



---

## DCMTE Felhasználói Leírás



# Tartalomjegyzék

<b>1</b>	<b>ÁLTALÁNOS LEÍRÁS .....</b>	<b>3</b>
1.1	A KÉSZÜLÉK RENDELTEZÉSE .....	3
<b>2</b>	<b>HARDVER FELÉPÍTÉS .....</b>	<b>4</b>
2.1	MECHANIKAI KIVITEL .....	4
2.2	BELSŐ FELÉPÍTÉS .....	5
2.3	KÉSZÜLÉK BEKÖTÉSE.....	7
2.3.1	<i>Tápfeszültség bekötése</i> .....	7
2.3.2	<i>Mérő bemenetek</i> .....	8
2.3.3	<i>Kommunikáció</i> .....	9
<b>3</b>	<b>MŰKÖDÉSI LEÍRÁS .....</b>	<b>10</b>
3.1	MODBUS PROTOKOLL KEZELŐ .....	13
3.2	LED-EK .....	13
3.3	MŰSZAKI ADATOK .....	14
<b>4</b>	<b>KOMMUNIKÁCIÓ.....</b>	<b>15</b>
4.1	KOMMUNIKÁCIÓS VONAL .....	15
4.2	PROTOKOLL .....	15
4.2.1	<i>Táviratok szerkezete</i> .....	15
4.2.2	<i>CRC számítása</i> .....	16
<b>5</b>	<b>MODBUS REGISZTEREK KIOSZTÁSA .....</b>	<b>18</b>
5.1	ELEKTRONIKUS ADATTÁBLA.....	18
5.2	VALÓS IDEJŰ ÓRA .....	18
5.3	MÉRÉSI PILLANATÉRTÉKEK.....	19
5.4	PARAMÉTERTÁBLA .....	20
5.5	BOOT REGISZTEREK .....	21
5.6	AD ÁTALAKÍTÓ ILLESZTŐ REGISZTEREI .....	21
5.7	KALIBRÁCIÓS REGISZTEREK.....	21
5.8	REGISZTRÁTUMOK .....	22

## 1 Általános leírás

### 1.1 A készülék rendeltetése

A DCMTE készülék  $600V_{DC}$  névleges feszültségű hálózatokon három, galvanikusan egymástól független áramkörön áramok, feszültségek, teljesítmények és villamos fogyasztás mérésére és regisztrálására alkalmas. A mérési eredmények RS485 vonalon ModBus protokoll segítségével olvashatóak ki.

A készülék IP64 védeettséget biztosító üvegszállal erősített műanyag házban kerül gyártásra. A villamos csatlakozások a készülékből kivezetett kábeleken keresztül történnek.

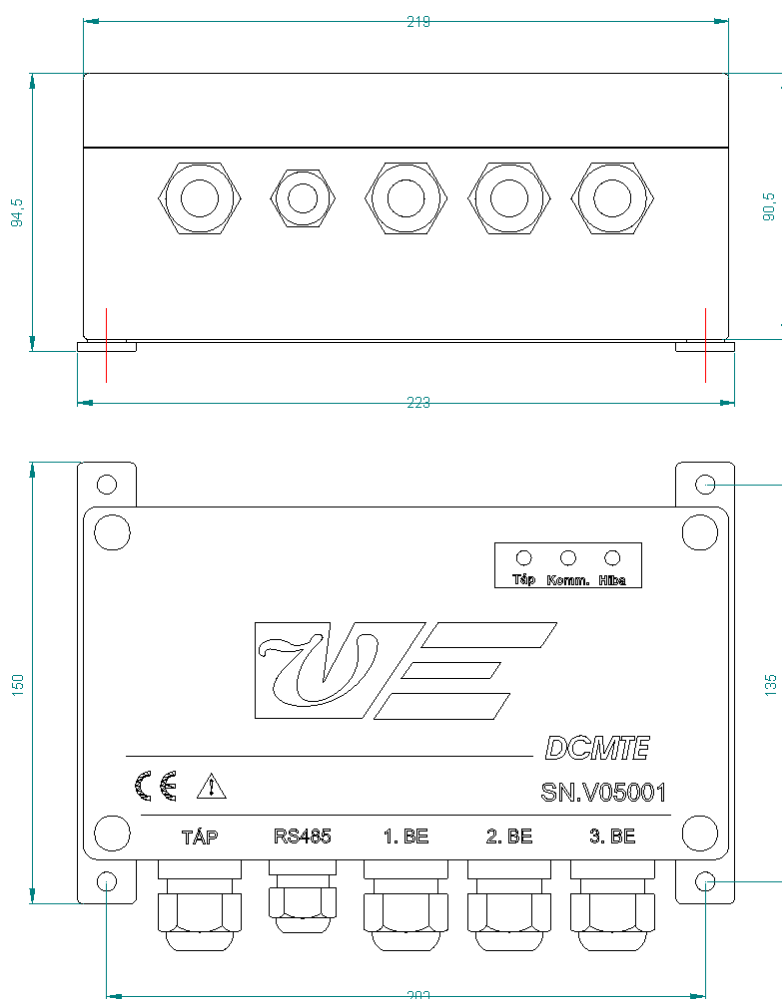
**FIGYELEM, ÉLETVESZÉLY!** A készülék megérinthető, 600V feszültség alatt álló áramköri elemeket tartalmaz. Fedelét eltávolítani csak feszültségmentes állapotban szabad!



## 2 Hardver felépítés

### 2.1 Mechanikai kivitel

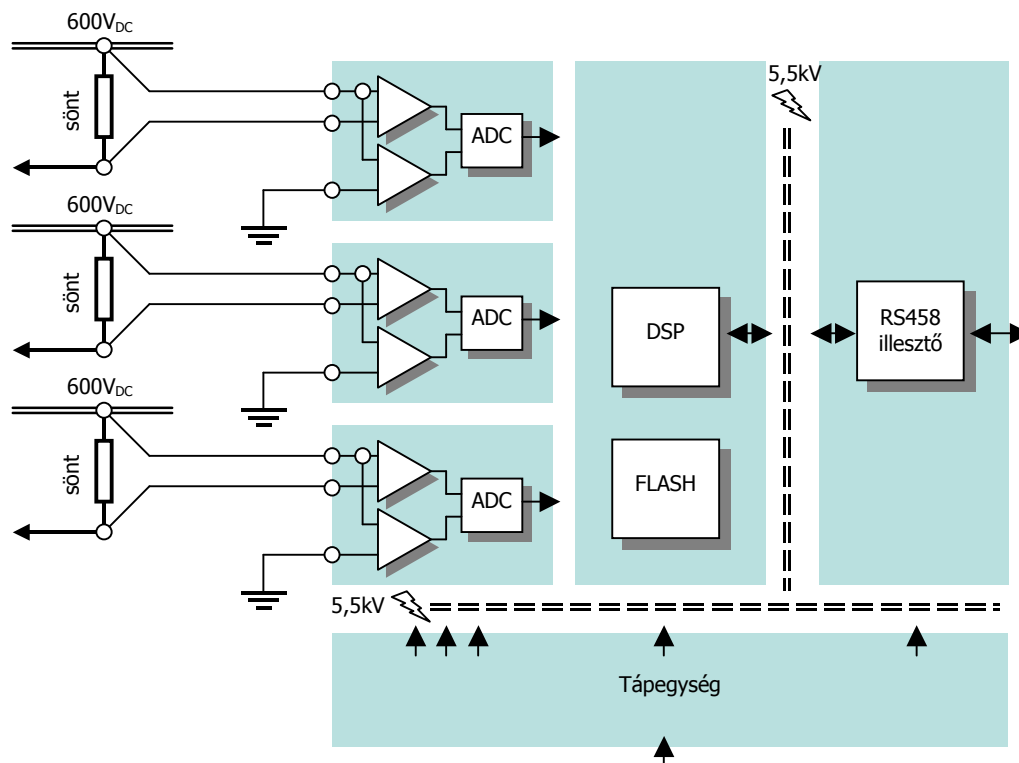
A készülék Csatári Plast CSP122209 típusú műanyag házba van szerelve. A villamos kivezetések tömítő-szelencéken keresztül csatlakoznak a készülékhez, így biztosított az IP64 mechanikai védelem. (IP64 teljes mechanikai védelmet jelent a villamos feszültség alatt álló alkatrészek megérintése és a por készülékbe jutása ellen, és tetszőleges irányból érkező vízpermet ellen.) A készülék a műanyag házra szerelt két, acélból készült rögzítő-lemezzel erősíthető fel az alkalmazási helyen. A készülék méretezett rajza az 1. ábrán látható. A készülék előlapján található három indikátor LED funkcióinak a leírása a 3.2 pontban található.



1. Ábra: DCMTE készülék

## 2.2 Belső felépítés

A készülék felépítése a 2. ábrán látható hat blokkra osztható. Az egyes blokkok galvanikusan elválasztott áramköri egységeket alkotnak.



2. Ábra: DCMTE készülék belső felépítése

A tápegység az egyes áramköröket látja el a működéshez szükséges villamos energiával. A bemeneti és kimeneti között  $5,5kV_{AC}$  átütési szilárdságú leválasztást biztosít.

