



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Villamos Energetika Tanszék

Bíró Annamária

Erőművek újszerű elszámolási mérésének kialakítási folyamatának bemutatása, elemzése

Tudományos Diákköri Konferencia

Dolgozat

KONZULENS
DR. LADÁNYI JÓZSEF

KONZULENS
HAVASI RÓBERT

BUDAPEST, 2019

Összefoglaló

A magyar villamosenergia-rendszerben 2008. január 1-jén megtörtént a teljes piacnyitás, innentől kezdve a támogatási rendszerek alá nem tartozó erőművek a versenypiacon értékesítik az általuk megtermelt energiát. A piaci értékesítés jelentős pénzforgalmat generál, így az elszámolásoknak mindig pontosnak és megbízhatónak kell lenniük. Ehhez az elszámolási mérések szolgáltatják a szükséges alapadatokat, melynek gyűjtése, kezelése és az elszámolás leképzését biztosító képletek kidolgozása az Elszámolási Mérési Osztály (EMO) feladata a Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító (MAVIR) Zrt.-nél.

Dolgozatom bevezetéseként rövid áttekintést szeretnék adni a magyar villamosenergia-piac történetéről, illetve a jelenleg tapasztalható trendekről, melyek szerint a magyar erőműpark átrendeződik, a régi, centralizált rendszerrel szemben jelentősen megnőtt a kiserőművek száma, melyek túlnyomó többsége naperőmű, ezzel hozzájárulva a decentralizáció, dekarbonizáció és digitalizáció folyamatához.

Az elszámolási méréseket vizsgálva az első fontos dolog, hogy mely termelők és fogyasztók tartoznak a MAVIR hatáskörébe. Azokhoz, melyek adatfelelőse a rendszerirányító, a MAVIR EMO elkészíti a Rendszer- és Hálózathasználati Szerződés 4. sz. mellékletét, az ún. kalkulációs lapot, ami az elszámoláshoz szükséges mennyiségek számítási algoritmusait tartalmazza. Ezen adatok gyűjtése és szoftveres feldolgozása az elszámolási mérési feladatok alapja, amit a MAVIR Mérési Központ (MKp) végez.

Dolgozatom elkészítéséhez létrehoztam egy fiktív erőművet azzal a céllal, hogy a magyar villamosenergia-rendszerben megtalálható legtöbb tipikus elszámolási módszert bemutathassam rajta. Ehhez kialakítottam az erőmű kalkulációs lapját és néhány valós erőművi egység adatait alapul véve, elvégeztem a szükséges számításokat. A munka során megvizsgáltam a menetrend adási pontok megállapításának módját, a rendszerhasználati díjak és a meddő energia elszámolását. Ezen túlmenően az erőművek esetében gyakran előforduló kapcsolásokra alkalmazható elszámolási módszereket tanulmányoztam, többek között azt, amikor két termelő egység egy ponton csatlakozik a közcélú hálózatra, a megújuló támogatási rendszerekben való termelés elszámolását, a belső hálózatra termelő egység elszámolását, egy naperőmű és a hozzá csatlakozó akkumulátor elszámolását és a közvetett hálózati csatlakozású szabályozó egységek elszámolását.

Dolgozatom zárásaként szeretnék kitekintést adni, hogy a közeljövőben milyen újítások várhatóak az elszámolási mérés területén, mind a kalkulációk felvétele, mind a képletek kialakítása terén.

Abstract

The total opening of the Hungarian electricity market came about on 1st of January 2008. Since then the power plants not covered by the support systems have been selling the energy they produce in the competitive market. The market sale of electricity generates significant money circulation, so the settlement has to be exact and reliable in every time. The metering for settlement provides the necessary energy data to it which is the responsibility of the Settlement and Metering Department of the Hungarian Transmission System Operator (TSO). This department is also in charge of collecting, managing the metering data and developing, maintaining formulas that form the basis of the settlement.

As an introduction of my study I would like to give a short overview of the history of Hungarian electricity market and the current trends. Nowadays the old centralized Hungarian electricity system is transforming. The old huge power plants of the centralized system are disappearing and more and more small (mostly solar) power plants takes their place. This shift promotes the process of decentralization, decarbonisation and digitalisation.

By the examination of metering for settlement the first important question is, which producers and consumers fall within the TSO's cognizance. The TSO creates the Annex No. 4 of Grid Access Agreement to the clients associated to them. The name of this document is calculation sheet, which contains the necessary settlement points and the formulas between them. The collection and processing of the metering data is one of the main tasks of the Metering Center of MAVIR.

For the purpose of my study I created a fictive power plant to describe the most typical cases in the settlement of electricity system. Firstly I made the calculation sheet of the power plant then based on the data of some real power plant units I made the necessary calculations. During the process I explored the definition of scheduled points, and the settlement of transmission system usage fee and reactive power. Furthermore, I examined the method of settlement by frequent connection modes of power plants, among others the case of two producer units with common connection to the public power network, the settlement of renewable supporting system, the settlement of a solar power plant with a storage device and the settlement of units on inner network of a power plant, which takes part in the frequency control.

Finally I would like to give an outlook to the innovations of the nearly future in the field of metering for settlement. In my opinion, changes are expected in the creation of calculations and the formulation of calculation formulas too.

Tartalomjegyzék

Összefoglaló	i
Abstract	ii
Tartalomjegyzék	iii
1 Bevezető	1
1.1 A megújuló támogatásban részt vevő erőművek számának és kapacitásának alakulása	1
1.2 Az elmúlt évtized legfontosabb eseményei.....	3
2 Erőművek elszámolási mérése	5
2.1 Hatáskörök	5
2.2 Elszámolási mérés	5
2.2.1 Kalkulációs lap	6
2.2.2 Mérési pont azonosító.....	6
2.2.3 Energiairányok.....	8
2.3 Elszámolási mennyiségek	10
2.4 Regiszterek	11
2.5 Egyvonalas kapcsolási rajz.....	11
3 Erőmű a MAVIR rendszerében	12
3.1 Fizikai és képzett mérési pontok	12
3.2 Az erőmű elszámolási képletei	14
3.3 A METÁR-ban és a KÁT-mérlegkörben történő termelés elszámolása	15
3.4 A rendszerhasználati díj és a meddő energia elszámolása	16
3.5 Transzformátor veszteségének mérése	18
3.6 Napelemes kiserőmű és energiatároló egység közös csatlakozási ponton.....	22
3.7 Szabályozásban részt vevő egységek elszámolása	29
4 Összegzés, kitekintés	32
5 Irodalomjegyzék	33
Függelék	1

F1	Kalkulációs lap	1
F1.1	Az erőmű mérési pontja	1
F1.2	Az erőmű elszámolási algoritmusai	4
F1.3	Verziótörténet	8
F1.4	Az erőmű egyvonalas kapcsolási rajza	9

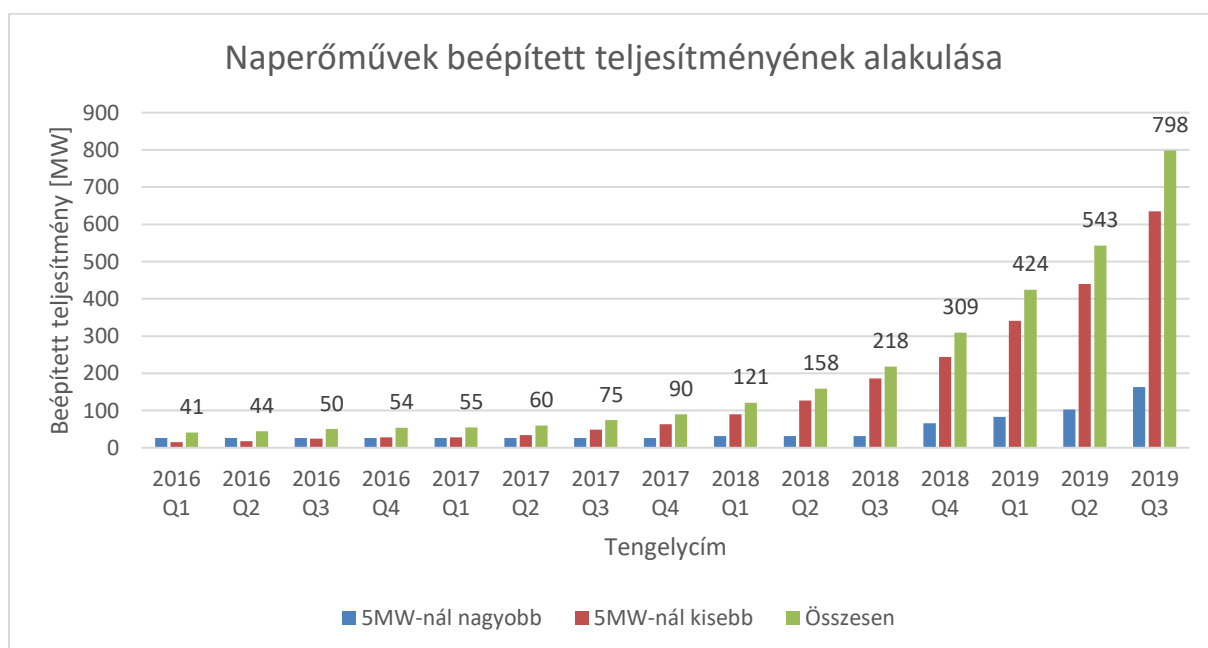
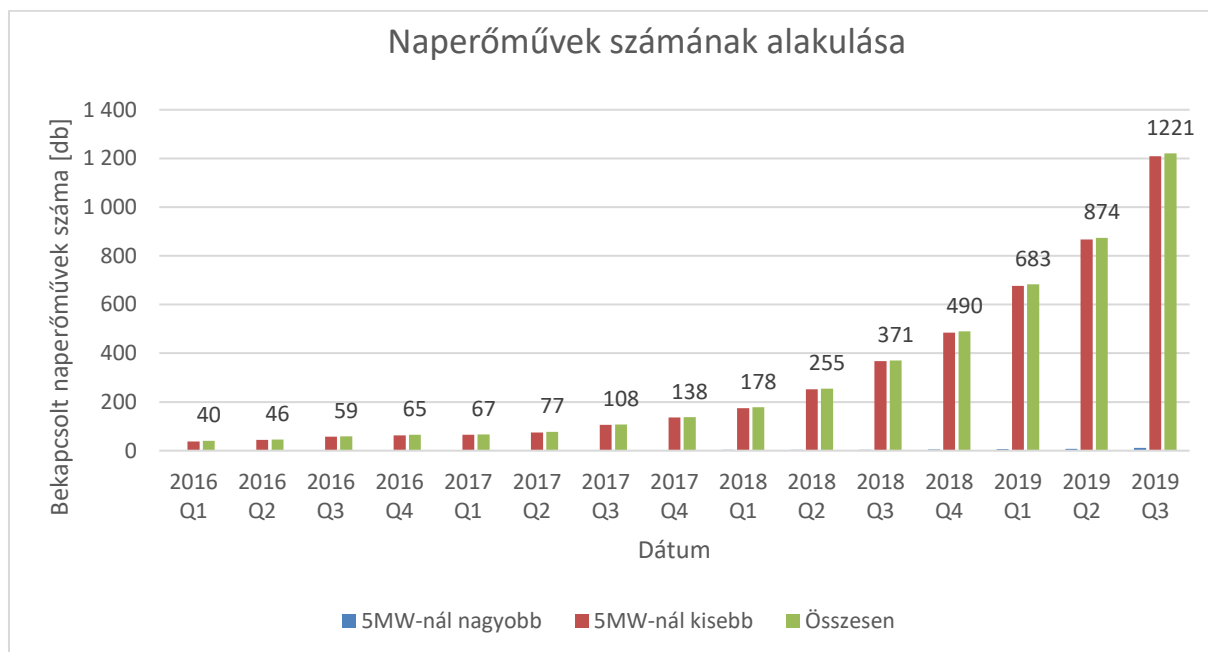
1 Bevezető

A modern ember számára természetes a villamosenergia-ellátás, ennek a biztonságnak a megteremtése azonban összetett feladat. Hazánkban a villamosenergia-rendszer alapját az átviteli hálózat adja, melyhez a 750, 400 és 220 kV-os távvezetékrendszer tartozik, a rendszerirányítást pedig a MAVIR Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt. végzi, ami emellett az átviteli hálózat üzemeltetője és fenntartója, és fontos szereplője a villamosenergia-piacnak is. A MAVIR Elszámolási Mérési Osztályán ismerkedtem meg a villamosenergia-rendszerirányítás kihívásaival. Amellett, hogy az erőművek elszámolási algoritmusait tanulmányoztam, az új kiserőművek mérési pontjának visszaigazolása révén megismerkedtem a KÁT-felfutásként emlegetett jelenséggel, mely szerint a kis beépített teljesítményű, főként napenergiát hasznosító kiserőművek száma ugrásszerűen megnőtt, elősegítve ezzel a decentralizáció, dekarbonizáció és digitalizáció folyamatát. Ezek a jelenségek nagy változásokat hozhatnak a villamos energetikába, hiszen mind termelői, mind fogyasztói oldalról átalakulóban van a rendszer, a problémák megoldása pedig elsősorban az elosztók és a rendszerirányító feladata. Mivel a villamosenergia-rendszer működésével és átalakulásával kapcsolatos kérdések nagyon aktuálisak, illetve mert volt már némi tapasztalatom az elszámolási mérés területét illetően, dolgozatom tárgyaként az *Erőművek újszerű elszámolási mérésének kialakítási folyamatának bemutatása, elemzése* című témát választottam.

1.1 A megújuló támogatásban részt vevő erőművek számának és kapacitásának alakulása

Az elmúlt másfél évtizedben jelentős változáson ment át a magyar erőműpark. A korábbi centralizált energiatermeléshez képest, amikor a villamos energiát az ország néhány nagy beépített teljesítményű erőműve szolgáltatta, mára a megújuló energiaforrásokat felhasználó kiserőművek már a termelés jelentős hányadát adják. A kötelező átvételi támogatási rendszerben az első időszakban a kapcsolt (villamos és hőenergiát is előállító) energiatermelők száma gyarapodott, mivel ezek az erőművek nagyobb támogatásban részesültek, majd miután ezek kikerültek a kötelező átvételi rendszerből, a megújuló energiaforrások kezdtek bővülni. Az utóbbi két évben a KÁT kivezetésével ugrásszerűen megnőtt a naperőművek száma, mindenki, aki részt akart venni ebben a kiemelkedő feltételeket nyújtó rendszerben, 2017 elejéig beadta a naperőmű építéséhez szükséges dokumentumokat, melyek elbírálása jelenleg is zajlik. A prognózisok szerint KÁT termelők száma 2017-es néhány százhoz képest 2019 végére elérheti a 2500 darabot is, azonban a jelenlegi adatok alapján ez a szám inkább 1500 körül lesz. Ezek többsége 0,5 MW alatti beépített teljesítményű, de van néhány nagyobb naperőműpark is, így összesen nagyjából a Paksi Atomerőművel azonos nagyságrendű naperőmű-kapacitás lesz beépítve a következő években, ami a magyar erőműpark fajlagos teljesítményének drasztikus megváltozásához,

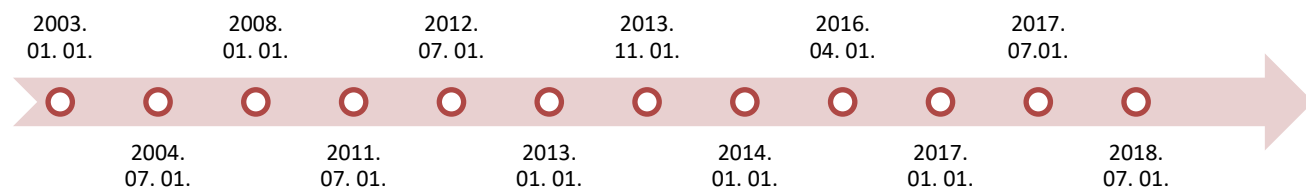
és ezáltal a decentralizált energiatermelés kibontakozásához vezethet. A jelenlegi adatok alapján 2019 harmadik negyedévéig összesen 1221 db (12 db 5 MW-nál nagyobb és 1209 5 MW-nál kisebb) naperőművet kapcsoltak be, melyek összes beépített teljesítménye 798 MW (635 és 163 MW az 5 MW-nál kisebb, illetve nagyobb erőművek esetében). Az itt feltüntetett adatok nem tartalmazzák a háztartási méretű kiserőműveket, illetve azokat a saját célra termelő erőművel rendelkező felhasználókat, akik nem tagjai a METÁR rendszernek, ezek nagyjából további 300 MW beépített kapacitást jelentenek.



1. ábra: A KÁT-termelők számának és beépített teljesítményének alakulása [1]

1.2 Az elmúlt évtized legfontosabb eseményei

Az Európai Unióhoz csatlakozás az energiaszektorban is változásokat hozott. A környezetvédelmi előírások miatt Magyarország a megújuló energiaforrások támogatását tűzte ki célul. Az erre irányuló intézkedések és változások közül a legfontosabbakat emeltem ki.



2. ábra: A megújuló támogatási rendszer legfontosabb eseményei

2003. január 1.: Az évi 6,5 GWh-nál több villamos energiát fogyasztó felhasználók (feljogosított felhasználók) a verseny piacon szerezhetik be a villamos energiát.

A KÁP¹ (kötelező átvételi pénzeszköz) indulása.

2004. július 1.: Bármely nem lakossági felhasználó feljogosított felhasználóvá válhat.

2008. január 1.: Teljes piacnyitás.

A KÁP helyett megalakul a KÁT² mérlegkör. A megújuló energiaforrásokat, hulladékot hasznosító erőművek, és a kapcsolt energiatermelők kerülnek be a KÁT termelők közé.

2011. július 1.: A kapcsolt erőművek KÁT mérlegkörtagsága megszűnt, létrejön az ún. Kapcsolt mérlegkör.

2012. július 1.: A Kacsolt mérlegkör megszűnése.

2013. január 1.: Az egyetemes szolgáltatók által az egyetemes szolgáltatásra jogosultak részére értékesített villamos energia mennyisége mentesült a KÁT átvétel alól.

2013. november 1.: A villamos energia kereskedők által az egyetemes szolgáltatásra jogosultak részére értékesített villamos energia mennyisége mentesül a KÁT átvétel alól.

