megy. Ekkor szabad csak ráépíteni a vázat. Először próbaképpen behelyezzük az árbocba, kipróbáljuk, hogy akadálytalanul forog-e, majd újra kihúzzuk. Ezután a kábelt befűzzük a vázon előre elkészített furatba (36. ábra) úgy, hogy egy huroknyi a vázon kívül maradjon. A kábelnek merevnek kell lennie, ezért az a jó, ha négy erős, egyerű részvezetékéből áll, mivel a szélváltozásokból adódó forgó mozgást az árbocfalpban levő dugaszolóra át kell vinnie. Ezért még a befűzés előtt alaposan ki kell egyengetni.

Azok a pesszimisták, akik a kábel sérülésétől félnek, zsirozzák be a kábelt, ill. a furatot. Feltétlenül be kell zsírozni a váznak az árbocba becsúsztatott részét és a T-idom alsó részét, amely a talpcsapágy. Széles



36. ábra. A váz kábelezése

körben elterjedt nézetek ellenére a siklócsapágyazás ezen a helyen teljesen megfelelő. Golyócsapágyazás erre a helyre drága lenne: ha a szél gyenge ahhoz, hogy a vázat irányba fordítsa, sokkal gyengébb annál, hogy áramot szolgáltatson.

A megfelelő óvatossággal végrehajtott kábelbefűzés után a kábelnek az árboc alsó végén ki kell állni. A kiálló kábelt max. 10 cm-re hagyjuk és szereljük rá a dugaszolóaljzatot. A vezetékellenállás csökkentésére a négy érből kettőt-kettőt kössünk párhuzamosan: a két pozitívot kössük az aljzat fázis- és nullacsatlakozójához, a negatív párt a földeléshez. A teljesítményvesztéség ezzel fele lett annak, mintha csak két vezetőt használtunk volna fel. Ez a bekötés a dugaszolóalj minden érintkezőjét felhasználja és a pólusok felcserélését lehetővé teszi.

A vázból kiálló kábelhurok segítségével a dugaszolóaljat az árbocvégehez tetszőlegesen közel húzhatjuk, csupán arra kell ügyelni, hogy az árbocban szabadon foroghasson. A dugaszoló vezetékének lehetőleg hajlékonynak kell lennie, mert ez fogja felvenni a szélirány-változásokból adódó vezeték-elcsavarodásokat. Erre a célra különösen hajlékony vezetékét használjunk, amelynek végéről a külső köpenyt 30 cm hosszón távolítsuk el.

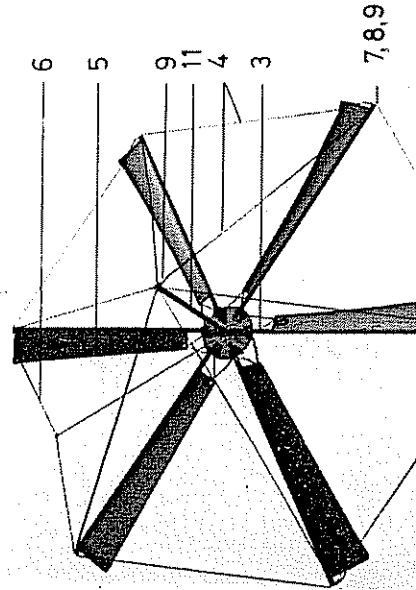
Ha a szélkereket üzembe helyeztük, ezt a vezetékszakaszt néhány hetes időtartamonként ellenőrizni kell és az elcsavarodott vezetékét a dugaszoló oldásával vissza kell csavarni. A műveletet lehetőleg széles csendben végezzük. A betervezett kábelcsavarodás első pillanatra riasztóan hat. Mégis aki csúszóérintőkkel foglalkozik, egyetért velem abban, hogy itt aránylag egyszerű megoldást alkalmaztunk.

Mielőtt az árbocot a vázzal együtt újra felállítjuk, győződjünk meg arról, hogy az összedugott dugaszolópár és vezeték a talajjal érintkezve nem sérült-e meg.

A szélkerék

A munkát a szélkerék-tárcsa közepének kijelölésével kezdjük (37. ábra). Ehhez pontozót használjunk. Ebből a pontból körzővel húzzuk meg a külső átmérőt (250 mm), a külső lyukkört (Ø 220 mm) és a belső lyukkört (Ø 40 mm). A lyukkör hat részre osztását a sugárnak a kerületre való hatszori felmérésével végezzük. Ha visszajutunk a kiindulópontba, akkor pontosan dolgoztunk.

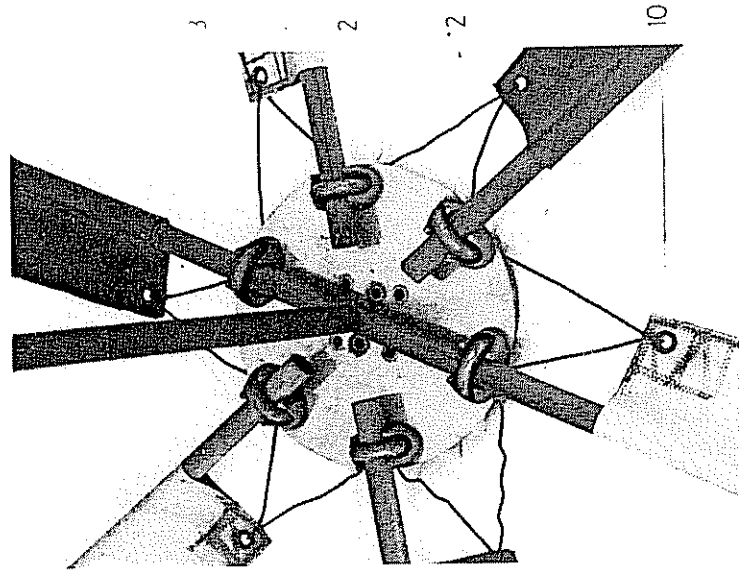
Mielőtt a fúráshoz kezdenénk, ellenőrizzük a 7/8 collos kötélszorítót a 37,3 mm lyuktáv és a 14 mm lyukátmérő szempontjából. Ha szükséges, módosítsuk a kerék-tárcsa rajzot (l. a 40. ábrát). Ezenkívül a kötélszorítók vásárlásakor ellenőrizni kell, hogy a Ø 23 mm-es gömbfák különösebb erőfeszítés nélkül átcsumszthatók legyenek rajta. A tárcsa közepére készített központosító furatnak megfelelően szorosan kell a tengelyre illeszkednie (l. a 11. ábrát), nehogy a többszöri szerelés után a szélkerék kiegyensúlyozottsága elromoljon. A Ø 23 mm-es gömbfák vásárlásakor igen válogatósan kell lenni és csak egyenes, hosszanti szálirányú rudakat szabad megvásárolni. A legszebb gömbfát vágjuk le 240 cm-re.



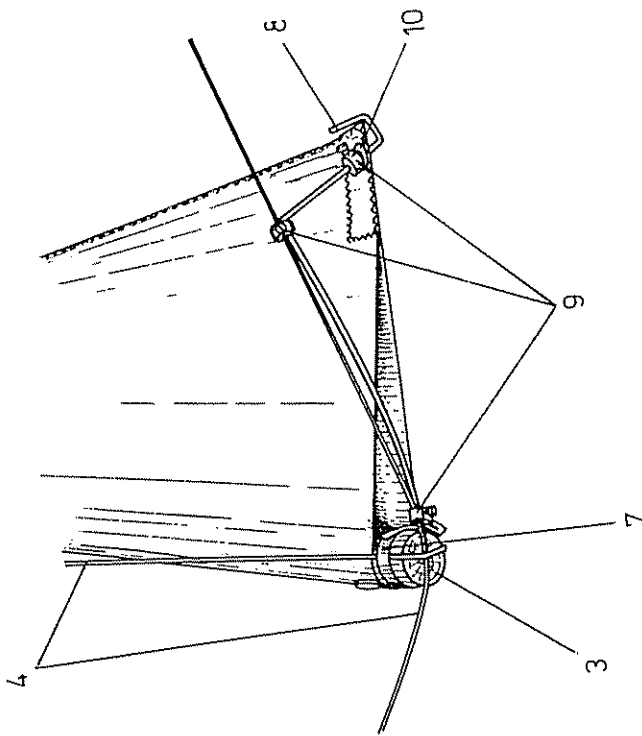
37. ábra. A szélkerék

A közepén két nagy kötélszorítóval erősítsük fel a kerék-tárcsára úgy, hogy a Ø 8,1 mm-es felerősítő furatok ne legyenek takarva (38., 39., 40. ábra). A maradék két gömbfát vágjuk négy 114 cm hosszú darabra és erősítsük fel a kerék-tárcsára úgy, hogy a külső végek a központtól egyenlő távolságra legyenek (5. táblázat).

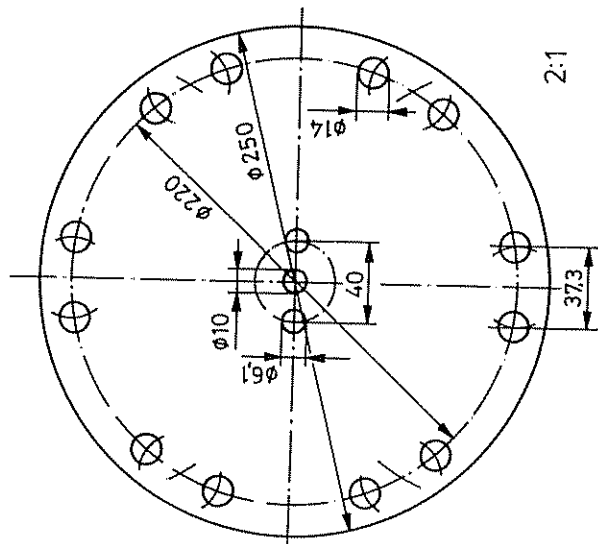
Ha valaki nem dolgozik pontosan, később főlösieligen nagy kiegyensúlyozó tömegeket szerelhet a forgórészre. A beépítés előtt a gömbfákat impregnálni, lakkozni, ill. faanyagvédő szerrel kezelni kell. A külső végeken, hosszirányban készítsünk Ø 3,5 mm-es és 65 mm mély furatokat. Ezekbe a furatokba kerülnek később a torziós rugók (l. a 39. ábrát) és az előre irányuló feszítőkötelek. Ha a szélkeréket összeállítottuk, a kötélfogók anyáit annyira húzzuk meg, hogy a kötélfogó gyengén belenyomódjon a gömbfába.



38. ábra. Nagyméretű kötélszorítókkal erősítjük a gömbfákat a szélkerék-tárcsára



39. ábra. Olyan torziós rugó feszíti a vitorlát, amely utána enged a viharban



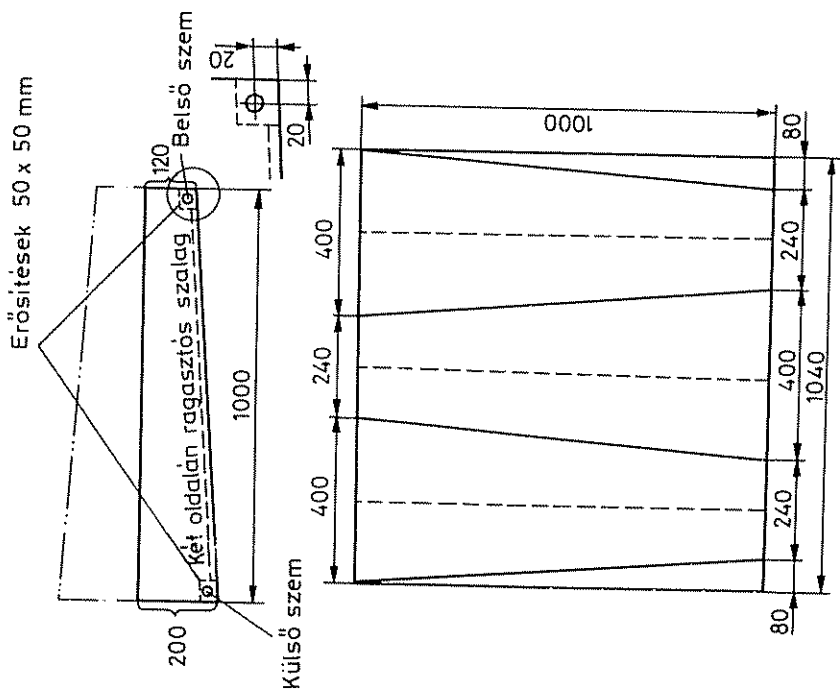
40. ábra. A szélkerék-tárcsa (4 mm-es acéllemez)

5. táblázat A szélkerék darabjegyzéke

| Tétel-szám | Megnevezés | Méret, mm, ill. coll | Darab |
|------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------|
| 1. | Szélkeréktárcsa | Ø 250 mm-es a rajz szerint 4 mm-es acéllemezéből | 1 |
| 2. | Kötélszorító | 7/8 coll, Ø 24 mm-es | 6 |
| 3. | Gömbfa | Ø 23 mm-es, 2500 m hosszú | 3 |
| 4. | Drótkötél, horganyzott | Ø 1,5 mm-es, 10 m-es tekercs | 2 |
| 5. | Vitorlavászon | Egyszínű 1 m x 2,10 m Kétszínű 1 m x 1,04 m | 1 2 |
| 6. | Kötélszorító a drótkötélhez | Ø 3 mm-es | 2 |
| 7. | Csőbilincs | 17...26 mm | 6 |
| 8. | Rugóacél huzal a torziós rugókhöz | Ø 2,5 mm-es, 1 m hosszú | 3 |
| 9. | Vezetékszorító 4 x 2,5 mm ² kábelhez | Belső Ø 4,5 mm-es | 24 |
| 10. | Szem és szerszámok a beütéshez | | 12 |
| 11. | Gömbfa | Ø 23 mm, 600 mm hosszú (a kormánylaptartó maradéka) | 1 |
| 12. | Acélhuzal, horganyzott | Ø 3 mm-es, 2 m hosszú | 1 |
| 13. | Két oldalon ragasztó ragasztószalag | keskeny | 1 |
| 14. | Poliészterfonal 1 cséve | 0,5 mm-es szálvastagság vagy vékonyabb | 1 |
| 15. | Hi anya, M 14 | 7/8 coll-os, kötélszorítókhöz | 6 |

Kapcsolódó ábrák: 37. és 38.

