

# A helyhez kötött akkumulátorok üzemi viszonyai a biztosítóberendezési áramellátásban

© Elek László

## 1. Bevezetés

A jelfogó függéses biztosítóberendezések számának emelkedésével, a szünetmentes áramellátó berendezésekben nagy számban jelentek meg az ólom akkumulátorok. Számuk érzékeltetéséhez, íme néhány adat. A közel 350 állomási biztosítóberendezésnél egyenként 2x48V névleges feszültségű akkumulátor csoport, mintegy 60 állomási biztosítóberendezésnél 2x336 V névleges feszültségű akkumulátor csoport, míg a 100 körüli fényjelzős mechanikus berendezés 1 vagy 2x48 V névleges feszültségű akkumulátor csoport üzemel. A mintegy 2000 közúti sorompó berendezésnél 1x24V akkumulátor csoport, valamint a mintegy 300 állomáson a dízel áramfejlesztő indításához 2x12 V-os akkumulátor van rendszeresítve. Cellákra lebontva ez összesen közel 68 000 db cellát jelent. Ha az egy cellára jutó fajlagos beszerzési árát 5500 Ft-nak veszünk, az akkumulátor állomány értéke kb. 370 millió Ft. Az átlagos becsült élettartamot 5 évnek számolva évi egyenletes elosztásban 75 millió Ft évi cserére kiadandó költséggel lehet számolni. Mindenképpen indokoltnak látszik az akkumulátorok tényleges élettartamát a gyártók által megadott elvárható érték közelébe hozni, ehhez azonban elengedhetetlenül szükséges az akkumulátorok igénybevételéhez legjobban megfelelő típus kiválasztása. A követelményeknek megfelelő akkumulátor alkalmazása növeli az üzemeltetés biztonságát, ugyanakkor várható élettartamának optimális kihasználásával jelentős költségmegtakarítást is eredményez. Az akkumulátor telep konkrét kiválasztásához azonban ismerni kell a várható üzemi viszonyokat.

## 2. AZ AKKUMULÁTORTELEPEK ALKALMAZÁSA

Az egyes biztosítóberendezési fogyasztók táplálása az üzemi igények alapján közismerten megszakításmentesen, vagy szünetmentesen történik. (1. sz. ábra)

A nem az áramszolgáltatói hálózatról üzemelő fogyasztók táplálását az akkumulátorok energiájának közvetlen, vagy közvetett felhasználásával lehet kielégíteni, azonban az egyes fogyasztók eltérő feszültségű, frekvenciájú és teljesítményű

igényeket jelentenek, így a felmerülő igények az akkumulátorokkal szemben is különböző feltételeket támasztanak. Az akkumulátorok áram igénybevétele szempontjából az alábbi csoportosítást tehetjük:

Statikus áram, amelynek értéke általában nem haladja meg a  $K/4^*$  értéket.

Motorgenerátorok indulási áramlökése, amelynek maximális csúcserőteke 400-600 A. Igénybevételi ideje kb. 2 sec.

Szükségüzem kisütési ciklusai.

A DC/DC és DC/AC áramátalakítók állandóan jelen lévő váltakozó áramú összetevőt tartalmazó árama.

A fenti célokra kiválasztott akkumulátorok kivétel nélkül mind helyhez kötött típusúak.

Az akkumulátortöltési üzemmódok alapján az üzemvitel puffer, csepptöltés és gyorstöltéssel történik. Az üzemeltetés során alapvetően fontos, hogy az akkumulátortelepet a gyártó által megadott jellegzőgörbe szerint töltsük, amelyhez elengedhetetlenül szükséges a megfelelő jellegzőgörbéjű akkumulátortöltő alkalmazása. Az akkumulátortelep kapacitását úgy kell meghatározni, hogy az előírt szükségüzemidőt biztosítsa.