¹ A KÁP rendszer keretében a villamos energia átvételére kötelezettek a MAVIR-tól a kötelező átvételi árak és a hatósági ár különbsége alapján számított „kompenzációt” kaptak.

² Kötelező átvételi támogatás.

2014. január 1.: Az átvételi kötelezettség a KÁT átvevők helyett a mérlegkör-felelősökre hárul, megjelenik új szereplőként a villamos energia piac (HUPX), és a KÁT termelőinél a menetrend és az allokált zsinór termelés különbözetét a MAVIR Zrt. a piacon értékesítheti.
2016. április 4.: A KÁT pénzeszköz bevezetése, a KÁT mérlegkörnél bevezetésre kerül az utólagos elszámolás.
2017. január 1.: A KÁT lezárása, a METÁR³ bevezetése. A KÁT a meglévő szerződések kifutásáig marad érvényben.
2017. július 1.: A KÁT mérlegkör-felelősnek lehetősége van a negyedórás termelői menetrendeket a HUPX ID (napon belüli) piacán kiegyenlíteni.
2018. július 1.: A KÁT termelőknek lehetőségük van a menetrend napon belüli módosítására, valamint arra, hogy a Menetrend-csoport Képviselő egy külső „Aggregátor” legyen.
- [2]

³ Megújuló Támogatási Rendszer. A 0,5 MW alatti kiserőművek és a demonstrációs projektek továbbra is beléphetnek a KÁT-ba. A 0,5 MW feletti új belépők a Zöld prémium támogatási rendszerbe kerülnek, majd a megtérülés után a szilárd biomassza és a biogáz tüzelésű erőművek kérhetik a Barna prémium támogatást.

2 Erőművek elszámolási mérése

A magyar villamosenergia-piacot vizsgálva rengeteg szereplőt találunk, a termelőktől és fogyasztóktól kezdve az átviteli és elosztói hálózati engedélyeseken át a kereskedőig. Mivel ezen szereplők között jelentősek a pénzmozgások, nagyon fontos szerepet kap a villamos energia elszámolása, melynek alapját az elszámolási mérések adják. A MAVIR feladatai közé tartozik a rendszerirányítás, menetrendezés és sok egyéb mellett a hatáskörébe tartozó termelőkhöz, fogyasztókhoz, távvezetékhez és alállomásokhoz tartozó energiaforgalmak mérése, számítása. Az energiamérésnek két különböző módját alkalmazzák: a rendszerirányítás az ún. SCADA méréseket használja, mely gyors beavatkozást tesz lehetővé, míg az elszámolási méréshez kevésbé gyors, ugyanakkor nagyon pontos mérések szükségesek. A következőkben a MAVIR Elszámolási Mérési Osztályán végzett munkámat fogom ismertetni, melynek során bemutatható, hogyan kell kialakítani egy erőmű elszámolási mérését.

2.1 Hatáskörök

A MAVIR hatáskörébe tartoznak a következő mérések:

- átviteli hálózaton a termelői engedélyesek erőművi egységként
- elosztóhálózaton a termelői engedélyesek erőművi egységként
- átviteli hálózaton a kiserőművek (50 MW alatt) csatlakozási pontonként
- elosztóhálózaton az 5 MW-nál nagyobb beépített teljesítményű kiserőművek csatlakozási pontonként
- határt keresztező átviteli hálózati távvezeték a magyar oldalon
- határt keresztező 132 kV-os távvezeték a magyar oldalon
- átviteli és elosztói hálózati engedélyesek csatlakozási pontjai
- elosztói hálózati engedélyesek 132 kV-os csatlakozási pontjai
- felhasználók átviteli hálózati csatlakozás esetén.

Egyéb esetekben az adatfelelős az elosztói hálózati engedélyes.

2.2 Elszámolási mérés

Az elszámolási mérés kialakítását az átviteli hálózatra csatlakozó termelők és fogyasztók által benyújtott csatlakozási terv tartalmazza, melyben meg vannak határozva a tulajdoni határok és az új átadási és/vagy átvételi helyek (a csatlakozási pontok). Az elszámolási mérési pontok kijelölésénél a rendszerirányítónak törekednie kell arra, hogy azok lehetőleg a közcélú hálózat tulajdoni határra kerüljenek. Ha a csatlakozási és mérési pont nem esik egybe, akkor a csatlakozási tervben meg kell határozni a rendszerhasználati díjak elszámolására vonatkozó rendelet szerint szükséges korrekció módját. Az elszámolási célú

mérőberendezéseknek alkalmasnak kell lenniük, illetve biztosítaniuk kell az elszámolási mérési időintervallumonkénti (vagy az egyéb megállapodás szerinti) mérési adatok tárolását és azok távleolvasás útján történő kiolvasását. [3]

Az elszámolási fogyasztásmérésre használt áram- és feszültségváltóknak meg kell felelniük a pontossági követelményeknek, új mérési pont esetén feszültségváltónál 0,2, áramváltónál 0,2 S hibaosztályú mérőtekerccsel rendelkező mérőváltó használandó. Meglévő mérési pontban használt mérőváltóra elfogadott a 0,5 hibaosztály, de jelentős változás vagy átalakítás után az új mérési pontokra érvényes követelményeknek kell itt is megfelelni. Elszámolási mérési célra három mérőrendszeres (négyvezetékes, AV/FV csatlakozású mérést kell kialakítani, ezért mind a három fázisba beépülő mérőváltóban mérőtekerccset kell biztosítani.

2.2.1 Kalkulációs lap

A MAVIR hatáskörébe tartozó erőművek nagyon változatos képet mutatnak a kapcsolás terén. Sok különböző mérési pont van egy erőművi egységen belül, ezek különböző feszültségszinten lehetnek, különböző tarifa vonatkozhat rájuk, illetve különböző helyeken értékesítheti a megtermelt energiát (piac vagy támogatási rendszer). Ezekből adódóan az egyes méréseket és az elszámolható mennyiségeket különböző rendeletek szabályozzák, így a mérések nyomon követhetőségéhez és a pontos elszámoláshoz szükséges ezek felsorolása és rendszerezése. Erre a célra készülnek az erőművek kalkulációs lapjai.

A kalkulációs lap a Rendszer- és hálózathasználati szerződés melléklete, melyben az erőmű elszámolásához kapcsolódó mérési pontok, az erőmű csatlakozási rajza, és az elszámolás alapját képező képletek vannak feltüntetve. A dokumentum 4 részből áll. Az első lapon a fizikai és a képzett mérési pontok szerepelnek a pontok azonosítójával és a hozzájuk tartozó adatfelhasználókkal együtt, a második munkalap a kalkulációhoz szükséges képleteket tartalmazza, illetve itt vannak jelölve, hogy melyek a menetrendadási pontok, a harmadik lapon, a verziótörténetben nyomon követhetőek a kalkulációs lapon történt változások, a negyedik lapon pedig az erőmű egyvonalas csatlakozási rajza szerepel.

Korábbi kutatómunkám során már létrehoztam egy fiktív erőművet és a hozzá tartozó kalkulációs lapot, amit a dolgozat elkészítése során átalakítottam és bővítettem, így a kalkulációs lap a B.01 verziószámot kapta, a változások helyét pedig a cellák és a képletek színezése mutatja.

2.2.2 Mérési pont azonosító

Minden mérési pontot egyedi azonosítóval látnak el, ami egy 33 karakteres alfanumerikus azonosító, melyet az adatfelelős oszt ki. A mérési pont azonosító felépítése a MAVIR Üzemi Szabályzata alapján a következő:

1-2. karakter: az ország azonosítója (HU)

3-8. karakter: a mérőpont és az elszámolási pont adatfelelősének azonosítója

001000	MAVIR
000110	E.ON Észak-dunántúli Áramszolgáltató
000120	E.ON Dél-dunántúli Áramszolgáltató
000130	E.ON Tiszántúli Áramszolgáltató
000210	ELMŰ
000220	ÉMÁSZ
000310	DÉMÁSZ
9xxxxxx	Nem adatfelelősi felhasználási kör

1. táblázat: A mérési pont adatfelelősének azonosítója

(Megjegyzés: a felsorolt cégek vagy jogutódaik!)

9. karakter: a mérőpont feszültségszintje

7	750 kV
4	400 kV
2	220 kV
1	120 kV
A	30-35 kV
B	20 kV
C	10 kV
D	6 kV
E	3 kV
F	0,4 kV

2. táblázat: A mérési pont feszültségszintjének kódja

10. karakter: a mérés típusa

1	főmérő
2	ellenőrző mérő
3	összegző (helyszíni)
4	kalkulált érték
5	összegzett érték (központban)
6	üzemirányítási rendszerből származó adat

3. táblázat: A mérés típusának kódja

11. karakter: a mérőpont típusa a leolvasás szerint

1	adatfelelősi leolvasás
2	másodleolvasás
3	harmadleolvasás

4. táblázat: A leolvasás módjának azonosítója

12. karakter: tartalék

13. karakter: az azonosító (a következő 20 karakter) típusa

U	ÜRIK azonosító
---	----------------

E	EOV alapú azonosító
S	sorszám típusú azonosító

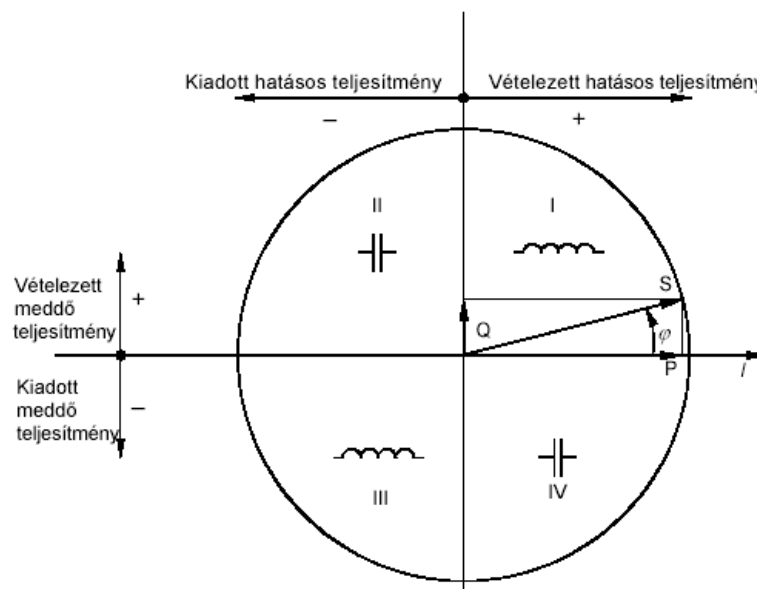
5. táblázat: Az azonosító típusának kódja

14-33. karakter: a mérőpont adatfelelőse által szabadon meghatározható karaktersorozat.

Az azonosítóban az angol ábécé betűit (A-Z nagybetűket) és a 0-9 számjegyeket, valamint „-” (kötőjelet) lehet használni. [4]

2.2.3 Energiairányok

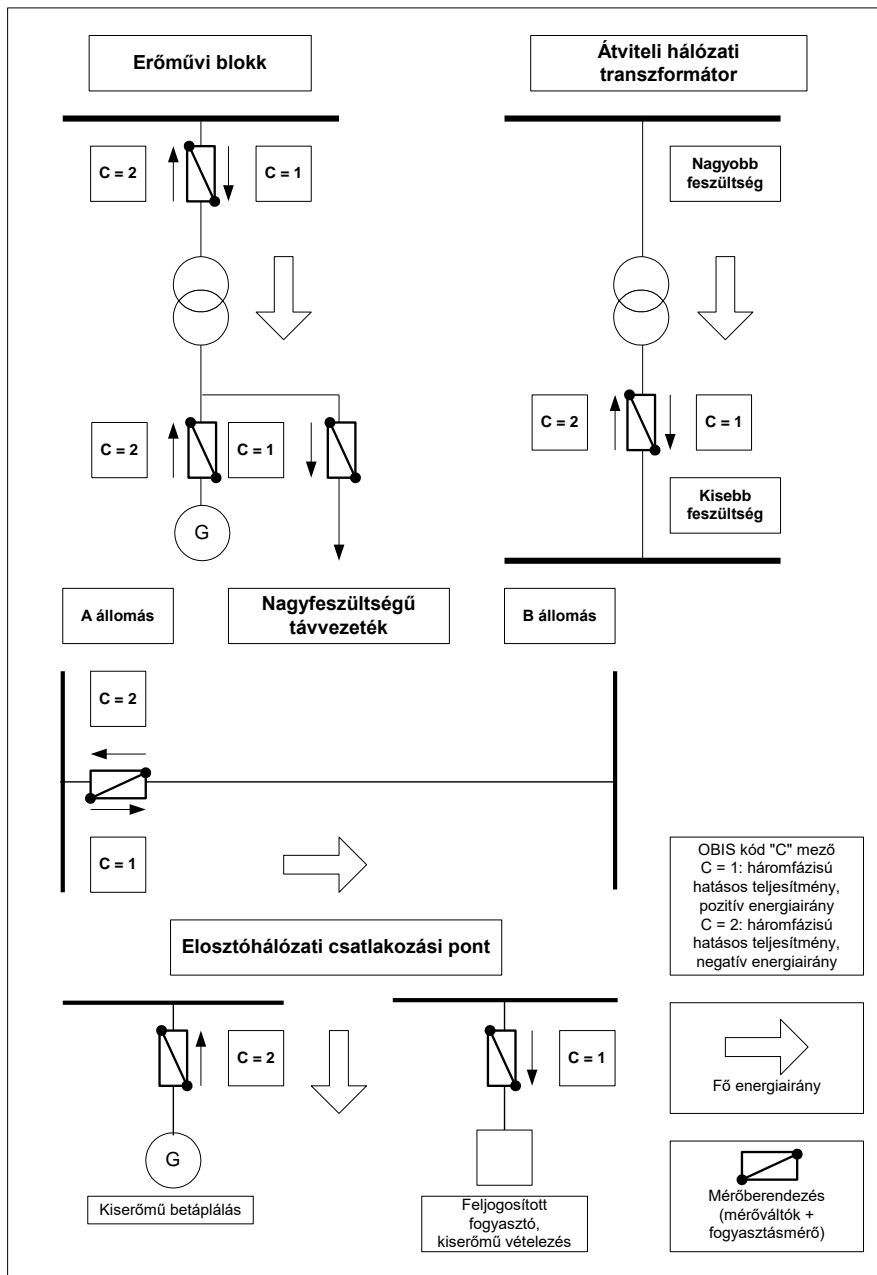
A villamos energia mennyiségének mérésénél megkülönböztetünk pozitív és negatív irányokat mind a hatásos, mind a meddő energiát tekintve. Az aktív és a meddő teljesítmény és energia irányát az IEC 62053-23 szabvány C melléklete határozza meg az alábbi ábra segítségével:



3. ábra: Az energiairányok értelmezése

Az ábra alapján a teljesítményt akkor tekintjük pozitívnak, ha a referencia áramhoz képest a feszültségvektor fázisszöge legfeljebb $\pm 90^\circ$ -kal tér el. Ezt nevezzük vételezett teljesítménynek. Ellenkező esetben negatív, kiadott teljesítményről beszélünk. A meddő térnegyed a hatásos energia irányából és a terhelés induktív vagy kapacitív jellegéből következik. Erőművi blokk esetében a fent említett koncepció alkalmazható, a vételezett villamos energia pozitív, a kiadott pedig negatív. Átviteli hálózati transzformátor esetében fő iránynak azt tekintjük, amikor a hatásos energia a primer (nagyobb feszültségű) oldal felől a szekunder (kisebb feszültségű) oldal felé áramlik. Nagyfeszültségű távvezetékénél azt tekintjük fő energiának, amikor a vizsgált objektum a távvezetékre hasznos energiát táplál ki. Elosztó hálózati csatlakozási pont esetében szintén azt tekintjük fő energiának, amikor a fogyasztó a hálózatról energiát vételez. Különböző hálózati

elemek esetében a következő ábra mutatja szemléletesen az energia irányát. Minden esetben az C=1-et tekintjük pozitívnak és a C=2-t negatívnak.



4. ábra: Hálózati elemek energiatárolásai

A mért mennyiségek azonosítása az OBIS (Object identification system – objektumazonosító rendszer) kódok alapján történik, melyeket az IEC 62056-61 szabvány határoz meg. Az OBIS kódok 6 csoportból (mezőből) álló, hierarchikusan felépülő számkombinációk, amelyek minden adatnak megadják a pontos jelentését.

„A” mező: az adat fizikai mennyiségi jellemzőjét azonosítja.

„B” mező: több csatornás adatgyűjtők esetén azonosítja a csatorna számát.

„C” mező: meghatározza az egyes absztrakt vagy a fizikai adatokat (pl.: áram, teljesítmény).

„D” mező: meghatározza az A és C mező értékével meghatározott fizikai mennyiség típusát vagy a feldolgozás eredményét (pl.: maximum érték, göngyölt energia érték).

„E” mező: meghatározza az A és D mező azonosítójával meghatározott mennyiségek további feldolgozását tarifális igényeknek megfelelően.

„F” mező: megadja a különböző számlázási időszakoknak megfelelő adattárolást.

Az általam leggyakrabban használt adatpontok OBIS kódjai 1. (vagy 2.) 29.99.128. Ez a kód az eddig leírtakkal ellentétben csak 4 mezőt tartalmaz, mivel adatpontok esetén az „A” és a „B” mezőt elhagyjuk. A „C” mezőben az 1 a pozitív energiairányt jelenti, tehát erőművi blokk esetében vételezést, a 2 pedig a negatív irány, vagyis a kiadott teljesítményt jelöli. A „D” mezőben a 29 a fogyasztást jelenti, az „E” mező 99-es kódja a terhelési görbére utal, az „F” mezőben pedig a 128 a 15 perces méréseket jelöli (60 perces méréseknél ez a szám 130, 5 perces mérések esetében pedig 145).

2.3 Elszámolási mennyiségek

A kalkulációs lap második munkalapján a képzett mérési pontok mellett megjegyzésként betűjeleket találunk, melyek jelentését a táblázat tartalmazza:

Rá	Rendszerhasználati díj (átviteli)
Re	Rendszerhasználati díj (elosztói)
Qe	Meddő energia díj (elosztói)
EA	„A” tarifamodell szerinti bontás erőművi elszámoláshoz
M	Elszámolási pont, menetrendadási kötelezettség
Mö	Elszámolási pont, mérlegkörre összesített menetrendben szerepel

6. táblázat: Az elszámolási mennyiségek megjelölése

A megjegyzésben jelöljük tehát, hogy az erőműnek mely pontjaira van önállóan vagy összevontan menetrendadási kötelezettsége. Ezen pontok meghatározása a Nemzetközi üzemi és kereskedelmi szabályzat (NÜKSZ) 3.1.59. cikke alapján történik.