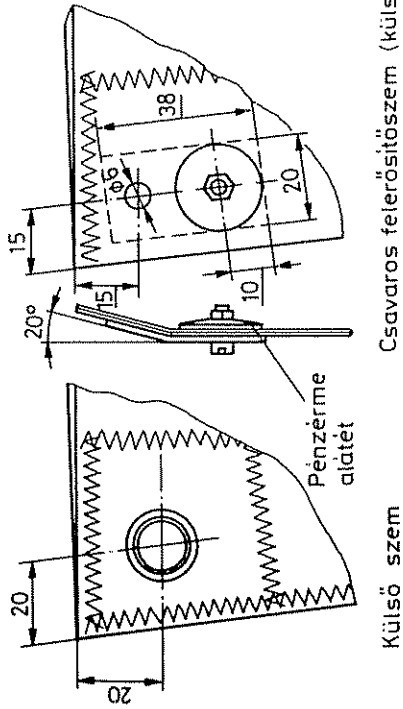
A következő fázis a vitorla előkészítése. Aki váltakozóan kék és fehér lapátozást szeretne – vásároljon egy-egy fehér és kék vitorlavászon darabot, amelyeknek mérete legalább 100 x 104 cm. Ez az anyag azért megfelelő, mert nem szakad, időjárás- és öregedésálló. A nagy négyzet méterenkénti súlya és a relatív nagy merevség megakadályozza a vitorla lobogását az erősebb szélben. A vitorlát a 41. ábra szerint szabjuk, a két oldalon ragadó ragasztószalag felragasztása és az 5 x 5 cm-es erősítősekk felragasztása után hajtsuk félbe. Az összevarrás poliészterfonallal, varrógépen bizonyos ügyességet kíván, ezért előtte gyakoroljunk. Többnyire a szálfejtést ütközésig fel kell csavarni. Feltétlenül szükséges egy erős varró. A hátsó él előtt 5 mm-rel kell a hosszvarratot készíteni,



41. ábra. A vitorla szabása és varrása

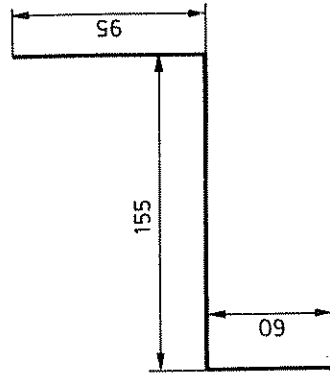
továbbá az erősítéseket körülvarrni és mindezt cikcakk öltéssel. Ezután a sarkokon a szélektől 2...2 cm-nyire lyukakat kell készíteni és ezekbe a szemeket (ringliket) beűtöni (42. ábra). Mivel a különböző szemekkel rosszak voltak a tapasztalataim – a vékony lemezből készületek nem megfelelőek, ezért ezeket (38 x 20 x 2 mm-es) lemezcikkal helyettesíték.

Alátétként pénzdarabot ajánlok, amelyet először pontozóval, kalapáccsal kúposítunk és csak ezután fúrunk ki közepén. Meghúzáskor ügyeljünk arra, hogy egy kicsit kúpos maradjon. Ennek a kivételnek az előnye, hogy a vitorlavászon nagy felületen van összenyomva. Ha a lemezcikkot a belső vitorlamegfogásra is alkalmazni akarjuk, akkor azt a 20°-os hajlítás nélkül kell elkészítenünk.



Külső szem Csavaros felerősítőszem (külső)

42. ábra. Szemfelerősítés és csavaros felerősítő szem a vitorla külső sarkán



43. ábra. Torziós rugó

A következő lépésben $\varnothing 2,5$ mm-es rugóacél huzalból vágjunk 310 mm hosszú darabokat, köszörüköven sorjazzuk le, majd hajlítsuk meg a 43. ábra szerint. Ezek a torziós rugók fogják a vitorlákat rugalmasan feszíteni. A 60 cm hosszú gömbfa (l. a 37. ábrát) egyik végébe hosszirányban fúrjunk 3 mm átmérőjű furatot. A másik végéhez igen közel 3 db ugyanolyan 3 mm átmérőjű, de egymással 120° -ot bezáró átmenő keresztfuratot készítsünk. Ezekbe a furatokba fél hosszúságban húzzuk be a 3 méter hosszú, 1,5 mm átmérőjű feszítőhuzalokat, és ideiglenesen rögzítsük őket.

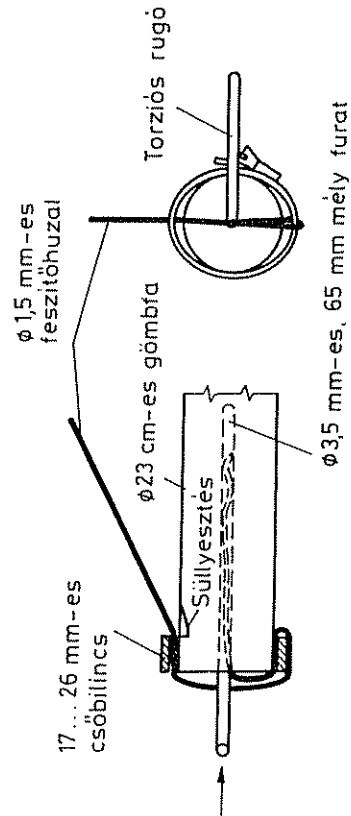
A szélekerétkárosára felerősített átmenő gömbfába pontosan a szélek tengelyének irányában fúrjunk 3 mm átmérőjű átmenő lyukakat. Hejlesztünk ebbe a furatba egy hosszú M 3-as csavart úgy, hogy szára előre

álljon. Rögzítsük alátéttel és anyával. Erre a kiálló végre fűzzük majd fel a feszítőhuzalokkal ellátott 60 cm hosszú gömbfát. A rudakra húzzuk fel a vitorlákat, a feszítőhuzalokat a 44. ábra szerint a torziós rugókkal és csőbilincsekkel rögzítsük. A feszítőhuzalok szabad végét vezessük át a csőbilincsen és lehetőleg mélyen dugjuk bele a vitorlát tartó gömbfák végébe fűrt \varnothing 3,5 mm-es furatba. Ezután a torziós rugó 60 mm-es végét is egy kicsit toljuk bele a furatba, hogy ezzel megakadályozzuk a feszítőhuzal kicsúsztatását, miközben a csőbilincseket elhelyezzük. Ha a huzalok megfelelő helyzetűek, meghúzzuk a csőbilincseket és a torziós rugókat teljesen a helyükre nyomjuk. Előzőleg tanulmányozzuk a 37. és 39. ábrát, mert a rugók helyzete a szélkerék forgásirányát is meghatározza. Helytelen forgásirányban csak a hátsó kerék kontraszóját működtetnénk.

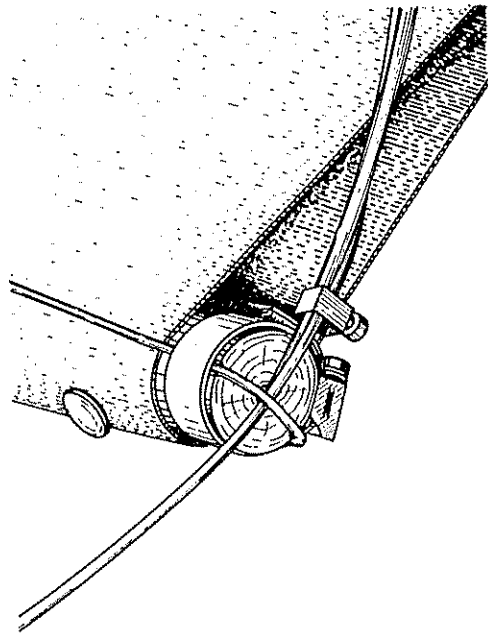
Aki eddig még nem vésztette el türelmét, az most – a feszítőhuzalok szemközti lapátokra való felszerelésekor – még próbára teheti. A munka abból áll, hogy a feszítőhuzalokat a megfelelő hosszúságúra vágjuk és kismértékű előfeszítéssel rögzítjük.

A gömbfák külső végeinek 10...20 mm-re előre kell állniuk. A 45. ábra mutatja ezt a kritikus tartományt. Könnyen felismerhető, mi történik a vitorlával, ha a gömbfáról a kis bemélyítést lefelejtjük.

A 60 cm-es gömbfának mindhárom feszítőhuzal felszerelése után a szélkerék síkjára merőlegesen kell állnia. Ebben a helyzetben kell a feszítőhuzalokra felhúzott csavaros vezetékcszörítőkkel rögzíteni. Minden torziós rugóra fűzzünk fel két-két szigetetlen csavaros vezetékcszörítőt. Ezután a kívüli körbenfutó 1,5 mm átmérőjű drótkötelet fűzzük át a feszítőhuzalok visszahajtásai alatt és fűzzük be a csavaros vezetékcszörítőkbe is (l. a 45. ábrát). Mielőtt a huzalt megfeszítenénk, a még laza vezetékcszörítőt toljuk a gömbfákhoz. A 3 mm-es kötelhez való kötelcszörítőkhoz használjunk alátétárcsákat, hogy az 1,5 mm-es huzalt meg tudjuk szorítani (kisebb méret nem kapható).



44. ábra. A feszítőhuzal és torziós rugó rögzítése

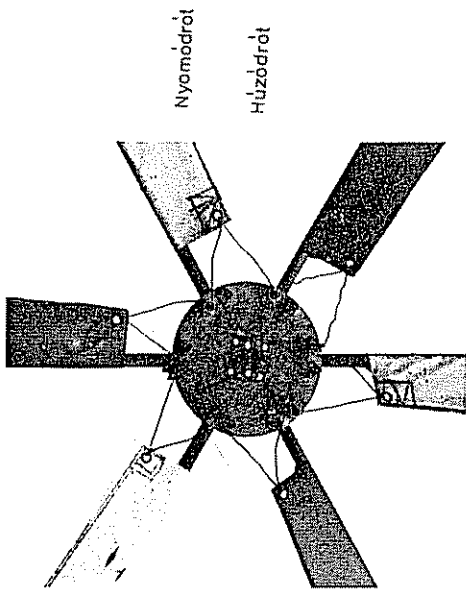


45. ábra. Ha a gömbfában hiányzik a besüllyesztés, a feszítőhuzal megrongálja a vitorlát

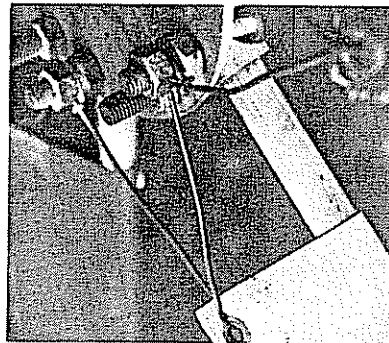
Ha a körbefutó huzalt 2 db kis kötelcszörítővel megfeszítettük, a torziós rugókon levő csavaros vezetékcszörítők közül egyet a másik szélső helyzetbe tolnuk. Ha a rúdvegeket a kerületen mérve egyenletesen eligazítottuk, a csavaros vezetékcszörítőt meg lehet húzni. Majd rajszeggel rögzítsük a vitorlát a gömbfán úgy, hogy a csőbilincshez lehető legközelebb kerüljön. Ezután kezdhetjük a vitorla rögzítését a szélkerék központjához. Ezt szigorúan a 46. ábra szerint kell végezni: elegendő hosszúságú, 3 mm átmérőjű horganyzott acéldrótot dugjunk át és hajlítsunk le a vitorla alsó sarkán kiképzett szemén. A drót húzásra terhelt része a vitorla röprejéjét tartja, ezért játék nélkül, igen nagy gondossággal csavarjuk a nagy kötelcszörítő kiálló végéhez és anyával szorítsuk le (47. ábra). A drót másik szarát húzófeszítés nélkül rögzítsük úgy, hogy a bekötési pontot lehetőleg enyhén nyomja, amellyel elérjük, hogy a vitorla ráfeszüljön a gömbfára. A huzalnak ezt a szarát nem kell feltétlenül biztosítani. Ha mindegyik vitorlasarkot rögzítettük, hajtsuk fel az M 14-es anyákat, majd húzzuk meg őket.