A három analóg bemeneti áramkör a  $600V$  névleges feszültségű sín, és az árammérésre használt sönt feszültségét méri. Jelenleg  $60mV$  névleges feszültségű sönt mérésére alkalmas analóg bemeneti áramkörök léteznek, de a közeljövőben kifejlesztésre kerülnek  $100mV$  névleges feszültségű sönthöz alkalmas áramköri kártyák is. A szokásos névleges sönt-feszültségek  $60-100mV$  nagyságrendbe esnek, ami a  $600V$  töredéke. Olyan erősítő készítése, mely az ilyen viszonyokhoz megfelelő közösmódusú elnyomással (*Common Mode Rejection Ratio*) rendelkezne, nagy nehézségekbe ütközne. Emiatt az áramkörök a  $600V_{DC}$  sín-potenciálon vannak, és a sínhez képest mérik a sönt  $-100mV$  nagyságrendű feszültségét és a földpont  $-600V$  feszültségét. Mivel az egyes analóg bemeneti áramkörök egymástól galvanikusan el vannak választva, a készülékkel eltérő feszültségű sínek mérése is lehetséges. Ilyen esetben a sínek között a feszültség maximálisan megengedhető legnagyobb értéke  $2,5kV$ . A bemenő jelek szintillesztés után egy analóg/digitális átalakító (ADC) bemeneteire kerülnek, mely csatornánként  $F_s=1250Hz$  frekvenciával végzi a mintavételezést. Az ADC által szolgáltatott digitális értékek optikai csatolókon keresztül kerülnek a központi egységhez.

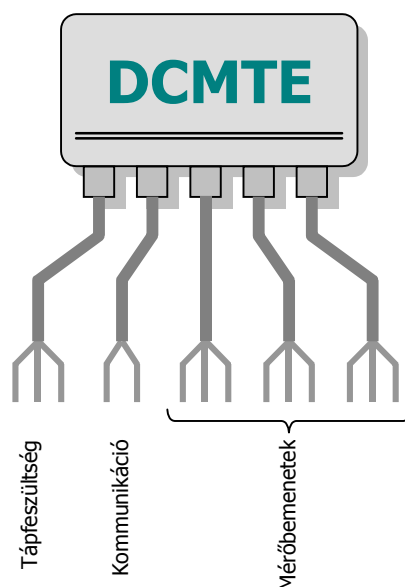
A készülék központi egysége egy digitális jelfeldolgozó processzor (*Digital Signal Processor*) alapú áramköri kártya. Ezen az egységen futó szoftver végzi a méréseket, mérési eredmények regisztrálását egy FLASH memóriába és a kommunikációt az RS485 vonalon.

Az analóg kártyák és a DSP egység közötti viszonylag nagy adatátviteli sebességre alkalmas optikai csatolók csak 2,5kV szigetelési feszültséget biztosítanak, ezért az RS485 illesztő áramkör a DSP egységtől el van választva. Mivel itt nagyon kicsi átviteli sebességre van szükség (9,6kBit/sec), így nagyfeszültségű optikai csatolók is alkalmazhatóak. Ezzel együtt biztosított a mérő bemenetek és az RS485 port közötti 5,5kV<sub>AC</sub> átütési szilárdságú leválasztás.

A készülék működéséről további információ a 3. fejezetben található.

## 2.3 Készülék bekötése

A készülék kivezetései a 3. ábrán láthatóak. A tápfeszültség, kommunikáció, és egyenként a három mérőbemenethez egy-egy kábel tartozik. A készülék előlapján egyértelmű feliratok jelzik az egyes kábelek funkcióját. A kábelek egyes vezetékének jelentése a következő pontokban található meg.



3. Ábra: DCMTE készülék villamos kivezetések

### 2.3.1 Tápfeszültség bekötése

Szemből nézve a baloldaltól első kábelen keresztül kell a készüléket tápfeszültségre kapcsolni. A készülék az adattáblán jelzett tápfeszültséggel üzemel. A tápfeszültség rákapcsolása után azonnal elindul. A készülék tápegységének a működését az előlapon látható zöld LED jelzi. A kábel vezetékének a jelölése a következő:

#### I. Táblázat: A tápfeszültség kábel vezetékének jelölése:

Vezeték	Jelölés	Megjegyzés
Tápfeszültség +	Fekete	Mivel a készülék mind AC mind DC tápfeszültséggel üzemképes, a tápegység bemenetén egy egyenirányító-híd található. Emiatt e két vezeték bekötéskor felcserélhető
Tápfeszültség –	Kék vagy szürke	
Árnyékoló föld	Sárga/Zöld	A kapcsolóüzemű tápegység zavarcsökkentéséhez szükséges bemenet. Vagy a 230V hálózat földpontjához, vagy valamilyen jól földelt fémfelületre kell kapcsolni

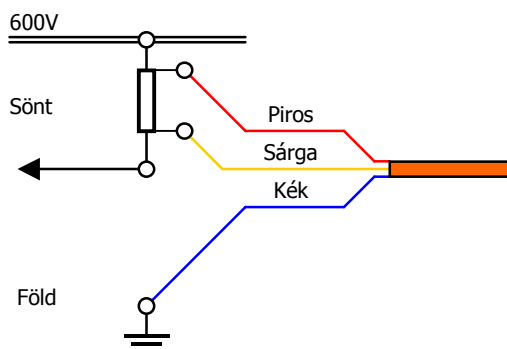
**FIGYELEM, ÉLETVESZÉLY:** A készülék tápfeszültségre kapcsolásakor 110V vagy 230V feszültségű hálózathoz való csatlakozásnál ugyanazok az utasítások betartása kötelező, amelyek az adott munkáltatónál a 110V vagy 230V feszültségű berendezéseken végzett munkáknál érvényesek.

### 2.3.2 Mérő bemenetek

A készülék a három galvanikusan független áramkörön képes mérni egy sönt földhöz képes mérhető DC feszültségét, és a söntön átfolyó áram által létrehozott feszültséget. A készülék az adattáblán megjelölt névleges feszültségű sönttel alkalmazható. A mérőkábelek vezetőinek jelölése a II. táblázatban, a bekötési vázlat a 4. ábrán látható. A mérőkábelek bekötésénél feltétlenül figyelni kell a vezeték jelölésére, mert a hibás bekötés a készülék tönkremenetelét okozza!

#### II. Táblázat: A mérőkábel vezetőinek jelölése:

Vezeték	Jelölés	Megjegyzés
600V	Piros	Lásd: ábra
Sönt	Sárga	
Föld	Kék	



4. Ábra: Mérő bemenetek bekötése

**FIGYELEM, ÉLETVESZÉLY:** A készülék 600V feszültségű hálózathoz való csatlakoztatásánál ugyanazok az utasítások betartása kötelező, amelyek az adott munkáltatónál a 600V feszültségű berendezéseken végzett munkáknál érvényesek.



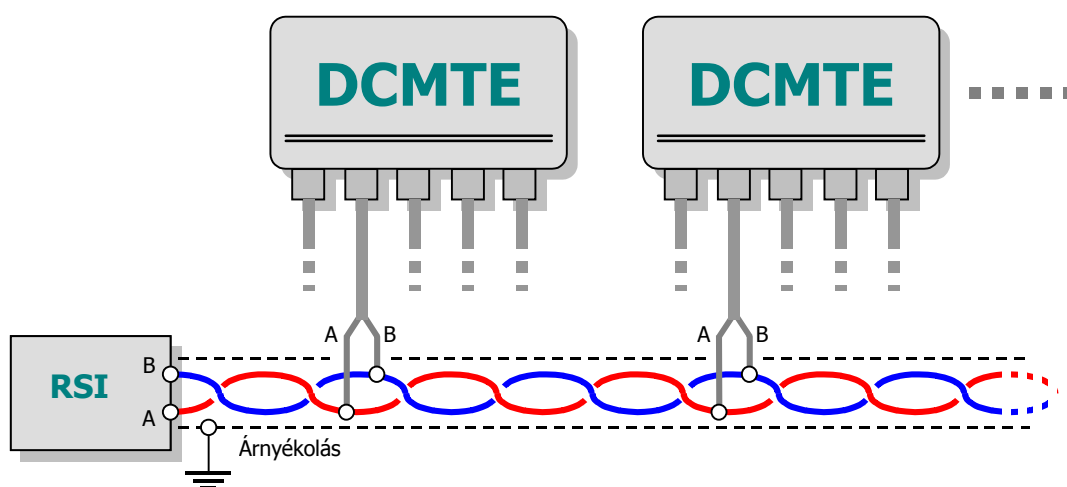


### 2.3.3 Kommunikáció

A készülék RS485 vonalon aszinkron soros kommunikációt használ 9600baud sebességgel. Az RS485 vonal tulajdonsága, hogy egy érpárra több készülék köthető párhuzamos kapcsolásban. Az érpár jelölése *A* és *B*. Személyi számítógéphez RS232/RS485 (pl. Vertesz RSI) vagy USB/RS485 átalakítón keresztül csatlakoztatható. A bekötési vázlat az 5. ábrán látható. Az RS485 vonalat sodort érpárú, árnyékolott vezetékkel kell kiépíteni. Az árnyékolást egy (csakis egy) ponton földelni kell. Ez a pont lehet például az RSI egységnél.