A második munkalap tartalmazza az erőmű elszámolásához szükséges képzett mérési pontokat. Alapesetben minden kalkulációs lapnak tartalmaznia kell legalább három kalkulált mérési pontot, melyek a közcélú csatlakozási pontokon mért betáplált és vételezett energia előjeles összegét, az erőművi szummát (ESUM), a segédüzemi vételezést (ESUV) és a kiadott energia mennyiségét (KIAD) adják meg. Az ESUM statisztikai adatszolgáltatásokhoz, illetve a hálózatszámításokhoz felhasznált adatpont, az ESUV és a KIAD pedig mérlegköri elszámolási pontok, melyek az erőmű és a mérlegkörfelelős vagy kereskedő közötti elszámolás alapja. A mérlegköri elszámolási pontokra a termelőknek (önállóan vagy több termelő egységre összevontan) és a nagyobb fogyasztóknak menetrendet kell adni, melynek tartalmát a Kereskedelmi Szabályzat határozza

meg. Ezt az elszámolási pontok kialakításánál is figyelembe kell venni. A MAVIR a menetrendek alapján szervezi meg a magyar villamos energia termelését, az exportot, az importot és az üzemirányítást, a menetrendtől való eltérésért pedig kiegyenlítő energia-díjat kell fizetni.

Az Erőmű III. generátoránál és a hozzá tartozó segédüzemi vételezés esetében a mérést nem a tulajdoni határon végezzük, hanem a transzformátor előtt, emiatt a transzformátor veszteségét egy korrekciós tényezővel kell figyelembe venni. Ez a korrekciós tényező meghatározható tervezői számítás, vagy a 10/2016. MEKH rendelet alapján, mely szerint a terhelt transzformátor hatásos veszteségét a névleges teljesítmény alapján (1000 kVA névleges teljesítmény felett) a mért energiaforgalom 1%-ával kell figyelembe venni. [5]

Az elosztói hálózatra csatlakozó mérési pontok esetében a meddő energia mérése is szükséges, mert a 10/2016. MEKH rendelet alapján a termelt (kapacitív) meddő energia és a feszültségszint függvényében a hatásos villamos energia bizonyos százaléka felett fogyasztott (induktív) meddő energia után a VET (2007. évi LXXXVI. - a villamos energiáról szóló törvény) 143. § (5) bekezdése szerint rendeletben megállapított előírt elosztói meddő energia díj megfizetését kérheti.

2.4 Regiszterek

A kalkulációs lap második oldala tartalmazza az elszámoláshoz szükséges regisztereket, melyek a terhelési görbék adatai alapján vagy az erőmű adatszolgáltatásából adódnak. A regiszterek egy-egy konkrét számot adnak meg, mint például az idősoros adatokból képzett havi összes energiaforgalmat a rendszerhasználati díj megállapításához vagy a vegyes tüzelésű blokkok esetében az elszámolás tárgyát képező hónapban a primer energiahordozókból a fosszilis arányt.

2.5 Egyvonalas kapcsolási rajz

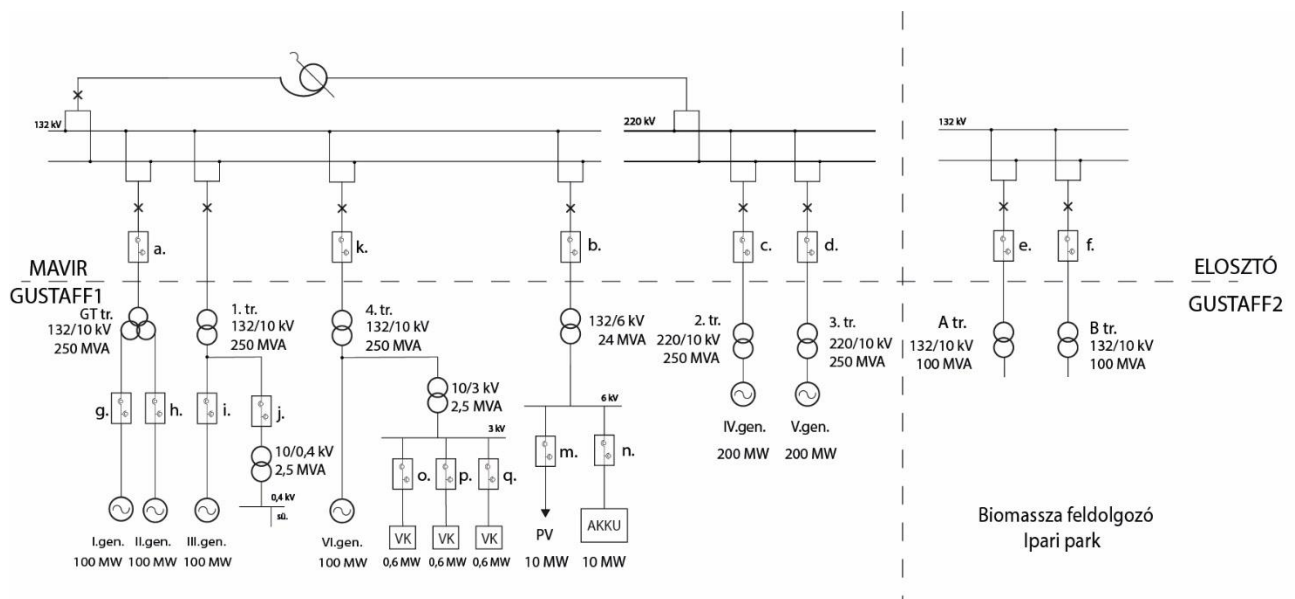
Az erőmű egyvonalas kapcsolási rajzán jelölve vannak a fogyasztók, az energiatermelő egységek, általában a beépített teljesítményükkel együtt, a transzformátorok, a teljesítménymérők, vezetékek, gyűjtősínek és az egyéb fontos hálózati elemek. Emellett a tulajdoni határok és a hálózati engedélyesek is fel vannak tüntetve a rajzon. A legfontosabb berendezések rajzjele a következő ábrán látható:



5. ábra: A transzformátor, a generátor és a teljesítménymérő rajzjele

3 Erőmű a MAVIR rendszerében

Dolgozatomban egy fiktív erőmű elszámolását elemzem, melyben három 100 MW teljesítményű gázturbinás egység, melyek közül az egyikhez három 0,6 MW teljesítményű villamos kazán csatlakozik, egy 100 MW-os hagyományos fosszilis erőművi blokk, a hozzá tartozó segédüzemi vételezés, egy 10 MW beépített teljesítményű naperőműpark, egy 10 MW kapacitású akkumulátortelep és két 200 MW-os vegyes tüzelésű blokk található az 1-es számú telephelyen. A 2-es számú telephelyen a biomassza-feldolgozót és az erőműhöz csatlakozó ipari parkot 2 darab 100 MVA-es transzformátor látja el. Az erőmű egyvonalas kapcsolási rajza az alábbi ábrán látható:



6. ábra: Az erőmű egyvonalas kapcsolási rajza

3.1 Fizikai és képzett mérési pontok

A kalkulációs lap alapján 16 fizikai mérési pont tartozik az erőműhöz, az elszámolás kialakításához elsőként tehát a fogyasztásmérőket és az ezekhez tartozó mérési pontokat kell létrehozni a MAVIR által használt IDspecto programban. A fizikai mérési pontok többségén két adatsort rögzítünk, a betáplált és a vételezett hatásos teljesítményt, a villamos kazánoknál csak a vételezést mérjük, az elosztói hálózathoz csatlakozó „A” és „B” transzformátorokon a meddő energia elszámolása miatt szükséges az induktív és kapacitív meddő teljesítmények előjelhelyes mérése, így ezekhez a pontokhoz további 4 fizikai mérési adatpont is tartozik. Mivel a villamos kazánok a szekunder szabályozásban vesznek részt, ezekhez 5 perces mérési intervallumú adatok is szükségesek. Ezek alapján összesen 40 fizikai adatpontot hoztam létre, melyeket a mérési pontokhoz rendeltem. A programban az adatpont neve és a mérési pont azonosítója mellett a pont OBIS-kódját és a mérési időintervallumot be kell állítani. Ezen túlmenően különböző adatellenőrzéseket és helyettesítési szabályokat is fel kell venni, ez azonban nem témája a dolgozatomnak.

Name	Metering Point ID	Value Identifier Key	Measur...	Type
Gustaff Erőmű villamos kazán III. A+ 5p	HU001000E110UGEROMU--TH1-3VK-0017	1,29.99.145	5	Load Profile
Gustaff Erőmű villamos kazán II. A+ 5p	HU001000E110UGEROMU--TH1-2VK-0016	1,29.99.145	5	Load Profile
Gustaff Erőmű villamos kazán I. A+ 5p	HU001000E110UGEROMU--TH1-1VK-0015	1,29.99.145	5	Load Profile
Gustaff Erőmű villamos kazán III. A+	HU001000E110UGEROMU--TH1-3VK-0017	1,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Erőmű villamos kazán II. A+	HU001000E110UGEROMU--TH1-2VK-0016	1,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Erőmű villamos kazán I. A+	HU001000E110UGEROMU--TH1-1VK-0015	1,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Erőmű Akkumulátor A-	HU001000D110UGEROMU--TH1AKKU-0014	2,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Erőmű Akkumulátor A+	HU001000D110UGEROMU--TH1AKKU-0014	1,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Erőmű Naperőmű A-	HU001000D110UGEROMU--TH1-NE--0013	2,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Erőmű Naperőmű A+	HU001000D110UGEROMU--TH1-NE--0013	1,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Erőmű 4. tr. A-	HU0010001110UGEROMU--TH1-4TR-0011	2,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Erőmű 4. tr. A+	HU0010001110UGEROMU--TH1-4TR-0011	1,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Erőmű III. gen. sü. A-	HU001000C110UGEROMU--TH1-SU1-0010	2,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Erőmű III. gen. sü. A+	HU001000C110UGEROMU--TH1-SU1-0010	1,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Erőmű III. gen. A-	HU001000C110UGEROMU--TH13GEP-0009	2,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Erőmű III. gen. A+	HU001000C110UGEROMU--TH13GEP-0009	1,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Erőmű II. gen. A-	HU001000C110UGEROMU--TH12GEP-0008	2,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Erőmű II. gen. A+	HU001000C110UGEROMU--TH12GEP-0008	1,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Erőmű I. gen. A-	HU001000C110UGEROMU--TH11GEP-0007	2,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Erőmű I. gen. A+	HU001000C110UGEROMU--TH11GEP-0007	1,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Biomassza feldolgozó B tr. R4	HU0010002110UGEROMU--TH2-BTR-0006	8,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Biomassza feldolgozó B tr. R3	HU0010002110UGEROMU--TH2-BTR-0006	7,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Biomassza feldolgozó B tr. R2	HU0010002110UGEROMU--TH2-BTR-0006	6,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Biomassza feldolgozó B tr. R1	HU0010002110UGEROMU--TH2-BTR-0006	5,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Biomassza feldolgozó B tr. A-	HU0010002110UGEROMU--TH2-BTR-0006	2,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Biomassza feldolgozó B tr. A+	HU0010002110UGEROMU--TH2-BTR-0006	1,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Biomassza feldolgozó A tr. R4	HU0010002110UGEROMU--TH2-ATR-0005	8,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Biomassza feldolgozó A tr. R3	HU0010002110UGEROMU--TH2-ATR-0005	7,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Biomassza feldolgozó A tr. R2	HU0010002110UGEROMU--TH2-ATR-0005	6,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Biomassza feldolgozó A tr. R1	HU0010002110UGEROMU--TH2-ATR-0005	5,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Biomassza feldolgozó A tr. A-	HU0010002110UGEROMU--TH2-ATR-0005	2,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Biomassza feldolgozó A tr. A+	HU0010002110UGEROMU--TH2-ATR-0005	1,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Erőmű V. gen. A-	HU0010001110UGEROMU--TH15GEP-0004	2,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Erőmű V. gen. A+	HU0010001110UGEROMU--TH15GEP-0004	1,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Erőmű IV. gen. A-	HU0010001110UGEROMU--TH14GEP-0003	2,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff Erőmű IV. gen. A+	HU0010001110UGEROMU--TH14GEP-0003	1,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff PV A-	HU0010001110UGEROMU--TH1-PV--0002	2,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff PV A+	HU0010001110UGEROMU--TH1-PV--0002	1,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff GT tr. A-	HU0010001110UGEROMU--TH1GTTR-0001	2,29.99.128	15	Load Profile
Gustaff GT tr. A+	HU0010001110UGEROMU--TH1GTTR-0001	1,29.99.128	15	Load Profile

7. ábra: A fizikai mérési pontok az IDSpeccto rendszerben

A fizikai adatpontok segítségével a kalkulációs lapon megadott képletek alapján a már létrehozhatók a képzett pontok is. Jelen esetben ez 26 kalkulált pontot jelent, ami magába foglalja a menetrendadási pontokat (pl. az 50 MW feletti beépített teljesítményű generátorok által kiadott energia), illetve az ezek kialakításához szükséges egyéb mennyiségeket (pl. telephelyi fogyasztás a METÁR-ban való elszámoláshoz).

A képzett regiszterek használatához is elsőként a mérési pontot kell létrehozni, majd ezekhez hozzárendelni az adott regisztert. Jelen esetben két darab kalkulált regiszterre van szükség a rendszerhasználati díj elszámolásához, és további négyre a vegyes tüzelésű blokkok megújuló támogatásának számításához. A kalkulációs lapon nem jelöltem külön, de a naperőmű tarifabontása miatt ennek elszámolásához is szükséges négy darab regiszter létrehozása, egy a teljes termelés megadásához, másik három pedig a csúcs-, völgy- és mélyvölgy időszakban termelt energia meghatározására.

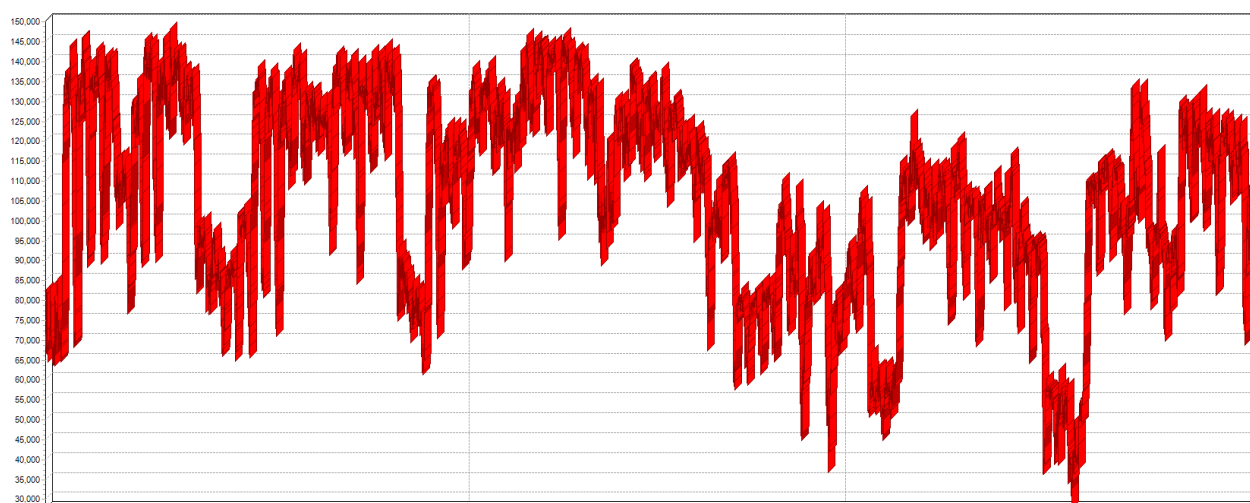
Name	Metering Point ID	Value Identifier Key	Type
Gustaff PV naperőmű kiad	HU0010001410UGEROMU---PV-----	2.8.0.101	Calculated Register
Gustaff PV naperőmű kiad E1	HU0010001410UGEROMU---PV-----	2.8.1.101	Calculated Register
Gustaff PV naperőmű kiadE2	HU0010001410UGEROMU---PV-----	2.8.2.101	Calculated Register
Gustaff PV naperőmű kiadE3	HU0010001410UGEROMU---PV-----	2.8.3.101	Calculated Register
Gustaff Erőmű RHD	HU001000-410UGEROMU-----RHD	1.8.0.101	Calculated Register
Gustaff Erőmű RHD (elosztói)	HU000100-410UGEROMU-----RHD	1.8.0.101	Calculated Register
Gustaff Erőmű IV. gen Fosszilis arány	HU0010002410UGEROMU--GEP4--RA	2.8.0.101	Calculated Register
Gustaff Erőmű IV. gen METÁR Zöld arány	HU0010002410UGEROMU--GEP4-MRA	2.8.0.101	Calculated Register
Gustaff Erőmű V. gen Fosszilis arány	HU0010002410UGEROMU--GEP5--RA	2.8.0.101	Calculated Register
Gustaff Erőmű V. gen METÁR Zöld arány	HU0010002410UGEROMU--GEP5-MRA	2.8.0.101	Calculated Register

8. ábra: Az erőműhöz tartozó képzett regiszterek

3.2 Az erőmű elszámolási képletei

Az erőmű elszámolásának elemzéséhez egy 3 hónapos periódust választottam, 2019 első három hónapját, a szükséges adatokat pedig hasonló termelők és fogyasztók hasonló időszakra vonatkozó adatai alapján adtam meg.

Az ESUM pontot úgy képezzük, hogy az összes közcélú csatlakozási ponton előjelesen összegezzük a betáplált és a vételezett energiát. A három hónapra vett erőművi szumma kalkulált terhelési görbét mutatja az alábbi diagram:



9. ábra: Erőművi szumma terhelési görbe

Az erőmű segédüzemi vételezését úgy kapjuk, ha a termelésre kialakított önálló vagy összevont menetrendadási pontok összegéből levonjuk az ESUM pontot. Az ESUM pont ilyen képzésével biztosíthatjuk, hogy a piacon elszámolt vételezések előjelesen összegezve kiadják a fizikai áramlások szaldóját, tehát az ESUM pontot.

