

# ÚSZÓKOTRÓK VILLAMOS BERENDEZÉSE

Átalakítások, felújítások frekvenciaváltókkal

Szerző:

Lippai Mihály villamosmérnök  
bányavillamossági szakértő  
vezető tervező

## **BEVEZETÉS**

A hazai kavicsbányászatban elterjedt az a módszer, hogy külföldön felszámolt cégek után, vagy más okból használaton kívül helyezett, többnyire lerobbant úszókotró berendezéseket vásárolnak meg; ezeket többé-kevésbé felújítják, majd évekig tovább termelnek velük.

A felújítások csak a legkritkább esetekben történnek korszerű eszközökkel. Általában a 25-30 éves műszaki színvonalnak megfelelő állapotot konzerválják az ilyen felújítással.

Az én feladatomban az volt, hogy az egyik hazai bányavállalatnál három ilyen gép felújítását vettem tervbe korszerű eszközök alkalmazásával. Az egyik készülékgyártónál a frekvenciaváltó alkalmazását támogató mérnök kollégám segítségével kialakított megoldás ismertetése e leírás célja.

A fejlesztés egy 1985-ben gyártott kotróval kezdődött, amely szintén használaton került az országba. A munka előnye az volt, hogy az üzemben még termelt egy régi, bérelt gép, így a megoldás, a program kidolgozására a viszonylag nyugodt körülmények, a segítőkész környezet biztosított volt.

### **AZ ÚSZÓKOTRÓK FAJTÁI**

A felújítás során markolókanalas<sup>1</sup> kotrók közül két fő típussal találkoztam.

#### 1.) billenőgémes



**1. ábra**

#### 2.) futómacskás



**2. ábra**

A fentiekben kívül sokféle más típus, kombináció is létezik, többek között olyan, amelynél a hídon – inkább lábakon – vannak a termelőmű motorjai, hajtóművei, kötéldobjai, és amely nem mozog, hanem a felemelt kanál alá surrantót hajtának fel (alulról) vagy be (oldalról). Léteznek tovább más eljárások vedersoros kotróktól a szivattyúval, vízzel termelő kotrókon át a folyón, tavon uszályra termelő katamarán rendszerű kotrókig. Az országba bekerült régiek közül aligha van viszont még azonos gyártótól is két egyforma típus, amelyre felújítást lehetne tipizálni.

---

<sup>1</sup> Ezek mind záróköteles működésűek; léteznek még hidraulikus zárású típusok is, de ilyenekkel még nem foglalkoztam.

## AZ ÚSZÓKOTRÓK HAJTÁSÁIRÓL ÁLTALÁBAN

Az emelőberendezésekben a hajtásokkal szemben mindig legnagyobb probléma az indításkor szükséges nagy nyomaték. Az markolókanalas úszókotrók emelési folyamataiban ehhez hozzájárul a kanálzárás és az anyag kiemelésének – figyelembe véve az esetleg jelentkező omlásokat – többszörös nyomaték-igénye, mivel az emelés első másodperceiben a teher többszörösének megmozdítására lehet szükség. Ebből a szempontból előnyös a záróköteles markoló, mert a zárómotor, illetve kötél az anyag kiemelésében is részt vesz. Míg a hidraulikus zárású kanalakkal ellátott gépeknél nagyobb szokott lenni motorteljesítmény-tartalék.

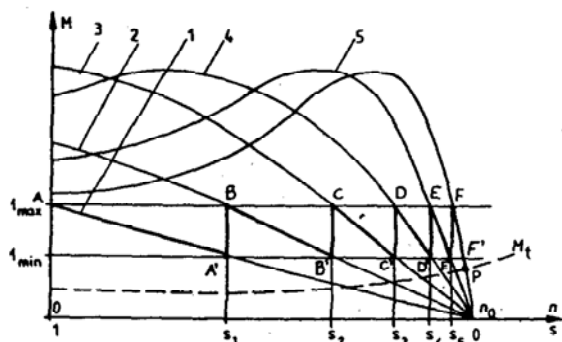
A nagy indítónyomatékot adó hajtások hagyományos módja a tekercselt forgórészű (csúszógyűrűs) motorok alkalmazása, jóllehet, egyes szakirodalmi források szerint, ezeket egy időben egyenáramú hajtásokkal váltották fel.

