

ON-LINE Előadás

2021. Február 25.

BLACKOUT A BALKÁNON!

Váratlan vagy várható esemény?



A villamosság minőségi szakértője

MI TÖRTÉNT 2021. JANUÁR 8.-ÁN?

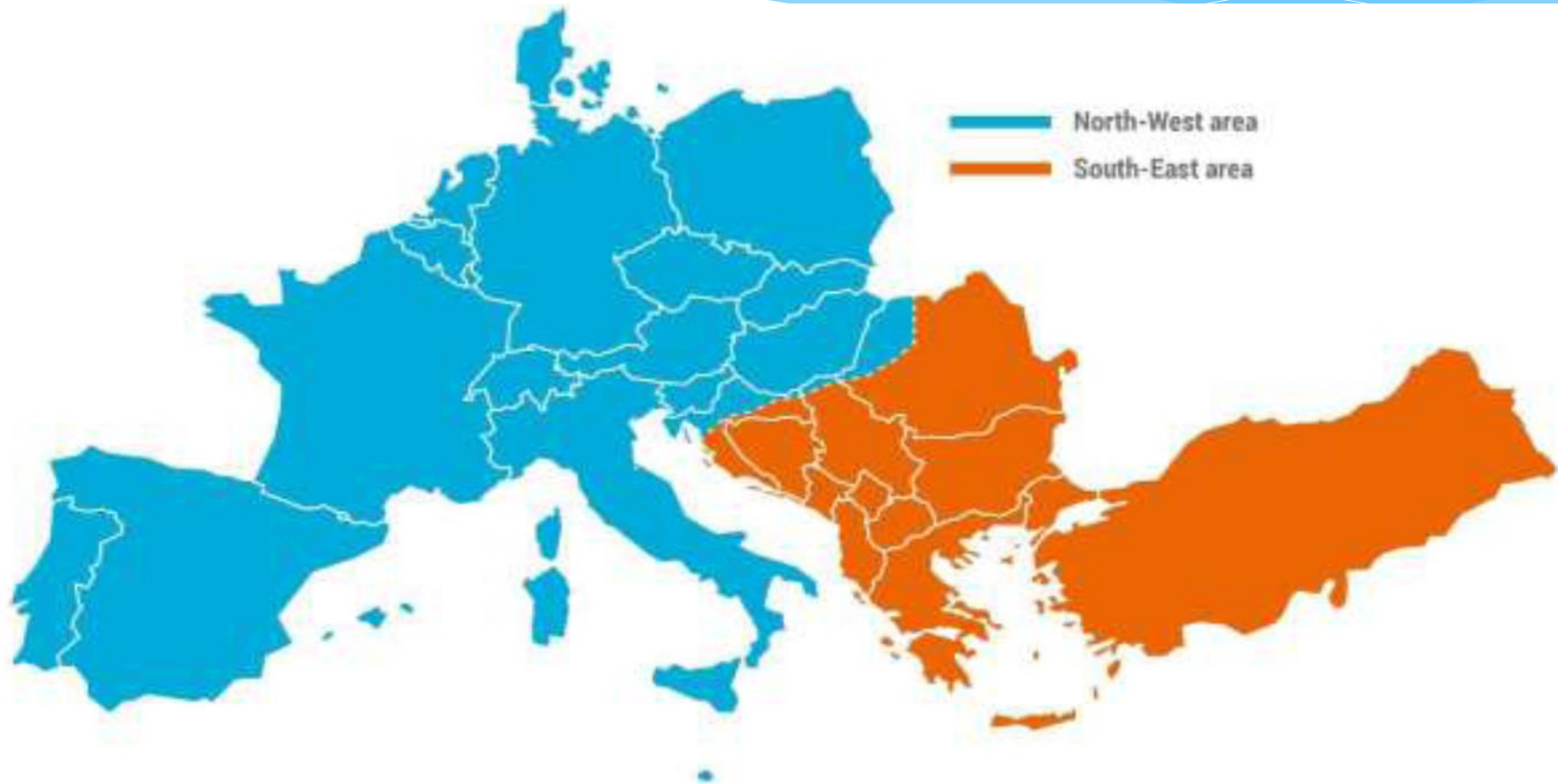
Sajtóközlemény:

Brüsszel, 2021. Január 15.