#### III. Táblázat: A RS485 kábel vezetékeinek jelölése:

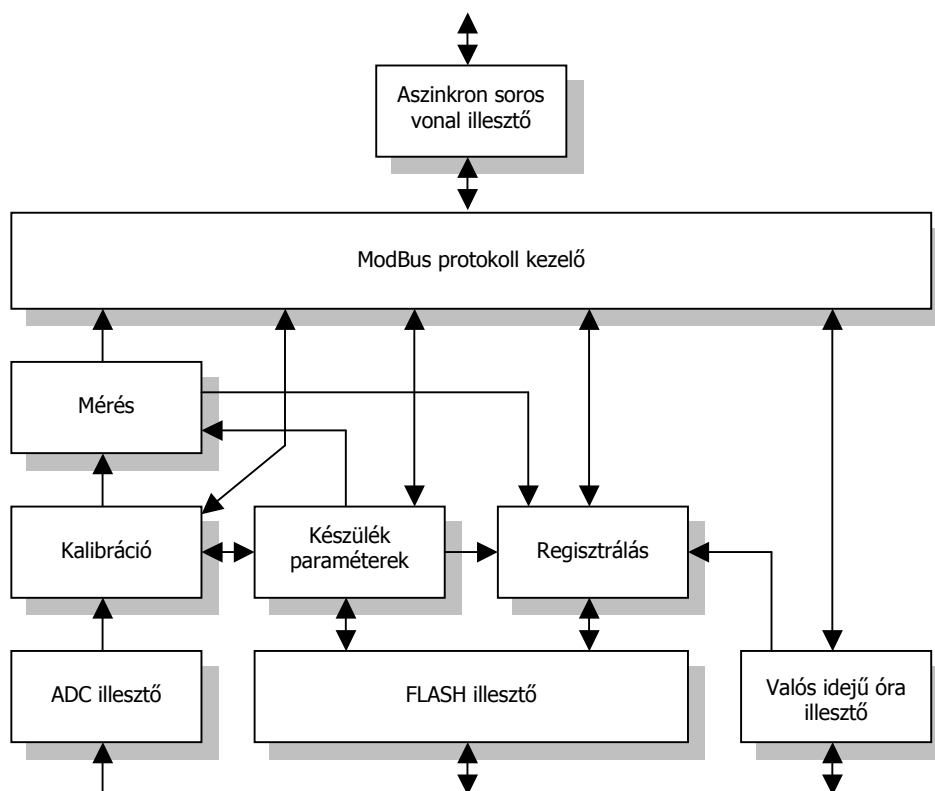
Vezeték	Jelölés	Megjegyzés
A	Sárga	
B	Zöld	



5. Ábra: DCMTE kommunikáció bekötés

### 3 Működési leírás

A DCMTE készülék működését a készülékben található DSP-n futó vezérlőszoftver működése határozza meg. A vezérlőszoftver blokkvázlata a 6. ábrán látható. A következő pontokban az egyes blokkok leírása olvasható. Mivel a készüléknek nincs felhasználói felülete, a mérési eredmények, működési paraméterek a soros vonalon keresztül érhetőek el vagy módosíthatóak. Az egyes blokkok kezeléséről részletes információ az 5. fejezetben található.



6. Ábra: DCMTE szoftver blokkvázlat

A készülékben található hardver elemeket különböző illesztő blokkok kezelik a szoftverben. Ezek az illesztők a következők:

◆ Aszinkron soros illesztő

Ez az egység a készülék RS485 portján táviratok vételét és adását végzi.

◆ Analóg/digitális átalakító illesztő

Feladata a három analóg mérőegységben található AD átalakítók kezelése, és a minták kiolvasása. A készülék mind a  $3 \times 2 = 6$  analóg bemeneti csatornán  $F_s = 1250\text{Hz}$  frekvenciával mintavételez.

◆ FLASH illesztő

A készülékben egy 512 kB-ot tárolókapacitású FLASH memória található. Ebben a memóriában tárolódik a készülék vezérlőszoftvere, a működési paramétertábla, és itt tárolódnak a mérés közben keletkező regisztrátumok. A FLASH illesztő feladata a FLASH memória olvasása és írása.

Ha FLASH írás közben a készülék tápfeszültsége megszűnik, a FLASH memóriában hibás adatot tartalmazó blokk maradhat. A FLASH illesztő emiatt a módosítandó blokkot írás előtt egy ideiglenes helyre másolja. Így a következő szoftver induláskor a FLASH tartalmát ki tudja javítani. A FLASH illesztő így biztosítja, hogy a FLASH memória mindig érvényes adatot tartalmazzon.

Amint a 6. ábrán látható, mind a regisztráló, mind a paramétereket kezelő blokk használja a FLASH memóriát. Emiatt a FLASH illesztő feladata még a párhuzamosan beérkező írási és olvasási kérések sorba állítása.

◆ Valós idejű óra kezelő

A készülékben található egy valós idejű óra IC, mely dátumot és az időt tartalmazza. A dátum és idő a ModBus protokollon keresztül állítható be. Ehhez az áramkörhöz kapcsolódik egy 3V feszültségű lítium elem, mely biztosítja a működését akkor is, mikor a készülék ki van kapcsolva. Az áramkör a valós idő számolásán kívül még tartalmaz 256bájtnyi memóriát is. A lítium elem ennek a memóriának a tartalmát is védi. Bizonyos gyakran változó rendszer-állapot értékek, melyek a tápfeszültség kimaradás esetén sem veszhetnek el, ebben a memóriában tárolódnak. Ez megakadályozza, hogy a gyakori írás tönkretegyje a FLASH memóriát (A FLASH memóriák tulajdonsága, hogy korlátozott számú írást viselnek el).

◆ Készülék paraméterek

A készülék tartalmaz egy paramétertáblát, mely a FLASH memóriában tárolódik. Ebben a paramétertáblában találhatóak a kalibrációs konstansok, a névleges áramérték (a 60/100mV feszültségnek megfelelő áram), és a regisztrációs periódus hossza. Ezek az értékek a ModBus protokollon keresztül írhatók/olvashatók.

◆ Kalibráció

Az analóg mérő áramkörök olyan alkatrészeket tartalmaznak, melyek biztosítják a lineáris átvitelt, alacsony hőmérsékletfüggést, és az átviteli karakterisztika hosszú idejű stabilitását. Azonban ennek az átviteli karakterisztikának viszonylag nagy az ofszet- és erősítéshibája. Emiatt az AD átalakítókból érkező adatokat korrigálni kell a következő kifejezéssel:

$$x_c = A(x + B) \tag{1}$$

Ahol  $x$  az AD átalakítóból érkező érték,  $-B$  az ofszethiba,  $1/A$  az erősítéshiba, és  $x_c$  a kalibrált érték. A kalibrációs blokk (1) kifejezést minden AD átalakítóból érkező mintára kiszámítja, így a mérő blokk már kalibrált adatokat kap. Az  $A$  és  $B$  együtthatókat a FLASH memóriában a paramétertábla tartalmazza.

Az  $A$  és  $B$  együtthatókat a kalibrációs modul határozza meg. Ehhez azonban a kalibráció alatt referenciajeleket kell kapcsolni a készülékre. A kalibráció gyártáskor megtörténik. 3 évente célszerű újrakalibráltatni a készüléket. Kalibrációt általános esetben csak a Vertesz Elektronika végezheti el, kalibráció elvégzésére vonatkozó információt csak külön megállapodás alapján ad ki.

◆ Mérés

A mérést végző blokk az áram- és feszültségcsatornáktól származó kalibrált mintákból  $T_{MEAS}=40ms$  időközönként mérési eredményt szolgáltat. A készülék a csatornák áramát, feszültségét, teljesítményét, a fogyasztott és visszatáplált villamos energiát méri.

### ◆ Regisztrálás

A készülék a paramétertáblában megadott  $T_{REG}$  regisztrálási periódusidő mérési ciklusokat határoz meg. Minden mérési ciklus végén a készülék egy regisztrátumot-rekordot készít, és azt elmenti a FLASH memóriába. A regisztrálási periódusidőt 1 és 15 perc között perces lépésekben lehet beállítani. A mérési ciklusok végét a készülékóra alapján határozza meg a készülék. A mérési ciklusnak akkor van vége, ha egész-perc elején az alábbi kifejezés teljesül:

$$T_{ABS} \bmod T_{REG} = 0 \quad (2)$$

$T_{ABS}$  a 1999.12.31 00:00:00 óta eltelt idő percben kifejezve a valós idejű óra szerint, **mod** a maradékos osztás,  $T_{REG}$  regisztrálási periódusidő percben kifejezve. Így ha pl.  $T_{REG}=15$  perc akkor minden órában XX:00, XX:15, XX:30, XX:45 perckor készül egy rekord, ha  $T_{REG}=2$  perc, akkor minden páros percben. Ha  $T_{REG}$  értéke olyan szám, amivel 60 nem osztható maradék nélkül, akkor minden órában más-más percekben készülnek a rekordok.

A mérési ciklusok hosszára ( $T_{LEN}$ ) általában igaz:  $T_{LEN} \approx T_{REG}$ . A két érték között minimális eltérést okozhat, hogy a készülékben található valós idejű óra és a processzor órajele nincs szinkronizálva. Mivel a valós idejű óra érteke a soros vonalon keresztül változtatható, az energiamérés és a mérési ciklusok hosszának megállapítása a processzor órajele alapján történik.