Én azonban – gyakorlatomban – még egyenáramú hajtással nem találkoztam.

### Tekercselt forgórészű (csúszógyűrűs) aszinkron motorok

A tekercselt forgórészű hajtások nagy nyomatéka tehát előny, ugyanakkor a nem körültekintően létesített (horribile dictu: méretezetlen) energiaellátás esetén a többszörös nyomatékhoz szükséges többszörös áramok nem állnak rendelkezésre, nem jöhetnek létre a tápláló rendszerben létrejövő nagy feszültségesések miatt.

*Ez alól kivételt képezhetnek azok a megoldások, amelyeknél a 20/0,4 kV vagy 6/0,4 kV-os transzformátor az úszóművön van.*



3. ábra

Rövid magyarázat mellett tekintsük meg a 3. ábra diagramját.

A motor indításkor rendre az 1-2-3-4-5. görbék szerinti karakterisztika adódik a forgórész-köri ellenállások fokozatonkénti kiiktatásakor. A rövidre zárt csúszógyűrűt – tegyük fel – a számmal nem jelölt görbe jelenti. Jól látható, hogy létezik olyan alkalmasan megválasztott ellenállás, amikor a billenőnyomaték eltolódik a nulla fordulatszámig, az indításig. Következésképpen: indításkor a szükséges nagy nyomatékot is létre lehet hozni.

A motorok nagyáramú kapcsolói, a csúszógyűrű, a kefék, az indítóellenállás-rendszer gyakori hibaforrások, illetve rendszeres karbantartást igényelnek.

### Egyenáramú hajtások

Az egyenáramú hajtásokban az egyenirányító rendszer különlegessége, a kapcsolórendszer, a kommutátor stb. jelenthet problémát, lehet karbantartás-igényes.

Kétségtelen viszont, hogy az egyik [szakirodalmi forrásom](#) (a **fenntartásokkal kezelendő** nyersfordítása: [itt van](#)) éppen egyenáramú hajtásokkal gyártott berendezéseknek aszinkron motorra, frekvenciaváltásra való átalakítását taglalja.

*Annyi azonban tudható e témában, hogy az egyenáramú motor sokkal drágább, mint az aszinkron. A vezérelt egyenirányító miatt az egyenáramú hajtások hálózati áramának felharmonikus tartalma rendkívül nagy. Előny viszont az, hogy az egyenáramú hajtás közvetlenül képes visszatáplálni a hálózatba, de ehhez ennél is egy másik egyeségre (ld.: majd a „Frekvenciaváltós hajtások”) van szükség, egy második vezérelt egyenirányítóra. (Létezik egy takarékosabb megoldás is. Itt viszont az egyenáramú*



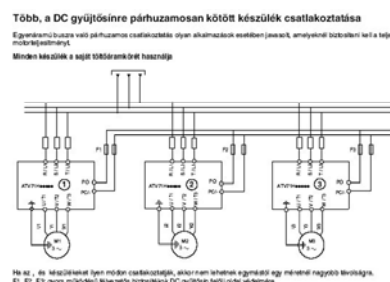
Tapasztalataim a névleges fordulatszámmal történő süllyesztéskor a két motor összteljesítményének 35-40%-a a keletkező teljesítmény<sup>3</sup> (de mindig csak az emelőmotor táplál vissza), amely elég jelentős ahhoz, hogy valamely visszatáplálási eljárásban gondolkozunk.

Kotró utáni, és a kotró elosztójáról (transzformátoráról) üzemeltetett mögöttes technológia esetén lehetséges ezeket szintén frekvenciaváltóról táplálni. Majd minden frekvenciaváltó típusnak van kivezetett egyenáramú kapcsa, melyeket összekötve DC-sínt<sup>4</sup> lehet képezni. Alkalmasan megválasztott típusok közül a technológia hajtásához tartozó és az emelőműhöz tartozó frekvenciaváltókat tehát DC-sínen keresztül össze lehet kötni. Amikor az emelőmotor DC-kapcsain megnövekszik a feszültség, a DC-sínen lévő frekvenciaváltók hálózati oldali egyenirányítói zárnak, a frekvenciaváltók inverterei a DC-sínről veszik az áramot, és a keletkező energiát így a technológia használja el. (Addig a hálózatról nem vesz fel áramot.)