2021. január 8-án, közép-európai idő szerint 14:05-kor a kontinentális Európa szinkronterülete két külön területre vált szét számos átviteli hálózati elem igen rövid idő alatt bekövetkező kiesése következtében. A frekvencia kb. 15 másodperc alatt kezdetben 49,74 Hz értékre esett le. Ezt követően a frekvencia elérte a körülbelül 49,84 Hz állandósult állapotú értéket.

MI TÖRTÉNT 2021. JANUÁR 8.-ÁN?

A két területet bemutató kontinentális Európa térképe:



MI TÖRTÉNT 2021. JANUÁR 8.-ÁN?

A hivatalos indoklás szerint:

„Ennek oka egyelőre nem ismert, az azonban szinte biztos, hogy nem a rendszerben egyre nagyobb kapacitásokkal jelen lévő megújuló energiatermelők idézték elő. Noha az esemény nem kapcsolódik a megújuló energia terjedéséhez, az is igaz ugyanakkor, hogy **a stabil (zsinór-) termelésre képes hagyományos erőművek nap- és szél erőművekkel való helyettesítése** - ezek alacsony szabályozhatósága miatt - **valószínűbbé teszi a hasonló események előfordulását.**”*

* = A kiemelés az előadótól!

MI TÖRTÉNT 2021. JANUÁR 8.-ÁN?

Mielőtt azonban örülnék :

Szerencse?

Olaszországban és Franciaországban
több, mint **62percig**

1,7GW fogyasztót ki kellett zárni a szolgáltatásból!

Összehasonlításképpen:

a magyarországi csúcsterhelés kb. **6,5GW!**

Elszigetelt Balkáni esemény?

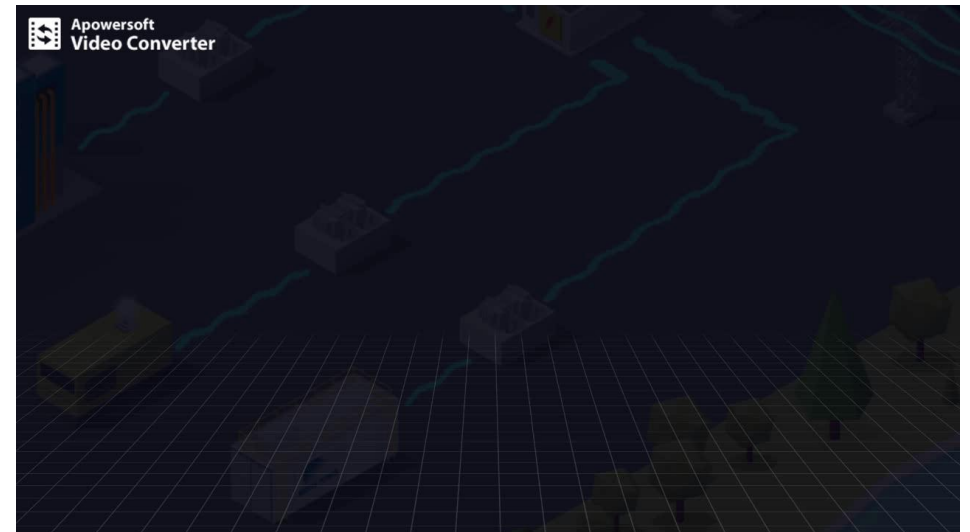
Tulajdonképpen bekövetkezett az, amiről a szakemberek régen beszélnek. Az ITM bejelentése szerint **a jelenlegi PV* teljesítményt:**

- 2030.-ig **2.000MW-ról 6.000MW-ra**,
- **2040.-ig 14.000 MW-ra** kell növelni

A PV teljesítménye időjárás függő!