## 3. TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

Csak állomási jelfogós biztosítóberendezést tápláló áramellátásoknál a szükségüzem ideje névleges telepkapacitásnál megközelítette a 10 órát. A vonali táplálásoknak az ekkor már meglévő állomási áramellátásokra való telepítése ezt az időt mintegy 60-80 %-al csökkentette. 1976 után a KDE típusú áramellátásoknál, az áramátalakítók hálózati üzemből tápegységről történő táplálása miatt, a telepkapacitások jelentős csökkentésére – kb. harmadolására – került sor.

Az 1960-as évek végétől a nagy ütemű vonali biztosítóberendezés telepítés következményeként, megjelentek az állomási biztosítóberendezések meglévő áramellátásaira telepített 2,5 kVA névleges teljesítményű tirisztoros inverterek (2.sz. ábra) Az inverterek alkalmazásának az akkumulátortelepekre gyakorolt hatása hamar kiderült.

A jelfogó tápláláshoz képest jelentős, inverterenként mintegy 50 A fogyasztásnövekedés miatt, a rendelkezésre álló szükségüzem ideje drasztikusan lecsökkent.

A tartaléktáplálást megvalósító dízel aggregátorok legtöbbször még a névleges értékű fogyasztást sem tudták biztosítani. Az indulás után megjelenő terhelésnél pedig sokszor kritikus helyzet alakult ki, mert a túlterhelés következtében a beépített automatika működésbe lépett, és a terhelést leválasztotta az aggregátorról. Ilyenkor, a hálózat kimaradás idejétől függően, több esetben is előfordult, hogy az akkumulátorok feszültsége az akkumulátortípusra az adott terhelés figyelembe vételével megadott kisütési végfeszültség alá csökkent.

Az akkumulátorok kisütési mélységének növekedése miatt az élettartam során megengedett kisütési/feltöltési ciklus jelentősen lecsökkent.

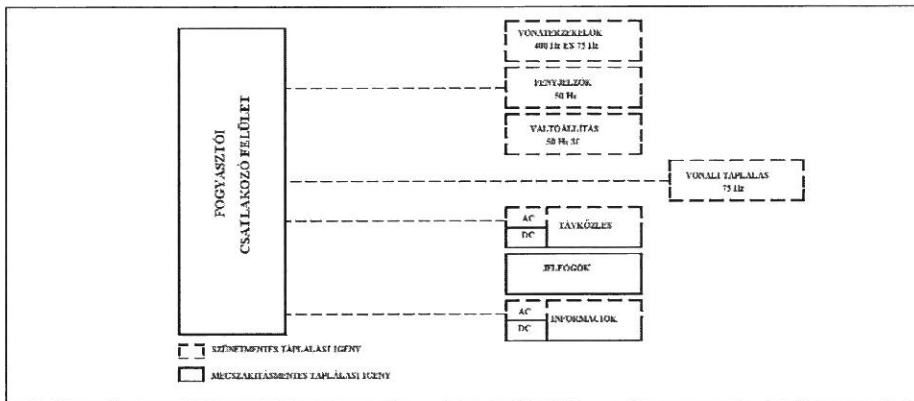
Az akkumulátor áram jelentős hullámossága állandó töltés-kisütés ciklusokat eredményezett, amely az akkumulátortelep élettartamát megrövidítette.

Az akkumulátor áramhullámosság okozta akkumulátor feszültség-hullámosság miatt az akkumulátortöltőt nem tudta az akkumulátort feltöltött állapotban tartani. A kapacitás hiányos állapot – a megnövekedett feszültség-hullámosság miatt – a táplált berendezésekre és az akkumulátorra is veszélyt jelentett és csökkentette a rendelkezésre álló szükségüzem időt.

Az akkumulátorok karbantartása nem érte el a szükséges minőséget, ennek az is oka, hogy a korábbi telepítési lehetőség az inverterek bemeneti feszültség érzékenysége miatt megszűnt.

Az említett okok miatt a biztosítóberendezések táplálása többször veszélyeztetetté vált, előfordultak jelentős üzem kiesések is. Az akkumulátorok élettartama az ilyen helyeken várható élettartamuk töredékére csökkent. A kialakult helyzeten lényegesen nem segített a telepcsoportok fogyasztói kimenetére helyezett soros diódákon keresztül történő közösítés sem. Ez látszólag megkészszerzte a hálózat kimaradásakor rendelkezésre álló telepkapacitást, de egyúttal a kedvezőtlen hatásokat mindkét telepcsoportra kiterjesztette.