Az I. és II. generátorok ugyanabban a pontban csatlakoznak a közcélú hálózatra, de mivel beépített teljesítményük miatt önálló menetrendadási pontok, ezért meg kell adni a két gép termelését külön-külön is.

Ezek esetében a saját megtermelt energiamennyiséget úgy kapjuk, hogy a csatlakozási ponton mért mennyiséget arányosítjuk a két gépnél mért mennyiségek arányában, így a generátorok és csatlakozási pont közötti veszteséget is figyelembe tudjuk venni.

3.3 A METÁR-ban és a KÁT-mérlegkörben történő termelés elszámolása

Az erőmű IV. és V. blokkja vegyes tüzelésű, így ezek a METÁR rendszerében kaphatnak támogatást. A megújuló támogatás alapja az elszámolás tárgyát képező hónapra a felhasznált megújuló primer energiaforrás aránya, melyhez az erőmű az elszámolási hónapot követő második munkanapig megküldi azt az arányszámot, ami megadja, hogy az adott időszakban a megtermelt energia hány százalékát állították elő fosszilis energiahordozókból. Mivel a METÁR-ban (illetve a KÁT-ban is) csak az önfogyasztással csökkentett termelés után igényelhető támogatás, ezért az azonos technológiával működő IV. és V. generátor önfogyasztását a telephelyi fogyasztás (TF) pontban összegezzük, majd a gépegységek között az általuk termelt energia mennyisége alapján arányosítjuk. [6] Ezek alapján a Megújuló kiadott pont értéke 0, ha a gépegység által betáplált energia 0, egyéb esetben pedig az (1) képlet szerint számoljuk:

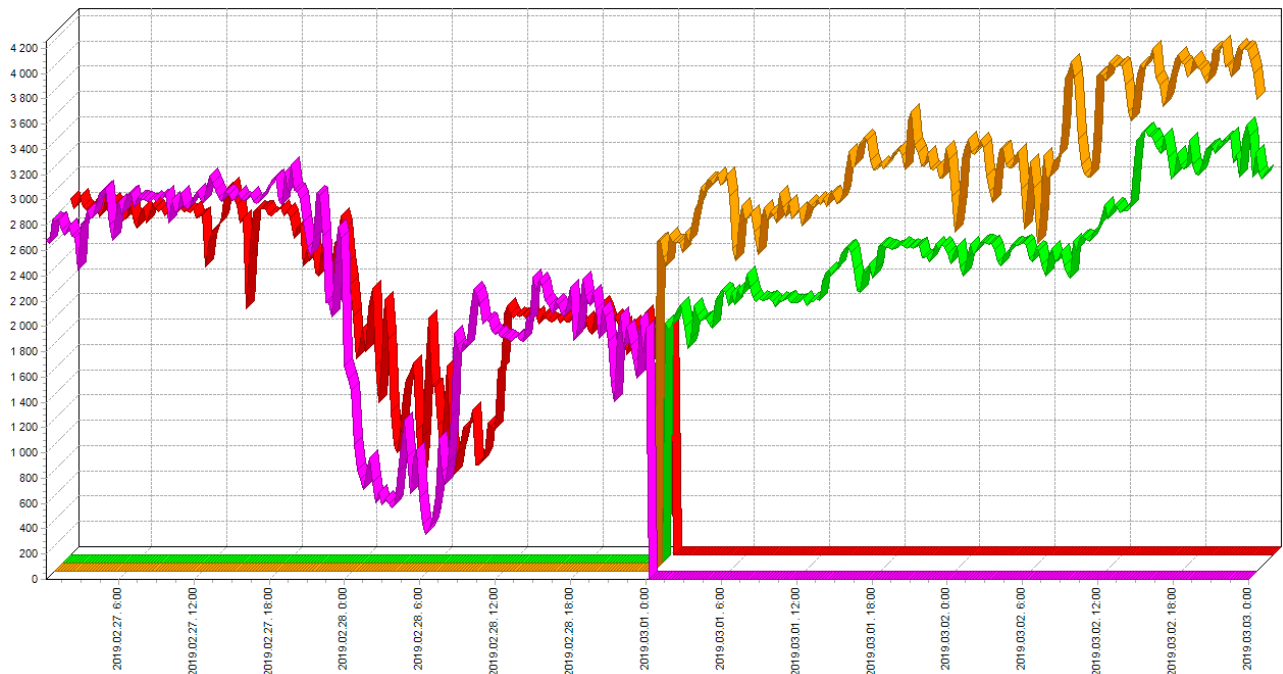
$$GP4M = \left(GP4 - TF \cdot \frac{GP4}{GP4+GP5} \right) \cdot \frac{100-GP4A}{100} \quad (1)$$

ahol

<i>GP4M</i>	a IV. generátor Megújuló kiadott pontja
<i>GP4</i>	a IV. generátor által termelt energia
<i>GP5</i>	az V. generátor által termelt energia
<i>TF</i>	a telephelyi fogyasztás
<i>GP4A</i>	az erőmű által megadott fosszilis arány.

A METÁR-ban megkülönböztetnek Zöld és Barna Prémiumot, aminek az alapja szintén a primer energiaforrás típusa. Zöld Prémiumban részesülhetnek az új belépők 0,5 és 1 MW beépített teljesítmény között pályázat nélkül, illetve pályázat útján 1 MW felett, valamint minden szél-erőmű. A Barna Prémium megtérülés után a szilárd biomasszát és biogázt felhasználó termelőknek jár. [6] A Zöld és a Barna támogatási rendszer természetesen nem zárja ki egymást, egy termelő akár mindkettőbe is tartozhat egyidejűleg, viszont ez nem jellemző. A Megújuló kiadott pontból számolhatjuk a Zöld és Barna Prémium alapját adó mennyiségeket, melyhez szintén az erőmű küldi meg hónap elején a METÁR Zöld arány nevű arányszámot. A Fosszilis arányt és a METÁR Zöld arányt is regiszterek tartalmazzák a MAVIR által használt programban. A gyakorlatban egy hónapra a Zöld arány vagy 0% vagy 100% lehet. Ez alapján a Megújuló kiadott (METÁR Zöld) pontot úgy számoljuk, hogy a Megújuló kiadott értéknek vesszük az adott százalékát, a Megújuló kiadott (METÁR Barna) pont pedig a kettő különbsége lesz. A saját erőművem esetében a Zöld arányokat úgy adtam meg, hogy az egyik generátornál az egyik hónapra 0, a másikkra 100%, a másikkal pedig pont fordítva, így a hónap végén jól

látszik a váltás az értékeknél. Az alábbi diagramon a lila és a sárga terhelési görbe tartozik a IV. generátorhoz, előbbi a Zöld, utóbbi a Barna Prémiumhoz, a zöld és a piros pedig az V. generátor görbéi azonos sorrendben. Februárra a IV. generátornál a Zöld arány 100% volt, míg márciusra 0%, az V. generátor esetében pedig épp ellenkezőleg.



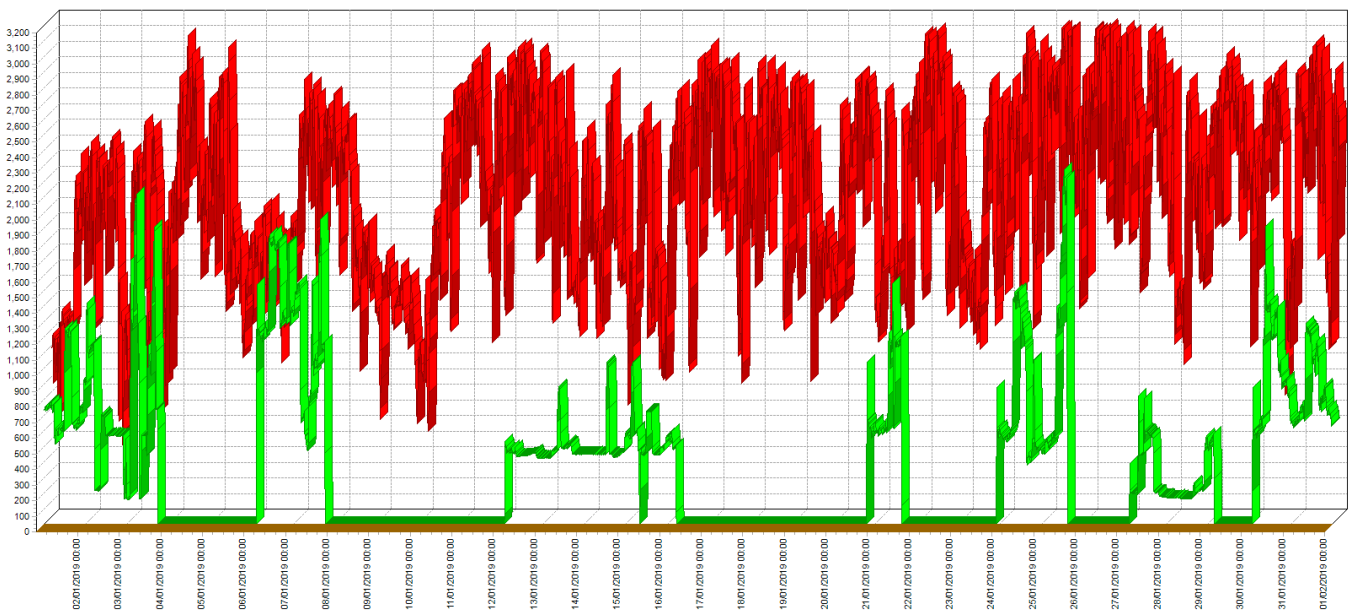
10. ábra: A vegesztüzelésű blokkok terhelési görbéi

A naperőmű szintén részese a megújuló támogatási rendszernek, így itt is az önfogyasztással csökkentett termelést lehet csak elszámolni, ezért a KÁT-os erőművek esetében az elszámolási képlet jelentéstartalma a következő: ha az önfogyasztással csökkentett termelés nagyobb, mint 0, akkor ez a különbség adja meg a naperőmű kiadott teljesítményét, ha pedig kisebb, mint 0, akkor a kiadott teljesítmény 0. A KÁT hatáskörébe tartozó erőművek esetében tarifabontást kell alkalmazni, mivel az értékesített energia ára függ attól, hogy mikor termeli meg az erőmű. Ennek függvényében megkülönböztetünk csúcs-, völgy- és mélyvölgy időszakot. Rendelet alapján minden elosztónak meg van határozva, hogy a három tarifamodell közül melyiket kell alkalmaznia, ami jelen esetben az „A” tarifamodellt jelenti. [7]

3.4 A rendszerhasználati díj és a meddő energia elszámolása

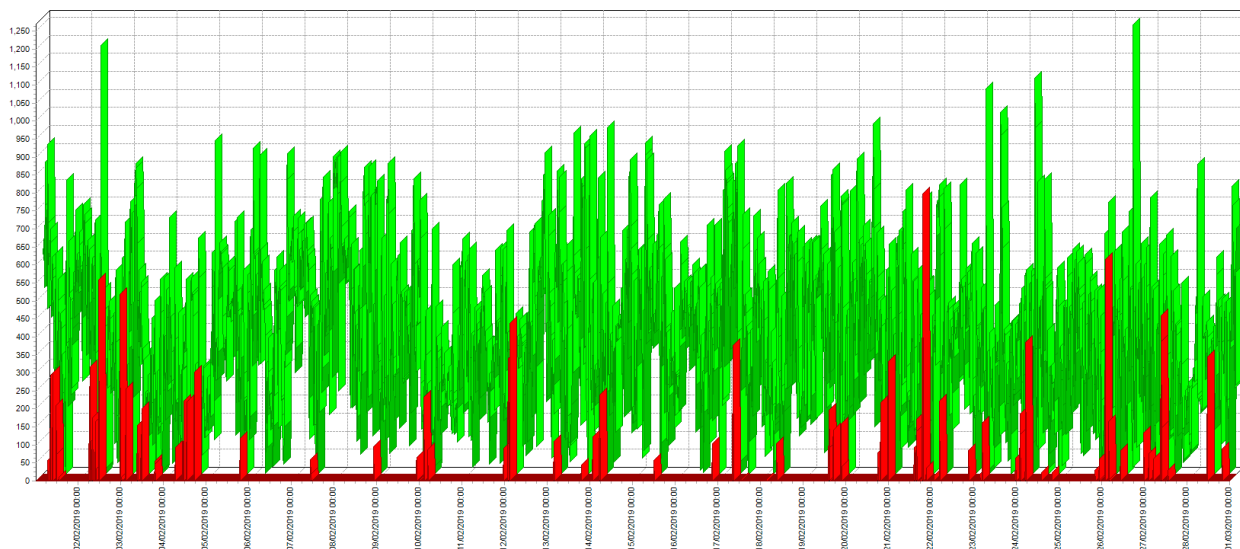
A fiktív erőművem esetében rendszerhasználati díjakat feszültszintenként és hálózatonként külön kell meghatározni, mivel 132 kV alatt és felett más szabályok és rendeletek vonatkoznak az átviteli hálózatra, illetve az átviteli és elosztói hálózat rendszerhasználati díja is eltérő. Ezek alapján három különböző RHD érték kerül meghatározásra. A 220 kV-os gyűjtősínre a rendszerhasználati díj alapját adó energia mennyisége várhatóan 0, mert az ide csatlakozó blokkok önfogyasztását az erőmű belső hálózatáról vételezik, nem pedig a gyűjtősínről. A 132 kV-os átviteli hálózati gyűjtősínre a gázturbinák és a naperőmű közcélú csatlakozási

pontján mért vételezését és a III. generátor korrigált segédüzemi vételezését kell figyelembe venni. A 132 kV-os elosztói hálózati gyűjtősínre egy biomassza-feldolgozó üzem közvetlenül és egy ipari park közvetetten csatlakozik, ezek vételezése folyamatos. A rendszerhasználati díj fizetése a két RHD képzett regiszter alapján történik. Az egyik a MAVIR hatáskörébe tartozó 132 és 220 kV-os gyűjtősíneken összegzi az adott hónapra az energiaáramlást, a másik pedig az elosztói gyűjtősínre teszi ugyanezt. A különböző gyűjtősíneken mért energiamennyiségek, melyeket a rendszerhasználati díjak kiszámításához használunk, a következőképpen alakultak (az ábrán narancssárgával van jelölve a 220 kV-os gyűjtősín, zölddel a 132 kV-os átviteli hálózati és pirossal a 132 kV-os elosztói hálózati vételezés):



11. ábra: A rendszerhasználati díjak terhelési görbéi

Az elosztói hálózaton a meddő energiaforgalmat is elszámolják, ettől viszont a méréshez szükséges feltételek műszaki-gazdasági vizsgálata vagy a rendszerhasználóval kötött megállapodás alapján el lehet tekinteni. Meddő energia díjat kell fizetni a teljes termelt, és a feszültségszintenként meghatározott arányú fogyasztott meddő energia után. Mivel a meddő termelésre (kapacitív) szigorúbb szabályok vonatkoznak, mint a meddő fogyasztásra (induktív), meddőkompenzációval arra törekednek, hogy a kapacitív meddő energiát a lehető legjobban csökkentsék. A terhelési görbéken is jól látszik, hogy a zölddel jelölt induktív meddő mennyisége és előfordulási gyakorisága sokkal nagyobb, mint a pirossal jelölt kapacitív. [5]



12. ábra: Az elosztói hálózatra termelt és az onnan vételezett meddő energia

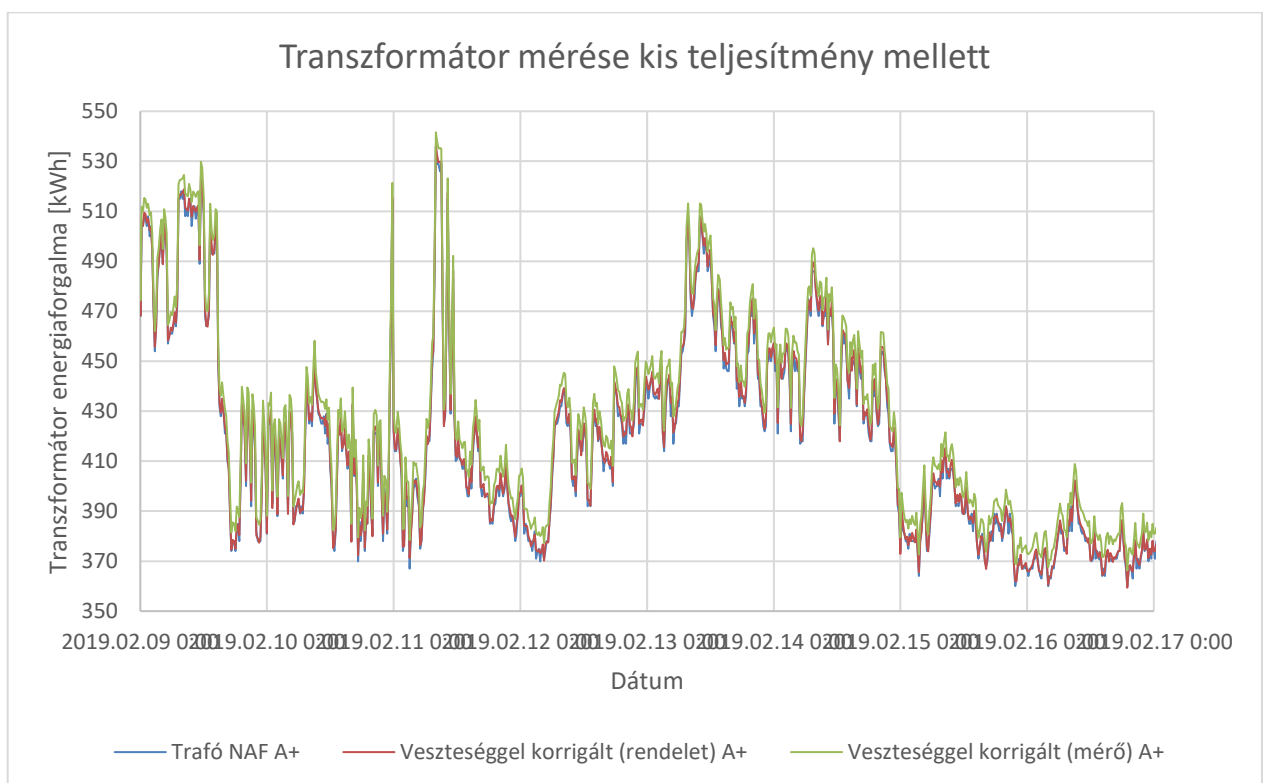
3.5 Transzformátor veszteségének mérése

Az elszámolási mennyiségek általában a közcélú hálózati csatlakozási pontra vannak értelmezve, ezért több esetben figyelembe kell venni a transzformátor veszteségét, ha a fogyasztásmérés ez után van kiépítve. Ez abban az esetben különösen fontos, ha két egység egy közös ponton vételez vagy táplál be energiát a villamosenergia-rendszerbe, ennek elszámolására több módszer is elképzelhető.