A vitorla külső részét három lépésben kell rögzíteni:

- A torziós rugó szabad végétől kb. 50 mm-re rögzítsük az egyik csavaros vezetékcszörítőt.
- A torziós rugó szabad végét hajlítsuk erőteljesen hátra és dugjuk át a vitorlasarkban levő szemén.
- A menetes vezetékcszörítő helyének változtatásával és a torziós rugó meghajlításával beállíthatjuk a vitorla feszítését és állásszögét.



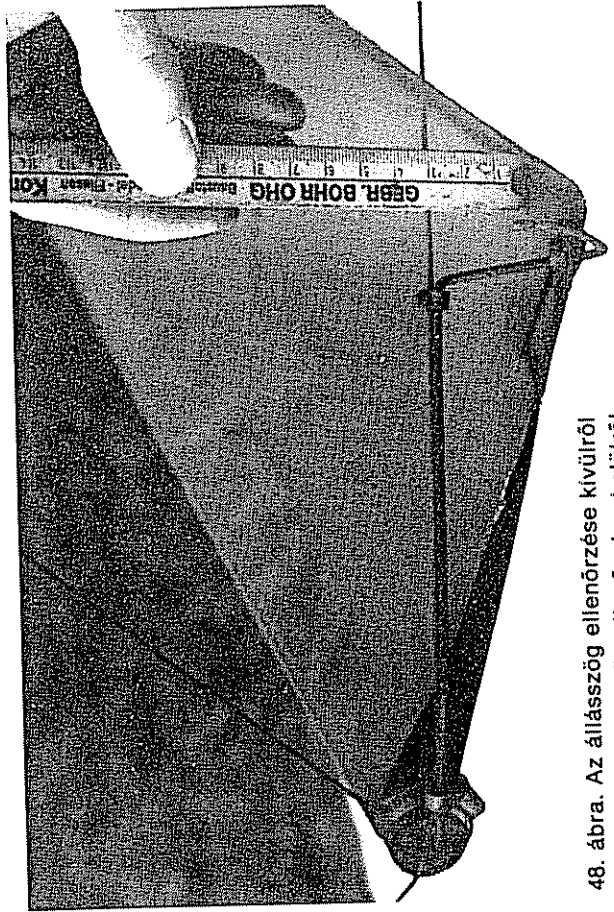
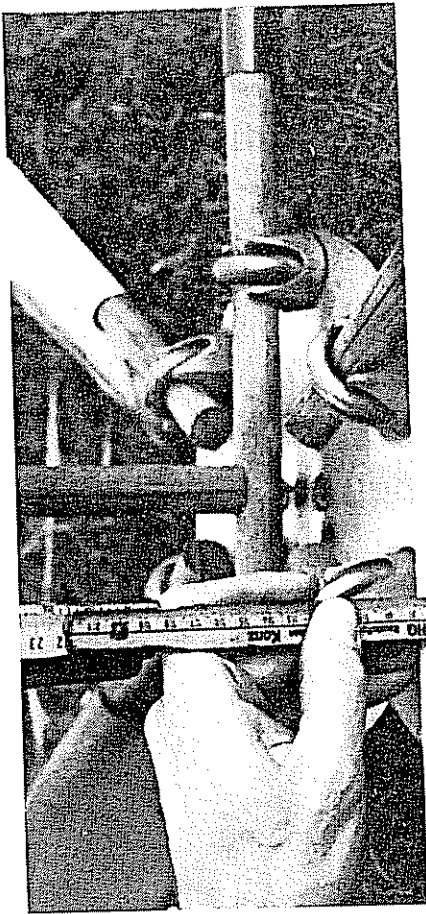
46. ábra. A vitorla belső sarkát horganyzott acélhuzallal rögzítjük



47. ábra. A húzásra terhelt drót különleges biztosítása

Ezek után a munkálatok után a vitorla első élének teljes hosszában fel kell feküdnie a gömbfán, a hátsó élnek pedig ki kell feszülnie. Az állásszög akkor megfelelő, ha a vitorla hátsó éle a körbefutó merevítőhuzalhoz mérve 30 mm-t áll hátra (48. ábra). A belső kerületen akkor megfelelő, ha a hátsóél a gömbfákra helyezett vonalzóhoz mérve 50 mm-t áll hátra (49. ábra).

A vitorla első élét rajszeggel rögzítsük a gömbfán. A rögzítés előtt ügy igazítsuk a vitorlát, hogy ráncmentes, enyhén öblös aerodinamikai profilt kapjunk.



48. ábra. Az állásszög ellenőrzése kívülről
49. ábra. Az állásszög ellenőrzése belülről

Ha befejeztük a vitorla trimmelését, a torziórugó kiálló végét hajlítjuk kétszer vissza (l. a 39. ábrát), így a vitorla nem tud többé kiakadni. A körbefutó külső acélhuzal merevítésfeszességét újra ellenőrizni és szükség esetén utánállítani kell. Ez alkalommal azt is meg kell vizsgálni, hogy a körbefutó acélhuzallal párhuzamosan fekvő rugószakasz pontosan a forgórész síkjában fegyen, mert ez is meghamisíthatja a vitorlabeállítást.

Ezután kiegyensúlyozás céljából csavarozzuk fel a szélkereket a tengelyére. A kiegyensúlyozást leszerelt kerékpárlánccal (így a súrlódás kisebb lesz) és abszolút szécscsendben, lehetőleg zárt helyen végezzük. A kiegyensúlyozás addig tartson, míg a forgórész egyetlen helyzetből sem akar elindulni. A kiegyensúlyozáshoz kis ellensúlyokat pl. felhasított ólomgolyókat ajánlok, mint amilyeneket horgászok használnak. Ezeket a golyócskákat könnyen rányomhatjuk a kerületen körbefutó feszítőhuzalra; de csak a gömbfák közelébe! Nagyobb kiegyensúlyozatlanság esetén a szélkerék geometriáját újra meg kell vizsgálni és korrigálni.

Az áram tárolása

A szélkerék által termelt elektromos energia tárolására akkumulátorok szükségesek. Ezek tárolják a szél energiáját és állandó feszültség mellett kivánság szerint leadják.

A tárolás azért szükséges, mert az áram termelése és a fogyasztás ritkán esik azonos időre. Így egy viharos éjszakán annyi áramot tudunk előállítani, ami egy egész heti fogyasztásra elegendő – feltéve, ha elegendő mennyiségű feltölténi való akkumulátorunk van.

Minél több akkumulátorunk van, annál nagyobb a tárolási lehetőségünk és nagyobb szécscsendes időszakokat tudunk áthidalni anélkül, hogy lámpáink kialudnának. A tárolóképességhez hasonlóan fontos a 12 V-os feszültség állandó értéken tartása. Mínd azok a villamos készülékek, amelyek a szélenergia alkalmazása kapcsán szóba kerülhetnek, kifogástalan üzemeltetésükhöz 12 V feszültséget igényelnek. Mivel a szél azzal a kellemtelen tulajdonsággal rendelkezik, hogy erőssége állandóan ingadozik, ezért az elektromos teljesítmény $P_n = k\eta Av^3$ képlet szerint változik. A többletet akkumulátorokban kell elraktározni. Kiseb teljessitményeknél az akkumulátorokról üzemelünk. Az autóval ellentétben, ahol a feszültségszabályozó többé-kevésbé állandó feszültséget biztosít, a szélkerék generátorának feszültségét nem szabályoztuk.

Ha valaki valamilyen elektromos berendezést, vagy izzólámpát közvetlenül a generátorra csatlakoztat, anélkül, hogy vele párhuzamosan kötne egy akkumulátort (50. ábra), ne csodálkozzon, ha a készülék az első szélrohamra tönkremegy. Ezért az akkumulátor nem luxus, hanem nélkülözhetetlen tartozék.

Az akkumulátor fontos jellemzői: a feszültség és kapacitás. A számkra szükséges feszültséget a 12 V-os akkumulátornál 6 db 2 V-os ólomakkumulátor cella soros kapcsolásával érik el. Feltöltött állapotban a cellák feszültsége 2,1 V, lemerült állapotban 1,9 V. Az egész akkumulátorra vonatkoztatva: 12,6 V töltve és 11,4 V lemerült állapotban.

A kapacitás tárolóképesség mértéke, egysége az amperóra, A·h. Egy 40 A·h-ás akkumulátor elméletileg 40 óra hosszat 1 A áramot tud leadni, vagy 1 óra hosszat 40 A áramot. Ezeket az értékeket az akkumulátorok sohasem teljesítik, mert az A·h érték általában enyhén kerekített szám,

a kapacitás pedig az akkumulátor öregedésével csökken. Több azonos feszültségű akkumulátor párhuzamos kapcsolásával a kapacitások összeadódnak. A szélkerék számára legalább 300 A·h kapacitás szükséges. Ez a következő megfontolásokból adódik:

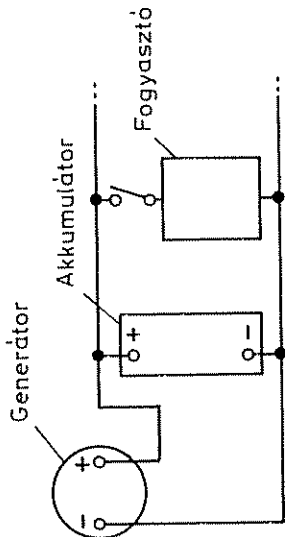
- Ha az akkumulátorok névleges kapacitása 300 A·h, akkor a tényleges 150...200 A·h. Egy kisnyomású front átvonulásakor, tartós erős szélben a töltőáram 5...10 A, ami azt jelenti, hogy 15...40 óra alatt a teljes akkumulátorparkot feltölthetjük, ha feltöltetlen volt.

- Az akkumulátor töltőáramának lehetőleg nem szabad az A·h érték 10 százalékánál nagyobbak lennie. Akkumulátoraink 300 A·h kapacitáshoz max. 30 A töltőáram tartozik. Ez viharos szélnek felel meg.

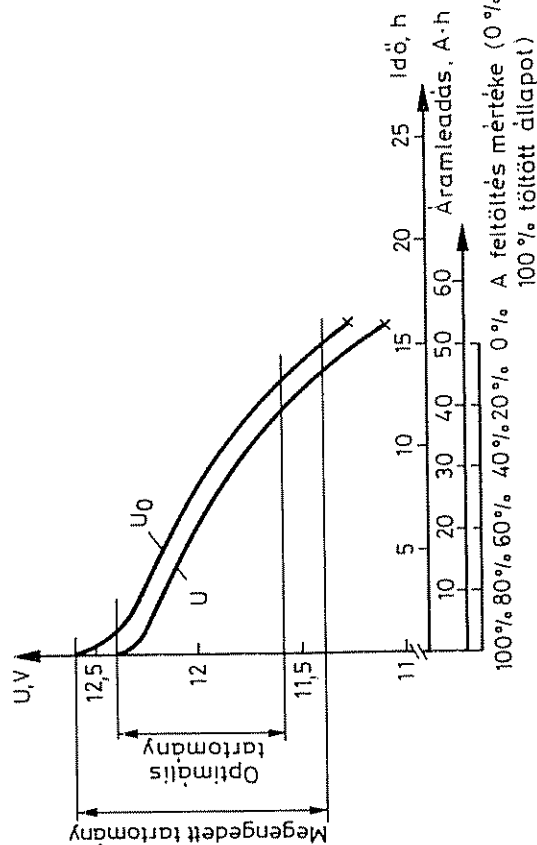
Még egy harmadik jelentősége is van a nagy összkapacitásnak: ha a töltőtűskor, az áram több akkumulátorra oszlik szét és így „felforrás” gyakorlatilag nem következhet be. Megfelelően túlméretezett kapacitás (több mint 300 A·h) esetén a berendezés minden további nélkül üzemeltethető kézi vezérléssel. Állandó erős szélnél addig tartjuk bekapcsolva a világítást, ameddig az akkumulátorok feszültsége a megengedett 12,6 V alá nem süllyed. Hosszú ideig tartó töltőtűskor a szélkerék üzemen kívül kell helyezni. Ez az árboc fektetésével és a szélkerék rögzítésével történik. Akinek ez túl egyszerűnek tűnik, szereljen kerékbronzcséket a hátsó kerékre és kötézzel vagy bowdennel működtesse. Egy ilyen szerkezet — amelynek a működtetőhuzalja az árboc belsejében van elhelyezve — a kerék beállítására is alkalmas. A berendezést tehát meg lehet óvni a viharoktól, ha idejében működtetjük a féket. Én nem építettem be féket, mert a viharokat eddig csak tesztelési célból használtam ki.