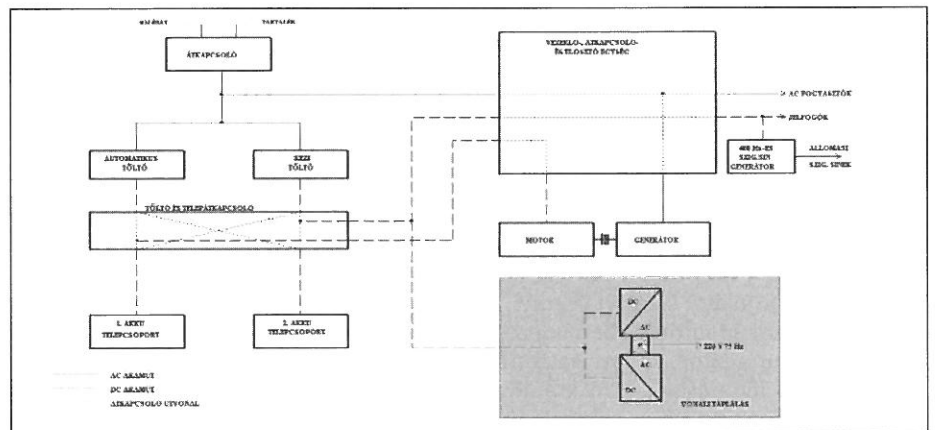
Az akkumulátortöltők szabályozásukat tekintve továbbra is lassúak maradtak, és sok helyen a puffer üzemet nem tudták megfelelően fenntartani. Az emelt szintű töltés lehetőséget teremthetett volna a telepek kapacitáshiányos állapotának a csökkentésére. Ezt azonban sok helyen "leszabályozták", vagy kiiktatták azon közismert tény miatt, mert a KDE áramellátás előtti berendezéseknél alkalmazott 400 Hz-es generátorok teljesítmény végtranzisztorai nem viselték el az 53 V feletti tápfeszültséget, és tömegével mentek tönkre egy-egy hálózat kimaradás után, így az automatikus üzemű, emelt szintű töltés megvalósítására is alkalmas akkumulátortöltőkkel kialakított rendszerek az elvárásokat nem teljesítették. Az előzőekben felsorolt hiányosságokat nem szüntette meg,