A legpontosabb eredményt ezek közül az a módszer adja, mikor a transzformátor nagyfeszültségű oldalán, és mindkét kisfeszültségű csatlakozásnál mérjük az energiamennyiséget, ekkor például az a. jelű mérőből kiolvasott adatot arányosítjuk a g. és h. jelű mérő által mért mennyiségek arányában. Ez a legoptimálisabb mérés kiépítés, de egyben a legdrágább is, hiszen mindhárom csatlakozási pontra fel kell szerelni mérőt. Abban az esetben alkalmazzák, mikor a gépegységek termelési vagy fogyasztási adataira külön-külön is szükség van (pl. mikor két önálló menetrendadási pont csatlakozik egy közös ponton a közcélú hálózatra, mint az erőmű I. és II. blokkja).

Amennyiben nincs lehetőség a transzformátor veszteségének közvetlen mérésére, ezt kiszámíthatjuk a 10/2016. MEKH rendeletben feltüntetett értékekkel korrigálva. Jelen esetben a transzformátor 1000 kVA-nél nagyobb teljesítményű, ezért itt a korrekció mértéke 1%, tehát ezen a ponton a vételezést 1,01-gyel, a termelést pedig 0,99-cel kell megszorozni. Ennél a módszernél pontosabb eredményt kaphatunk, ha olyan fogyasztásmérőt építünk be, ami képes a transzformátor soros és párhuzamos veszteségét mérni. A Landis+Gyr ZMQ 200 típusú mérők esetében lehetőség van a transzformátor réz- és vasvesztességét reprezentáló adatok (R_{CU} , R_{FE}) felvételére, és ezek segítségével a veszteségek közvetlenül mérhetőek. Ehhez a példához az egyik hazai erőmű 16 MVA-es háziüzemi transzformátorának adatait használtam, ahol a korábbi

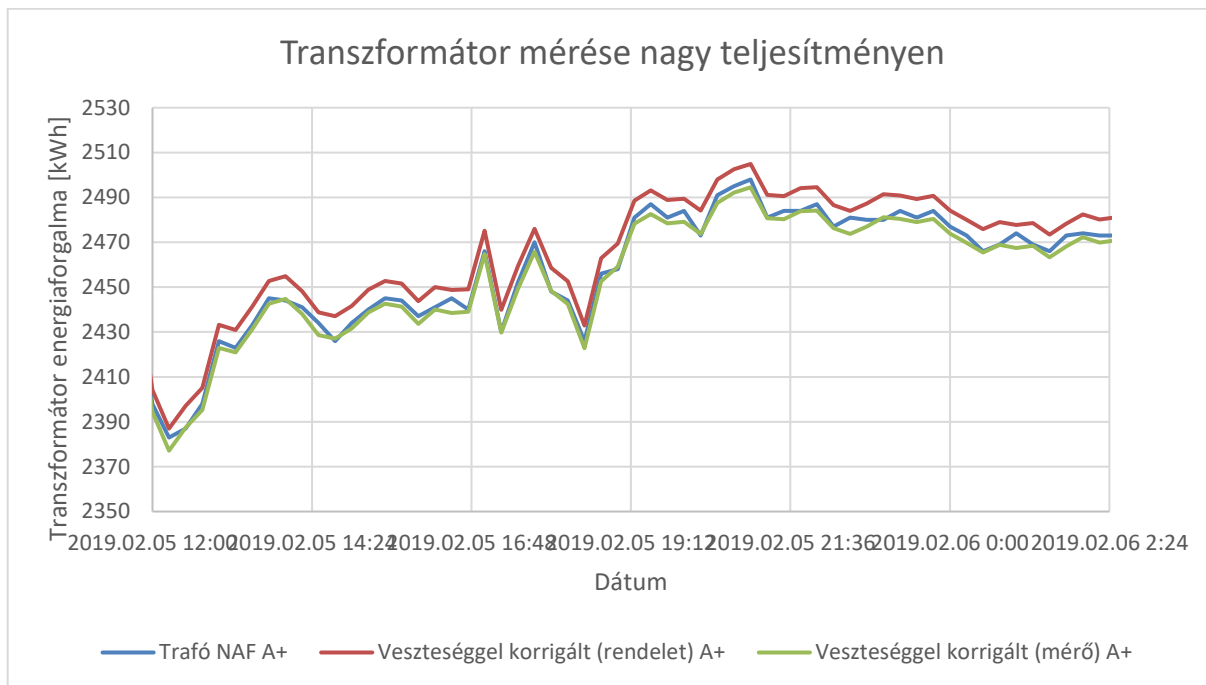
kisfeszültségű mérések helyett a nagyfeszültségű oldalra került át az elszámolási mérés, az átállás során pedig egy ideig mindhárom mérő adatait kiolvasták, így lehetőség van a mérő által kalkulált és a tényleges veszteség összehasonlítására. A soros (réz-) veszteség a terhelő árammal arányos, míg a párhuzamos (vas-) veszteség a feszültséggel, így az utóbbit megadó NLA (No Load Active) mennyiséget elegendő az egyik kisfeszültségű ágban felparaméterezni, hiszen a két párhuzamos ág ugyanazon a feszültségen van, az OLA (On Load Active) soros veszteséget pedig mindkét mérőben be kell állítani. Ennek a kettőnek az összege adja meg a teljes veszteséget (Total Load Active – TLA = OLA + NLA), melyet a vételezést jelentő A+ irányú mérési adathoz hozzá kell adni, a termelést jelentő A- irányból pedig le kell vonni, ezzel megkapjuk a nettó energiamennyiséget, amit a rendszer CA+ és CA- névvel jegyez. Az általam vizsgált időszak egy rövidebb periódusában a transzformátor nagyfeszültségű kivezetésén a következő diagram mutatja a vételezett energia mennyiségét, késsel a nagyfeszültségű oldali mérő adatai, pirossal a rendelet szerinti 1%-os korrekcióval kapott eredmény, zölddel pedig a kisfeszültségű mérők által számolt veszteséggel korigált eredmények.



13. ábra Transzformátor mérése kis teljesítmény mellett

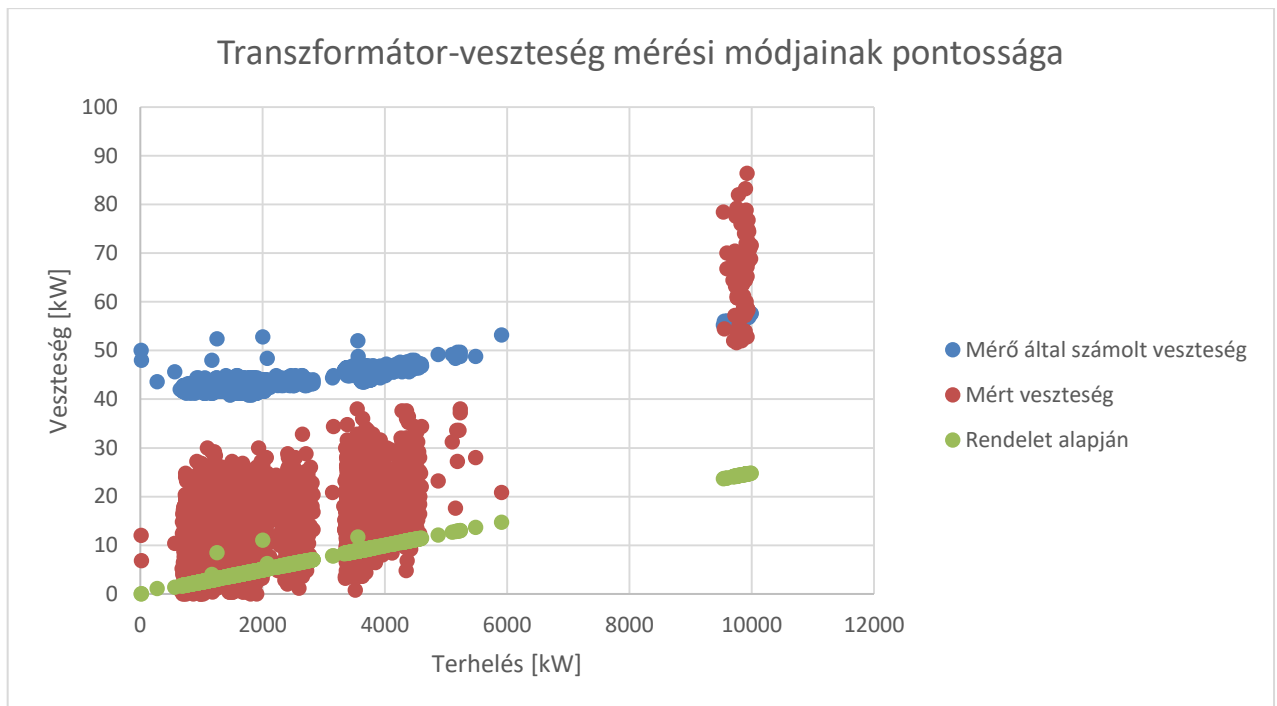
A diagramon látható, hogy kis terhelés mellett a tényleges mérési adatokat a rendelet alapján számolt értékek közelítik, a piros görbe szinte teljes egészében fedi a kéket, míg a zölddel ábrázolt mérő által kalkulált veszteséggel korigált terhelési görbe jobban eltér a valós adatoktól. A fenti időszakban a zöld görbe adatai átlagosan 7,4 kWh-val tér el a tényleges adatoktól, a rendelet szerinti kalkulációval viszont csak 2,04 kWh az átlag eltérés.

Ha egy rövidebb, nagyobb teljesítményen működő időszakot vizsgálunk, akkor azt figyelhetjük meg, hogy a mérő által korrigált eredmények sokkal jobban megközelítik a valós mennyiséget, ebben az esetben a rendelet alapján számolt értékek sokkal inkább eltérnek. Ezen a terhelésen a rendelet átlagosan 7,83 kWh eltérést ad negyed óránként, míg a mérőből kiolvasott adatok 2,69 kWh-val térnek el átlagban.



14. ábra Transzformátor mérése nagy teljesítményen

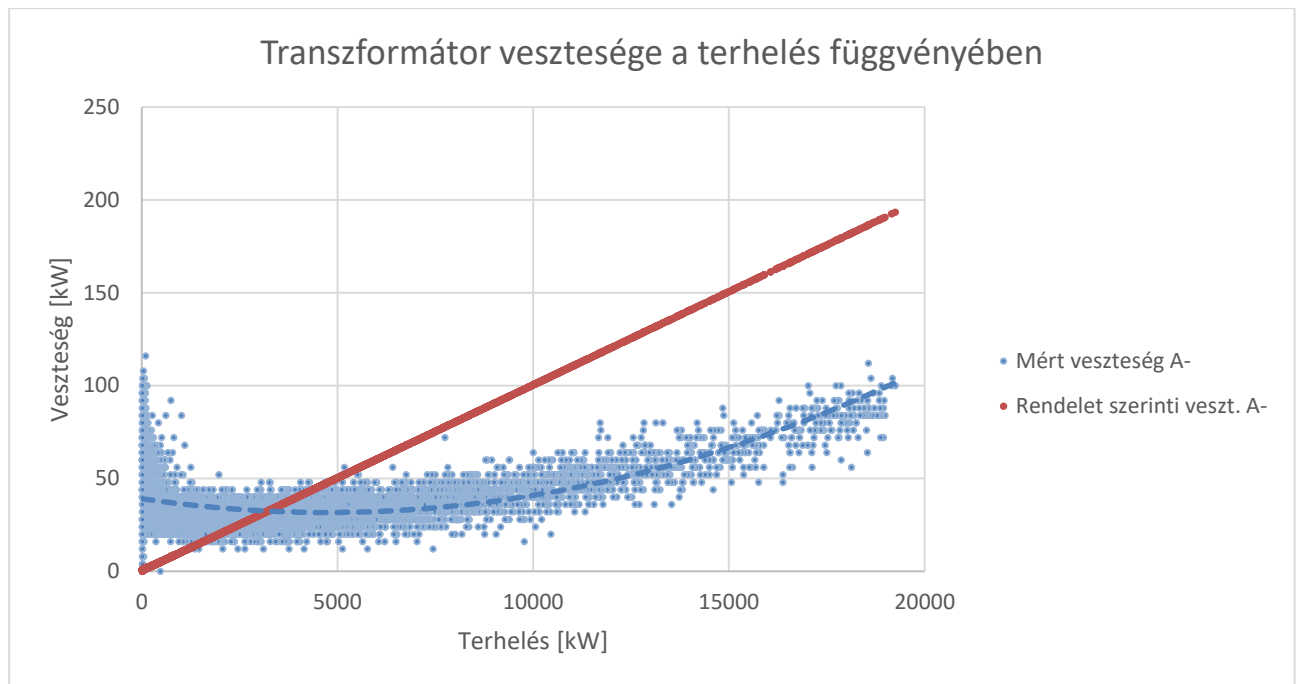
Ha a transzformátor terhelésének függvényében ábrázoljuk a különböző módszerek eredményeként kapott veszteségi értékeket, jól látszik, hogy az alacsony terhelési tartományban a mért veszteség jobban közelíti a rendelet szerint kiszámolt értéket, míg a névleges teljesítmény közelében inkább a mérő által számolt veszteség a reális. Ennek oka, hogy a mérő R_{Cu} és R_{Fe} értékként csak egy-egy számot tud kezelni, melyet a szakszolgálat munkatársai a névleges érték közelében vesznek fel, a valóságban azonban ezek a munkaponttól függő paraméterek.



15. ábra Transzformátor-veszteség mérési módjainak pontossága

A két bemutatott módszer közül a mérés kiépítésénél mérlegelni kell, hogy melyik ad pontosabb eredményt, annak függvényében, hogy a transzformátor a névlegeshez képest az idő nagy részében milyen teljesítményen üzemel. Emellett a paraméterezhető mérők beruházási költsége jóval magasabb, így ezeket a gyakorlatban leginkább a határkeresztezéseken, a nemzetközi elszámolásoknál, és a nagyobb erőművek esetében használják, a legtöbb esetben pedig a rendeletben meghatározott korrekciós tényezővel számolnak.

A transzformátor veszteségének terheléstől való függésének vizsgálatához egy másik erőmű mérési adatait használtam fel, hogy pontosabb képet kapjak, mivel az előző példa esetében nem állt rendelkezésre kellően nagy mennyiségű adat. Ebben a példában egy 120/20 kV-os, 20 MVA-es transzformátor mindkét középfeszültségen csatlakozó ágát és a nagyfeszültségű kivezetését is mérjük, így megmérhető a transzformátor tényleges vesztesége. A vizsgálat során kiszámoltam a transzformátor veszteségét a mért adatok alapján és a rendeletben megadott korrekciós tényező segítségével is, majd az eredményeket ábrázoltam a transzformátor terhelésének függvényében.

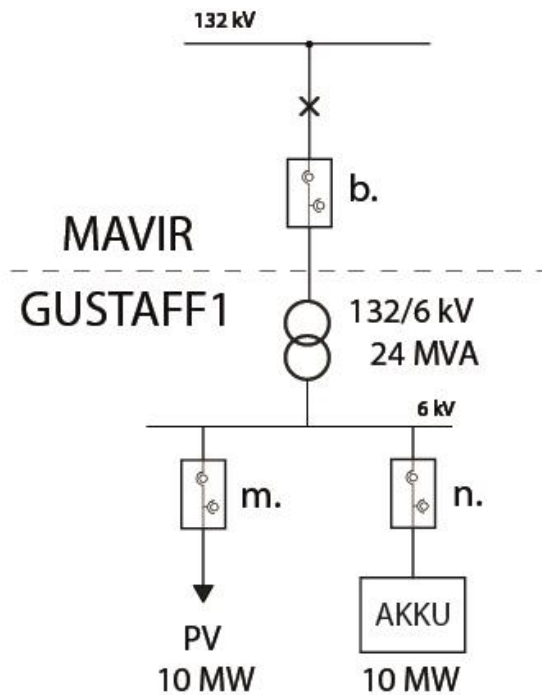


16. ábra Transzformátor vesztesége a terhelés függvényében

A diagramon jól látható, hogy nagy terhelés mellett a rendelet alapján számított veszteség jelentős eltérést mutat a ténylegesen mért veszteséghez képest, így ez a módszer csak a kis teljesítmények tartományában ad jó közelítést. Nagyon kis terhelés mellett viszont ezt a módszert célszerűbb használni, mivel ekkor nagyon kicsik mérendő áram- és feszültségértékek, ebben a tartományban pedig a mérőváltók pontatlansága és ezáltal a mérési hiba is jóval nagyobb.

3.6 Napelemes kiserőmű és energiatároló közös csatlakozási ponton

Napjaink aktuális kérdése a KÁT-felfutásnak és a megújuló technológiák elterjedésének köszönhetően az a gyakran felmerülő ötlet, hogy a napelemes kiserőmű mellé egy energiatárolót telepítenek. Mivel ez a gyakorlat viszonylag új keletű, az ilyen csatlakozások elszámolása még nincs kellőképpen kidolgozva. A kérdés vizsgálatához a következő elrendezést vettem alapul, és ebben az esetben a lehetséges mérési kiépítéseket tanulmányoztam: átviteli hálózatra csatlakozik egy naperőmű park és annak a belső hálózatára csatlakozó akkumulátortelep, melynek a kapacitása megegyezik a naperőmű beépített teljesítményével, és a 6 kV-os belső hálózatról egy 24 MVA-es, 132/6 kV-os transzformátoron keresztül csatlakozik a közcélú hálózathoz.