Jelentősebb eltérések adódnak a következő esetekben:

- ◆ Készülék bekapcsolása utáni első mérési ciklus mindig rövidebb lesz, mint  $T_{REG}$ .
- ◆ Regisztrálási periódus megváltoztatása utáni második mérési ciklus esetén :  
pl. ha kezdetben  $T_{REG}=4$ perc, akkor többek között XX:24, és XX:28-kor zárul le egy-egy mérési ciklus. Ha viszont XX:26-kor  $T_{REG}=15$  percre állítjuk, akkor a készülék XX:28-kor még befejezi az aktuális mérési ciklust a korábbi 4 perces érték szerint, és csak utána működik a  $T_{REG}=15$  perc szerint. Ezután azonban XX:30-kor is lezárul egy mérési ciklus (2) egyenlet teljesülése miatt. Így a  $T_{LEN} \approx 4$  perc hosszúságú mérési ciklusok után először egy  $T_{LEN} \approx 2$  percnyi mérési ciklus következik, annak ellenére, hogy  $T_{REG}=15$  percet állítottunk be. A továbbiakban természetesen, már  $T_{LEN} \approx 15$  perc lesz.

Ezek az esetek feljegyzésre kerülnek az érintett rekordokban (lásd később).

A készülék 3840 rekordot képes tárolni. Ha a teljes tár megtelik, mindig a legrégebbi rekordot írja felül (veszik el). Ez azt jelenti, hogy pl.:  $T_{REG}=15$  perc esetén  $T_{TOT}=3840 \cdot 15$  perc=40 nap, de pl.:  $T_{REG}=1$  perc esetén csak  $T_{TOT}=3840 \cdot 1$  perc=2 nap és 16 óra mérési eredménye fér el a tárban folyamatos működés esetén. A rekordokat, amíg felül nem íródnak, vagy felhasználói parancs nem törli őket, tetszőleges sorrendben (random access) ki lehet olvasni a készülékből. Azonban létezik egy olyan kiolvasási mód, mellyel keletkezési sorrendben lehet elérni az adatokat (serial access). Ebben az esetben a készülék adminisztrálja (de csak soros kiolvasás esetén), hogy mely rekordok lettek már kiolvasva. Ezzel lehetőség van arra, ha csak adott időközönként fordulunk a készülékhez, hogy mindig csak azt utolsó kiolvasás óta keletkezett rekordokat olvassuk ki. A soros kiolvasáshoz tartozik még az a működés, hogy ha a készülék olyan rekordot ír felül, amelyik soros olvasással még nem lett kiolvasva, akkor feltételezi, hogy adatvesztés történt, és ezt az új rekordban feljegyzi.

Minden rekord a következő értékeket tartalmazza:

- Rekord mentési időpontját.
- Az egyes mérési mennyiségeknek ( $U, I, P$ ) a lezárt mérési periódus alatt bekövetkezett minimum, átlag és maximum értékeit.

- Az energiaszámlálók mentéskor aktuális értékeit.
- Készülék állapot információkat:  
A lezárt mérési ciklus elején a készülék elindul (Indulás utáni első ciklus)  
Kiolvasatlan rekord került felülírásra, adatvesztés történt. (lásd fent)  
Regisztrálási periódusidő ( $T_{REG}$ ) megváltozott.
- A mérési ciklus időbeni hosszát ( $T_{LEN}$ ).

### 3.1 ModBus protokoll kezelő

Feladata a soros-port illesztőtől kapott táviratok értelmezése, a táviratokban kódolt parancsok végrehajtása, és a választáviratok összeállítása, elküldése a soros-port illesztőn keresztül. Mivel ez a blokk tekinthető a készülék egyetlen interfészének, a 4 fejezetben részletes leírása található.

### 3.2 LED-ek

A készülék előlapján három LED látható. Ezek a következő működési információkat kódolják:

#### IV. Táblázat: Az előlapon található LED-ek jelentése

LED	Szín	Jelentés
Zöld	Tápegység	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Folyamatosan világít, ha a készülék megfelelő tápfeszültséget kap és a belső tápegység működőképes</li> </ul>
Sárga	Kommunikáció	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Folyamatosan világít, ha a készülék soros vonalán adatforgalom van (adás vagy vétel)</li> </ul>
Piros	Hiba	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Villog, ha a processzor működik, de a készülékben valamilyen hibát észlelt</li> <li>▪ Folyamatosan világít, ha a processzor nem működik</li> </ul>

### 3.3 Műszaki adatok

A megadott adatok  $T=0\dots 50^{\circ}\text{C}$  tartományban érvényesek

Paraméter	Min.	Tip	Max	Feltételek/megjegyzések
<b>Tápellátás (110V/230V táp esetén)</b>				
▪ Tápfeszültség [ $V_{AC/DC}$ ]	80		270	
▪ Áramfelvétel [mA]			40 90	$U_{TÁP}=230V$ $U_{TÁP}=100V$
<b>Tápellátás (24V táp esetén)</b>				
▪ Tápfeszültség [ $V_{AC/DC}$ ]	17		28	
▪ Áramfelvétel [mA]			400	$U_{TÁP}=24$
<b>Feszültség bemenetek</b>				
▪ Mérési tartomány [ $V_{DC}$ ]	-600		1000	
▪ Túlterhelhetőség [ $V_{DC}$ ]	-1000		1500	1sec
▪ Terhelőáram [mA]		0,8		$U_{BE}=600V$
<b>Áramjel bemenetek</b>				
▪ Mérési tartomány [ $A_{DC}$ ]	-1500 -3750		2500 6250	60mV/1000A sönt esetén 60mV/2500A sönt esetén
▪ Túlterhelhetőség [ $A_{DC}$ ]	-2500 -6520		4000 10000	1sec 60mV/1000A sönt esetén 1sec 60mV/2500A sönt esetén
▪ Terhelőáram [nA]		40		$U_{BE}=60mV$
<b>Szigetelési szilárdság</b>				
▪ Merőbemenetek, tápbemenet és kommunikációs bemenet között [kV]		5,5		1sec, ismételt próba tilos
<b>Mérési hiba</b>				
▪ Feszültség [V]		2	5	
▪ Áram [A]		4 10	10 25	60mV/1000A sönt esetén 60mV/2500A sönt esetén
▪ Teljesítmény [kW]		4 10	10 25	60mV/1000A sönt és 600kW esetén 60mV/2500A sönt és 1500kW esetén
<b>Mechanikai adatok</b>				
▪ Védettség	IP64			
▪ Méret	Lásd: 1. ábra			
▪ Tömeg [kg]		1		

## 4 Kommunikáció

### 4.1 Kommunikációs vonal

A készülék RS485 soros kommunikációs vonalon, aszinkron módon, a következő paraméterekkel kommunikál:

- ◆ 9600bit/s
- ◆ 8 adatbit
- ◆ 1 stopbit
- ◆ Páros paritás

### 4.2 Protokoll

Kommunikációs protokollként a ModBus RTU szabvány  *Holding Regiszterek olvasása (0x03) és Holding regiszterek írása (0x10)*  parancsokat implementálja. A készülék  *slave*  üzemmódban működik. A címe gyártáskor dől el, 1...249 tartományban lehet.

Az egyes regiszterek tartalmáról leírás az 5. fejezetben található.

A készülékekben implementált protokoll a következő pontokban tér el a szabványtól:

- ◆ Nincs hibatávirat. A következő esetekben a készülék nem válaszol:
  - CRC hibás táviratot kap.
  - Ismeretlen parancskódot tartalmazó táviratot kap.
  - Nem létező Holding Regiszterre történik hivatkozás.
- ◆ 0x10 parancs esetén csak az írható/olvasható regiszterek íródnak felül, de nincs hibatávirat, ha csak olvasható regiszterre érkezik írás parancs.
- ◆ A szabvány szerint megengedett 256 bájtól hosszabb táviratokat is képes feldolgozni és küldeni:
  - Az adási buffer mérete 2053 bájt, így a 0x03 paranccsal egyszerre akár 1024 regiszter tartalmát le lehet kérdezni.
  - A vételi buffer mérete 2057 bájt, így a 0x10 paranccsal egyszerre akár 1024 regiszter írása lehetséges.

#### 4.2.1 Táviratok szerkezete

A táviratok keretezése a következő:

- ◆ Holding regiszterek olvasása:

Paraméterként megadott  $A$  kezdőcímtől  $N$  db holding regiszter aktuális értékét adja vissza.

Kérés:

0	1	2	3	4	5	6	7
Készülék cím	Parancskód 0x03	Első regiszter címe, felső bájt MSB( $A$ )	Első regiszter címe, alsó bájt LSB( $A$ )	Regiszterek száma, felső bájt MSB( $N$ )	Regiszterek száma, alsó bájt LSB( $N$ )	MSB(CRC)	LSB(CRC)

(CRC az ellenőrző érték, számítását lásd a 4.2.2 pontban)

Válasz:

0	1	2	3...2·N+2	2·N+3	2·N+4
Készülék cím	Parancskód 0x03	Paraméter bájtok száma (=2·N) ha N<128, egyébként 255	A kért regiszterek aktuális tartalma. (MSB;LSB sorrendben)	MSB(CRC)	LSB(CRC)

♦ Holding regiszterek írása:

A paraméterként megadott  $A$  kezdőcímtől kezdődően  $N$  db holding regiszter értékét felülírja (csak az írható olvasható regiszterek tartalma változik).