Visszatérve az akkumulátorokhoz: az 51. ábrán 63 A·h-ás új autóakkumulátor lemerülési görbéje látható. A felső görbe a terheletlen akkumulátor U_0 üresjárási feszültségét, az alsó görbe a 3,3 A-al terhelt akkumulátor U feszültségét mutatja. Ez az akkumulátor 3,3 A-t teljesített 15 óra alatt, ami 49,5 A·h-nak felel meg és ez kifejezetten jó teljesítménynek mondható. A mért és névleges kapacitások aránya 49,5/63 azaz 78%. A görbéről látható, hogy értelemszerűen 12,6 V fölé tölteni, mert a feszültség itt igen gyorsan csökken. Az optimális üzemeletési tartomány ott van, ahol a görbe laposan fut, tehát 12,4 és 11,6 V között. Ebből az következik, hogy 11,6 V üresjárási feszültség alatt az árammal takarékoskodnunk kell, míg 12,4 V felett nagyvonaluaknak kell lennünk. A mérést terheletlen akkumulátoron végezzük. Ha valós értékeket akarunk kapni, a feszültségmérés alatt az akkumulátoron sem tölts, sem terhelőáram nem folyhat.

A kérdés már csak egy megfelelő mérőeszköz. Annak, aki pontosan akar mérni, digitális voltmérőt ajánlok, amely századvoitos pontosságú és az elektronikai szaküzletekben kapható. Akinek hozzávetőleges értékek is megfelelnek, univerzális műszert vagy járműbe épített voltmérőt használjon. Ez a járműalkatrész a kereskedelemben kapható.



50. ábra. Az akkumulátor állandó értéken tartja a feszültséget és így védi a fogyasztókat



51. ábra. 63 A·h-ás autóakkumulátor feszültséggörbéje 3,3 A terhelés és 16 órai kísérleti időtartam esetén (U_0 feszültség üresjáratban, U feszültség 3,3 A terheléskor)

Akkumulátorok vásárlása és vizsgálata

A legjobb akkumulátorok természetesen a teljesen új, garanciajegyes akkumulátorok. Aki nagyobb kiadást is tud vállalni, a vontatásban alkalmazott akkumulátorokat vásárolja. Ilyenek a kis elektromos járművek, pl. villástargoncák akkumulátorai. A járművek indítására szolgáló akkumulátorok (amelyeket autóakkumulátoroknak is neveznek) az indítómotor számára leadandó nagy teljesítményekre készülnek. A mi szempontunkból ez teljesen fölösleges, a vontatásban alkalmazott akkumulátoroknak nagyobb az élettartama és kedvezőbbek a tárolási tulajdonságai. Egy 300 A-h-ás akkumulátoregység ára — ha új állapotban vásároljuk — többszöröse az egész szélgépjárának. Így az alapvető céltól — az olcsó áramellátástól — igen messzire kerülünk. Ezért kifízetődik, ha gondolkodunk a használt vagy tönkrement akkumulátorok újrafelhasználási lehetőségén.

Használt akkumulátorok beszerzésére a legjobb időpont a tél kezdete, amikor sok autóakkumulátor a jéges hajnalokon nem tudja leadni a hideg motor indításához szükséges teljesítményt. Ezek egy részét kidobják. Ha meggondoljuk, hogy egy autóakkumulátort egy indítómotor 50...100 A-rel terhel, míg egy 12 V-os 100 W-os izzólámpa csak 8 A-rel, akkor beláthatjuk, hogy az autó számára már nem megfelelő akkumulátor szélgépjűknél még jó szolgálatot tehet. Mielőtt egy ilyen használt akkumulátort erre a feladatra alkalmaznánk, alapos próbát kell kiállnia, amely a következő lépésekből áll:

— Szemrevételezés: Az olyan akkumulátorok, melyeken külső sérülés látható, felborultak, a sav kifutott belőlük, vagy a savszintjük mélyen a minimum alatt van, nem megfelelőek.

— Feszültségellenőrzés: Töltsük fel az akkumulátort 12 V fölé. (A feszültség ellenőrzésekor az akkumulátort válasszuk le a töltőről.) Ezután kb. négy hétre helyezzük nyugalmomba, de hetenként mérjük a feszültségét. Ha a négy hét alatt a feszültség 0,2 V-nál többet esik, mondjunk le erről az akkumulátorról. Az iszaplerakódások következtében az ilyen akkumulátornak belső rövidzárlata van, ami fogyasztóként üzemel és így az egész áramellátást akadályoztatja.

— Kapacitásvizsgálat: Lerakódások és korrózió következtében az öreg akkumulátorok aktív ólomfelülete annyira elhasználódhat, hogy az akkumulátor kapacitása az eredeti érték törtreszére csökkenhet. A vizsgálat úgy történik, hogy az akkumulátort teljesen (12,6 V-ra) feltöltjük és A-h értéke 5 százalékanak megfelelő árammal terheljük. Pl. egy 40 A-h-ás akkumulátort $0,05 \cdot 40 = 2$ A-el terhelünk. Erre megfelel egy 12 V/21 W-os

izzólámpa, amely $\frac{21 \text{ V} \cdot \text{A}}{12 \text{ V}} = 1,75$ A terhelést jelent. Kétóránként rövid

időre lekapcsoljuk az izzólámpát és megmérjük az U_0 üresjárás feszültséget. Így az 51. ábrához hasonló kisülési görbéhez jutunk. A kísérlet kezdetétől a 11,4 V-os állapotig eltelt időt (órákban mérve) szorozzuk meg a terhelőárammal. Ez adja meg az akkumulátor tényleges kapacitását. A mért kapacitásnak a névleges 30 százalékanál nagyobbnak kell lennie, különben az adott teljesítményhez képest túl sok helyet foglal az ilyen akkumulátor. A hosszabb ideig lemerült állapotban tárolt akkumulátor ólomlemezein szigetelő szulfátréteg keletkezik, ami a teljesítményt és a kapacitást erősen befolyásolhatja. Egyszerű esetekben ezt lassú, kis töltőáramú feltöltéssel elháríthatjuk. Pl. 40 A-h-s akkumulátort egy 10 W/12 V-os izzólámpa sorbakapcsolásával csatlakoztatunk a feltöltőhöz és egy héti töltjük, nagyobb akkumulátorokat természetesen hosszabban. Nehezebb esetekben ezt a folyamatot többször megismételhetjük. Minden feltöltést kisütés és kapacitásmeghatározás kövessen. Természetesen megfontolandó, hogy a ráfordítások arányban állnak-e a várható eredménnyel.

Az ócskavastelepen kapható akkumulátoroknak a teljesítményükhöz képest általában túl magas az áruk. Jobb a helyzetet a benzinkutaknál, főleg, ha állandó vevők vagyunk. Érdeklődni lehet fuvarozóknál, targoncavezetőknél, postai- és vasúti alkalmazottaknál. Ezeknél a vállalatoknál néha teljesen jó állapotú akkumulátorokat kisejtejteznek, mert futási teljesítményüket teljesítették.

Akkumulátorok rendeltetészerű használatához a következő útmutatásokat adjuk:

— Rövidzárlat és küszö áramok megakadályozására az akkumulátor felületét szárazon és tisztán kell tartani. Tisztításkor ügyelni kell, nehogy a cellákba vízvezetéki víz jusson.

— Mivel töltéskor durranógáz keletkezhet, a helyiséget szellőzőnyílással kell ellátni.

— A savszintet mindig a felső jel környékén kell tartani. Utántölteni csak desztillált vagy sóatlanított vízzel szabad.

— A pólusaruk korrektt érintkezését biztosítani kell: pólusokat csiszolással, lóvászonnal fémre kell csiszolni, póluszsirral bedörzsölni és csak a megfelelő pólusarukait alkalmazni (a gépjárműalkatrész-kereskedelemből). Az itt keletkező átmeneti ellenállások különösen csökkentik a teljesítményt.

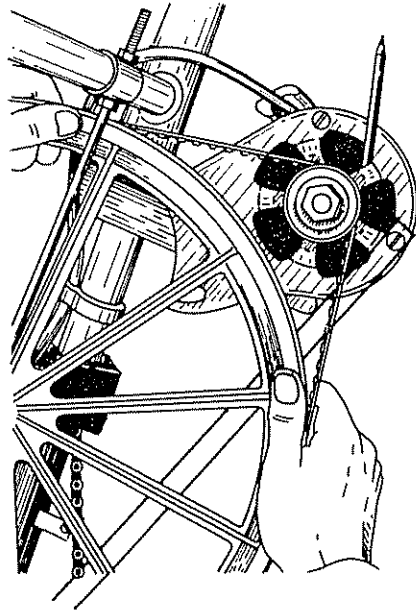
A szélgép üzemeltetése

Első próbaftuttatás

Döntő lépés előtt állunk: elkészítettük az összes részegységet, kipróbáltuk és előkészítettük az összeszereléshez. Most a lefektetett árbocot a felső végénél asztal és sámlis segítséggel kb. 1,5 m magasra bakoljuk fel. Ha a dugaszolót felszereltük, az akkumulátorokat ampermérőn keresztül csatlakoztassuk. Ezt a mérőeszközt, amelynek mérés határa a kálmás 0...25 A és egyenáram mérésére, később az állandó ellenőrzés céljából véglegesen is beszerelhetjük az egységbe. Mielőtt a szélkereket a helyére erősítjük, szereljük fel még egyszer a forgatókart és ellenőrzőzzük a generátor gyújtási fordulatszámát. Ellenőrizzük még a lánc kifogatás-talan futását: nem szabad fölösleges játéknak lennie, a láncnak egyenes vonalban kell mindkét lánckerékre felfutnia. A szakszerűen szerelt lánc-hajtás gyakorlatilag zajtalan. Minden kattogás gyanús, és a lánc helytelen futására utal. Ugyanígyen alaposan vizsgáljuk meg a fogazott szíj hajtást is. Ellenőrizzük a szíj feszességét. Ennek a műveletnek az idejére rögzítsük a generátor forgórészét egy ceruza vagy fadarab segítségével (52. ábra). A feszítés akkor jó, ha a kerékpárbroncs erőteljes elfordítási kísérleténél a szíj nem csúszik meg. A forgatókarral forgatva előfordulhat, hogy a fogazott szíj oldala hozzáér a fogazott tárcsa oldalához és súrlódó hangot ad. A menetes rúd és az M 6-os támasztócsavar (l. a 19. ábrát) állításával kisebb beállítási hibákat kiküszöbölhetünk. Nagyobb hibát okozhat a generátor pontatlan felerősítése.

Akinek nincs jó szemmértéke, az vonalzóval vagy léccel ellenőrizze a tengelyek párhuzamosságát. Készre szerelt állapotban az M 6-os támasztócsavarnak gyengén kell a csövön támaszkodnia, csak annyira, hogy a generátorfelerősítés terhelés hatására ne engedjen. A fogazott szíjnak a tárcsákon úszva kell futnia.

Az utolsó ellenőrzésnél vizsgáljuk meg a csavarkötéseket, elsősorban a generátorfelerősítést (l. a 19. ábrát) és mindenhol erőteljesen húzzuk meg a lazán hagyott csavarkötéseket. A többi libegő-lebegő alkatrész, mint pl. a kondenzátor, a diódákat, vagy a kábelt viharállóan rögzítsük. Semmiféle alkatrész nem nyúlhat a szélkerék síkjának közelébe, mert erős szélben a nyitó vitorlával összeütközésbe kerülhet. Ezt kövesse egy ismételt gyújtási vizsgálat, majd a szélkereket szereljük a helyére.



52. ábra. A fogazott szíj feszességének ellenőrzésekor a generátorforgórészét egy ceruzával rögzítjük

Állítsuk fel az árbocot és reménykedjünk, hogy mihamarabb megjöjjen a komoly szél. Aki megfelelő önbizalommal rendelkezik, az erre az ünnepi pillanatra behűtheti a pezsgőt és meghívhatja barátait. Annak, aki fél az esetleges balsikertől, azt ajánlom, hogy az első tesztet csendben végezze.

Ha a szélgépet szakszerűen építettük és könnyedén járású, már egész kis szélben megindul. Az áramtermelés azonban csak 4 m/s-os szélben kezdődik, ami már érzékelhető szél. De ne csüggedjünk, ha az első árammérés várat magára! Vigasztalásul egy utalás: a Growian 6 m/s-os széltől kezd áramot termelni.

Elektromos szerelés

Ha szélgépünk funkcióképességét igazolta, tekintsük át az elektromos szerelést, amelyet az 53. ábrán ábrázoltunk.

A teljes elektromos ellátás három részre bontható: szélgép, az akkumulátorláda és a ház a fogyasztókkal. Az akkumulátorládát nem a házban, hanem a ház közvetlen közelében kell elhelyezni. Távolletünkben a ház és akkumulátorláda közötti dugaszolót kihúzhatjuk és így elkerülhetjük a szélkerékbe esetleg becsapó villám kellemetlen hatását (a házra). Ezt a dugaszolót ugyanúgy köztjük, mint az árbocfalban levőt. Ezen kívül ezzel a megszakítással azt is elkerülhetjük, hogy a házban esetleg bekapcsolva nagyobb fogyasztó az akkumulátortelepet lemerítse. Az

6. táblázat A vezeték keresztmetszele a távolság függvényében

| Távolság, m | Keresztmetszet, mm ² |
|-------------|---------------------------------|
| 5 | 3,5 |
| 10 | 7,0 |
| 15 | 10,5 |
| 20 | 14,0 |
| 30 | 21,0 |

Megjegyzés: A táblázat a vezeték minimális keresztmetszeti méretét tartalmazza.