A DC-kapcsokra (DC-sínen) **hálózati visszatápláló-fékező egységet** is lehet kapcsolni, mely egy invertert tartalmaz: a keletkező egyenáramot **cosφ=1** értékkel a hálózat háromfázisú váltóáramává alakítja, s így jön létre a visszatáplálás.

Általában a technológia csak a keletkező energia 45-50%-át lenne képes felhasználni, de ez egyedi vizsgálatot igényel.

*A tapasztalatok 2 x 55-90 kW-os főmotor teljesítményekre vonatkoznak. Valami arányosság azonban van, mert ilyenkor 22-30 kW víztelenítő vibrátor-teljesítmény lehet, illetve 7,5-11 kW-os szalag-motorok (mondjuk 2-4 db). Nem szabad azonban ezzel direktben számolni: a motorok adattábla-teljesítménye egyrészt ugyan tengelyteljesítmény, és a felvett hatásos teljesítmény ennél nagyobb is lehetne (hatásfok), de a legtöbb esetben a hajtásokban a szükségesnél nagyobb teljesítményű motorokat alkalmaztak. Egy konkrét tapasztalatom szerint, ahol a tervezett állapothoz képest még az ékszíjas hajtóműveket is kicserélték időközben, a számított 70-75 kW hatásos teljesítmény helyett a visszatáplálásban részt vevő gépek végül – teljesen rakottan, szalag felgyorsítva stb. – csak 30-31 kW-ot vettek fel. A süllyesztés, az emelőmotor generátoros üzeme közben viszont – névleges fordulaton is – 52 kW-ot táplált (volna) vissza.*



5. ábra

A motorok hajtása frekvenciaváltókkal mindenképpen előnyös egyrészt a **cosφ=1** érték miatt, másrészt gyakran van szükség a pl. a vibrátorok pontos frekvenciájának beállítására, vagy célzerű lehet a szalagok sebességének változtatása, megnövelése.

*Megjegyzendő, hogy – miként az általában két hajtómotoros vízleválasztó vibrátorok – a szalagok is táplálhatók páronként 1 db frekvenciaváltóról, ami egyrészt kényszer, mert bizonyos frekvenciaváltó típusoknál csak bizonyos teljesítmény felett van kivezetett DC-kapocs, másrészt előny, mert az ár/teljesítmény arány így jobb.*

Legtöbbször a vegyes megoldás látszik célravezetőnek, amelynek elvi rajzát ábrázolja a 6. ábra a 8. oldalon. Nem mindig lehet azonban előre eldönteni technológiai frekvenciaváltók és a hálózati visszatáplálás arányát csupán a kedvező ár érdekében. *Minimálisan* a víztelenítő vib-

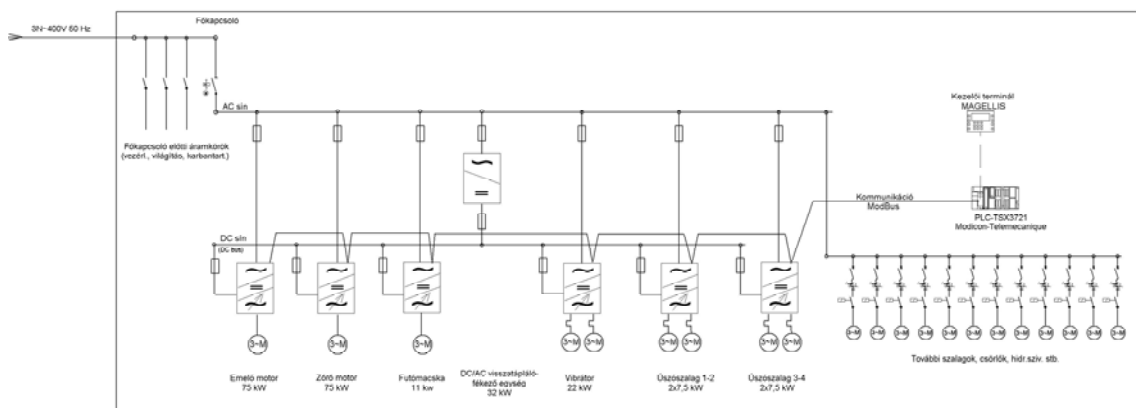
<sup>3</sup> Mert a kanál mérete (a mérete összefügg a tömegével), a névleges terhelés stb. alapján méretezték a motorokat, s ha az arányokon nem változtattak, akkor ez a tapasztalat érvényesül, ami természetesen minden esetben egyedi tervezői ellenőrzés tárgya.