A PV termelés gyors változásának követésére az erőmű és az elosztói rendszer nem képes, következmény a frekvencia ingadozás!

PV* = Photo-voltaikus, közismerten: napelemes erőmű



A harmonikus zavar, mint kiváltó ok

Egyértelműen kimondhatiuk, **a villamos energia termelésén belül**

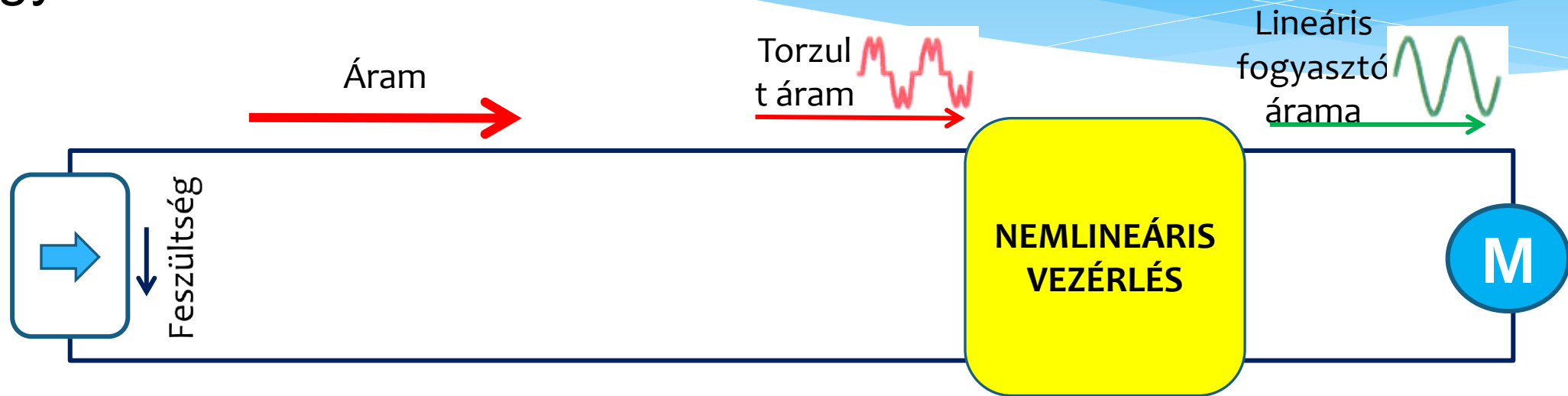
A villamos energia fogyasztás elvárt csökkenése csak új,
korszerű technológiák alkalmazásával biztosítható.

Az új technológiák ún. „**nemlineáris elemek**”, melyek
bevezetésének költsége mellett
**vizsgálni szükséges az alkalmazható
technológiák pozitív- és negatív hatásait is!**

elemek” tömeges alkalmazásával biztosítható!

Lehetséges kiváltó ok

Hogyan működik a nemlineáris elem?