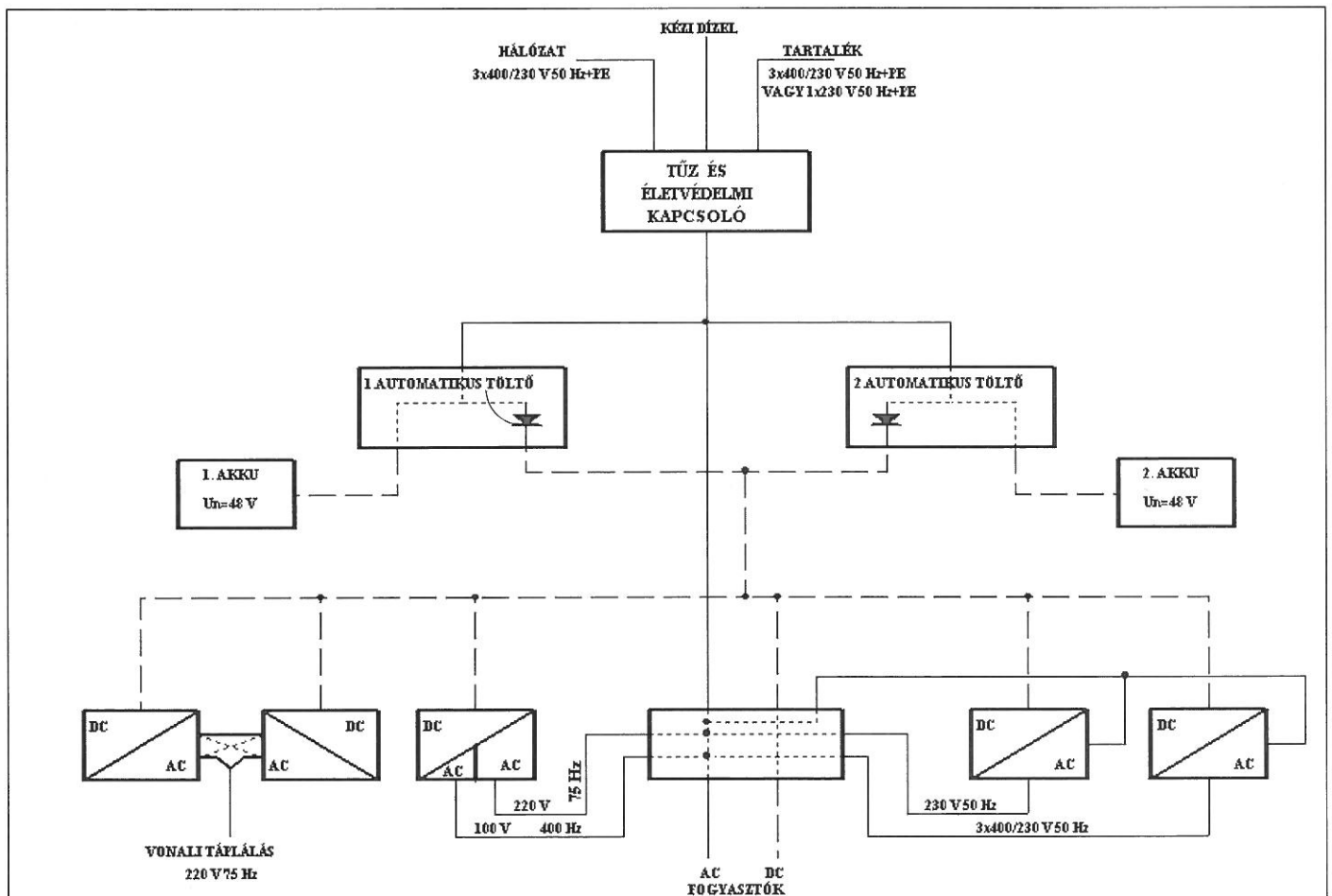
1. ábra

sőt a 4-6 pontokban megfogalmazottak tovább erősödtek.

A KDE áramellátási rendszer (3. sz. ábra) a korábbiaktól eltérő nagyobb működési biztonságot valósított meg, azonban bonyolultsága és az addigi kialakításoktól eltérő elvi felépítése nehézségek forrásává vált. Az akkumulátorok üzemét tekintve jelentős segítség volt az inverterek külön tápegységéről történő táplálásának megvalósítása és a tartaléktáplálás automatikus dízzellel, vagy ahol az lehetséges volt, a vontatási tápvezetékéről (felsővezeték) való táplálása. Ez a megoldás lehetőséget teremtett az akkumulátorkapacitások csökkentésére. A korábbi áramátalakítókkal együtt a KDE