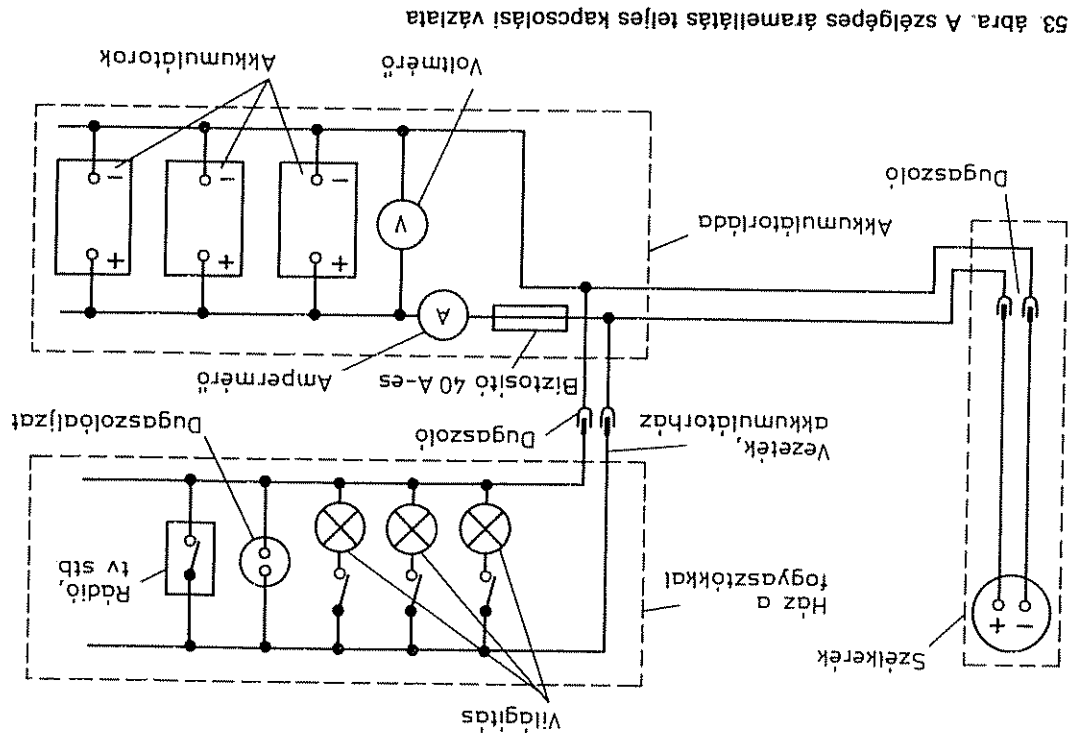
áramkört 50 A-es biztosítóval kell ellátni, amelyet az akkumulátorládán célszerű elhelyezni. Ez a biztosító fedezi a felmerülő fogyasztási igényeket, megakadályozza a rövidzárlati tüzeket, védi az akkumulátorokat túltelhelés ellen és a generátort a helytelen csatlakoztatástól. Mivel az ekkora áramerősségekre készített biztosítók igen drágák, megfelel pl. a VW Golf Diesel vagy más autózizzítógyertya körének 50 A-es biztosítója is, melyet elegendő két csavar közé beszorítani. A 0...25 A mérhető árampermért az akkumulátorládán jól látható helyen esőtől védetten kell elhelyezni. Ezzel a szélgep aktivítását könnyen ellenőrizhetjük. Teljeség kedvéért voltmérő szükséges a feszültség és feltöltöttségi állapot ellenőrzésére.

Azért, hogy a feszültségveszteségek és az áramsűrűség ne érjenek el túl magas értéket, a házon belüli min. 4 mm²-es rézvezetéknek kell alkalmazni. A többi vezetékre a következő szabály érvényes: minél nagyobb a távolság, annál nagyobb a keresztmetszet (6. táblázat).

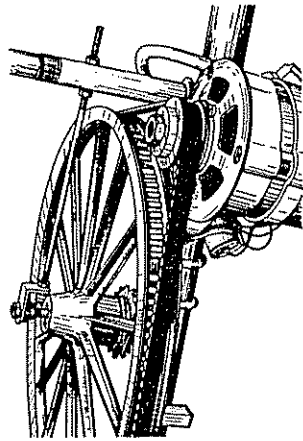
Karbantartás

Körülbelül három hónapi bejáratási idő után szükséges utánfeszíteni a lánchajtást. Erre az időre fejeződik be az elkerülhetetlen bejáratás. A generátor csuszogóúrit óvjuk meg a befolyó esőviztől. Ha védőfedelelet szerelünk fel, azokon szellőzőnyílásokat kell készíteni a diódahidak hőelvezetésére.

Elérkezett az idő a rozsdásodó alkatrészek felületvédelmére, bevonására időjárásálló festékkel. A csavarokéteket, amelyeket néha meg kell oldani gyengén besziroszunk.



53. ábra. A szélgep áramellátás teljes kapcsolási vázlatja



54. ábra. Fogazatszij-szegmensek felszerelésével a hátsókerékből nagy fogazott szíjtárcsa lett

A szélgépjünk keveset kopik, de nem kopásmentes. Ezért a szél- és időjárási viszonyoktól függően egy-három hónapos időközökben a következő helyeket felül kell vizsgálni:

- A lánc feszítésének ellenőrzése, utánállítása;
- A lánc beszorása spray-vel (olajozása);
- A fogazott szij feszítésének ellenőrzése, korrigálása;
- A teljes hajtómű akadásmentes tiszta futásának ellenőrzése, hibás alkatrészek kicserélése, újak beszerelése;
- A szénkefék hosszának ellenőrzése. Ha hosszuk kisebb mint 5 mm, újakat kell beépíteni. Ha nem kapunk megfelelő méretű szénkeféket, vásároljunk nagyobbakat és csiszoljuk méretre őket. Az így méretre alakított keféket forrasszuk be. (A szénkeféket könnyű csiszolni.)

Évente egyszer nagyobb felületvizsgálatra és karbantartásra van szükség, ahol az előzőeken kívül a következőket kell elvégezni:

- A láncokerekek és a lánc felújítása (kicserélése);
 - Az összes, két oldalról nem tömített csapágy kimosása és beszirosítása. Ide tartozik a kerékpár-hátsókerék csapágyazása és a generátor csapágyazása;
 - a generátor-csúszógyűrűk vizsgálatra és szükség szerinti szabályozása (esztergálás);
 - a szélkerék kötélszorítóinak és a tömlőszorító bilincseknek az utánhúzása;
 - a kerékpár kerékabroncsába ragasztott gumiszalag felújítása (kicserélése).
- Akinek ez az utolsó pont túl kényelmetlen, annak az 54. ábra szerinti ideális megoldást ajánlom. Eltekintve attól, hogy itt teljesen rozsdamentes BMX műanyag kerékről van szó, vágjunk fel egy használt fogazott szíjt 12 db 5 cm-es darabra és szereljük be a kerékabroncsba, fogazás-

sal kifelé! Így a hátsó kerékből egy igazi fogazott szíjtárcsa lesz. Ennek a változatnak három előnyös tulajdonsága van: nem kopik többé a gumiszalag; mivel a sűrűdásos kapcsolat fogazásos kapcsolattá válik, a fogazott szíj feszítése kisebb lehet; ez könnyebb futást, kisebb belső gyurási munkát és így hosszabb szíj-élettartamot eredményez.

Végül a fogazott szíj oldalait zsirozzuk meg, így az alkalmankénti csicsergés elmarad. Azok számára, akik szélgépjüket állandóan használnak, ez a kis pótmunka mindenképpen kifizetődik.

A fogazott szíjtárcsa elkészítése: a szíjból vágjunk ki 12 db 5 cm-es szakaszt. Távolítsuk el (készel) a szélső 1-1 fogat. A sima hátoldalra vágjunk és ragasszunk azonos méretű, két oldalán ragasztó ragasztószalagot. Ezután a készre szerelt hajtóművön a hátsó kerékre helyezzük fel a szegmenseket és a fogazott szíjjal szorítsuk rá őket. Ezzel a fogással a fogak egyenletesen, a fogazott szíj szerint fognak eloszlni a kerületen. A szerelés előtt meg kell lazítani a generátort rögzítő csavart, hogy a szegmensek elférjenek (a generátor elmozdításával). A kézi forgatókarral forgassuk meg a hajtóművet és győződjünk meg a szíj egyenletes futásáról. Ezután a lefaragott fogak helyén az abroncsot két oldalról fúrjuk meg és vékony rozsdamentes huzallal biztosítsuk a szegmenseket. A huzal a szíj fogárkába kerül, így nem fog zavarni.

A lánc utánfeszítése szintén kényelmetlen munka, mert a hátsó keréken végzett igazítások és szíjfeszítések után is el kell végezni. Megkönnyíti a munkát a rugóterhelésű, lehetőleg golyóscsapágyazású láncfeszítő, amelyet a versenykerékpárokon használnak. Ezt természetesen a laca ágba kell szerelni.

Az ajánlott tartozékok közé számíthatjuk a lánc esővíz elleni védőburkolatát, amely megakadályozza a kenőanyag kimosódását a láncból, és ezáltal meghosszabbítja annak élettartamát.

Teljesítményt javító lehetőségek

Az ismertett szerkezet legérzékenyebb pontja az elektronikus rész bizonytalan gyújtása. Mint korábban leírtuk, a generátornak a forgórész maradó mágnességének felhasználásával, a 0,7 V dióda áteresztési feszültségénél nagyobb feszültséget kell kelteni, amelyhez már nagy fordulatszám tartozik. A megoldást Schottky-diódának hívják, mert ez a dióda már 0,3 V-nál átereszt az áramot. Egy db 3 A terhelhetőségű Schottky-dióda beépítése a normál egyenirányító dióda helyett (l. a 28. ábrát) tartósan megoldja gyújtási problémáinkat. Ennek a diódának a hátránya nem annyira a magasabb beszerzési árában, hanem abban áll, hogy a kereskedelemben igen nehezen kapható.

A megváltoztatott feszítés csökkenti az árbocra ható hajlítóerőt, amely viharban jelentős lehet. A szélkerék átmérőjének csökkentése nemcsak a hajtóművet és generátort kíméli, hanem az árbocot is tehermentesíti. A magasabban fekvő kikötési pont csökkenti a teherkارت, a kisebb szélke-rékfelület pedig a szélkerékre ható tolóerőt.

Aki még mindig nem elégedett, további feladatot vállalhat. Ez abban áll, hogy kísérletezéssel (az áttétel változtatásával) ki kell keresnie a szélkerék és generátor optimális viszonyát. Ezt a kis lánckerék cserélgetésével célszerű végezni.

Eddig 17 : 1 áttételi viszonyt említettem legkedvezőbbnek, ami az átlagos generátorteljesítményt, 40 A-t figyelembe véve optimális is. Ha valaki szelesebb vidéken lakik, vegyen erősebb, 50 A-es generátort és az áttételi viszonyt süllyessze 15 : 1-re vagy 16 : 1-re. Aki szélszegény vidéken lakik, vegyen kisebb 30...35 A-es generátort és az áttételt növelje 18 : 1-re vagy 19 : 1-re.

További teljesítménynövelés csak az itt leirt alaponstruktúráról való eléréssel lehetséges. Bizonyos, hogy az árboc magasztása eredményt hoz. Ennél az árbocnál ügyelni kell arra, hogy a cső megfelelően merev legyen (nagyobb csőátmérő). Ezáltal nehezebb is lesz. Ezt az árbocot a kedvezőtlen emelőkararányok miatt nehezebb felállítani és dönteni, szükség esetén pótbereendezéseket, emelőket kell alkalmazni. Végül az árbocmagassággal összhangban a merevítők kötési helyeit is módosítani kell.

Végül növelhetjük a teljesítményt a szélkerék átmérőjének növelésével. Ezt csak azoknak ajánlom, akik még több szelenergiát szeretnének vagy szükségük van rá, noha a szélviszonyok ilyen berendezések gazdaságos üzemeltetését nem – vagy még nem – teszik lehetővé. Kivétel a saját építészeti „szélérmű”, amely nem függ a kereskedelembe kapható berendezésektől és bizonyos határok között a helyi adottságokhoz igazítható.

A megoldás így hangzik: a szélkerék átmérőjének növelésével az áttételi viszonyt is növelni kell. Ha például az eredeti 2,4 m-es átmérőt 2,88 m-re, azaz 1,2-szeresére növeljük, akkor az áttételi viszonyt $17 \cdot 1,2 = 20,4$ -re kell növelni. A vitorlák szélessége és állásszöge változatlan marad. Ennél a változatnál az árbocot és még jó néhány alkatrészt meg kell erősíteni a megfelelő viharállóság érdekében.