17. ábra Naperőmű és akkumulátor közös csatlakozási ponttal

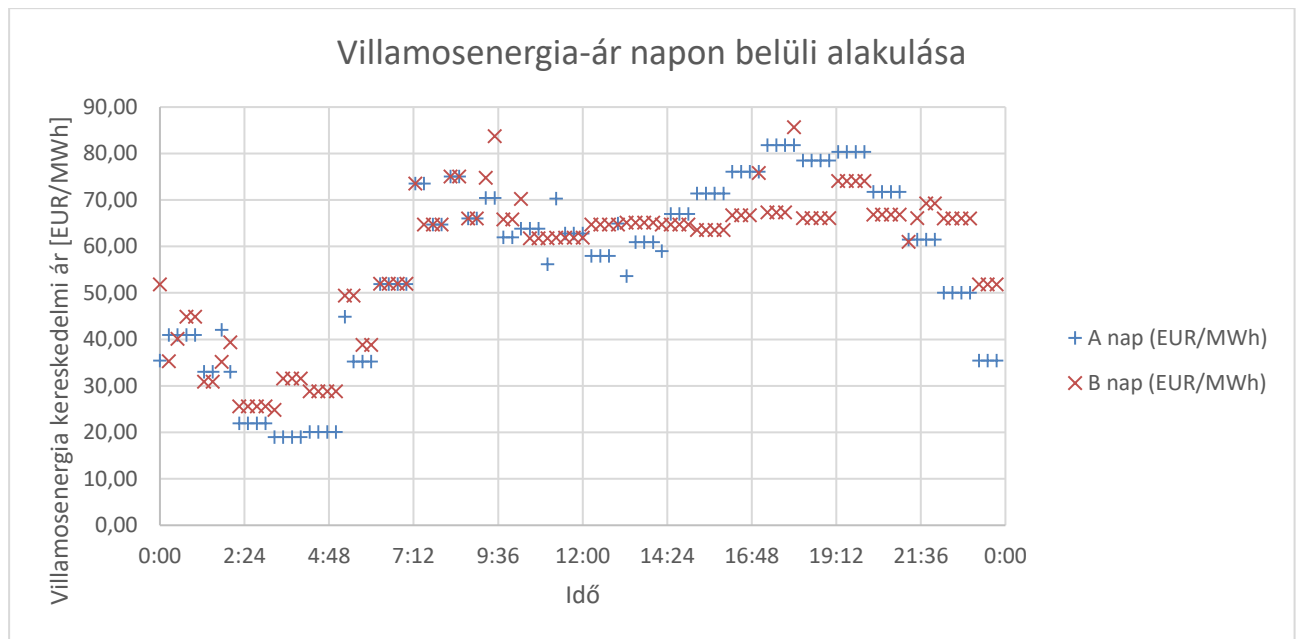
Az ilyen típusú elrendezés praktikus, mivel az energiatermelő blokkok kötelesek önállóan vagy összevontan menetrendet adni, amit viszont gyakran nem tudnak tartani, mert az időjárási körülmények nem elég kiszámíthatók az előre leadott menetrend pontos tartásához. A menetrendtől való eltérés miatt a termelők kiegyenlítő energiadíjat vagy szabályozási pótdíjat fizetnek. (Emiatt egyébként a 0,5 MW alatti naperőművek nagyobb csoportjaira sokszor egy-egy aggregátor ad összevontan menetrendet, hiszen statisztikai alapon sokkal pontosabb előrejelzés adható sok naperőmű összességére, mint a kiserőművekre egyesével.) Az akkumulátortelep segíthet a naperőműnek a menetrendtartásban, mivel egy felhő miatti teljesítménycsökkenés esetén az akkumulátor is betáplálhat a hálózatba, ha viszont a termelés pozitív irányba térne el az előre leadott menetrendtől, az akkumulátort töltjük a többlet energiával, ezáltal elkerülhető a kiegyenlítő energia-díj fizetése. A kérdés elszámolási mérés szempontjából azonban sokkal összetettebb.

A villamosenergia-tárolókra vonatkozó jogszabályok jelenleg viszonylag hiányosak, a VET (villamos energetikáról szóló törvény) ezekre az eszközökre, illetve ezek elszámolására csupán annyit ír elő, hogy erőműnek tekinthető, tehát ha betáplál a hálózatba, nem kell rendszerhasználati díjat fizetnie a 15/2016. (XII. 20.) MEKH rendelet 1. melléklete szerint. [8]

A KÁT mérlegkörben és a Prémium támogatás keretében csak az önfogyasztással csökkentett termelést lehet elszámolni, az elszámolható villamosenergia-mennyiség nem haladhatja meg a termelt villamos energiának az önfogyasztással csökkentett mértékét. Az önfogyasztás definíciója a 389/2007. (XII. 23.) Korm. rendelet alapján az erőműegység telephelyének teljes villamosenergia-fogyasztása, beleértve az erőműegység villamos energia- és hőenergia-termelésének, a termelőeszközök üzemének és üzemeltetésének

fenntartására a saját termelésből vagy a hálózatról felhasznált villamos energiát, valamint az erőműegységet tulajdonló gazdasági társaságnak és az erőműegység üzemeltetőjének a telephelyen történő minden egyéb célú villamosenergia-fogyasztását is. Ha az erőműegységben termelt villamos energiát csak részben értékesítik a kötelező átvételi rendszerben, akkor az önfogyasztást az értékesített mennyiségek arányában, ha a telephelyen több erőműegység üzemel, akkor az önfogyasztást az erőműegységek tényleges technológiai célú felhasználását is figyelembe véve kell megosztani. Ennek értelmében a naperőmű által termelt energiának azon része, amit az akkumulátor töltésére használnak fel, nem számolható el a kötelező átvételi rendszerben, akkor sem, ha azt az akkumulátor a menetrend-tartás érdekében táplálja be a hálózatba. Ezen felül a naperőművel közös elszámolási ponttal rendelkező akkumulátortelep csak lokálisan tudja segíteni a menetrendtartást, így viszont nem lenne kellőképpen kihasználva a szabályozásban nyújtott szerepe. [9]

A fentiek alapján jelenleg nem érdemes KÁT-rendszerben termelő naperőmű mellé villamosenergia-tárolót telepíteni azzal a céllal, hogy annak a termelését szabályozza, mivel az erőmű bevétele a kiegyenlítő energiadíj kifizetésével is magasabb, mint ha csak az akkumulátor vételezésével csökkentett termelést számolhatná el. 2019-ben a 20 MW alatti naperőművek esetében a kötelező átvételi ár 2008 előtt telepített erőmű esetében 36,3 Ft/kWh, 2008 után épült erőműnél pedig 32,59 Ft/kWh. A nyári hónapokban a kiegyenlítő-energia átlagára 5 és 21 óra között, amikor a naperőmű termelhet negatív irányba 13,21 Ft/kWh, pozitív irányba pedig 22,95 Ft/kWh volt idén, tehát ha az összes megtermelt energia után kellene is kiegyenlítő energia-díjat fizetni, az erőmű még akkor is nyereséget termelne. Mindezek ellenére érdemes akkumulátorokat telepíteni a villamosenergia-rendszerbe, de azt nem célszerű egy METÁR-ban vagy KÁT-ban termelő erőművel közös elszámolási pont alá venni, hanem külön elszámolási egységként kell kezelni, így nem csak helyileg vehet részt a szabályozásban, hanem rendszerszintű szolgáltatást nyújthat, ezáltal sokkal drágábban értékesítheti az energiát. Ha mégis közös elszámolási ponttal szeretnénk kezelni a termelő és az energiátároló egységet, akkor érdemesebb egy szélerőművet választani, ahol megtehetjük, hogy a mélyvölgy időszakban megtermelt energiát nem értékesítjük, hanem az akkumulátor töltésére használjuk, és csúcsidekban tápláljuk ki a hálózatra, jóval magasabb egységáron. Azonban ez is csak akkor lehetséges, ha az erőmű a verseny piacon értékesít, a KÁT-ban itt is önfogyasztásnak minősül. Az alábbi diagramon két egymást követő nap negyedórás adatait ábrázoltam, amiből jól látszik, hogy a villamos energia ára a rendszerterheléssel azonos tendencia szerint alakul. [10] [11]

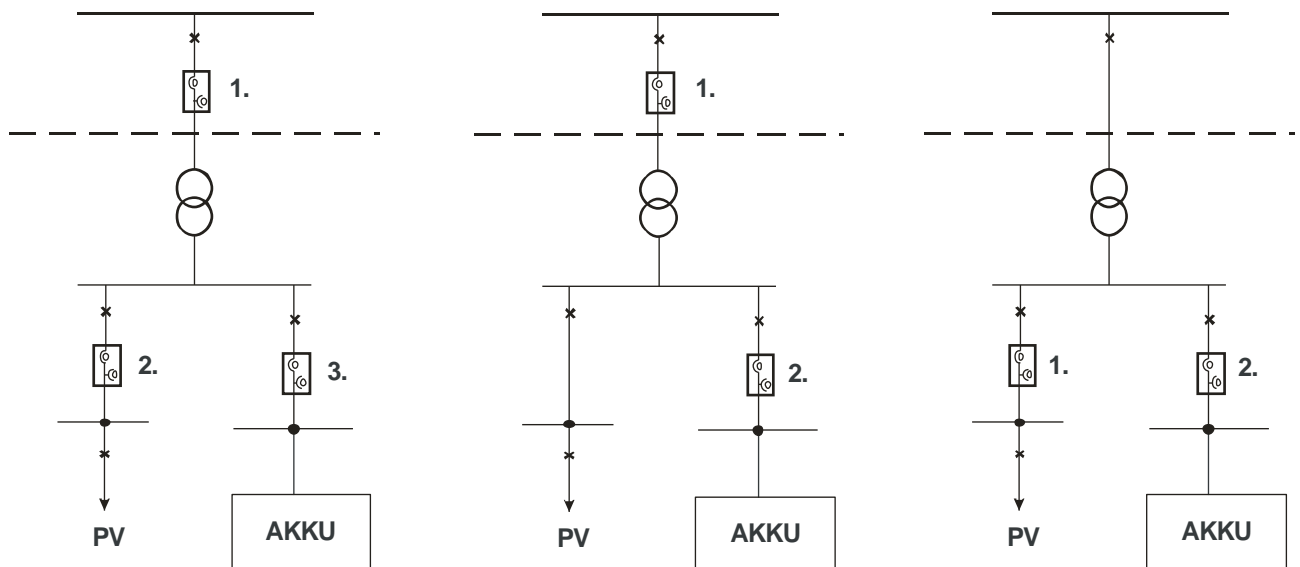


18. ábra Villamosenergia-ár napon belüli alakulása a versenypiacon [12]

A KÁT-on kívül a versenyiaci mérlegkörökhöz tartozó naperőművek esetében megéri a közös elszámolási pontú akkumulátortelep beépítése, és mivel a 2017 előtti KÁT-rendszer kifutóban van, a közeljövőben aktuális téma lesz a naperőművek versenyiaci értékesítése, viszont a támogatási rendszerben részt vevő erőművekre is célszerű lenne kidolgozni egy módszertant az ilyen típusú csatlakozások elszámolására. A tapasztalatok szerint egyre gyakoribb eset, hogy naperőműveket, akkumulátorokat vagy egyéb egységeket egy erőmű belső hálózatára telepítenek, hiszen így nem kell egy új hálózati csatlakozást kiépíteni, annak a költségeit és az adminisztratív terhek egy részét is meg lehet spórolni ezzel a módszerrel, az elszámolási algoritmusokat viszont jelentős mértékben megbonyolítja.

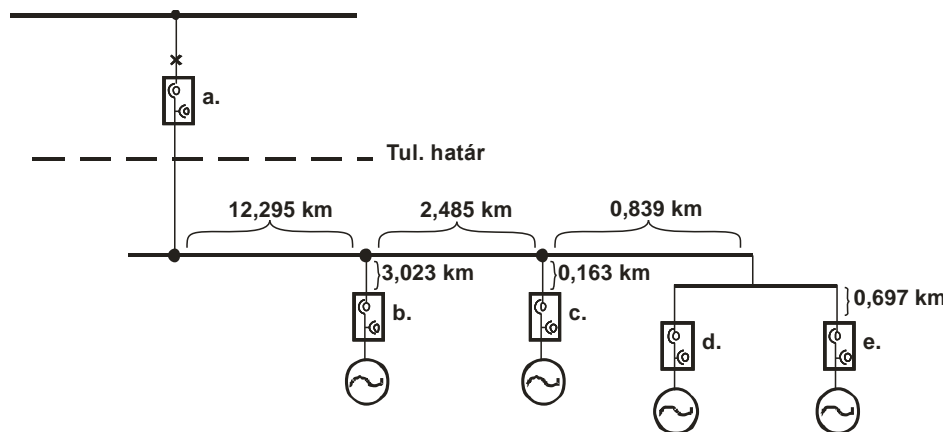
Ehhez kapcsolódóan az első fontos kérdés a mérés kiépítés. A fenti példa alapján van két középfeszültségű és egy nagyfeszültségű ág, melyek mindegyikén ismernünk kell az átáramló energia mennyiségét. A legkézenfekvőbb és legkedvezőbb mérési elrendezés látható a 17. ábrán, amikor minden ágban van egy-egy mérő, így a naperőmű, az akkumulátor és a teljes telephely termelését és vételezését ismerjük. Ehhez 3 fogyasztásmérő beépítése szükséges, illetve minden ágban ki kell építeni a méréshez szükséges infrastruktúrát, ami jelentős többletköltséget jelenthet, különösen egy kiserőmű számára. Költségcsökkentő megoldás lehet, ha a három mérés közül valamelyiket elhagyjuk, így a másik két mérés eredménye alapján kiszámítható a harmadik ág termelése vagy fogyasztása is. Erre az egyik lehetséges megoldás, hogy a két középfeszültségű ágot mérjük, a közcélú hálózati csatlakozási ponton pedig a két ág előjeles összege fog megjelenni, ekkor azonban a transzformátor veszteségét nem tudjuk közvetlenül mérni, így a közcélú hálózati csatlakozási ponton nem tudjuk megmondani pontosan az átáramló energia mennyiségét. A transzformátor

(és egyéb hálózati elemek) veszteségét az előző fejezetben tárgyaltak alapján számíthatjuk, de ezek többnyire nem adnak pontos eredményt.



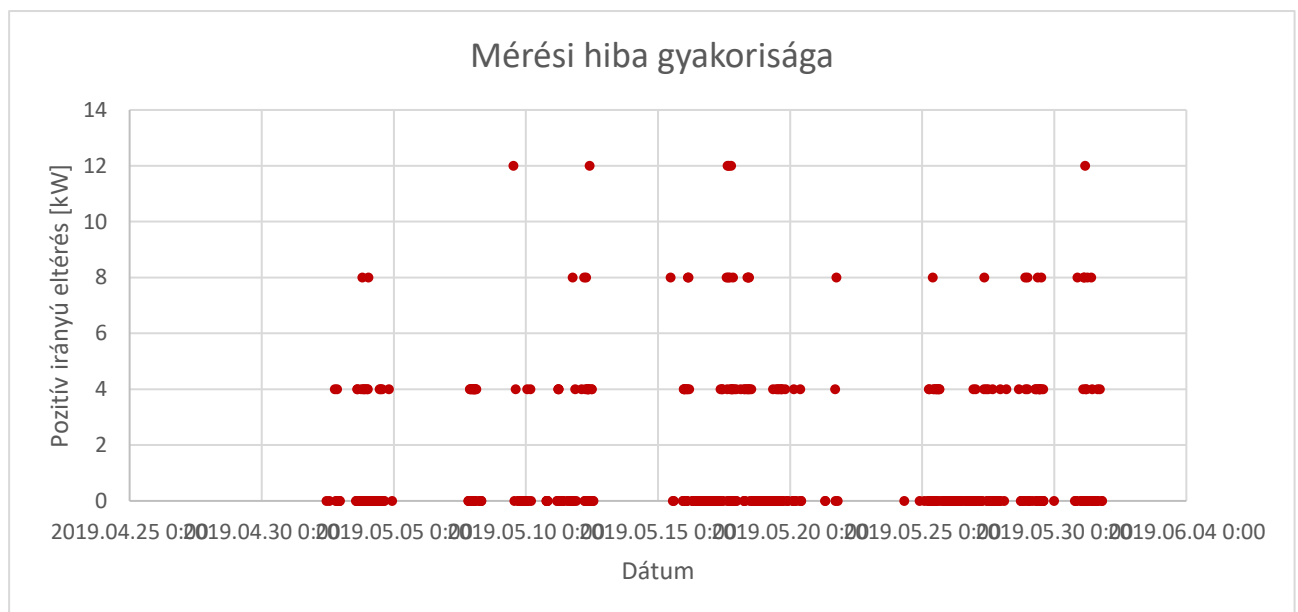
19. ábra A mérés kiépítés 3 különböző lehetősége

Elképzelhető olyan mérés kiépítés is, hogy a naperőmű termelését nem mérjük közvetlenül, hanem azt a közcélú hálózati csatlakozásnál és az akkumulátornál mért mennyiségek különbségének tekintjük, ekkor viszont egy újabb probléma merül fel a mérési hibából adódóan. Mivel minden mérőváltónak és fogyasztásmérőnek van valamekkora mérési hibája, (a fogyasztásmérők és áramváltók pontossági osztálya 0,2 és 0,5, ami azt jelenti, hogy az névleges értékek 5 és 120%-a között a megengedhető maximális hiba 0,2, illetve 0,5%), előfordulhat olyan eset, hogy a naperőmű nem termel, hanem az akkumulátorból táplálunk energiát a hálózatba, és az n. jelű mérő negatív irányba tér el a tényleges energiamennyiségtől, a b. jelű pedig pozitív irányba, tehát a közcélú hálózati csatlakozási ponton nagyobb értéket mérünk, mint az akkumulátornál. Az elszámolási képlet alapján ($m = b - n$) tehát az eltérést a naperőmű által termelt energiának tekintjük, miközben az az előre leadott menetrendjének megfelelően nem termelt, ezért ezekben az esetekben jogosan érkezhethet reklamáció az erőmű részéről a kiegyenlítő energia-díj felszámolásáért. Az ilyen jellegű mérési hibák meglehetősen gyakoriak, ezt egy olyan esetben vizsgáltam, mikor minden ág külön-külön meg volt mérve, a belső hálózaton nem volt transzformátor és a veszteségeket nem korrigálták. Az adatokat a következő mérési elrendezés esetén vizsgáltam.



20. ábra A mérési hiba elemzéséhez használt mérési elrendezés

A feltételekből adódóan a közcélú hálózati csatlakozási ponton a termelt energia mennyisége biztosan kisebb (vagy egyenlő, ha a veszteségtől eltekintünk), mint a gépegységek által külön-külön termelt energia összege, tehát ennek a két értéknek a különbségét vizsgáltam egy hónap adatainak felhasználásával, az eredményt pedig a következő diagram mutatja.