<sup>4</sup> Szakirodalmi források ezt gyakran DC-busznak nevezik. Mivel azonban a rendszerben van adatbusz is, a kettőt nem összekeverendő, a hazai gyakorlatban elfogadott „sín” elnevezést használom inkább. V.ö.: az elosztók gyűjtősínje s i.t.

rátört mindig be lehet vonni ebbe a rendszerbe a  $\cos \varphi$ , a az esetleges frekvenciaváltóztatási igény miatt, de a visszatáplálás bármely módja mellett a vibrátor leállási lengései is csökkenthetők a rendelkezésre álló fékezési lehetőséggel.

Azokban az esetekben, amikor a mögöttes technológia táplálásához, vezérléséhez nem lehet, vagy nem érdemes hozzájárulni (pl. a szalagok gerinckábeles ellátása esetén, vagy a közel-múltban újították fel) akkor a fékezés 100%-ához **hálózati visszatápláló-fékező egységet** kell használni.

*A hálózati fékező, visszatápláló egység sajnos mindig drágább, mint a hasonló teljesítményű frekvenciaváltó, alkalmasint azok kétszerese is lehet.*



**6. ábra**

Nagyobb mélységből történő termelés esetén lehetőség van a süllyesztési sebesség növelésére (persze, a régi motor, hajtómű stb. ennek határt szabhat); és ilyenkor feltétlenül nagyobb fékezőteljesítményre van szükség.

### **Az energiaellátással, hálózattal szemben támasztott követelmények**

A frekvenciaváltók kapcsain a feszültség nem csökkenhet 380 V alá, a ami -5% feszültség-esésre vonatkozó követelményt jelent. Szokás a táptranszformátor kapcsain a feszültséget megnövelni 410-415 V-ra, azonban ekkor is érvényes, hogy más gépek indítása sem okozhatja a feszültség 380 V érték alá csökkenését.

*Ezért előnyös a technológia gépeinek frekvenciaváltós táplálása, mert ez a hátrányos eset nem fordulhat elő.*

A üzóművön lévő transzformátor esetén ilyen feszültségeseési problémák aligha fordulnak elő, de kisméretű kábeles táplálás kritikus lehet.

A hálózati táplálás rendszere általában TN-rendszer. (Üzóműveken más ellátási rendszer nem alkalmazható.)

### **A motorokkal szemben támasztott követelmények**

Fontos tudni, hogy meglévő kotrón a termelőművön a tekercselt forgórészű (csúszógyűrűs) motorokat néhány módosítással fel lehet használni. De a megoldás legfontosabb előnye, hogy teljes felújítás, új beszerzés esetén az olcsóbb, rövidre zárt forgórészű motorokat lehet alkalmazni.

*A motorokkal kapcsolatos munkákat általában a Megrendelőnek célszerű elvégezni, vagy elvégeztetni, megfelelő útmutatás alapján, más munkákkal összehangoltan.*

- Frekvenciaváltós üzemeltetéshez a csúszógyűrűket belül, a forgórészen rövidre kell zárni. (Forrasztás, keményforrasztás, sínes áthidalás.) A kefék nem maradhatnak meg, mert elkopásuk működési zavarokat okozhat.
- A motor (és egyébként a rendszerbe bevont, DC-sínen összekötött összes motor) szigetelésének kifogástalan állapotban kell lennie.
- A motoroknak belső hővédelemmel kell rendelkeznie (a frekvenciaváltó kezeli; utólag is beépíthető bár nem lesz annyira korrekt, mint a gyári, pl. tekercsfejbe épített érzékelőkkel).
- Szükséges lehet forszírozott szellőzés (külső ventilátor ráépítése). Új motort célszerű így rendelni, a meglévő csúszógyűrűs motorok pedig általában jól kiegészíthetők ventilátorral.