Fordított esetben, ha a szélgépet igen szeles vidéken kívánják felállítani, a szélkerék átmérőjének csökkentését javaslom. A szélkerék felületének csökkentésével járó teljesítményvesztés a nagy szélesebbségek miatt jócskán megtérül.

A különösen viharálló szélgép adatai így alakulnak: a szélkerék átmérőjét 2,25 m-re kell csökkenteni; a vitorlák szabása és állásszöge változatlan marad; erősebb, lehetőleg 50 A-es generátort kell alkalmazni, az áttételi viszonyt nagyobb lánckerék, ha szükséges nagyobb fogazott szíjtárcsa alkalmazásával 14...15-re csökkenteni. Feszítő huzalok felerősítési helyét az árboc 7 cm-el feljebb kell tolni. Ha elég hely van, a kihorgonyzási pontokat az oszloptalptól 4 m-ről 5...6 m-re kell növelni. Továbbá négy feszítőhuzal többet tart mint három.

Az alkatrészek beszerzése

Tapasztalataim szerint nem az építés, hanem az alkatrészek beszerzése jár a legtöbb munkával. Ha Ön ez után az építési utasítás olvasása után arra az elhatározásra jutna, hogy szélgépet építsen, gyűjtsön össze mindent, ami az itt alkalmazott alkatrészekhez hasonlóit – eldobni mindig lehet!

A különböző alkatrészek beszerzése igen problematikus, hiszen a különböző szaküzletek áruválasztéka igen eltérő. Ezért anyagbeszerzési jegyzék összeállításával sok felesleges futkosást lehet megakartítani. Tehát vásároljunk jegyzék segítségével.

A vásárlásokhoz vigyünk magunkkal mérőszalagot és tolmérőt, esetleg csatlakozó alkatrészt. A szerző utolsó tanácsa az alkatrészbekbeszerést illetően: türelem alkatrészt terem.

A feladványok megoldása

1. 700 N .

2. $W = F \cdot l = 700 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} = 1400 \text{ N} \cdot \text{m}$.

3. $P = \frac{F \cdot l}{t} = \frac{1400 \text{ N} \cdot \text{m}}{10 \text{ s}} = 140 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{s}} = 140 \text{ W}$.

4. Azonos energiája van a lépcsómászáshoz használttal, azaz $1400 \text{ N} \cdot \text{m}$.

5. 10 m/s .

6. Az össztejlesztítmény egyenlő a két izzólámpa teljesítményének összegével, tehát $25 + 15 = 40 \text{ W}$.

7. $P = UI$ tehát $I = \frac{P}{U}$.

$I_1 = \frac{P_1}{U} = \frac{15 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 1,25 \frac{\text{V} \cdot \text{A}}{\text{V}} = 1,25 \text{ A}$.

8. $I_2 = \frac{P_2}{U} = \frac{25 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 2,08 \text{ A}$.

9. A 3 ampermérőn mindkét izzólámpa áramának át kell folyni:

$I_3 = I_1 + I_2 = 1,25 \text{ A} + 2,08 \text{ A} = 3,33 \text{ A}$.

A feszültségből és az eredő áramból I_3 természetesen újra az össztejlesztítmény adódik:

$12 \text{ V} \cdot 3,33 \text{ A} = 40 \text{ V} \cdot \text{A} = 40 \text{ W}$.

10. $R = \frac{U}{I} R_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{12 \text{ V}}{1,25 \text{ A}} = 9,6 \frac{\text{V}}{\text{A}} = 9,6 \Omega$.

11. $I = \frac{P}{U} = \frac{400 \text{ W}}{13 \text{ V}} = 30,7 \frac{\text{V} \cdot \text{A}}{\text{V}} = 30,7 \text{ A}$.

A biztosítónak min. 31 A-t kell bírnia, tartalékolási szempontok figyelembevételével 40...50 A-es biztosító szükséges;

$$12. I = \frac{U}{R} = \frac{12 \text{ V}}{5 \text{ V/A}} = 2,5 \text{ A.}$$

13. 40 s.

A magyarországi szélkerekek

Hazánkban a szélkerekek most vannak elterjedőben. Hajdan a szélmalomok megszokott elemei voltak a magyar tájnak, de eltűnésükkel hosszú időre elfeledkeztünk a szélenergjáról is. (55. ábra)

Mai energiaszegény világunkban újra fel kell fedeznünk a szélkereket. A szelesebb domboldalakon, vagy sík vidékeken feltűnedező saját gyártású szélkerekek a barkácsolók, ezermesterek ügyes kezéről, bő műszaki fantáziájáról tanuskodnak.

Hazánkban a MÉM Műszaki Intézet foglalkozik a szélhasznosítással, elsősorban az állattenyésztés területén. Az 1979 óta folytatott kísérletekben azt vizsgálták, hogy az egyszerű kivitelű sűrű lapozású szélkerekek alkalmasak-e folyamatos energiatermelésre.

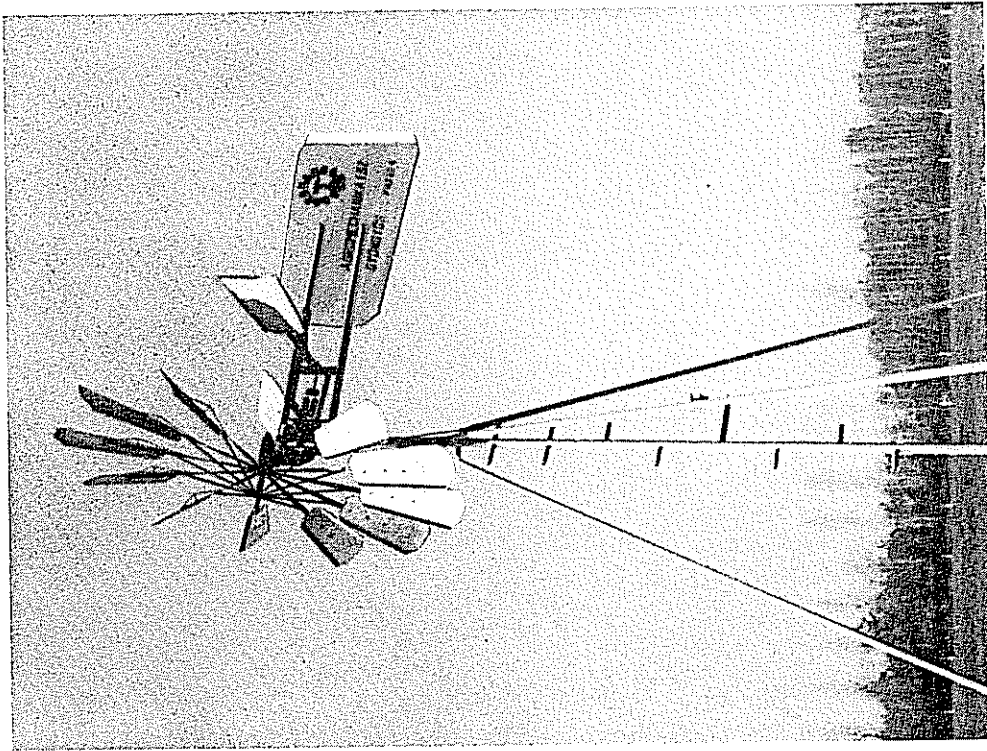
A legelő állatok számára vízszivattyúzásra használják a szélgépek nagyobb részét dugattyús szivattyúval a fűrt kutakhoz, vagy membránszivattyúval az ásott, sekélyebb kutakhoz (56...58. ábra). Ezzel párhuzamosan folytak a kísérletek a villamos hálózattól távoleső területek villamosenergia-ellátásának megoldására.

A kísérletsorozat 1983-ban zárult le. Megállapították, hogy a vizsgált, sűrű lapozású gyors forgású szélmotorok gazdaságosan használhatók legelői vízellátás céljára. A hazai fejlesztésű típusok kis szélesebbséggel elindulnak és már 2,2...2,5 m/s-os szélesebbségnél jelentős mechanikai munkát végeznek. Szélcsendes időszakokra tartalék energiátárolókról kell gondoskodni.

A villamosenergiát előállító hazai gyártású szélmotorok jelenlegi kivételükben akkumulátorok töltésére alkalmasak. Nem versenyezhetnek a hálózati villamosenergia-szolgáltatással, de olcsóbb energiát állítanak elő, mint a benzinmotoros áramfejlesztő generátorok.

A szélmotorok teljesen automatizált üzeműek, felügyeletet nem igényelnek, csak időszakos karbantartást, és az akkumulátorok ellenőrzését. A kísérlet során 24 V-os törpefeszültségű egyenárammal működő világítási hálózatot, vagy háztartási gépeket üzemeltettek a szélkerekekkel.

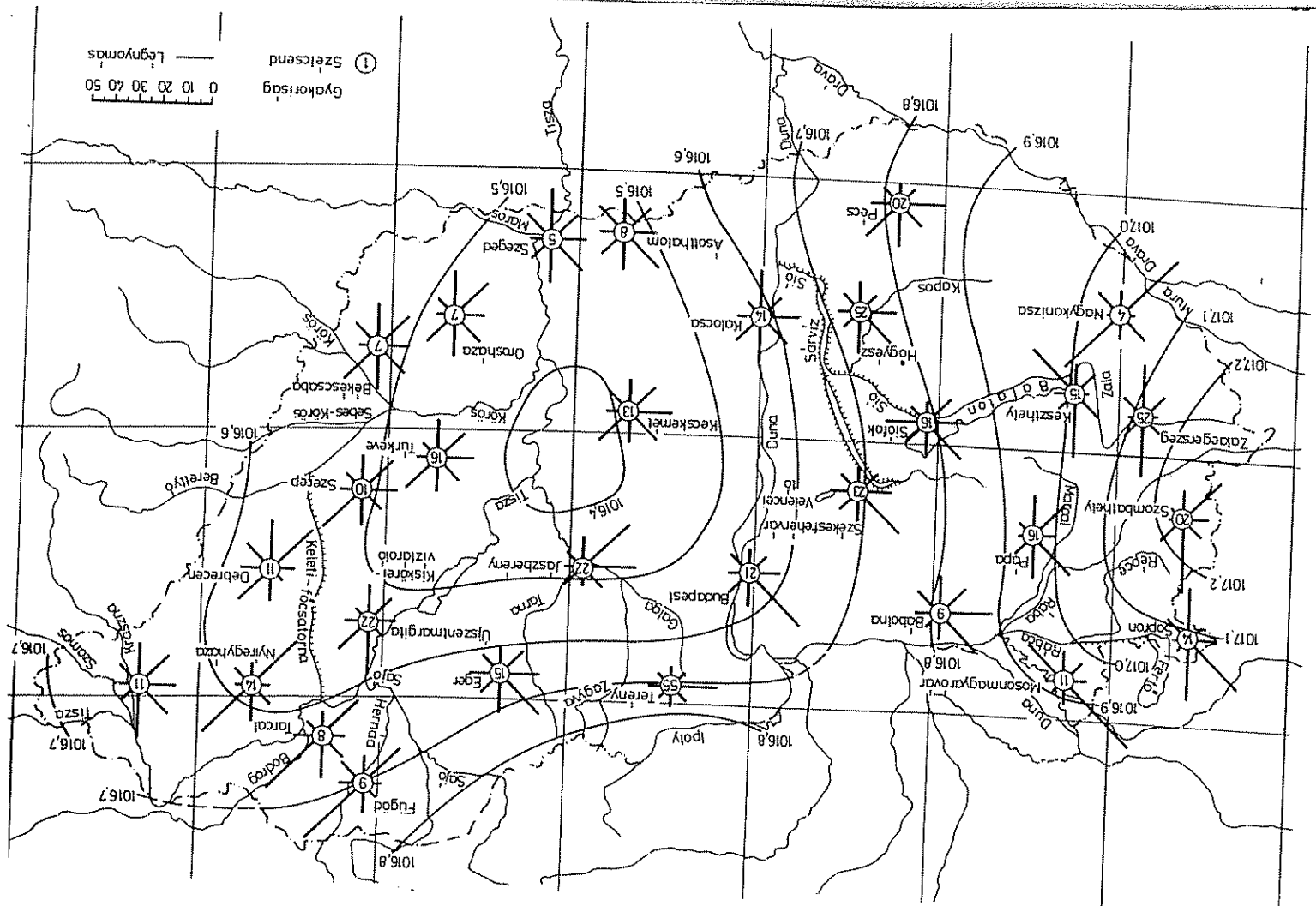
A vizsgált szélmotorokat a Nyiregyházi Mezőgép Vállalat, a Budaörsi Taurina Szarvasmarhatenyésztő Közös Vállalat és a Gyöngyösi Vas- és Fémipari Szövetkezet gyártották.