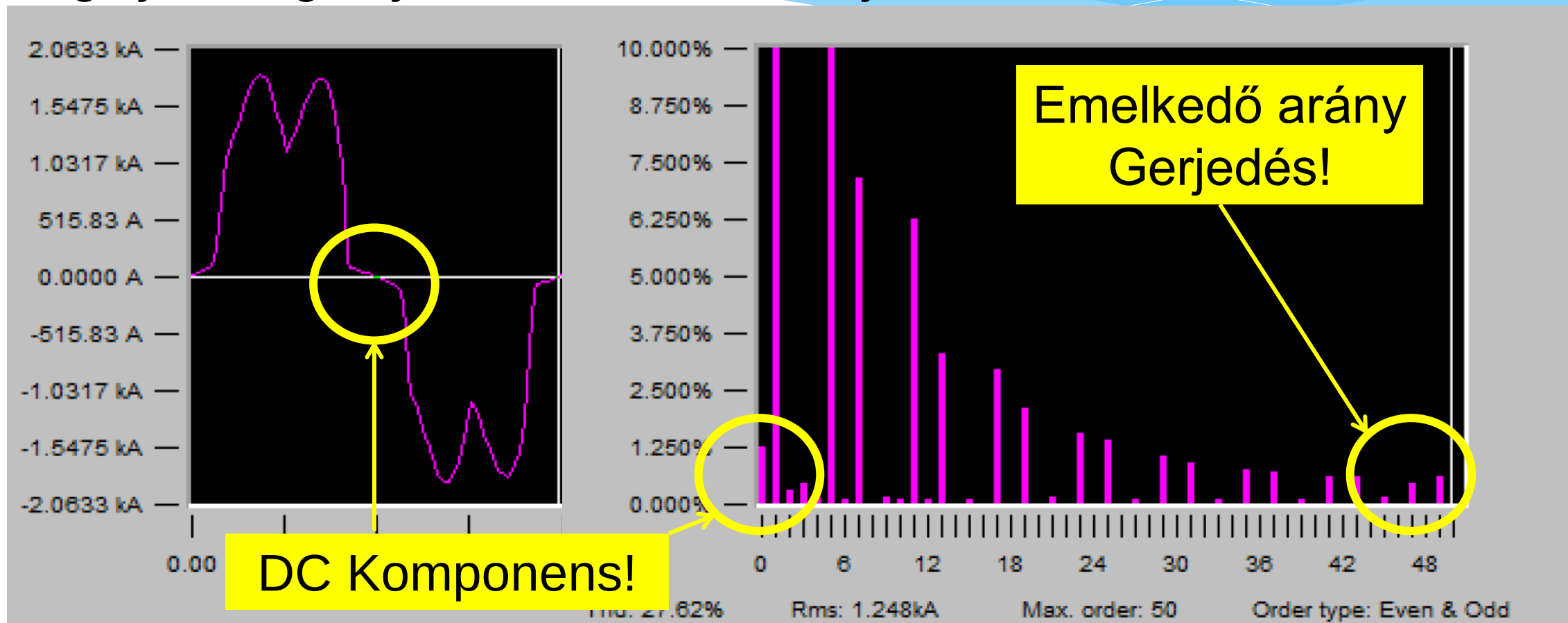


A **stabilizált kimeneti teljesítmény** érdekében a feszültség- és az áram értéke ellentétesen változik. Megvalósításához az áram jelalakjának kitöltési tényezőjét, az effektív értéket csökkentjük.

Ez legegyszerűbben a szinuszos jelalak torzításával érhető el!

Lehetséges kiváltó ok

Vizsgáljuk meg, a jelalak torzulása mit jelent a hálózaton.



Lehetséges kiváltó ok

A Fourie analízis megmutatta, hogy az adott jelalak torzulás akkor ilyen mértékű, ha az $f = 50\text{Hz}$ -es áramhoz $2^*-3^*-\dots-50^*$ ekkora frekvenciájú áram összetevőt csatolunk hozzá. A torzulás mértékét