*Nem axiális, hanem éppen a kefetartó ház-részre ráépített rásegítő megoldás jöhet szóba. A szerkezeti megoldást a gyártói katalógusokból lehet ellesni.*

- A motorok tengelyvégeire inkrementális enkódert (digitális, irányérzékeny, impulzusadó) kell szerelni. ([1-2 katalóguslap enkóderekről itt](#)).
- A hajtásláncnak kiegyensúlyozottnak, műszerrel beállított módon együttfutónak, egytengelyűnek, rezgésmentesnek kell lennie.
- A kötélhelyzet-másoló kapcsolónak (Kopierschalter) legalább újszerű (felújított) állapotúnak kell lennie, mert biztonsági véghelyzeti funkciókra továbbra is fel kell használni.

#### *Az enkóderről*

Alkalmazásával a pontos megállás, a kanálzárás érintkező nélküli vezérlése és a mélységmérés valósítható meg, illetve a rögzítőfékek szerepe korlátozható (enkóderrel a frekvenciaváltós hajtás a terhet fék nélkül is képes megtartani).

A fékek – általában elektrohidraulikus féklazítókkal – biztonsági rögzítő funkciója veszleálás, áramszünet esetére megmarad.

*Enkóder nélkül a berendezést nehéz biztonságosra építeni; a fék kioldás változó, definiálatlan, illetve nem pontosan beállítható ideje miatt. De mindenképpen szükséges véghelyzetkapcsolós féklazító beszerzése, olyan, amelyet az eredeti féklazító-gyártók kínálnak.<sup>5</sup>*

*A bizonyos frekvenciaváltókból nem olvashatók ki az enkóder jelei, ezért ilyenek alkalmazása esetén a hajtás elemeire valahol (pl. a tengelykapcsoló csavarjait felhasználva) induktív közelítés-érzékelőket kell szerelni, melyek által a mélységmérést és a kanálzárás műveleteket szintén meg lehet oldani. (Ez is nagyon egyszerű megoldás.)*

#### **Fékek**

Az általában elektrohidraulikus féklazítók villamos motorosak, kifogástalan állapotúaknak kell lenniük. Célszerű, ha a kioldott/zárt állapotát véghelyzetkapcsolóval lehet a rendszernek visszaadni. Gyártó itt: <http://www.emg-eltma.de/docs/elhyl.html>

#### **Villamos berendezés, kábelezés**

Általában szükséges a teljes villamos berendezés cseréje is, értve ez alatt az úszókotróról vezérelt minden gép motorvédelmét (visszajelzéssel, segédérintkezőkkel), a gépek forgásérzékelőkkel egészítendő ki, illetve a különféle régi véghelyzetkapcsolók cseréjére sem kerülhető el.

<sup>5</sup> Az utólagos átalakítása nem jöhet szóba.



A kábelezés cseréje csak annak rossz állapota (ami nagyon valószínű) esetén szükséges, valamint ki kell egészíteni a rendszert megfelelő védelemmel ellátott mérő (enkóder, hőmérő) és vezérlőkábelekkel (forgásérzékelő, véghelyzetek stb.).

*A termelőmű motor-kábeleinél a csere nem egyszerű és drága, ezért a hosszproblémáknál toldani célszerű. Egyéb gépeknél ez nem szempont; így általában a kábelek cseréje célravezető.*

## Vezérlőrendszer

Az előző pontban leírtakra (villamos berendezés cseréje) azért van szükség, mert ilyen felújítás csak PLC-s vezérléssel vállalható, aminél a legkevesebb, hogy a kapcsolórendszer állapótáról és a gépi berendezés minden működéséről legyen visszajelzés.

A hibajelzéshez, hibakereséshez, konfiguráláshoz alfanumerikus vagy egyszerűbb grafikus terminált használunk. Pl. ilyen; ez érintőképernyős (ld.: 7. ábra), de olcsóbb, billentyűzetes is lehet.



7. ábra

Az új berendezésekben a PLC fölött újabban ipari számítógépet és külön megjelenítést is alkalmaznak, de ezt hazai (felújítási) viszonylatban nem látom szükségesnek.

A PLC-nek a frekvenciaváltókkal egybeépített típust célszerű választani, lévén, hogy így nagyon olcsó, és ha frekvenciaváltó meghibásodik, vagy akár a kiesik táplálása, a PLC függetlenül működik tovább.