2. ábra



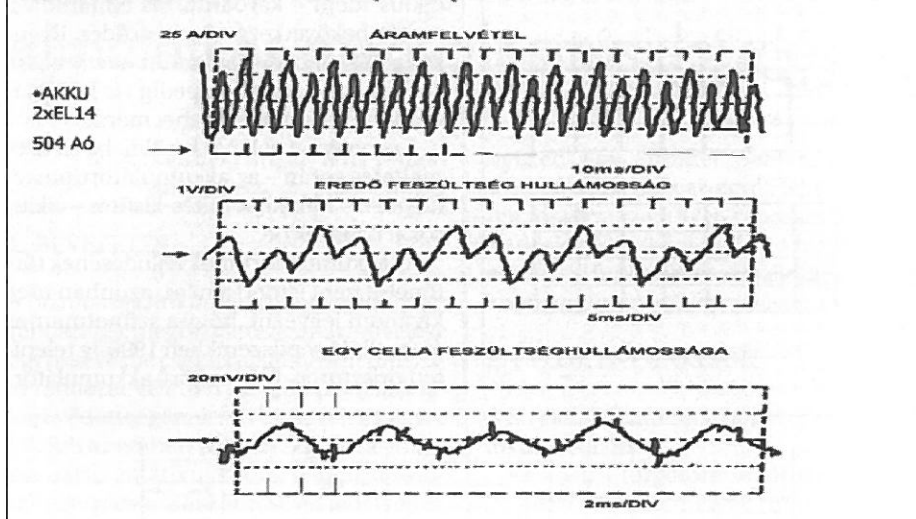
3. ábra

áramellátásban alkalmazottakra is jellemző a tápáramforrásra való jelentős visszahatás, ami azonban csak szükségüzem esetén van számottevően jelen.

#### 4. FOGYASZTÓI ÁRAM VÁLTA KOZÓ ÁRAMÚ ÖSSZETE VŐJÉNEK HATA SA

Az akkumulátort terhelő jelentős mértékű váltakozó áramú összetevő sok esetben magyarázatot ad az akkumulátorok korai tönkremenetelére. A gyártók a megengedett váltakozó áramú összetevő effektív értékét általában az akkumulátor névleges kapacitáshoz viszonyítják, és rendszerint annak

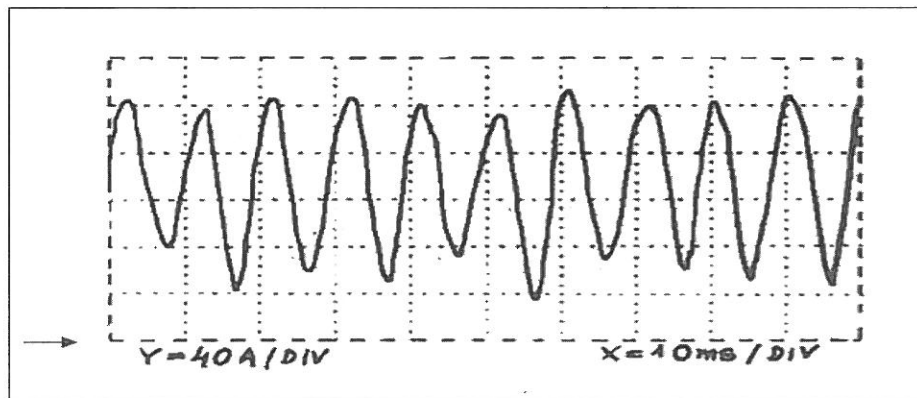
### Dinamikus áramfelvétel, kényszerkommutációs inverternél.



4. ábra

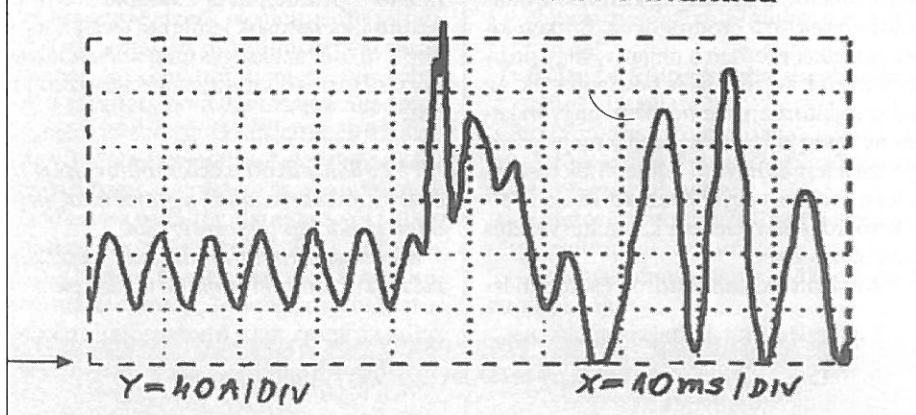
5%-ában maximálják. A kérdéskör bővebb részletezése nélkül megállapítható, hogy kisütés alatt – a kapacitás csökkenésekor – az akkumulátor veszélyeztetettsége nagyobb, ami abban jelentkezik, hogy a cellafeszültség hullámossága folyamatosan nő.