21. ábra Mérési hiba gyakorisága

A diagramon azokat a negyedórákat tüntettem fel, amikor a különbség értéke nemnegatív volt, ami a veszteségek elhanyagolása miatt biztosan mérési hibának számít. Látható, hogy ez nagyon gyakran előfordul, a hónap 2976 méréséből 371-szer volt a különbség legalább 0, és 147 alkalommal volt pozitív érték (az esetek kb. 5%-ában), ami már jelentős kiegyenlítő energia-díjat jelentene az erőműnek.

Erre a problémára a gyakorlatban azt a megoldást alkalmazzák például gázturbinák esetében, hogy az erőművi egység által termelt energia képletében egy X termelési határértékkel korrigálják a termelt mennyiséget. A VI. generátor termelésére így a következő képletet kapjuk:

$$GP6 = IF(o1 + p1 + q1 > 0; IF(k2 - (k1 - o1 - p1 - q1) > 100; k2 - (k1 - o1 - p1 - q1); 0); k2) \quad (2)$$

A képlet jelen példában a következőt jelenti: először megvizsgáljuk, hogy a villamos kazánok vételeztek-e, ha nem, akkor a k. ponton mért energia adja meg a VI. generátor által termelt energiát (GP6). Ha az kazánok vételeztek, akkor meg kell nézni, hogy a gázturbina kazánok vételezésével csökkentett ($k1-o1-p1-q1$) segédüzemi vételezésének és a gázturbina termelésének előjeles összege eléri-e ezt a határértéket, amit az erőmű termelési adatainak vizsgálatával és a rendszerhasználóval egyeztetve adhatunk meg a mérési hibák kiszűrésére, és amit jelen esetben 100 kWh-nak vettem fel. Ha azt tapasztaljuk, hogy a számított érték 100 kWh-nál nagyobb, akkor ez a mennyiség lesz a gázturbina által kiadott energiamennyiség, ha viszont 100 kWh-nál kisebb, mérési hibának tekintjük és a gázturbina termelését 0-nak vesszük.

Mivel az erőműhöz tartozó napelempark a megújuló támogatási rendszernek része, a naperőművet és az akkumulátortelep két külön elszámolási pontként érdemes kezelni. Ahogyan már korábban kifejtettem, legoptimálisabb megoldás két egység egy közös ponton való csatlakozásának elszámolására az, hogy a két mért ág termelt vagy vételezett energiáját arányosítjuk az ágak között. Ez ebben az esetben azonban nem lehetséges, hiszen mindkét ágban lehet termelés és vételezés is, és a közöttük való áttáplálásra is van lehetőség, így előfordulhat olyan eset, hogy az energiát, amit naperőmű megtermelt, az akkumulátor felvette, így a közcélú csatlakozási ponton sem termelés, sem vételezés nem jelent meg. Ezért azt az egyszerűsítést kell alkalmaznunk, hogy a transzformátor 10/2016. MEKH rendelet szerinti veszteségével korrigáljuk a termelést és a vételezést is. Ekkor a naperőmű által kiadott, KÁT-rendszerben elszámolható energiát úgy kapjuk meg, ha a termelését az önfogyasztásával csökkentjük, vagyis a következő képletet alkalmazzuk:

$$PV = IF(0,99 * m2 - 1,01 * m1 > 0; 0,99 * m2 - 1,01 * m1; 0) \quad (3)$$

A képlet értelme, hogy amennyiben a naperőmű által termelt és vételezett korrigált energiamennyiség pozitív, abban az esetben ez adja meg a naperőmű által kiadott energiát, egyéb esetben ez az érték 0. A naperőmű által a segédüzem ellátására vételezett energiát a Gustaff Erőmű s. vételezés (HU001000-410UGEROMU--ESUV----) pontba számítjuk be.

Mivel az akkumulátort külön elszámolási pontként kezeljük, annak a termelését és vételezését is külön menetrendadási pontként tekinthetjük. Az akkumulátor esetében a képletek kialakításánál az volt az alap gondolat, hogy ha a naperőmű nem termel, nincs áttáplálás a két egység között, így a következő képleteket adtam meg:

$$AK = IF(m2 = 0; b2; 0,99 * n2) \quad (4)$$

Ez alapján, ha a naperőmű nem termel, tehát $m_2=0$, az akkumulátor által kiadott energia (AK) megegyezik a közcélú hálózati csatlakozási ponton, a b_2 ponton mért energiával, ellenkező esetben pedig az akkumulátornál mért mennyiséget csökkentjük az 1%-os korrekciós tényezővel.

$$AV = IF \left(n_1 > 0; IF \left(m_2 = 0; b_1 * \frac{n_1}{m_1+n_1}; 1,01 * n_1 \right); 0 \right) \quad (5)$$

Az akkumulátor által vételezett energiát az AV pont adja meg. Ennek a képlete azt jelenti, hogy az akkumulátor vételezését csak akkor számoljuk, ha az n_1 ponton mért energia nagyobb 0-nál (ellenkező esetben elméletileg nem vételezett az akkumulátor, ezért $AV=0$). Ha van vételezés, akkor megnézzük, hogy az adott negyedórában termelt-e a naperőmű. Ha nem, akkor nincs áttáplálás, tehát a közcélú hálózati csatlakozási ponton mért vételezést arányosítjuk az ágak között. Ha termelt a naperőmű, akkor előfordulhat áttáplálás, ezért ilyenkor már nem számolhatunk a b_2 pontra, ebben az esetben azt az egyszerűsítést alkalmazzuk, amit a naperőmű esetében, az n_1 ponton mért mennyiséget korigáljuk a rendeletben megadott 1 %-kal.

Amennyiben a naperőmű nem része a METÁR rendszernek, a legegyszerűbb megoldás az lenne, ha a közcélú hálózati csatlakozási ponton építenénk ki a mérést, hiszen a piaci értékesítés során a naperőmű és az akkumulátor egy közös elszámolási ponton csatlakozhat a hálózathoz, így a mérés kiépítés költségei akár a harmadára is csökkenhetnek azzal, hogy három helyett egy fogyasztásmérő is elegendő, illetve a naperőmű szabályozása is helyileg megoldott.

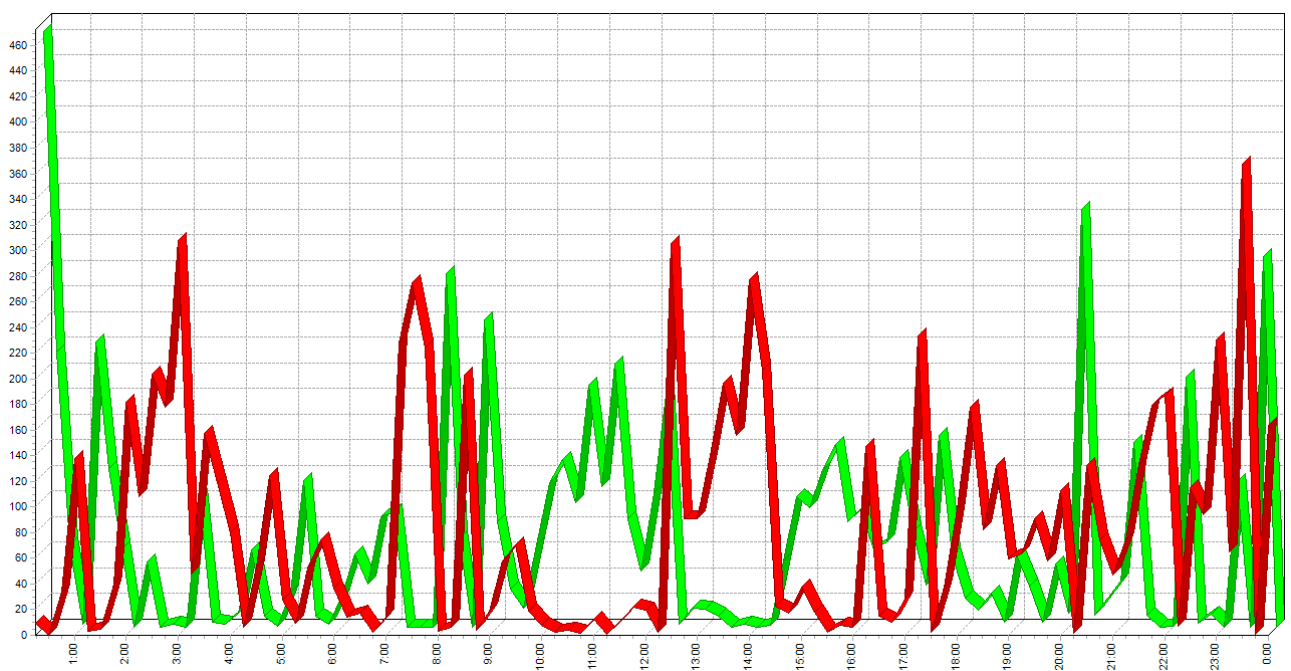
A fentiek alapján az adott elrendezésben a beruházási költség növelésének ellenére a 3 mérés kialakítása javasolt, mivel így elkerülhetők a későbbi bonyodalmak, reklamációk és problémák az elszámolás terén.

3.7 Szabályozásban részt vevő egységek elszámolása

A MAVIR Üzemi Szabályzata szerint a rendszerirányító feladata, hogy a hatásos teljesítmény szabályozása révén a forrás oldalon kiadott és a felhasználói oldalon igényként jelentkező teljesítmények rendszeregyensúlya a névleges frekvenciától a lehető legkisebb mértékben eltérő frekvencián valósuljon meg. A rendszerszintű szolgáltatások közé tartozik a kiegyenlítő szabályozás, azon belül is az FCR (korábban primer), az aFRR (szekunder), az mFRR és az RR (tercier) szabályozás, illetve egyéb rendszerszintű szolgáltatás a black start szolgáltatás és a feszültség- és meddőteljesítmény-szabályozás. Ahhoz, hogy egy szabályozási egység részt vegyen a rendszerszintű szolgáltatások valamelyikében, meg kell felelnie az akkreditáció során támasztott követelményeknek.

Az FCR (Frequency Containment Reserve) szabályozás lényege, hogy a névleges frekvenciától eltérő üzemi frekvencia esetén a frekvencia-eltérés mértékétől és előjelétől függően (névlegesnél kisebb frekvencián növelő, névlegesnél nagyobb frekvencián csökkentő) irányban automatikusan, legfeljebb 30 másodperc

válaszidővel aktiválódik (módosítja a kiadott teljesítményt). Ezzel a szabályozással a névleges 50 Hz-hez képest a 200 mHz-nél kisebb eltéréseket lehet kompenzálni, ennél nagyobb eltérés esetén az aFRR, mFRR vagy RR szabályozást is be kell vonni. A szabályozásban részt vevő egységek az FCR kiegyenlítő szabályozási kapacitás piacon értékesítik a szabályozási kapacitásukat, ami a MAVIR által szervezett piac, és itt a MAVIR a rendelkezésre álló FCR kiegyenlítő szabályozási kapacitás kapcsán kiegyenlítő szabályozási szolgáltatás termékek beszerzésére hirdet eljárást. Az FCR szabályozás aktiválásáért azonban kiegyenlítő szabályozási energia-díj nem számolható el és az FCR kiegyenlítő szabályozás okozta menetrendtől való eltérések nem számítanak utasított eltérésnek. Az erőmű akkumulátortelege is a primer szabályozásban vesz részt, ezért a terhelési görbéjén folyamatos ingadozások figyelhetők meg mind pozitív, mind negatív irányban. A következő ábra az akkumulátorteleg által egy nap során kiadott (zöld) és vételezett (piros) energia mennyiségét mutatja negyedórás mérési intervallumonként. Az akkumulátorteleg primer szabályozásban való alkalmazása egyre gyakoribb megoldás, mivel a hagyományos erőművekhez képest a teljesítményelektronika miatt sokkal rugalmasabb a fel- és leszabályozás tekintetében.



22. ábra Az akkumulátorteleg által kiadott és vételezett energia

Az aFRR (Automatic Frequency Restoration) szabályozásban részt vevő egységek szabályozási energia-elszámolása szintén az EMO feladata. Az aFRR szabályozásba azok az egységek (termelői és fogyasztói egyaránt) vonhatók be, melyek a szabályozási jel kiadásától számított 15 perc alatt aktiválhatók, és teljesítik a minősítés követelményeit. Ebben az akkreditációs folyamatban megvizsgálják többek között a szabályozási egység parancskövetési pontosságát, a szabályozási határértékeken történő üzemelést és a szabályozási egység viselkedését a fel- és leszabályozási ciklusok során, illetve szabályozási irányváltáskor. Emellett az akkreditációhoz a MAVIR nyilvántartásának tartalmaznia kell például a szabályozásban való részvétel szintjét

(egység vagy csoport), az elszámolási mérési pont azonosítóját, az üzemirányítási pontra vonatkozó aFRR kiegyenlítő szabályozási célérték lehetséges alsó és felső határértékét, a legnagyobb és legkisebb üzemi teljesítményt, melyen még tartósan üzemel, és a rövid időtartamra aktiválható legnagyobb és legkisebb teljesítményt szabályozási egységenként MW-ban. A szabályozás elszámolási időintervalluma 2017 végén 15 percről 5 percre csökkent, így a szabályozásban részt vevő egységek fogyasztásmérőiből az 5 perces mérési adatokat is ki kell olvasni.

Az aFRR szabályozásban az elszámolás tényalapon történik. A szabályozási egységnek a rendszerirányító lekötési díjat, kiegyenlítő szabályozási kapacitás-árat fizet a szabályozásba bevont teljesítőképesség alapján, amennyiben az rendelkezésre állt, ellenkező esetben csak kiegyenlítő szabályozási energia-árat fizet a MAVIR. Ezek természetesen csak abban az esetben számolhatók el, ha az adott időszakban van elfogadott kiegyenlítő szabályozási energia. A szabályozási energiadíj aszerint alakul, hogy a fel- vagy leszállítási utasítást követően az egység az adott időszakban 5 perces időintervallumonként mennyivel tér el az általa előre leadott menetrendtől. Ez az energiamennyiség kizárólag akkor vehet fel nullától eltérő értéket, ha az igényelt ötperces kiegyenlítő szabályozási energia és a mért ötperces kiegyenlítő szabályozási energia iránya azonos, tehát felszállítási utasításnál pozitív, leszállítási utasításnál pedig negatív irányba tér el a menetrendtől. A kiegyenlítő szabályozási energia egységárát az ajánlat beadásakor a szabályozási egység üzemeltetői adják meg, a rendszerirányító pedig eldönti, hogy az adott áron megvásárolja-e a szolgáltatást. A gyakorlatban szinte minden ajánlat elfogadásra kerül, mivel a szabályozási piac szűk, szabályozó kapacitásra pedig egyre nagyobb szükség van az időjárásfüggő termelőkapacitás növekedése és az egyre magasabb villamosenergia-felhasználás miatt.

A korábbi tercier szabályozás helyét átvette az mFRR (Manual Frequency Restoration) és az RR (Replacement Reserve) szabályozás, melyek feladata, hogy az aFRR szabályozásban részt vevő egységeket egy esetleges kiesés után tehermentesítsék és a kieső kapacitásokat pótolják. Ezek többsége az idő nagy részében áll, így a termelésből származó bevétel alacsony, csupán a szabályozásban nyújtott szolgáltatásért kapnak kiegyenlítő szabályozási energia-díjat, melyet az előzetesen elfogadott ajánlat alapján számolnak el. [13] [14]

4 Összegzés, kitekintés

Dolgozatom elkészítése közben az irodalomkutatás és a felvázolt elrendezés gyakorlatba való átültetése során több nehézségbe is ütköztem. Elsősorban a villamosenergia-tárolóval kapcsolatban merültek fel problémák, mivel a vonatkozó rendeletek jelen pillanatban erősen hiányosak. Nincs egyértelműen meghatározva például, hogy mi számít önfogyasztásnak, vagy hogy az akkumulátor által a hálózatba táplált energia elszámolható-e a különböző támogatási rendszerekben. Ehhez a jogszabályi környezetet fontos lenne felülvizsgálni és az újszerű igények következtében felmerülő kérdéseket tisztázni. Mivel a valóságban dolgozatom elkészítésekor még nem állt rendelkezésre elegendő mérési adat a villamos kazánok elszámolásának pontos elemzéséhez sem, a későbbiekben (például három hónappal az üzembeállítás után) célszerű lenne felülvizsgálni a kalkulációk eredményeit. Illetve a gyakorlatban nem is létezik ennyire összetett, ilyen sokféle technológiát alkalmazó erőmű, ezért az üzemvitellel összefüggő termelési adatok sem adnak valós képet, mindezeket csak azért használtam fel, hogy be tudjam mutatni az elszámolási mérési folyamatot, az elszámolási képletek kialakítását.

Az elszámolási mérési terület napjainkban jelentős átalakuláson megy keresztül, aminek mozgatórugója a decentralizáció, dekarbonizáció és digitalizáció. Ezek közül az első kettő a naperőművek számának ugrásszerű növekedéséből következik, a digitalizáció pedig ezen a területen az okos mérések elterjedését és az elszámolási algoritmusok automatizálását jelenti. Az utóbbi években tapasztalt hirtelen ugrás a kiserőművek számában jelentős mennyiségű adat feldolgozását teszi szükségessé, ezért célszerű lenne az elszámolási mérések minden olyan részletét automatizálni, amit lehetséges. Amennyiben egy program készítené el az erőműhöz tartozó elszámolási képleteket, csökkenne az emberi tényező miatti hibalehetőségek száma, illetve az Osztály dolgozóinak terheit is csökkenteni lehetne. A kalkulációs lapok automatikus elkészítéséhez tanulmányozni kell azokat a mérési elrendezéseket, amelyek gyakran előfordulnak ezen kiserőművek esetében, ezek közül a leggyakoribb alapján egységesíteni lehetne a mérés kiépítést, ezáltal az ilyen esetekre alkalmazható lenne egy egységes módszertan.