Kérés:

0	1	2	3	4	5	6
Készülék cím	Parancskód 0x10	Első regiszter címe, felső bájt MSB( $A$ )	Első regiszter címe, alsó bájt LSB( $A$ )	Regiszterek száma, felső bájt MSB( $N$ )	Regiszterek száma, alsó bájt LSB( $N$ )	Szabvány szerint a paraméter bájtok száma, de értékét a készülék nem veszi figyelembe

7...2·N+6	2·N+7	2·N+8
A regiszterek új tartalma. (MSB;LSB sorrendben)	MSB(CRC)	LSB(CRC)

Válasz:

0	1	2	3	4	5	6	7
Készülék cím	Parancskód 0x10	Első regiszter címe, felső bájt MSB( $A$ )	Első regiszter címe, alsó bájt LSB( $A$ )	Regiszterek száma, felső bájt MSB( $N$ )	Regiszterek száma, alsó bájt LSB( $N$ )	MSB(CRC)	LSB(CRC)

#### 4.2.2 CRC számítása

Turbo Pascal példa kód:

```

unit CRC;

INTERFACE

procedure CRC16(p: pointer; len: word; var Hi: byte; var Lo: byte);

IMPLEMENTATION

type

  TByteArray = array[0..63999] of byte;

const

  CRChi: array[0..255] of byte =
    (
      $00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,$01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,
      $01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,$00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,
      $01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,$00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,
      $00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,$01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,
      $01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,$00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,
      $00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,$01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,
      $01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,$00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,
      $01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,$00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,
      $00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,$01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,
      $01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,$00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,
      $01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,$00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,
      $00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,$01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,
      $01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,$00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,
      $00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,$01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,
      $01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,$00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,
      $00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,$01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,
    )
  
```



```

    $01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,$00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,
    $01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,$00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,
    $00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,$01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40
);

CRCLo: array[0..255] of byte =
(
    $00,$C0,$C1,$01,$C3,$03,$02,$C2,$C6,$06,$07,$C7,$05,$C5,$C4,$04,
    $CC,$0C,$0D,$CD,$0F,$CF,$CE,$0E,$0A,$CA,$CB,$0B,$C9,$09,$08,$C8,
    $D8,$18,$19,$D9,$1B,$DB,$DA,$1A,$1E,$DE,$DF,$1F,$DD,$1D,$1C,$DC,
    $14,$D4,$D5,$15,$D7,$17,$16,$D6,$D2,$12,$13,$D3,$11,$D1,$D0,$10,
    $F0,$30,$31,$F1,$33,$F3,$F2,$32,$36,$F6,$F7,$37,$F5,$35,$34,$F4,
    $3C,$FC,$FD,$3D,$FF,$3F,$3E,$FE,$FA,$3A,$3B,$FB,$39,$F9,$F8,$38,
    $28,$E8,$E9,$29,$EB,$2B,$2A,$EA,$EE,$2E,$2F,$EF,$2D,$ED,$EC,$2C,
    $E4,$24,$25,$E5,$27,$E7,$E6,$26,$22,$E2,$E3,$23,$E1,$21,$20,$E0,
    $A0,$60,$61,$A1,$63,$A3,$A2,$62,$66,$A6,$A7,$67,$A5,$65,$64,$A4,
    $6C,$AC,$AD,$6D,$AF,$6F,$6E,$AE,$AA,$6A,$6B,$AB,$69,$A9,$A8,$68,
    $78,$B8,$B9,$79,$BB,$7B,$7A,$BA,$BE,$7E,$7F,$BF,$7D,$BD,$BC,$7C,
    $B4,$74,$75,$B5,$77,$B7,$B6,$76,$72,$B2,$B3,$73,$B1,$71,$70,$B0,
    $50,$90,$91,$51,$93,$53,$52,$92,$96,$56,$57,$97,$55,$95,$94,$54,
    $9C,$5C,$5D,$9D,$5F,$9F,$9E,$5E,$5A,$9A,$9B,$5B,$99,$59,$58,$98,
    $88,$48,$49,$89,$4B,$8B,$8A,$4A,$4E,$8E,$8F,$4F,$8D,$4D,$4C,$8C,
    $44,$84,$85,$45,$87,$47,$46,$86,$82,$42,$43,$83,$41,$81,$80,$40
);

procedure CRC16(p: pointer; len: word; var Hi: byte; var Lo: byte);
var
    Index : word;
    i      : word;
begin
    Hi:=$FF;
    Lo:=$FF;
    for i:=0 to len-1 do
        begin
            Index:=Hi xor TByteArray(p^)[i];
            Hi:=Lo xor CRChi[Index];
            Lo:=CRCLo[Index];
        end;
    end;
end;

END.

```

## 5 ModBus regiszterek kiosztása

### 5.1 Elektronikus adattábla

Cím/típus	Név	Megjegyzés
0x0000 (R)	Hardver típus	▪ <b>0x0901:</b> DCMTE készülék
0x0001 (R)	Hardver verzió	▪ MS bájtt: Fő verzió (BCD) ▪ LS bájtt: Mellék verzió (BCD)
0x0002 (R)	Hardver kiépítettség	Bitek kiosztása: ▪ <b>0...3 bitok:</b> 1 csatorna-pár ▪ <b>4...7 bitok:</b> 2 csatorna-pár ▪ <b>8...11 bitok:</b> 3 csatorna-pár Típusok: ▪ <b>0x0:</b> Nincs kiépítve ▪ <b>0x1:</b> 600V, 60mV ▪ <b>0x2:</b> 600V, 100mV
0x0003 (R)	Szoftver verzió	▪ MS bájtt: Fő verzió (BCD) ▪ LS bájtt: Mellék verzió (BCD)
0x0004 (R)	Szoftver built-szám	A szoftver fordításának ideje és napi sorszáma. A bitok kiosztása: ▪ <b>15...14 bitok:</b> év ((Évszám-3) mod 4) ▪ <b>13...10 bitok:</b> hónap ▪ <b>9...5 bitok:</b> nap ▪ <b>4...0 bitok:</b> napi sorszám
0x0005- 0x000F (R)	Gyári szám:	▪ 22 bájtt, 0-terminal sztring

A Vertesz Elektronika Kft.-nél 2003 után kifejlesztett távadók mindegyikénél a 0x0000 címen a típusazonosító található. A típusazonosító egyértelműen meghatározza a távadó típusát.

### 5.2 Valós idejű óra

Cím/típus	Név	Megjegyzés
0x0010 (RW)	Állapotregiszter	▪ <b>0x0001:</b> Regiszterek frissítése ▪ <b>0x0002:</b> Frissítés leállítása ▪ <b>0x0003:</b> Óra beállítása Leírást lásd a szövegben
<b>Aktuális idő</b>		
0x0011 (RW)	Év	2000...2063
0x0012 (RW)	Hónap	1...12
0x0013 (RW)	Nap	1...31
0x0014 (RW)	Óra	0...23
0x0015 (RW)	Perc	0...59
0x0016 (RW)	Másodperc	0...59
<b>1999.12.31 00:00:00 óta eltelt idő percben kifejezve</b>		
0x0017 (R)	Alsó szó (LSW),	
0x0018 (R)	Felső szó (MSW)	
<b>Készülék utolsó bekapcsolásának időpontja</b>		
0x0019 (R)	Év	2000...2063
0x001A (R)	Hónap	1...12
0x001B (R)	Nap	1...31
0x001C (R)	Óra	0...23
0x001D (R)	Perc	0...59
0x001E (R)	Másodperc	0...59

A készülék bekapcsolása után az állapotregiszter (0x0010) értéke 0x0001. Ilyenkor a készülék másodpercként frissíti az aktuális időt tartalmazó (0x0011...0x0016) regisztereket az óra IC-ből. A készülékóra beállításához az állapotregiszterbe 0x0002 értéket kell írni. Ilyenkor a frissítés szünetel és a 0x0011...0x0016 regiszterek írhatóak. Be kell írni a beállítandó időt, majd az

állapotregiszterbe 0x0003 értéket kell írni. Ennek hatására a 0x0011...0x0016 regiszterek értékét az óra IC-be írja, majd amikor a művelet befejeződött, az állapotregiszter értéke újra 0x0001 lesz. Amíg az állapotregiszter értéke 0x0003, sem az állapotregisztert, sem az aktuális időt tartalmazó regisztereket írni nem szabad!