A 4.sz. ábrán látható mérési eredmények a párhuzamos kapcsolású akkumulátortöltő – fogyasztó rendszerben 1992-ben Hort-Csány állomáson lettek felvéve. Megállapítható, hogy a jelentős mértékű váltakozó áramú összetevőt tartalmazó kisütő áram ellenére az akkumulátor feszültség hullámossága a megengedhető érték alatt van. Ennek oka, hogy a korszerűsített ATKM 250/66 tí-



5. ábra

### Az I-5 inverterhez az I-4 és K-3 indítása



6. ábra

pú akkumulátortöltő kimeneti szűrőkörében alkalmazott nagykapacitású kondenzátorok az akkumulátortelleppel párhuzamosan kapcsolva, csökkentik az akkumulátorba folyó váltakozó áramú összetevőt.

Az 5. és 6. sz. ábrán az Adony állomáson üzemelő KDE típusú áramellátásnál 1991-ben történt mérés eredménye látható akkumulátoros üzemben. A maximális áramhullámosság mért effektív értéke mintegy 150 A

volt. A mérés idején 6-75A09 típusú (ABSOLYTE) C10=390 Aó-ás GNB gyártmányú szeleppel zárt akkumulátor üzemelt egyteljes rendszerben. A maximális megengedhető áramhullámosság 19,5 A lehetne. Ilyen üzemi körülmények között az akkumulátortelep korai tönkremenetelét nem lehetett elkerülni.

Speciális lefolyású fogyasztói árammal rendelkeznek a vonali sorompók. /7. sz. áb-

ra/ Ennek oka a közúti fényjelzőkben lévő izzólámpák villogtatása. Az izzólámpáknak hideg (kikapcsolt) és meleg (világító) helyzetében az ellenállása 1: 6, 1: 10 értékek között változik. A zárt akkumulátorokkal együtt alkalmazott gyors szabályozókörrrel rendelkező kapcsolóüzemű akkumulátortöltők puffer üzemben a kedvezőtlen hatásokat nem engedik érvényesülni. Azonban az ún. "egyedi táplálású sorompók" esetében hálózat kimaradások miatt célszerű erre is tekintettel lenni az akkumulátor kiválasztásánál. Zárt akkumulátorok alkalmazása előtt a vonali sorompókban, kedvezőtlen üzemi körülmények miatt az akkumulátorok élettartama jelentősen csökkent.

A szeleppel zárt akkumulátorok cellafeszültség hullámosságát, mindig a gyártó által előírt maximálisan megengedett érték alatt kell tartani, ellenkező esetben az akkumulátortelep élettartama jelentősen le-

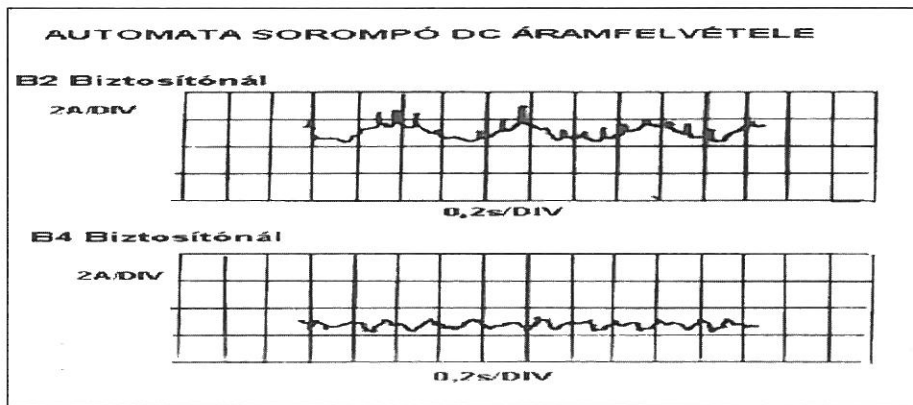
csökkenhet. A gyári előírások általában maximum 40mV/cella értéket engednek meg, ezért szeleppel zárt akkumulátorok alkalmazásakor különösen ügyelni kell az akkumulátortelepen átfolyó váltakozó áramú áramösszetevő értékére.