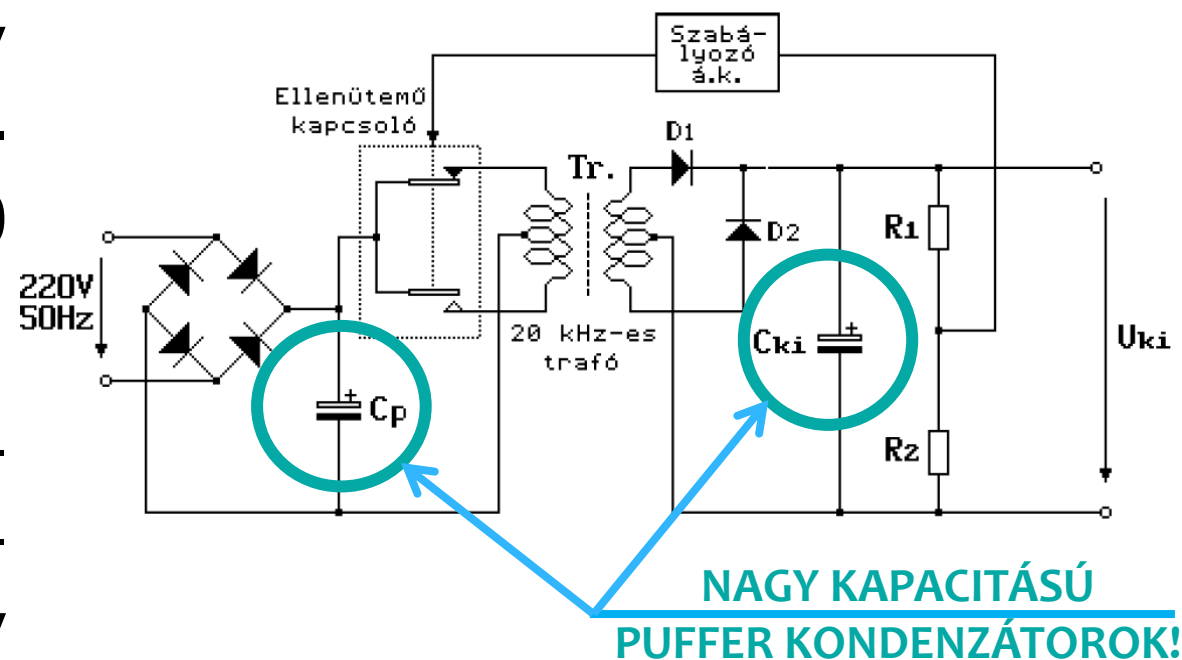
A harmonikus torzulás mellett miért kell
alapvetően kapacitív fogyasztónak
tekinteni a nemlineáris elemeket?

és a vezető anyaga is egy kicsit nem ideális, magasabb frekvenciájú- és effektív értékű áramjelek terhelnék. Ennek az ismert következménye a túlmelegedés, illetve a gerjedés.

Lehetséges kiváltó ok

A nemlineáris elemek bemenete kapcsolóüzemű tápegység! Az impedancia vektorok effektív értéke és fázishelyzete terhelésfüggően változik a $\cos\varphi=1,00$ és a kapacitív tartományában!

A villamos hálózati elosztórendszerek kapcsoló és túláramvédelem eszközei mindig **induktív terhelésre vannak méretezve!**



Lehetséges kiváltó ok

A **LED fényforrások** vizsgálatánál a teljesítménytényező értékének és harmonikus zavar arányának elfogadott határértékei ($PF \approx \lambda$):