### 5.3 Mérési pillanatértékek

Cím/típus	Név	Megjegyzés
<b>Feszültség értékek</b>		
0x0020 (R)	1 csatorna	A feszültségek értéke $U_K = U_{KNOM} \cdot N_K / 5000$ , ahol $U_K$ a $K$ . csatorna feszültsége [V], $U_{KNOM}$ a csatorna névleges feszültsége (a paramétertáblából olvasható ki), $N_K$ a regiszterekből kiolvasott értékek
0x0021 (R)	2. csatorna	
0x0022 (R)	3. csatorna	
<b>Áram értékek</b>		
0x0023 (R)	1 csatorna	Az áramok értéke $I_K = I_{KNOM} \cdot N_K / 5000$ , ahol $I_K$ a $K$ . csatorna árama [A], $I_{KNOM}$ a csatorna névleges árama (a paramétertáblából olvasható ki), $N_K$ a regiszterekből kiolvasott értékek
0x0024 (R)	2. csatorna	
0x0025 (R)	3. csatorna	
<b>Teljesítmény értékek</b>		
0x0026 (R)	1 csatorna	A teljesítmények értéke $P_K = U_{KNOM} \cdot I_{KNOM} \cdot N_K / 5000$ , ahol $P_K$ a $K$ . csatorna teljesítménye [W], $U_{KNOM}$ a csatorna névleges feszültsége, $I_{KNOM}$ a csatorna névleges árama (a paramétertáblából olvashatóak ki), $N_K$ a regiszterekből kiolvasott értékek
0x0027 (R)	2. csatorna	
0x0028 (R)	3. csatorna	
<b>Positív integrált teljesítmény (energia) értékek</b>		
0x0029 (R)	1 csatorna LSW	Az energia értéke Ws-ban kifejezve: $E_K = U_{KNOM} \cdot I_{KNOM} \cdot N_K$ ahol $E_K$ a $K$ . csatorna energiája [Ws], $U_{KNOM}$ a csatorna névleges feszültsége, $I_{KNOM}$ a csatorna névleges árama (a paramétertáblából olvashatóak ki), $N_K$ a regiszterekből kiolvasott értékek Ugyanez kWh-ban kifejezve: $E_K = U_{KNOM} \cdot I_{KNOM} \cdot N_K / 3\,600\,000$
0x002A (R)	1. csatorna MSW	
0x002B (R)	2. csatorna LSW	
0x002C (R)	2 csatorna MSW	
0x002D (R)	3. csatorna LSW	
0x002E (R)	3. csatorna MSW	
<b>Negatív (visszatáplált) integrált teljesítmény (energia) értékek</b>		
0x002F (R)	1 csatorna LSW	Számítása ugyanaz, mint a pozitív előjelű energia esetén
0x0030 (R)	1. csatorna MSW	
0x0031 (R)	2. csatorna LSW	
0x0032 (R)	2 csatorna MSW	
0x0033 (R)	3. csatorna LSW	
0x0034 (R)	3. csatorna MSW	
<b>Mérés számláló</b>		
0x0035 (R)	Számláló	16 bites számláló, a pillanatértékek számítása után, azaz 40ms-onként növekszik eggyel. 0xFFFF után túlcsoordul, értéke 0x0000 lesz. Ez kb. 43 percenként következik be. Segítségével két kiolvasás között eltelt idő számítható ki (amennyiben az kevesebb, mint 43 perc).

## 5.4 Paramétertábla

Cím/típus	Név	Megjegyzés	
<b>Parancsregiszter</b>			
0x0038 (RW)	Parancsregiszter	A regiszterbe írt <b>0x0313</b> érték hatására a paramétertábla aktuális tartalmát a FLASH memóriába írja. Amikor az írás művelete befejeződött, a regiszter értéke ismét <b>0x0000</b> lesz. (lásd szöveg)	
<b>Csatornák névleges feszültség és áram értékei</b>			
0x0040 (RW)	$U_{1NOM}$ LSW	32 bites IEEE lebegőpontos értékek (single). Feszültségcsatornák értékei mindig 600.0V. Áramcsatornák értékei a névleges sönt-feszültségnek megfelelő áramérték [A]-ben kifejezve	
0x0041 (RW)	$U_{1NOM}$ MSW		
0x0042 (RW)	$I_{1NOM}$ LSW		
0x0043 (RW)	$I_{1NOM}$ MSW		
0x0044 (RW)	$U_{2NOM}$ LSW		
0x0045 (RW)	$U_{2NOM}$ MSW		
0x0046 (RW)	$I_{2NOM}$ LSW		
0x0047 (RW)	$I_{2NOM}$ MSW		
0x0048 (RW)	$U_{3NOM}$ LSW		
0x0049 (RW)	$U_{3NOM}$ MSW		
0x004A (RW)	$I_{3NOM}$ LSW		
0x004B (RW)	$I_{3NOM}$ MSW		
<b>Regisztrálási periódusidő</b>			
0x0050 (RW)	$T_{REG}$ regisztrálási periódusidő		Lásd: 3 fejezetben
<b>Kalibrációs konstansok</b>			
0x0070 (RW)	$U_1$ csatorna ofszet ( $B$ )	A készülék kalibrációs blokkja által számított értékek. Ezeket a regisztereket módosítani nem szabad!	
0x0071 (RW)	$U_1$ csatorna Szorzó ( $A$ )		
0x0072 (RW)	$I_1$ csatorna ofszet ( $B$ )		
0x0073 (RW)	$I_1$ csatorna Szorzó ( $A$ )		
0x0074 (RW)	$U_2$ csatorna ofszet ( $B$ )		
0x0075 (RW)	$U_2$ csatorna Szorzó ( $A$ )		
0x0076 (RW)	$I_2$ csatorna ofszet ( $B$ )		
0x0077 (RW)	$I_2$ csatorna Szorzó ( $A$ )		
0x0078 (RW)	$U_3$ csatorna ofszet ( $B$ )		
0x0079 (RW)	$U_3$ csatorna Szorzó ( $A$ )		
0x007A (RW)	$I_3$ csatorna ofszet ( $B$ )		
0x007B (RW)	$I_3$ csatorna Szorzó ( $A$ )		
0x007C (RW)	Kalibráció info.		A kalibrációt végző program tetszőleges értéket írhat ebbe a két regiszterbe. (kalibrációt végző személy azonosítója, dátumkód... stb.)
0x007D (RW)			

A paramétertáblát a készülék minden induláskor betölti a FLASH memóriából, futás közben a RAM-ban tárolódik. Ha a paramétertáblában valamely értéket a kommunikációs vonalon keresztül megváltoztatjuk, vagy kalibrációs műveletek során megváltoznak, a változások csak a RAM-ban történnek meg. A készüléknek kiadott „Paramétertábla mentése” paranccsal lehet a paramétertábla aktuális tartalmát a FLASH memóriába menteni.

## 5.5 Boot regiszterek

Cím/típus	Név	Megjegyzés
0x0080 (RW)	ReBoot parancsregiszter	A regiszterbe <b>0x0313</b> értéket írva, a vezérlőszoftver befejezi a futást, a készülék elindítja a készülékben található szerviz-programot. A szerviz program segítségével lecserélhető a vezérlőszoftver, beállítható a készülék gyári száma, ModBus címe... stb. A szerviz-program leírása az <i>E05050011 Muszaki Leiras _ SzervizSW.doc</i> dokumentumban található meg
0x0081 (R)	Boot számláló	A készülék bekapcsolása után először mindig a szerviz program indul el. Ilyenkor a szerviz program eggyel növeli a (az óra-IC elemmel védett RAM-jában tárolt) Boot számlálót, és ha annak értéke kevesebb, mint négy, megkísérli elindítani a vezérlőszoftvert. Ha a vezérlőszoftver 1 percig futni képes, törli a Boot számlálót. Ha egy percen belül 4-nél több újraindulás történik, a szerviz-program feltételezve, hogy probléma van a vezérlő-szoftverrel, 2 percig várakozik a következő indítási kísérlet előtt. Így ha véletlenül rossz vezérlőszoftver kerül a készülékre, az továbbra is elérhető marad.

## 5.6 AD átalakító illesztő regiszterei

Cím/típus	Név	Megjegyzés
0x0090 (R)	$U_1$ csatorna minta	Az AD átalakító által utoljára mintavételezett értékek.
0x0091 (R)	$I_1$ csatorna minta	
0x0092 (R)	$U_2$ csatorna minta	
0x0093 (R)	$I_2$ csatorna minta	
0x0094 (R)	$U_3$ csatorna minta	
0x0095 (R)	$I_3$ csatorna minta	
0x0096 (R)	AD illesztő állapot	Jelenlegi szoftver verzióban nem használt
0x0097 (R)	Utoljára mintavételezett csatornák	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>0xFFFF</b>: még nem indult el a mintavételezés</li> <li>▪ <b>0x0000</b>: feszültség csatornák</li> <li>▪ <b>0x0001</b>: áram csatornák</li> </ul>

## 5.7 Kalibrációs regiszterek

Cím/típus	Név	Megjegyzés
0x0098 (R)	$U_1$ kalibrált csatorna minta	A kalibrációs blokk által a mérő blokknak átadott minták aktuális értékei.
0x0098 (R)	$I_1$ kalibrált csatorna minta	
0x009A (R)	$U_2$ kalibrált csatorna minta	
0x009B (R)	$I_2$ kalibrált csatorna minta	
0x009C (R)	$U_3$ kalibrált csatorna minta	
0x009D (R)	$I_3$ kalibrált csatorna minta	
0x009E (RW)	Kalibráció parancsregiszter	A kalibrációhoz elvégzéséhez szükséges információt a Vertesz Elektronika csak külön megállapodás alapján adja ki.
0x009F (R)	Kalibráció állapotregiszter	