Az akkumulátortelepen átfolyó váltakozó áramú áramösszetevőt, kis kimeneti feszültség hullámosságú akkumulátortöltők, illetve alacsony váltakozó áramú bemenő áram összetevőt tartalmazó átalakító egységek (DC/DC, DC/AC) alkalmazásával lehet alacsony értéken tartani.

A 8. ábrán a PowerQuattro Rt. által kifejlesztett és a MÁV Rt. vonalain 1996-óta alkalmazott MPQ típusú áramellátás áramfelvétele látható. Az ábrán látszik, hogy a felvett áram váltakozó áramú összetevője jelentéktelen.

### 5. A HŐMÉRSÉKLET HATÁSA AZ AKKUMULÁTOROK ÉLETTARTAMÁRA.

Szinte minden akkumulátorról szóló szakkönyv, cikk kiemelten kezeli az akkumulátorok előírt hőmérsékleti tartományon belüli tartását. Az akkumulátor hőmérséklete két ok miatt is megemelkedhet.



7. ábra

• A környezeti hőmérséklet felmelegedése. A környezeti hőmérséklet adott határon belüli tartására a megfelelő megoldást a klimatizált helyiségben való üzemeltetés jelenti.

• Az akkumulátorba folyó túlzottan nagy töltőáram értéke, amely az akkumulátorban nem megengedhető mértékű veszteséget, és így túlmelegedést okoz. A túlmelegedés elkerülésének érdekében a maximális töltőáramot a gyártó által az adott akkumulátortelep típusra megadott érték alá kell korlátozni.

A gyári adatok szerint a 20 °C környezeti hőmérsékletre tartozó élettartamhoz viszonyítva minden 10 °C hőmérséklet növekedés az akkumulátortelep várható élettartamát felezi.

Ezt képlettel is kifejezve

$$t_v(\vartheta_k) = \frac{t_N}{\left(\frac{\vartheta_k - 20^\circ\text{C}}{10^\circ\text{C}}\right)} \quad (\vartheta_k \geq 20^\circ\text{C})$$

, ahol  $t_v$  – a várható élettartam  $\vartheta_k$  hőmérsékleten (év)

$t_N$  – anévleges élettartam  $\vartheta_k = 20^\circ\text{C}$  esetén (év)

$\vartheta_k$  – a környezeti hőmérséklet (°C)

A 20 °C-nál alacsonyabb környezeti hőmérsékleten a várható élettartam kismértékben ugyan nő, azonban az akkumulátortelep aktuális kapacitása lecsökken, azonban belső ellenállása megnő, így az alacsony környezeti hőmérsékleten való üzemeltetést – lehetőleg – kerülni kell.

## 6. AZ AKKUMULÁTOROK FELTÖLTÉSE

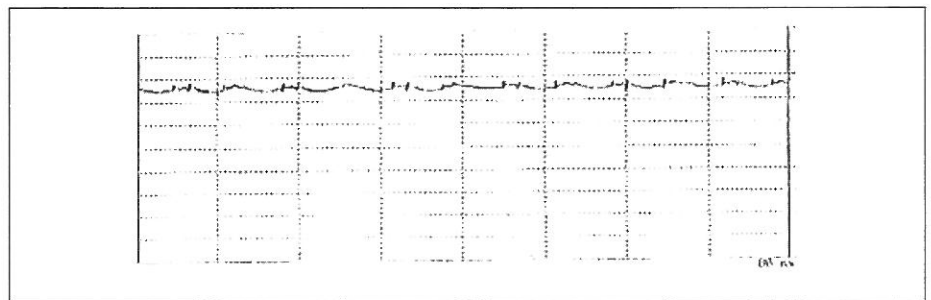
Hálózat kimaradás után a lemerült akkumulátorba a kivett energiát a hatásfok figyelembe vételével vissza kell tölteni. A szünetmentes áramellátó rendszerekben alkalmazott akkumulátort – szinte kivétel nélkül – I-U karakterisztika szerint töltik. Fontos, hogy a töltés végén az akkumulátorra jellemző végfeszültséget biztosítsunk. Ellenkező esetben kapacitáshiányos állapot, és korrózió jön létre.