A frekvenciaváltók, a PLC és a terminál valamilyen *adatbuszon* kommunikál, lévén, hogy áram-, nyomaték-, teljesítmény stb. értékek folyamatos olvasására és írására, valamint a frekvenciaváltó paramétereinek üzem közbeni megváltoztatására (pl. indítási rámpa típusa, felfutási idő stb.) van szükség. A technológia szerkezetén és megrendelés igényességén múlik, hogy a kommunikáció még mire terjed ki.

*Pl. lehet a technológia további részeinek táplálása gerincvezeték jellegű is lehet (kivéve a frekvenciaváltóval ellátott, DC-sínre csatlakoztatott részekét), és minden indítás a helyi mágneskapcsolókkal történhet. Ehhez rendelkezésre állnak egyszerű buszvezérlésű programozható eszközök (kis PLC-k, illetve egészen konkrétan még buszvezérlésű mágneskapcsolók is(!), melyek által összesen 1 érpáron kezelhetők az eszközök.*

A PLC és frekvenciaváltó-programozás, az én munkám, azonban a forgalmazó támogató szakembereinek elérhetőségét természetesen átadom, illetve egy kollégám lesz, aki elérhető helyettem bármely várt és nem várt esetben.



## Kapcsolófülke

Kapcsolófülke méretével szemben támasztott követelmény alap helyzetben (kb. 2 x 55-90 kW termelőművi motorteljesítményig) 1,80-2,2 m x 3,5-4,0 m alapterület és min 2,20-2,30 m belmagasság, valamint teljes víz elleni védetség. A frekvenciaváltókat ugyanis a fülke falára célszerű szerelni, mert a fülke légterének légcseréjét egyszerűbb együtt megoldani, mintha az eszközök egy szekrényen belül lennének.

Üzem közben hűtés szükséges 1000-2000 m<sup>3</sup>/h légcserével, lehetőleg zárható zsalukkal. (beszívó-oldali és ventilátor oldali zsaluk.) A külső hőmérsékletnek +10 °C alá való csökkenése esetén, üzemszünetben kb. 1000 W fűtés kell, páralecsapódások elkerülése végett.

*Ha nem áll rendelkezésre ekkora fülke, akkor a betápláló elosztó, az említett zavarűző fojtók (nem tartalmaznak elektronikus elemeket) a fedélzeten is elhelyezhető, míg a PLC rendszer és a frekvenciaváltók számára feltétlenül járható-zárható fülkerész kell. (Nem lehet műhely, raktár stb. Viszonylagos tisztaság, pormentesség szükséges.)*

A kábelezésnek padozat alatt célszerű a haladni. (Az eddig látottaknál dupla padozat volt, és a fülke a hajótesttől is el volt emelve. Más esetben – szekrények feletti kábeltálca, vagy hasonló a belmagasság függvényében.)



8. ábra

## Kezelőhelyiség

Általában a meglévő kezelőhelyiségek megfelelőek. A pult(-ok) többnyire megfelelő alakúak, azonban a kezelőfelületek, panelek cseréjére minden esetben sor kerül. Ez összefüggésben van a vezérlőrendszer változtatásával.



10. ábra

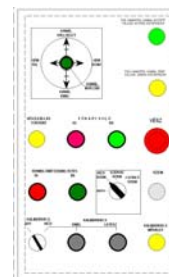
A 10. ábra egy régi, a 9. ábra a felújított pult tervét mutatja.

*Pl. nincs szükség a szalagrendszer pultról történő egymás utáni indítására, mert karbantartáshoz helyi indítás kell, az üzemeltetéshez lehet automatikus, illetve frekvencia váltóról történő indítás más filozófia szerint történik. (Külön kijáratás üzemmód stb.)*

A felújításra kerülő berendezéseknél a kezelőfülke fűtése/hűtése (klíma) általában anélkül biztosított, hogy ezt tervezőként külön kérnem kellene.

Minden esetben szükség van olyan felületre (asztal), ahol a laptopot el lehet helyezni, programozni, dolgozni lehet (nem csak a kezelőnek.)