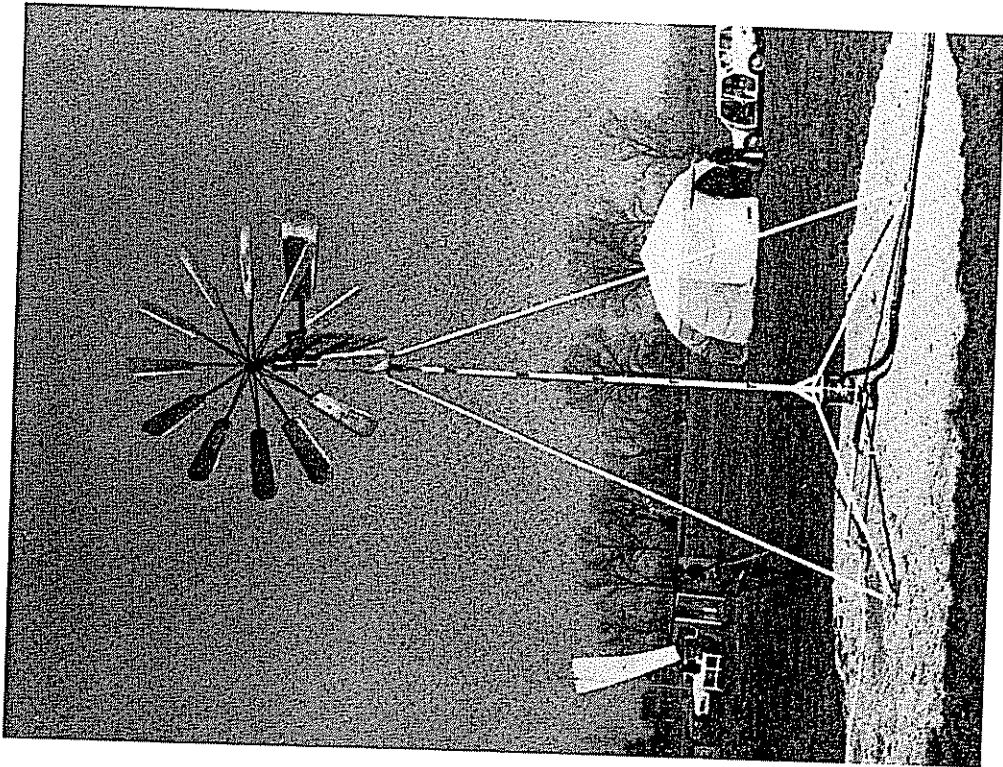


56. ábra. SZEVSZ-3,5 szélmotoros vízszivattyú

Az előbbi alkalmazási területeken kívül legújabbban a Vízügyi Hivatal irányításával kísérleteket végeznek a bioszélmotorral, amelyet szennyvizek levegőztetésére használnak. A balmazújvárosi kísérlet során 1/2 év alatt sikerült megtisztítani a szennyvíztároló rendszerét a vizet forgató, keverő szélmotorokkal.

A következőkben a magyarországi kísérletek során alkalmazott szélgépek gazdasági, műszaki adatait, valamint a tapasztalt szélesebesség-értékeket közöljük (7., 8. táblázat).

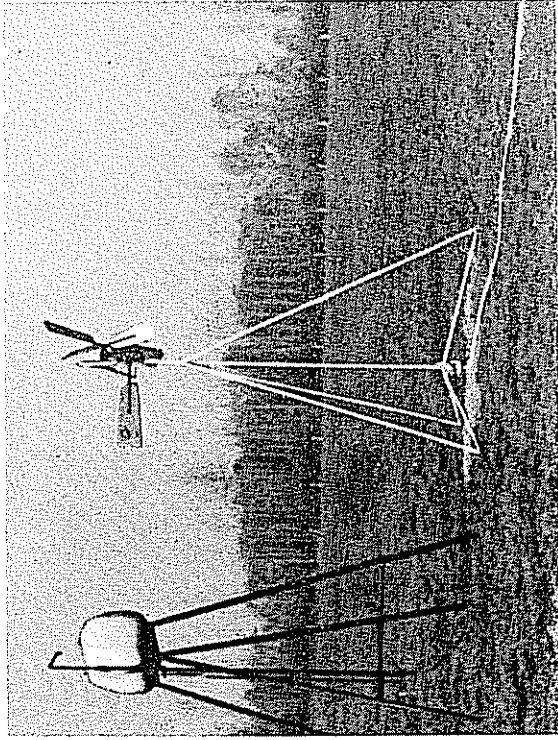




57. ábra. SZEVSZ-2,5 szélmotoros vízszivattyú

Az egyes áramfejlesztő szélgépek beruházási és üzemelési költségértékeit a benzinmotoros áramfejlesztőhöz hasonlítva a 9. táblázat tartalmazza.

A hazánkban gyártott szélgépek főbb műszaki jellemzőit összefoglalva a 10. táblázatban közöljük. Ezt követi néhány gép részletesebb leírása. A Magyarországon gyártott vízhozó és villamosáram-termelő szélgépek fontosabb adatai:



58. ábra. SZEVSZ-1,6 szélmotoros vízszivattyú

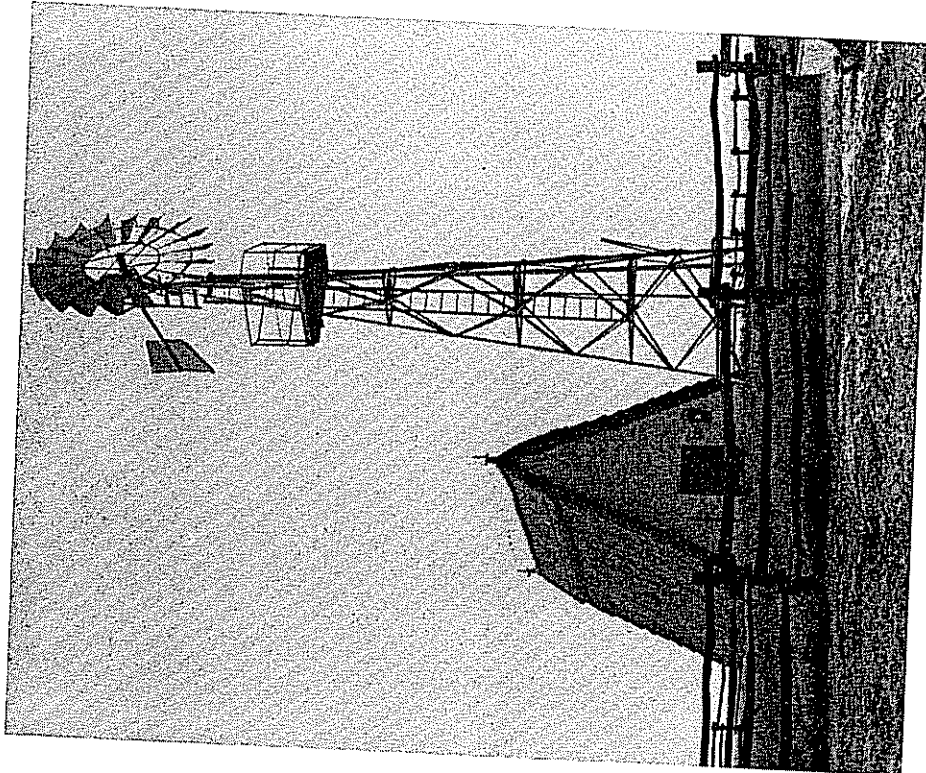
SZGV-3,6 vízhozó szélmotor

A háromlábú, gúla alakú, rácszott acélszerkezetű torony csúcsán helyezkedik a hajtómű, a lapátkerékkel és a faroklapáttal (59. ábra). Megfelelő szélességnél a faroklapát szélirányba állítja a lapátkeréket, amely forogni kezd. Ez a forgó mozgás a hajtóműben lassító homlokfogaskerékes áttételen át kulisszakerék és kulissza közbeiktatásával egyenes vonalú mozgássá alakul át. A kulisszához csatlakozó rudazat továbbítja a mozgást a kútban elhelyezett dugattyús szivattyúhoz. A dugattyú felfelé mozgatásával emeli ki a vizet a kútból, a megvezető és tartó csővezetékken át a tárolótartályba. Viharos szélességeknél a szélmotor viharvédelmi rendszere, amelyet a faroklapát működtet, megvédi a berendezést a káros túlpörgéstől.

A lapátkerék $2,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ -től $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ szélesség tartományban üzemel $28 \dots 100 \text{ min}^{-1}$ fordulattal.

A szélmotor állványzatának magassága 12 m, a lapátkerék átmérője 3,6 m, a torony alapja 1620 mm sugarú körön helyezkedik el.

Gyártja: Mezőgépgép Vállalat, Nyíregyháza
Ára: 109 000 Ft.



59. ábra. SZGV-3,6 típusú vízhozó szélmotor

SZGV-2,6 vízhozó szélmotor

A háromlábú gúla alakú térben rácsozott acélszerkezetű torony csúcán helyezkedik el a hajtómű a lapátkerékkel és a faroklapáttal (60. ábra). Megfelelő szélesebségnél a faroklapát szélirányba állítja a lapátkeréket, mely forogni kezd. Ez a forgó mozgás a hajtóműben módosítás nélküli forgattyús tengely közbeiktatásával 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, a csővezetéken át

a tárolótályba. Viharos szélesebségeknél a gép viharvédelmi rendszere, amelyet a faroklapát működtet, megvédi a lapátkeréket és hajtóművet a káros túlpörgéstől.

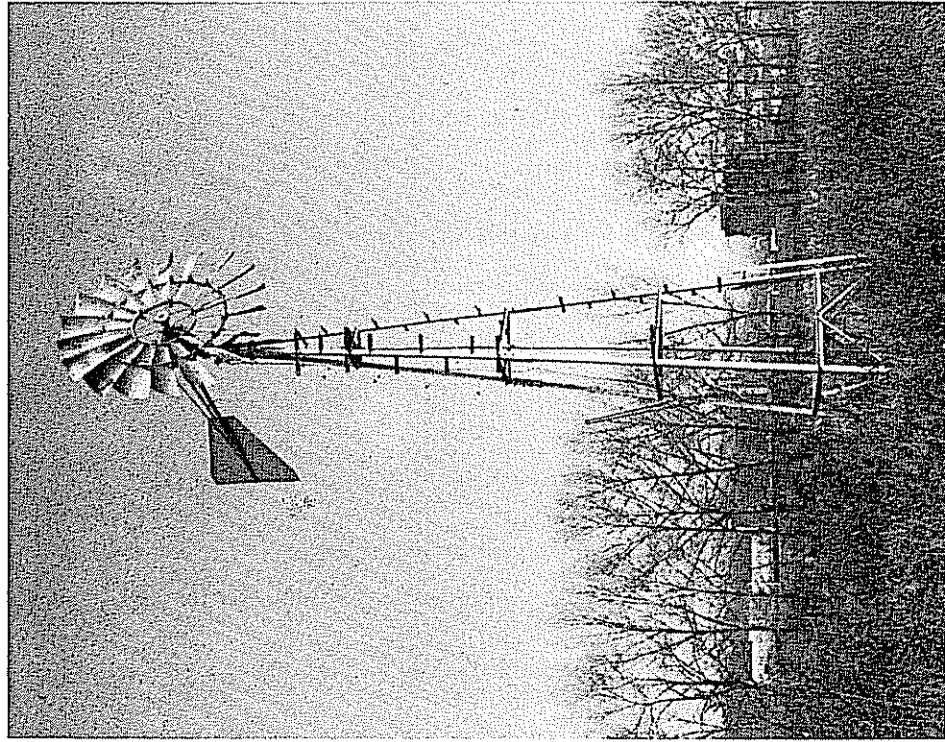
A hajtómű lökethossza 116 mm.

A 2,6 m átmérőjű lapátkerék $2,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ -ől $12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ szélesebségtartományban üzemel $30 \dots 80 \text{ min}^{-1}$ fordulattal.

A szélmotor állványának magassága 8 m. A torony alapja 830 mm sugarú körön helyezkedik el.

Gyártja: Mezőgépi Vállalat, Nyiregyháza

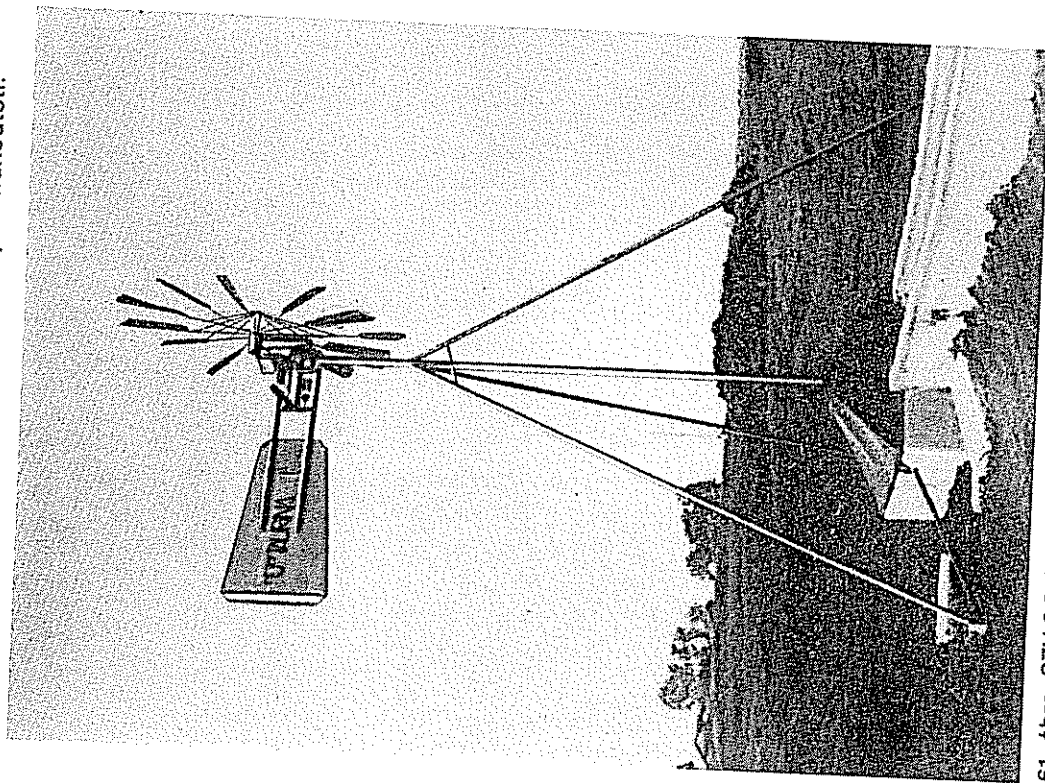
Ára: 42 000 Ft (irányár).