Az öregedési folyamatot nem befolyásolja a hőmérsékletváltozással összefüggő

mert jelenség\*\* – tervszerű megfelelő ciklus idejű – karbantartás elmaradása esetén bekövetkező savrétegződés. Ilyenkor a nagyobb fajsúlyú sav az edény aljára kerül, a felső zónában pedig víz fajsúlyához közelítő értékeket lehet mérni.

A problémát el lehet kerülni, ha az üzemeltetés során – az akkumulátortípustól függően – időnként töltés-kisütés – ciklusokat iktatunk be.

Az akkumulátortöltők fejlődésének történetét nem ismertetném, azonban megkívánom jegyezni, hogy a szünetmentes áramellátó rendszerekben 1996-ig telepített tirisztoros -főáramkörű akkumulátor-



8. ábra

akkumulátor töltőfeszültség kompenzáció, amelynek feladata az akkumulátor feltöltöttségének biztosítása különböző hőmérsékleti értékeknél.

Mint már korábban említettem a biztosítóberendezéseket tápláló akkumulátorok szinte kizárólagosan puffer üzeműek. A puffer üzem mód több veszélyt is jelent az akkumulátorokra. Ilyenek lehetnek:

- A puffer feszültség beállítása nem az akkumulátor típusra előírt értékű. Az alultöltés kapacitáshiányt, a túltöltés lemez deformációt, aktív anyag kihullást, valamint vízvesztést eredményez. Ezekon kívül mindkét esetben a negatív, vagy pozitív lemezek korróziója is bekövetkezik. Az akkumulátorban a lemezek nagyon kemény réteg keletkezik, amely megakadályozza a lemez bevont felületének részvételét a további vegyi folyamatokban. Mértékétől függően jelentős kapacitásvesztés következhet be.

- A nyitott akkumulátorok esetében is-

töltőket felváltották a kapcsolóüzemű, szinuszos áramfelvételű, modul kialakítású akkumulátortöltő berendezések.

A kapcsolóüzemű felépítés – a tirisztoros berendezésekhez képest – kisebb méreteket, moduláris kialakíthatóságot, míg a szinuszos áramfelvétel – a tirisztoros berendezésekhez képest – jóval nagyobb teljesítményterhelést eredményez.

Megállapítható, hogy a biztosítóberendezésben alkalmazott akkumulátorok üzeme során számos, az üzemeltetést nehezítő problémával találkozhatunk. Azonban a hatások ismerete és a kiküszöbölésükhöz szükséges megoldások alkalmazása biztosíthatja a zavartalan üzemvitelt.

\* K az alkalmazott akkumulátor típus 10 órás kisütési áramánál, a gyártó által megadott kapacitás végleges értéke.

\*\* A jelenség – kisebb mértékben – a szeleppel zárt akkumulátoroknál is jelen van.

### Operating conditions of stationary batteries in power supply system for signalling equipments

Batteries, applied in UPS systems for signalling equipments have basic function, and are indispensable. The goal of this article is – without aiming at completeness – to help getting acquainted with the operating conditions. Facts of this article may help in finding the battery plant or defining the expected lifetime and maintenance tasks.

### Akkumulatoren in der Stromversorgung von Eisenbahnsicherungsanlagen

Die Akkumulatoren sind wichtige Komponenten der Stromversorgung der Signalanlagen. Ohne Vollständigkeit ist der Zweck dieses Artikels, dass zur Erkenntnis der betrieblicher Bedingungen beitragen soll. Die in diesem Beitrag geschriebene Feststellungen können eine Hilfe:

in der Auswahl der Akkumulatortypen

in der Bestimmung der Instandhaltungsaufgaben und der Lebensdauer