## 5.8 Regisztrátumok

Cím/típus	Név	Megjegyzés	
<b>Utoljára mentett rekord tartalma</b>			
0x00C0 (R)	Mentés ideje LSW	A rekord mentési időpontjában az 1999.12.31 00:00:00 óta eltelt percek száma. (Figyelem! 2000.01.01 00:00-kor, az újév első percében ez az érték nem 0, hanem már 24x60=1440)	
0x00C1 (R)	Mentés ideje MSW		
0x00C2 (R)	Állapot információ (LSW)	Bitek jelentése: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>0:</b> A készülék utolsó bekapcsolása óta ez az első rekord</li> <li>▪ <b>1:</b> A <math>T_{REG}</math> regisztrálási periódus megváltozott, ez az első rekord, mely az új <math>T_{REG}</math> szerint keletkezett.</li> <li>▪ <b>2:</b> Adatvesztés történt, ez a rekord felülírt egy olyan régebbi rekordot, mely soros-hozzáféréssel nem lett kiolvasva</li> </ul>	
0x00C3 (R)	Állapot információ (MSW)		
0x00C4 (R)	Mérési ciklus hossza (LSW)	A mérési ciklus hossza (a tényleges idő, mely alatt a rekord elkészült) ms-ban kifejezve	
0x00C5 (R)	Mérési ciklus hossza (MSW)		
0x00C6 (R)	$U_1$ minimum	A feszültségek értéke $U_K = U_{KNOM} \cdot N_K / 5000$ , ahol $U_K$ a $K$ . csatorna feszültsége [V], $U_{KNOM}$ a csatorna névleges feszültsége (a paramétertáblából olvasható ki), $N_K$ a regiszterekből kiolvasott értékek	
0x00C7 (R)	$U_1$ átlag		
0x00C8 (R)	$U_1$ maximum		
0x00C9 (R)	$U_2$ minimum		
0x00CA (R)	$U_2$ átlag		
0x00CB (R)	$U_2$ maximum		
0x00CC (R)	$U_3$ minimum		
0x00CD (R)	$U_3$ átlag		
0x00CE (R)	$U_3$ maximum		
0x00CF (R)	$I_1$ minimum		Az áramok értéke $I_K = I_{KNOM} \cdot N_K / 5000$ , ahol $I_K$ a $K$ . csatorna árama [A], $I_{KNOM}$ a csatorna névleges árama (a paramétertáblából olvasható ki), $N_K$ a regiszterekből kiolvasott értékek
0x00D0 (R)	$I_1$ átlag		
0x00D1 (R)	$I_1$ maximum		
0x00D2 (R)	$I_2$ minimum		
0x00D3 (R)	$I_2$ átlag		
0x00D4 (R)	$I_2$ maximum		
0x00D5 (R)	$I_3$ minimum		
0x00D6 (R)	$I_3$ átlag		
0x00D7 (R)	$I_3$ maximum	A teljesítmények értéke $P_K = U_{KNOM} \cdot I_{KNOM} \cdot N_K / 5000$ , ahol $P_K$ a $K$ . csatorna teljesítménye [W], $U_{KNOM}$ a csatorna névleges feszültsége, $I_{KNOM}$ a csatorna névleges árama (a paramétertáblából olvashatók ki), $N_K$ a regiszterekből kiolvasott értékek	
0x00D8 (R)	$P_1$ minimum		
0x00D9 (R)	$P_1$ átlag		
0x00DA (R)	$P_1$ maximum		
0x00DB (R)	$P_2$ minimum		
0x00DC (R)	$P_2$ átlag		
0x00DD (R)	$P_2$ maximum		
0x00DE (R)	$P_3$ minimum		
0x00DF (R)	$P_3$ átlag	Az energia értéke Ws-ban kifejezve: $E_K = U_{KNOM} \cdot I_{KNOM} \cdot N_K$ ahol $E_K$ a $K$ . csatorna energiája [Ws], $U_{KNOM}$ a csatorna névleges feszültsége, $I_{KNOM}$ a csatorna névleges árama (a paramétertáblából olvashatók ki), $N_K$ a regiszterekből kiolvasott értékek Ugyanez kWh-ban kifejezve: $E_K = U_{KNOM} \cdot I_{KNOM} \cdot N_K / 3\,600\,000$	
0x00E1 (R)	$E_{1P}$ LSB		
0x00E2 (R)	$E_{1P}$ MSB		
0x00E3 (R)	$E_{2P}$ LSB		
0x00E4 (R)	$E_{2P}$ MSB		
0x00E5 (R)	$E_{3P}$ LSB		
0x00E6 (R)	$E_{3P}$ MSB	Számítása ugyanaz, mint a pozitív előjelű energia esetén	
0x00E7 (R)	$E_{1N}$ LSB		
0x00E8 (R)	$E_{1N}$ MSB		
0x00E9 (R)	$E_{2N}$ LSB		
0x00EA (R)	$E_{2N}$ MSB		
0x00EB (R)	$E_{3N}$ LSB		
0x00EC (R)	$E_{3N}$ MSB		
0x00ED (R)	Fenntartva		
0x00EE (R)	Fenntartva		
0x00EF (R)	Fenntartva		
<b>Regisztrátum állapotregiszterek (lásd szöveg)</b>			
0x00FA (R)	Rekordok száma	A FLASH memóriában tárolt összes rekord száma: $N$ . (0...3840)	
0x00FB (R)	Írás index	Annak a rekordnak az indexe, mely a következő rekord lezárásakor felül fog íródni. $W$	
0x00FC (R)	Olvásás index	Annak a rekordnak az indexe, mely a következő „soros kiolvasás” parancsra kiolvasható a FLASH memóriából: $R$	

<b>Regisztrátum kiolvasását vezérlő regiszterek (lásd szöveg)</b>		
0x00FD (RW)	Parancsregiszter	Parancskódok: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 0x0101: Rekordok indexelt kiolvasása (random access)</li> <li>▪ 0x0102: Rekordok soros kiolvasásának folytatása (serial access)</li> <li>▪ 0x0103: Rekordok soros kiolvasásának elkezdése (serial access)</li> <li>▪ 0x0F01: Összes rekord törlése</li> </ul>
0x00FE (RW)	Index regiszter	$X(0...3849)$
0x00FF (RW)	Számláló regiszter	$C(0...10)$
<b>Adatbuffer regiszterek</b>		
0x0100... (R)	Az <i>index regiszter</i> (0x00FE) által megcímzett rekordtól kezdve <i>számláló regiszter</i> (0x00FF) által megadott számú (maximum 10) rekord	
+48·I+0x00	Mentés ideje LSW	I=0..9 Lásd még az <i>utoljára mentett rekord</i> (0x00C0) regisztereknél leírtakat.
+48·I+0x01	Mentés ideje MSW	
+48·I+0x02	Állapot információ (LSW)	
+48·I+0x03	Állapot információ (MSW)	
+48·I+0x04	Mérési ciklus hossza (LSW)	
+48·I+0x05	Mérési ciklus hossza (MSW)	
+48·I+0x06	$U_1$ minimum	
+48·I+0x07	$U_1$ átlag	
+48·I+0x08	$U_1$ maximum	
+48·I+0x09	$U_2$ minimum	
+48·I+0x0A	$U_2$ átlag	
+48·I+0x0B	$U_2$ maximum	
+48·I+0x0C	$U_3$ minimum	
+48·I+0x0D	$U_3$ átlag	
+48·I+0x0E	$U_3$ maximum	
+48·I+0x0F	$I_1$ minimum	
+48·I+0x10	$I_1$ átlag	
+48·I+0x11	$I_1$ maximum	
+48·I+0x12	$I_2$ minimum	
+48·I+0x13	$I_2$ átlag	
+48·I+0x14	$I_2$ maximum	
+48·I+0x15	$I_3$ minimum	
+48·I+0x16	$I_3$ átlag	
+48·I+0x17	$I_3$ maximum	
+48·I+0x18	$P_1$ minimum	
+48·I+0x19	$P_1$ átlag	
+48·I+0x1A	$P_1$ maximum	
+48·I+0x1B	$P_2$ minimum	
+48·I+0x1C	$P_2$ átlag	
+48·I+0x1D	$P_2$ maximum	
+48·I+0x1E	$P_3$ minimum	
+48·I+0x1F	$P_3$ átlag	
+48·I+0x20	$P_3$ maximum	
+48·I+0x21	$E_{1P}$ LSB	
+48·I+0x22	$E_{1P}$ MSB	
+48·I+0x23	$E_{2P}$ LSB	
+48·I+0x24	$E_{2P}$ MSB	
+48·I+0x25	$E_{3P}$ LSB	
+48·I+0x26	$E_{3P}$ MSB	
+48·I+0x27	$E_{1N}$ LSB	
+48·I+0x28	$E_{1N}$ MSB	
+48·I+0x29	$E_{2N}$ LSB	
+48·I+0x2A	$E_{2N}$ MSB	
+48·I+0x2B	$E_{3N}$ LSB	
+48·I+0x2C	$E_{3N}$ MSB	
+48·I+0x2D	<i>Fenntartva</i>	
+48·I+0x2E	<i>Fenntartva</i>	
+48·I+0x2F	<i>Fenntartva</i>	

Lásd még a 3. fejezetben leírtakat. A készülék a FLASH memóriában 3840 rekordot képes tárolni, minden rekord mérete 96 bájt. A rekordok szerkezete a 0x00C0... és 0x0100... regisztereknél leírt szerkezetű. A készülék első elindulásakor és a 0x00FD regiszterbe írt *összes rekord törlése* parancskód után nem tartalmaz rekordot. Amikor új rekord keletkezik, a készülék az első rekordtól ( $X=0$ ) az utolsó rekordig ( $X=3839$ ) sorban egymás után feltölti a rendelkezésre álló memória területet. Amikor a teljes memóriaterület megtelt, az írás az első rekordtól kezdődik ismét. Így mindig a legrégebbi rekord íródik felül. Az *írás index* regiszter (0x00FB) arra a rekordra mutat, amely az aktuálisan futó regisztrálási periódus végén felül fog íródni (a következő matematikai kifejezésekben az *írás index* regiszter értékének jelölése:  $W$ ). A *rekordok száma* (0x00FA) regiszter értéke (jelölés:  $N$ ) folyamatosan növekszik, míg el nem éri a  $N=3840$  értéket. Ezután régebbi rekordok felülírása következik, a tárolt rekordok száma nem növekszik.