Általában célszerű tájékozódni, hogy milyen rendelet vonatkozik az egy fő munkavégző számára szükséges légtérfogatra, és annak figyelembevételével, hogy a hajón 2 (kettő) személynek kell jelen lenni, dolgozni, melegedni stb., és a meglévő fülkét esetleg idejekorán cserélni kell.



9. ábra

## Hajózási Felügyelet

A hajózási felügyeleti előírások részleges ismerete mellett jelzem, hogy villamos berendezés átalakításáról a dokumentációt legkésőbb egy ellenőrzés során ők maguk fogják bekérni. (Amennyiben a hajónak van már felügyeleti engedély, lajstromszáma stb.)

## ÁTALAKÍTÁS MENETE

Jómagam első közelítésben ilyen rendszereket tervezek, programozok, mint önálló tervező, miközben munkahelyemen alkalmazottként ilyen és más munkák kivitelezését szoktam irányítani.

Komplett ajánlatkérésrel is meg lehetne keresni rajtam keresztül a munkahelyemet, de a helyzetem ez mit sem változtat. Továbbra is én tervezem, és a tervezés és kivitelezés fázisa ketté fog válni, illetve az utolsó csavar kiírásáig nem szoktunk tudni árat adni a kivitelezésre.

Többféle megoldás elképzelhető, azonban a szükséges szekrények gyártásánál, illetve a rendszer helyszíni telepítésénél ragaszkodni szoktam a bevált kapcsolatainkhoz.

*A kivitelei tervben a bevált megoldásainkat (csak egyszerűsítés végett, és nem titkolózás okán) nem akarom mindig műhelyrajz formájában új kivitelezőknek kiadni, illetve esetleg 200 km-re tervezői művezetés céljából utazgatni.*

## A KÖLTSÉGEK MEGOSZTLÁSA

- Tervezési díj  
*Legtöbbször az egész termelőmű üzem méretezését is el kell végezni (mert nem az eredeti motor, nem az eredeti kanál van fent) társtervező, tanácsadó bevonásával. Szükséges lehet továbbá az energiaellátás ellenőrzése, előzetes mérések stb.*
- Helyszíni átalakítások, energia-ellátás feltételeinek megteremtése  
*Betáplálás, kábelezés, motorok stb.*
- Az új erőszármű ellátó, illetve automatika rendszer szállítása  
*Elosztó-kapcsolószekrény, frekvenciaváltók, PLC, vezérlőpult átalakítás*
- Helyszíni telepítés  
*Fenti szállított rendszer beépítése, bekötése*
- Programozási díj  
*PLC illetve – szükség esetén – grafikus megjelenítés.*
- Üzembe helyezés, próbaüzem  
*15-20 műszakos jelenlét*

A frekvenciaváltó rendszer ára – tényleg csak nagyon tájékoztatólag – 55-90 kW-os motorokig 4-6 MFT lehet. De mint említettem, nincs kopás, ellenállás, ellenállás-hiba, kapcsolórendszeri meghibásodás stb.

A többi berendezés – technológia kapcsolórendszere – elosztószekrények, PLC, vagy további helyi vezérlők költségei 3-4 MFT-t tehetnek ki.

A tervezés, programozás díja a szokásos mérnöki díjszabások szerint állapítódik meg a 7 számjegyű számsor elején valahol, attól függően, hogy mi mindenféle dinamikai számításokat, energiaellátást, stb. hogyan, s miként kell számolni, méretezni, illetőleg – a programozást tekintve – mennyi egyedi probléma adódik.

De hangsúlyozni kell: ezek a felújítások nem szériamunkák; két azonos gépet még nem látam. Azon kívül igazodni kell a technológiához, a kezelők helyi szokásaihoz, amelyeket befolyásolnak a gépeken időközben létrehozott változtatások is.

A tapasztalataim a gépek állapotával kapcsolatban nagyon rosszak. Rendes munkát végezni, garanciát adni csak teljes felújítás esetén lehet.

## **BEFEJEZÉS**

Ez az ismertető leírás 1.50-ás verziója; kérdések, észrevételek esetén kiegészítem, illetve javítom. A javított változatok is ugyanazon az elérési úton, file-néven maradnak; érdemes ránézni a homoklap alján lévő frissítési verziószámra.

## **Jegyzet**