5 Irodalomjegyzék

- [1] MAVIR EMO Adatbázis
- [2] A megújuló támogatási rendszer története Magyarországon. Forrás: https://www.mavir.hu/documents/10258/0/K%C3%81T_%C3%A9s+Pr%C3%A9mium_rendszer_ismertet%C3%A9se_20190128.pdf/84e74e67-7f27-be50-a977-b5b3679b8167
- [3] Üzemi szabályzat. Forrás: https://www.mavir.hu/documents/10258/228083787/USz_M13.+kiad%C3%A1s_2018.12.01_clean.pdf/53d2688a-a2c0-1983-a4d2-a0d0c927e6ef
- [4] Mérőpont, elszámolási pont azonosítása. Forrás: <https://mavir.hu/web/mavir/mereskozpont>
- [5] 10/2016. MEKH rendelet. Forrás: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1600010.MEK&searchUrl=/gyorskereso%3Fpagenum%3D36>
- [6] Kincses Péter: A megújuló támogatási rendszer (Magyar Energetikai Társaság 3. szakmai klubdélután)
- [7] 389/2007. (XII. 23.) Korm. rendelet a megújuló energiaforrásból vagy hulladékból nyert energiával termelt villamos energia, valamint a kapcsoltan termelt villamosenergia kötelező átvételéről és átvételi áráról. Forrás: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0700389.kor>
- [8] Rendszerhasználati díj. Forrás: <https://www.mavir.hu/en/web/mavir/belfold>
- [9] 389/2007. (XII. 23.) Korm. rendelet. Forrás: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A0700389.KOR>
- [10] KÁT árak. Forrás: <http://www.mekh.hu/kotelezo-atveteli-rendszer-villamos-energia>
- [11] Kiegyenlítő energia egységárak. Forrás: <https://www.mavir.hu/en/web/riportok/kiegyenlito-energia-egysegarak>
- [12] HUPX ID piaci adatok. Forrás: www.hupx.hu
- [13] Üzemi Szabályzat 9.1 sz. Melléklet. Forrás: https://www.mavir.hu/documents/10258/230330340/USz_M16.+kiadas_Mellekletek_2019.05.24_clean.pdf/db4af735-93c9-5f5d-8087-d6015b9fe724
- [13] Nemzetközi Üzemi és Kereskedelmi Szabályzat, 3. fejezet. Forrás: https://www.mavir.hu/documents/10373/228886755/20181025_20181213_BSP-BRP+%C3%A9s+KE+Felt%C3%A9telek_EBGL+18+cikk.pdf/90ae4d45-2a4d-06a5-1b10-10a282d8dc56?version=1.0

Függelék

F1 Kalkulációs lap

F1.1 Az erőmű mérési pontja



Mérlegkör:

Módosítási azonosító: B.01

GUSTAFF ERŐMŰ MÉRÉSI PONTJAI

1. Fizikai mérési pontok

Mérési hely	Mérési pont megnevezése	Mérési pont azonosító	Adatfelhasználók
Gustaff Erőmű 1	Gustaff GT tr.	HU0010001110UGEROMU--TH1GTTR-0001	
Gustaff Erőmű 1	Gustaff PV és Akku	HU0010001110UGEROMU--TH1-PV--0002	
Gustaff Erőmű 1	Gustaff Erőmű IV. gen.	HU0010001110UGEROMU--TH14GEP-0003	
Gustaff Erőmű 1	Gustaff Erőmű V. gen.	HU0010001110UGEROMU--TH15GEP-0004	
Gustaff Erőmű 2	Gustaff Biomassza feldolgozó A tr.	HU0010002110UGEROMU--TH2-ATR-0005	
Gustaff Erőmű 2	Gustaff Biomassza feldolgozó B tr.	HU0010002110UGEROMU--TH2-BTR-0006	
Gustaff Erőmű 1	Gustaff Erőmű I. gen.	HU001000C110UGEROMU--TH11GEP-0007	
Gustaff Erőmű 1	Gustaff Erőmű II. gen.	HU001000C110UGEROMU--TH12GEP-0008	
Gustaff Erőmű 1	Gustaff Erőmű III. gen.	HU001000C110UGEROMU--TH13GEP-0009	
Gustaff Erőmű 1	Gustaff Erőmű III. gen. sü.	HU001000C110UGEROMU--TH1-SU1-0010	
Gustaff Erőmű 1	Gustaff Erőmű 4. tr.	HU0010001110UGEROMU--TH1-4TR-0011	
Gustaff Erőmű 1	Gustaff Erőmű Naperőmű	HU001000D110UGEROMU--TH1-NE--0013	
Gustaff Erőmű 1	Gustaff Erőmű Akkumulátor	HU001000D110UGEROMU--TH1AKKU-0014	
Gustaff Erőmű 1	Gustaff Erőmű villamos kazán I.	HU001000E110UGEROMU--TH1-1VK-0015	
Gustaff Erőmű 1	Gustaff Erőmű villamos kazán II.	HU001000E110UGEROMU--TH1-2VK-0016	
Gustaff Erőmű 1	Gustaff Erőmű villamos kazán III.	HU001000E110UGEROMU--TH1-3VK-0017	

2. Képzett mérési pontok

Mérési pont megnevezése	Mérési pont azonosító	Adatfelhasználók
Gustaff Erőmű összes	HU001000-410UGEROMU--ESUM----	
Gustaff Erőmű s. vételezés	HU001000-410UGEROMU--ESUV----	
Gustaff Erőmű kiadott	HU001000-410UGEROMU--KIAD----	
Gustaff Erőmű telephelyi fogyasztás (GT és PV nélkül)	HU001000-410UGEROMU--TELF----	
Gustaff Erőmű I. gen	HU001000C410UGEROMU--GEP1----	
Gustaff Erőmű II. gen	HU001000C410UGEROMU--GEP2----	
Gustaff Erőmű III. gen	HU001000C410UGEROMU--GEP3----	
Gustaff Erőmű IV. gen	HU0010002410UGEROMU--GEP4----	
Gustaff Erőmű IV. gen Megújuló kiadott	HU0010002410UGEROMU--GEP4---M	
Gustaff Erőmű IV. gen Megújuló kiadott (METÁR Zöld)	HU0010002410UGEROMU--GEP4--ZM	
Gustaff Erőmű IV. gen Megújuló kiadott (METÁR Barna)	HU0010002410UGEROMU--GEP4--BM	
Gustaff Erőmű V. gen	HU0010002410UGEROMU--GEP5----	
Gustaff Erőmű V. gen Megújuló kiadott	HU0010002410UGEROMU--GEP5---M	
Gustaff Erőmű V. gen Megújuló kiadott (METÁR Zöld)	HU0010002410UGEROMU--GEP5--ZM	
Gustaff Erőmű V. gen Megújuló kiadott (METÁR Barna)	HU0010002410UGEROMU--GEP5--BM	
Gustaff Erőmű VI. gen	HU0010001410UGEROMU--GEP6----	
Gustaff Erőmű villamos kazánok vételezése	HU0010001410UGEROMU---VK-----	
Gustaff PV naperőmű kiad	HU0010001410UGEROMU---PV-----	
Gustaff Erőmű Akkumulátor vételezése	HU0010001410UGEROMU---AV-----	
Gustaff Erőmű Akkumulátor kiad	HU0010001410UGEROMU---AT-----	
Gustaff Erőmű 220 RHD	HU001000-410UGEROMU---220-RHD	
Gustaff Erőmű 132 RHD	HU001000-410UGEROMU---132-RHD	
Gustaff Erőmű 132 RHD (elosztói)	HU000100-410UGEROMU---132-RHD	
Gustaff Erőmű meddő IND	HU001000-410UGEROMU--MEDI-RHD	
Gustaff Erőmű meddő KAP	HU001000-410UGEROMU--MEDK-RHD	

3. Képzett regiszterek

Mérési pont megnevezése	Mérési pont azonosító	Adatfelhasználók
Gustaff Erőmű RHD	HU001000-410UGEROMU-----RHD	
Gustaff Erőmű RHD (elosztói)	HU000100-410UGEROMU-----RHD	
Gustaff Erőmű IV. gen Fosszilis arány	HU0010002410UGEROMU--GEP4--RA	

Függelék

Gustaff Erőmű IV. gen METÁR Zöld arány	HU0010002410UGEROMU--GEP4-MRA	
Gustaff Erőmű V. gen Fossilis arány	HU0010002410UGEROMU--GEP5--RA	
Gustaff Erőmű V. gen METÁR Zöld arány	HU0010002410UGEROMU--GEP5-MRA	

F1.2 Az erőmű elszámolási algoritmusai



Mérlegkör:
Módosítási azonosító: B.01

GUSTAFF ERŐMŰ ELSZÁMOLÁSI ALGORITMUSAI

1. Fizikai mérési pontok

Jel	Mérési pont megnevezése	Mérés iránya	Feszültség szint	Átszámolási érték a csatlakozási pontra
a2	Gustaff GT tr.	A-	132 kV	0,00%
a1		A+	132 kV	0,00%
b2	Gustaff PV és Akku	A-	132 kV	0,00%
b1		A+	132 kV	0,00%
c2	Gustaff Erőmű IV. gen.	A-	220 kV	0,00%
c1		A+	220 kV	0,00%
d2	Gustaff Erőmű V. gen.	A-	220 kV	0,00%
d1		A+	220 kV	0,00%
e2	Gustaff Biomassza feldolgozó A tr.	A-	132 kV	0,00%
e1		A+	132 kV	0,00%
e5		R1	132 kV	0,00%
e6		R2	132 kV	0,00%
e7		R3	132 kV	0,00%
e8		R4	132 kV	0,00%
f2	Gustaff Biomassza feldolgozó B tr.	A-	132 kV	0,00%
f1		A+	132 kV	0,00%
f5		R1	132 kV	0,00%
f6		R2	132 kV	0,00%
f7		R3	132 kV	0,00%

f8		R4	132 kV	0,00%	
g2	Gustaff Erőmű I. gen.	A-	10 kV	0,00%	
g1		A+	10 kV	0,00%	
h2	Gustaff Erőmű II. gen.	A-	10 kV	0,00%	
h1		A+	10 kV	0,00%	
i2	Gustaff Erőmű III. gen.	A-	10 kV	1,00%	
i1		A+	10 kV	1,00%	
j2	Gustaff Erőmű III. gen. sü.	A-	10 kV	1,00%	
j1		A+	10 kV	1,00%	
k2	Gustaff Erőmű 4. tr.	A-	132 kV	0,00%	
k1		A+	132 kV	0,00%	
m2	Gustaff Erőmű Naperőmű	A-	6 kV	0,00%	
m1		A+	6 kV	0,00%	
n2	Gustaff Erőmű Akkumulátor	A-	6 kV	0,00%	
n1		A+	6 kV	0,00%	
o1	Gustaff Erőmű villamos kazán I.	A+	3 kV	2,01%	
p1	Gustaff Erőmű villamos kazán II.	A+	3 kV	2,01%	
q1	Gustaff Erőmű villamos kazán III.	A+	3 kV	2,01%	

2. Elszámolási képletek a képzett mérési pontokra

Jel	Mérési pont megnevezése	Mérési pont azonosító	Képletek	
S	Gustaff Erőmű összes	HU001000-410UGEROMU--ESUM----	$a2-a1+b2-b1+c2-c1+d2-d1+e2-e1+f2-f1+0,99*i2-1,01*i1+0,99*j2-1,01*j1+k2-k1$	
V	Gustaff Erőmű s. vételezés	HU001000-410UGEROMU--ESUV----	K-AV-S	Mö
K	Gustaff Erőmű kiadott	HU001000-410UGEROMU--KIAD----	GP1+GP2+GP3+GP4+GP5+GP6+PV+AK	
TF	Gustaff Erőmű telephelyi fogyasztás (GT és PV nélkül)	HU001000-410UGEROMU--TELF----	$c1+d1+1,01*(i1+j1)$	

Függelék

GP1	Gustaff Erőmű I. gen	HU001000C410UGEROMU--GEP1----	$IF(g2+h2=0; 0; a2*g2/(g2+h2))$	M
GP2	Gustaff Erőmű II. gen	HU001000C410UGEROMU--GEP2----	$a2-GP1$	M
GP3	Gustaff Erőmű III. gen	HU001000C410UGEROMU--GEP3----	$0,99*i2$	M
GP4	Gustaff Erőmű IV. gen	HU0010002410UGEROMU--GEP4----	$c2$	M
GP4M	Gustaff Erőmű IV. gen Megújuló kiadott	HU0010002410UGEROMU--GEP4---M	$IF(GP4=0;0;IF(GP4-TF*GP4/(GP3+GP4+GP5)<0;0;GP4-TF*GP4/(GP3+GP4+GP5))*(100-GP4A)/100)$	
GP4Z	Gustaff Erőmű IV. gen Megújuló kiadott (METÁR Zöld)	HU0010002410UGEROMU--GEP4--ZM	$GP4M*GP4ZA/100$	
GP4B	Gustaff Erőmű IV. gen Megújuló kiadott (METÁR Barna)	HU0010002410UGEROMU--GEP4--BM	$GP4M-GP4Z$	
GP5	Gustaff Erőmű V. gen	HU0010002410UGEROMU--GEP5----	$d2$	M
GP5M	Gustaff Erőmű V. gen Megújuló kiadott	HU0010002410UGEROMU--GEP5---M	$IF(GP5=0;0;IF(GP5-TF*GP5/(GP3+GP4+GP5)<0;0;GP5-TF*GP5/(GP3+GP4+GP5))*(100-GP5A)/100)$	
GP5Z	Gustaff Erőmű V. gen Megújuló kiadott (METÁR Zöld)	HU0010002410UGEROMU--GEP5--ZM	$GP5M*GP5ZA/100$	
GP5B	Gustaff Erőmű V. gen Megújuló kiadott (METÁR Barna)	HU0010002410UGEROMU--GEP5--BM	$GP5M-GP5Z$	
GP6	Gustaff Erőmű VI. gen	HU0010001410UGEROMU--GEP6----	$IF(o1+p1+q1>0; IF(k2-k1+o1+p1+q1>100; k2-k1+o1+p1+q1; 0); k2)$	M
VK	Gustaff Erőmű villamos kazánok vételezése	HU0010001410UGEROMU---VK-----	$(o1+p1+q1)*1,0201$	M
PV	Gustaff PV naperőmű kiad	HU0010001410UGEROMU---PV-----	$IF(0,99*m2-1,01*m1>0;0,99*m2-1,01*m1;0)$	M, EA
AV	Gustaff Erőmű Akkumulátor vételezése	HU0010001410UGEROMU---AV-----	$IF(n1>0; IF(m2=0; b1*n1/(m1+n1); 1,01*n1); 0)$	Mö
AK	Gustaff Erőmű Akkumulátor kiad	HU0010001410UGEROMU---AT-----	$IF(m2=0; b2; 0,99*n2)$	Mö
R22	Gustaff Erőmű 220 RHD	HU001000-410UGEROMU---220-RHD	$c1+d1$	Rá
R12	Gustaff Erőmű 132 RHD	HU001000-410UGEROMU---132-RHD	$a1+b1+1,01*(i1+j1)+k1$	Rá
R01	Gustaff Erőmű 132 RHD (elosztói)	HU000100-410UGEROMU---132-RHD	$e1+f1$	Re
	Gustaff Erőmű meddő IND	HU001000-410UGEROMU--MEDI-RHD	$IF((e5+e6+f5+f6)-(e7+e8+f7+f8)>0;(e5+e6+f5+f6)-(e7+e8+f7+f8);0)$	Qe

	Gustaff Erőmű meddő KAP	HU001000-410UGEROMU--MEDK-RHD	$IF((e5+e6+f5+f6)-(e7+e8+f7+f8)<0;-1*((e5+e6+f5+f6)-(e7+e8+f7+f8));0)$	Qe
--	-------------------------	-------------------------------	------------------------------------------------------------------------	----

3. Képzett regiszter képletek

Jel	Mérési pont megnevezése	Mérési pont azonosító	Képletek	
RHD	Gustaff Erőmű RHD	HU001000-410UGEROMU-----RHD	R12 + R22	Rá
RHDE	Gustaff Erőmű RHD (elosztói)	HU000100-410UGEROMU-----RHD	R01	Re
GP4A	Gustaff Erőmű IV. gen Fosszilis arány	HU0010002410UGEROMU--GEP4--RA	Az erőmű az elszámolási hónapot követő 2. munkanapig megadja: EE.T %	
GP4ZA	Gustaff Erőmű IV. gen METÁR Zöld arány	HU0010002410UGEROMU--GEP4-MRA	Az erőmű az elszámolási hónapot követő 2. munkanapig megadja: EE.T %	
GP5A	Gustaff Erőmű V. gen Fosszilis arány	HU0010002410UGEROMU--GEP5--RA	Az erőmű az elszámolási hónapot követő 2. munkanapig megadja: EE.T %	
GP5ZA	Gustaff Erőmű V. gen METÁR Zöld arány	HU0010002410UGEROMU--GEP5-MRA	Az erőmű az elszámolási hónapot követő 2. munkanapig megadja: EE.T %	

Rá: Rendszerhasználati díj (átviteli)
 Re: Rendszerhasználati díj (elosztói)

EA: "A" Tarifamodell szerinti bontás erőművi elszámoláshoz
 M: Elszámolási pont; Menetrendadási kötelezettség
 Mö: Elszámolási pont,
 mérlegkörre
 összesített
 menetrendben
 szerepel

Qe: Meddő energia díj (elosztói)

ROUND(... ;1) : kerekítés egy tizedesjegyre

A fizikai mérések indexében szereplő számok az OBIS kódok "c" mezőjének felelnek meg (OBIS kódok meghatározása: IEC 62053-23)

Megjegyzés: a "GP6" jelű pont képletében megadott 100 kWh határérték, a gázturbina elszámolási minimuma 15 percre megadva.

F1.3 Verziótörténet



Mérlegkör:
Módosítási azonosító: B.01

GUSTAFF ERŐMŰ Verzió Történet

Módosítás dátuma / új verzió azonosítója	Mérési pont megnevezése	Módosítás leírása	Megjegyzés
2018.01.01. / A.01	Minden mérési pont felvétele	Első változat	Mérlegköri elszámoláshoz
2019.01.01. / B.01	NK	elszámolási pont megszűnt	VI. generátor, villamos kazánok és akkumulátortelep beépítése
	k, l, m, n, o, p, q	fizikai pontok felvétele	
	GP6, VK, PV, AV, AT	új elszámolási pontok felvétele	
	S, V, K, R12	változás a kalkulációban	

F1.4 Az erőmű egyvonalas kapcsolási rajza



Mérlegkör:
Módosítási azonosító: B.01

GUSTAFF ERŐMŰ Csatlakozási rajza