Az utoljára mentett rekord tartalma a 0x00C0 címtől kezdődő 48 db regiszterből olvasható ki. (A v1.00 szoftver verzióban ezek a regiszterek a készülék bekapcsolása után az első rekord elkészüléséig érvénytelen adatot tartalmaznak.)

Régebbi rekordok a 0x0100...0x02DF címen található *adatbuffer regisztereken* (480db) keresztül olvasható ki. Ezen a területen 10 rekord fér el. A 0x00FD...0x00FF címen található három regiszter segítségével lehet megadni a készüléknek, hogy mely rekordokat másolja a FLASH memóriából ezekbe a regiszterekbe.

A 0x00FD címen található a *parancsregiszter*. A *parancsregiszterbe* írt parancskód segítségével a következőkben részletezett módok szerint lehet elérni a FLASH memóriában tárolt rekordokat. A parancsvégrehajtás végét a *parancsregiszterből* visszaolvasható 0x0000 jelzi. Ez azt jelenti, hogy a készülék a kért rekordokat a FLASH memóriából az *adatbuffer regiszterekbe* másolta, és azok onnan kiolvashatóak. Következő parancskódot mindig csak akkor szabad a *parancsregiszterbe* írni, amikor a készülék az előző parancsot már végrehajtotta.

A 0x00FE címen az *index regiszter* található (jelölés:  $X$ ). Az adatbufferben található rekordok közül az elsőnek a FLASH-indexét mutatja. Ha értéke 0xFFFF, akkor az adatbuffer nem tartalmaz érvényes adatot. Részletes leírás később található az egyes kiolvasási módok ismertetésénél. Értékét csak akkor szabad módosítani, amikor a *parancsregiszter* értéke 0x0000, azaz nincs parancsvégrehajtás folyamatban.

A 0x00FF címen található regiszter mutatja az adatbufferben található rekordok számát (jelölés:  $C$ ). Ha értéke 0x0000, akkor az adatbuffer nem tartalmaz érvényes adatot. Különben az adatbuffer első  $48 \cdot C$  db regisztere (mivel egy rekord 96bájt nagyságú, azaz 48 regiszternyi adatot tartalmaz),  $C$  db,  $X$  indextől kezdődően sorban egymás után következő rekordot tartalmaz a FLASH memóriából kimásolva. További információ található az egyes kiolvasási módok ismertetésénél. Értékét csak akkor szabad módosítani, mikor a *parancsregiszter* értéke 0x0000, azaz nincs parancsvégrehajtás folyamatban.

◆ Rekordok indexelt kiolvasása (random access)

A parancsregiszterbe (0x00FD) írt 0x0101 parancskód esetén a készülék a FLASH memóriából a 0x0100...0x02DF regiszterekbe tölt az  $X$  kezdőindextől  $C$  db rekordot ( $X$  az indexregiszterbe írt érték,  $C$  a számlálóregiszterbe írt érték). Értelmszerűen az *index-* és *számlálóregisztereket* a *parancsregiszter* előtt, vagy azzal együtt (egy táviratban) kell írni.

A kiolvasás előtt a készülék elvégzi a következő műveletet:

$$C := \min(C, 10, N - X) \quad (3)$$



Ahol **min()** a minimum függvény. (3) kifejezés alapján látszik, hogy a készülék maximum 10 rekordot ad (mivel ennyi fér az *adatbuffer regiszterekbe*), és csak a kezdőindexnél nagyobb indexű rekordokat másol az adatbufferbe. Ez a kiolvasás nem módosítja az *olvasás index* regiszter tartalmát. Ha az indexregiszterben olyan rekordra történik hivatkozás, ami nem tartalmaz érvényes adatot ( $X \geq N$ ), akkor a parancsvégrehajtás után az *index-* és *számlálóregiszterekből* visszaolvasható értékek  $X=0xFFFF$  és  $C=0$  lesznek, ami azt jelenti, hogy az adatbuffer nem tartalmaz érvényes adatot.

◆ **Rekordok soros kiolvasása (serial access)**

Ezzel a kiolvasási módszerrel az időben egymás után keletkezett rekordokat sorban egymás után lehet kiolvasni. Ebben az esetben csak a *parancsregisztert* kell írni, az *index-* és *számlálóregiszterek* a parancsvégrehajtás során automatikusan kapnak értéket.

A készülék az *olvasás index* (0x00FC) regiszter (jelölés: R) segítségével adminisztrálja, hogy mely rekordok lettek már kiolvasva soros hozzáféréssel. A soros hozzáféréssel ki nem olvasott rekordok száma a következő:

$$U = \begin{cases} W - R & \text{ha } W \geq R \\ (W - R) + N & \text{ha } W < R \end{cases} \quad (4)$$

Ha egy korábbi kiolvasást akarunk folytatni, akkor a *parancsregiszterbe* a 0x0102 értéket kell írni. Ekkor a készülék elvégzi a következő műveleteket:

$$\begin{aligned} &\text{ha } W \geq R \text{ akkor } U := W - R \text{ különben } U := (W - R) \bmod N \\ &C := \min(U, 10, N - R) \\ &\text{ha } C > 0 \text{ akkor } X := R \text{ különben } X := 0xFFFF \\ &\text{ha } C > 0 \text{ akkor } R := (R + C) \bmod N \end{aligned} \quad (5)$$

Első lépésben tehát kiszámolja az adatbufferbe másolandó rekordok számát, ami a kiolvasatlan rekordok száma, ha az nem haladja meg a 10-et. Ha ezeknél kisebb az  $N-R$ , azaz az *olvasás index* értékű és annál nagyobb indexű rekordok száma (ha  $W < R$ , akkor fordul elő ilyen), akkor ez lesz  $C$  értéke.

A kezdő index ( $X$ ) értéke *olvasás index* értékét veszi fel, az *olvasás index* értéke pedig a másolandó rekordok számával növekszik.

Ha soros hozzáféréssel az összes rekordot ki akarjuk olvasni, akkor a *parancsregiszterbe* a 0x0103 értéket kell írni. Ekkor a következő műveleteket végzi el a készülék:

$$\begin{aligned} &R := (W + 1) \bmod N \\ &\text{ha } W \geq R \text{ akkor } U := W - R \text{ különben } U := (W - R) \bmod N \\ &C := \min(U, 10, N - R) \\ &\text{ha } C > 0 \text{ akkor } X := R \text{ különben } X := 0xFFFF \\ &\text{ha } C > 0 \text{ akkor } R := (R + C) \bmod N \end{aligned} \quad (6)$$

Ekkor ugyanaz történik, mint a fenti esetben, azzal a különbséggel, hogy az egész művelet előtt az *olvasás index* értéke az *írás index* után következő rekordra mutat. Így összesen  $N-1$  db rekord

olvasható ki (azért nem  $N$ , mert a kiolvasási művelettel párhuzamosan bármikor elkészülhet a következő rekord, ami a  $W$  indexű rekord felülírását eredményezi).

◆ Rekordok törlése

A készülékben tárolt összes rekord a *parancsregiszterbe* írt 0x0F01 értékkel törölhető. Ekkor az *index-* és *számlálóregiszterek* a  $X=0xFFFF$  és  $C=0$  értéket veszik fel.

◆ Adatbuffer érvényessége

Amint fent olvasható, az adatbuffer akkor tartalmaz érvényes adatot, ha  $X \neq 0xFFFF$ . Sikeres adatolvasás után az adatbuffer tartalma mindaddig érvényes marad, amíg az adatbufferben található rekordok valamelyike felül nem íródik a FLASH memóriában. A készülék minden esetben, amikor rekordot ír a FLASH-be, ellenőrzi, hogy az adott indexű rekord másolata megtalálható-e az adatbufferben. Ha igen, akkor az *indexregiszter* értékét 0xFFFF-re változtatja.

◆ Adatvesztés

Minden rekordírás után az *írás index* eggyel előre lép. Ha értéke eléri az *olvasás index* értékét, akkor az azt jelenti, hogy a következő rekord egy kiolvasatlan rekordot fog felülníni. Emiatt ilyenkor az *olvasás index* is eggyel előre lép. Emellett a következő rekordban az adatvesztés flag értéke is 1 lesz. Ezután, ha nem történik soros kiolvasás, az *írás index* mindig „maga előtt tolja” az *olvasás indexet*, és minden további rekordban az adatvesztés flag értéke 1 lesz.