60. ábra. SZGV-2,6 típusú vízhozó szélmotor

SZV-2.0 vízhúzó szélmotor

A háromlábú gúla alakú acélszerkezetű torony csúcsán helyezkedik el a hajtómű a lapátkerékkel, a farok- és segédlapáttal (61. ábra). Megfelelő szélesebségnél a faroklapát szélirányba állítja a lapátkeréket, amely forogni kezd. A lapátkerék tengelye a hajtóműházban excenteres kiképzésű. A forgó mozgást az excenterhez csatlakozó acélcső rudazat egyenes vonalú mozgássá alakítja át, amely a membránszivattyút működteti. A viharvédelmi mechanizmust segédlapát működteti.



61. ábra. SZV-2.0 típusú vízhúzó szélmotor

Az excenter lökethossza 20 mm.

A 2,38 m átmérőjű lapátkerék $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ -től $9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ szélesebség-tartományban üzemel $30 \dots 80 \text{ min}^{-1}$ fordulattal.

A szélmotor állványának magassága 6 m, a torony alapja 1500 mm sugarú körön helyezkedik el.

Gyártja: Taurina Szarvasmarhatenyészti Közös Vállalat, Budaörs.

Ára: 41 000 Ft.

SZGA-4.1 villamos szélmotor

A háromlábú, térbeli rácsozatú, gúla alakú acélszerkezetű állvány csúcsán helyezték el a generátoros egységet. A lapátkeréket a generátoros egység hajtóművének tengelyére szerelték. Megfelelő szélesebségnél a lapátkerék forgásba hozza a hajtómű bemenő tengelyét, mely gyorsító áttétellel, tengelykapcsoló közbeiktatásával meghajtja a generátort. A generátorban keletkező váltakozó áramot egyenirányító és feszültség-szabályozó alakítja át a 28 V feszültséget egyenárammá. A generátortól rézkábelek vezetnek az akkumulátortelephez. A gép viharvédelmi rendszert az excenterházon elhelyezkedő lapátkerék és faroklapát működteti, megvédi a berendezést a káros túlpörgéstől. A viharvédelmi berendezést talajról kézi karral is működtetni lehet, s ezzel a gép üzemben kívüli állapotba helyezhető.

A lapátkerék $2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ szélesebség-tartományokban üzemel, $20 \dots 60 \text{ min}^{-1}$ fordulattal.

A névleges teljesítmény 1 kW (28 V).

A szélmotor toronymagassága 12 m, lapátkerék átmérője 4,1 m, a torony alapja 1620 mm sugarú körön helyezkedik el.

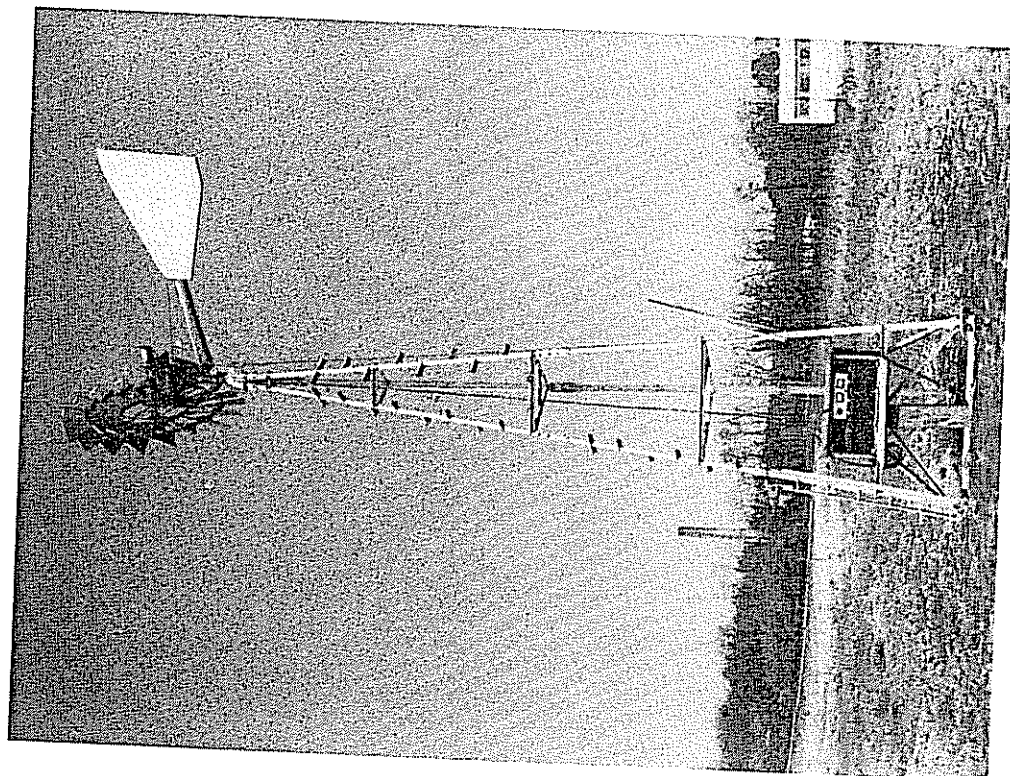
Gyártja: Mezőgép Vállalat, Nyiregyháza

Ára: 100 000 Ft (irányár).

SZGA-2.6 villamos szélmotor

A háromlábú, térbeli rácsozatú, gúla alakú acélszerkezetű állvány csúcsán helyezték el a generátoros egységet (62. ábra). A lapátkerék a generátoros egység hajtóműtengelyére van felszerelve. Megfelelő szélesebségnél a lapátkerék forgásba hozza a hajtómű bemenő tengelyét, mely a gyorsító áttétellel, tengelykapcsoló közbeiktatásával meghajtja a generátort. A generátorban keletkező váltakozó áramot egyenirányító és feszültség-szabályozó alakítja át egyenárammá. Az így keletkezett egyenáramot szigetelt rézkábelek vezeték az akkumulátortelephez. Viharos szélesebségeknél a szélmotor viharvédelmi rendszere megvédi a berendezést a káros túlpörgéstől.

A lapátkerék $2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ $12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ -os szélesebség tartományban üzemel $22 \dots 80 \text{ min}^{-1}$ fordulattal.



62. ábra. SZGA-2,6 típusú villamos szélmotor

A névleges teljesítménye 0,5 kW (14 V).

A szélgépp toronymagassága 8 m, a lapátkerék átmérője 2,6 m, a torony alapja 883 mm sugarú körön helyezkedik el.

Gyártja: Mezőgépp Vállalat, Nyíregyháza

Ára: 40 000 Ft (irányár).

7. táblázat A szélességek jellemzése és becslése

| Megnevezés | m/s | km/h | Beaufort-fok |
|----------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------------|
| Enyhe (arcon alig érezhető) | 1,5...3,6 | 5,4...12,5 | 2 |
| Gyenge (mozgatja a leveleket) | 3,5...5,5 | 5,4...12,5 | 3 |
| Mérsékelt (felkavarja a port és a fák kisebb ágai mozognak) | 5,5...8,0 | 19,8...28,8 | 4 |
| Élénk (a lombos fák hajladozni kezdenek) | 8,0...11,0 | 28,8...40,0 | 5 |
| Erős (a fák meghajlanak) | 11,0...14,0 | 40,0...50,0 | 6 |
| Igen erős (a levelek lehullanak) | 14,0...17,0 | 50,0...61,2 | 7 |
| Viharos (az ágak letörnek) | 17,0...21,0 | 61,2...75,6 | 8 |
| Vihar (a fák kitörhetnek) | 21,0...24,0 | 75,6...86,4 | 9 |
| Erős vihar (anyagyi károk keletkeznek) | 24,0...29,0 | 86,4...104 | 10 |
| Orkán (megrongálja a házakat) | 29,0...33,0 | 104...119 | 11 |
| Orkán | 33,0... — | 119... — | 12 |

* A zárójelben közölt érték kW h-ban van megadva

| Magnevezés | Típus | Éves - üzemóra* | Beruházási költség, Ft összesen, Ft | Éves üzemeltetési költség | |
|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------|------------------------------|-----------|
| | | | | Ft/év | Ft/kW - h |
| Benzinmotoros áramfejlesztő | KGS-207 2 kv - A - h 20 V, 8,7 A | 1095 (2190) | 40 000 | 62 430 | 28,5 |
| Benzinmotoros áramfejlesztő | MPN-5-170 CX 220/380 V, 3,5 kv - A | 1095 (38 325) | 93 000 | 81 350 | 21,22 |
| Aramtermelő szélmotor | SZGA-2,6 14 V, 36 A | 1825 (684,4) | 55 000 | 12 900 | 18,92 |
| Aramtermelő szélmotor | SZGA-4,1 28 V, 38 A | 2555 (12 775) | 120 000 | 21 100 | 16,51 |

9. táblázat A villamosenergia-előállítás beruházási és üzemeltetési költségei

| Mérési hely | Az Országos Meteorológiai Intézet mérési adatai | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| 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 |
| 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 |
| 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 |
| 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 |
| Kékestető | 3,2 | 3,2 | 3,4 | 3,4 | 2,6 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 3,6 | 3,3 | 3,6 |
| Keszthely | 2,6 | 2,8 | 3,5 | 3,5 | 2,8 | 3,0 | 2,4 | 2,5 | 2,1 | 2,4 | 3,0 | 2,8 |

8. táblázat A szélsebesség átlagos havi értékei

10. táblázat A szélgépek fő műszaki adatai

| Magnevezés | Aramtermelő | | | | Vízszivattyúzó | |
|---------------------------------------------|--------------------------------|----------|----------|----------|----------------|------|
| | SZGA-4,1 | SZGA-2,6 | SZGV-3,6 | SZGV-2,6 | SZV-2 | |
| Lapátok szám, db | 18 | 18 | 18 | 18 | 12 | 12 |
| Indítási szélesség, m/s | 2,5 | 2,5 | 2,3 | 2,2 | 3 | 3 |
| Szabályozási szélesség, m/s | 10 | 12 | 10 | 12 | 9 | 9 |
| Névleges teljesítmény a lapátokéknél, k | 4700 | 1890 | 3500 | 1890 | 1580 | 1580 |
| Generátor névleges teljesítménye, V - A | 1000 | 500 | - | - | - | - |
| Névleges feszültség, V | 28 | 14 | - | - | - | - |
| Üzemeltetett szivattyú | - | - | - | - | - | - |
| Névleges vízszállítás ($H = 10$ m), l/min. | - | - | 25 | 22 | 32 | 32 |
| Gyártó vállalat | Mezőgépi Vállalat, Nyíregyháza | | | | | |
| Budaörs | Taurina | | | | | |

Irodalom

- Betz, A.: Windenergie und ihre Nutzung durch Windmühlen Grebenstein, Verlag Claudia Lorenz
- Brink, H. W.: Windmühlen im Selbstbau Forschungsinstitut für sanfte Technologie. Forst. Haltern - Sythen
- Molly, P.: Windenergie in Theorie und Praxis. Karlsruhe, C. F. Müller Verlag
- König, F. V.: Windenergie in praktischer Nutzung. München, Udo Pflriemer Verlag



Kiadja a Műszaki Könyvkiadó
Felelős kiadó: Szűcs Péter igazgató
Felelős szerkesztő: Körtvélyesi Istvánné okl. építészmérnök
A szedés a Műszaki Könyvkiadóban készült

Révai Nyomda Egri Gyáregység
Felelős vezető: Horváth Józsefné dr. 87 4600 6400 db

Műszaki vezető: Körrizs Károly
Műszaki szerkesztő: Kozák Erzsébet
A kötetet tervezte: Sebes János
A könyv ábráit rajzolta: Peter Frieden és Olgyay Géza
A könyv formátuma: A5
Ívterjedelme: 6 (A5)
Ábrák száma: 63
Papír minősége: 80 g ofszet
Betűcsalád: Helvetica
Azonosítási szám: 31827
Kézirat lezárva: 1986. május
MŰ: 4035-h-8790
Készült az MSZ 5601 és 5602 szerint