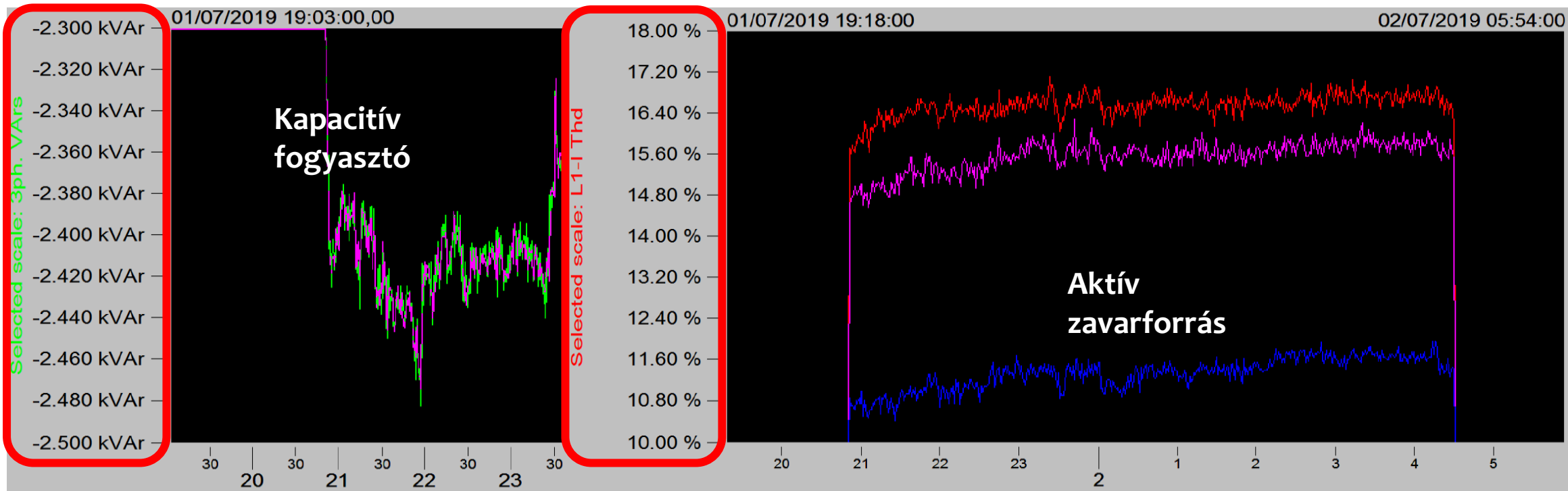
- a **>25W** névleges érték esetén $\lambda \geq 0,9$ és a **THD(i) $\leq 20\%$**
- a **$\leq 25W$** névleges érték esetén $\lambda \geq 0,8$ és a **THD(i) $\leq 30\%$**

A **LED fényforrások** az **egyedi vizsgálat** során teljesítik a feltételeket, látszólag **megfelelnek az elvárásoknak**, azonban a **valós alkalmazási környezetben** derül csak ki, hogy **kapacitív fogyasztók**, nagyobb csoportokban vizsgálva már **másodlagos, felerősítő jellegű, de jelentős teljesítményű aktív zavarforrások!**

Lehetséges kiváltó ok

Valóságban a $\lambda = \sqrt{(1 - THD)_R^2 * \cos \varphi_i} = \frac{P}{S}$ előjel nélküli szám!

Ezért a LED fényforrású világítási hálózathoz azt tapasztaljuk, hogy:



Lehetséges kiváltó ok

Az objektív mérések és vizsgálatok bizonyították, a **LED fényforrások csoportos alkalmazása koncentrált, kapacitív terhelésű aktív zavarforrásként értelmezhető**, emiatt a hálózatra csatlakozó nemlineáris berendezések között kialakuló gerjedési-, sztohasztikus jellegű zavareseményeket felerősíti.

A „fekete doboz” elvén végzett mérések elemzése igazolta korábbi megállapításainkat is, a **LED fényforrások nagyobb mennyiségű alkalmazása rontja a hálózat minőségi paramétereit, jelentősen megnöveli a gerjedés, az MSz 62305 szabványban nevesített gazdasági kár bekövetkezésének valószínűségét.**

Lehetséges kiváltó ok

A PV egységek ellenőrzései során **három** problémát igazoltunk:

- **kontrollálatlan**, időjárás függő, **gyors teljesítmény változás**
- a DC/AC inverterek működésének természetes következménye a **túlkompenzálás**, mely egyaránt következik az inverterek szabályozásából, valamint a bekötő kábelek kapacitásából
- a harmonikus zavarkibocsátás következménye a **sztohasztikus anomáliák** kialakulása, a PE / PEN / Nulla vezetéken terjedése

A Törvényi szabályozás az építtetőt védekezésre vagy a termelt villamos energiával történő gazdálkodásra nem kötelezi!

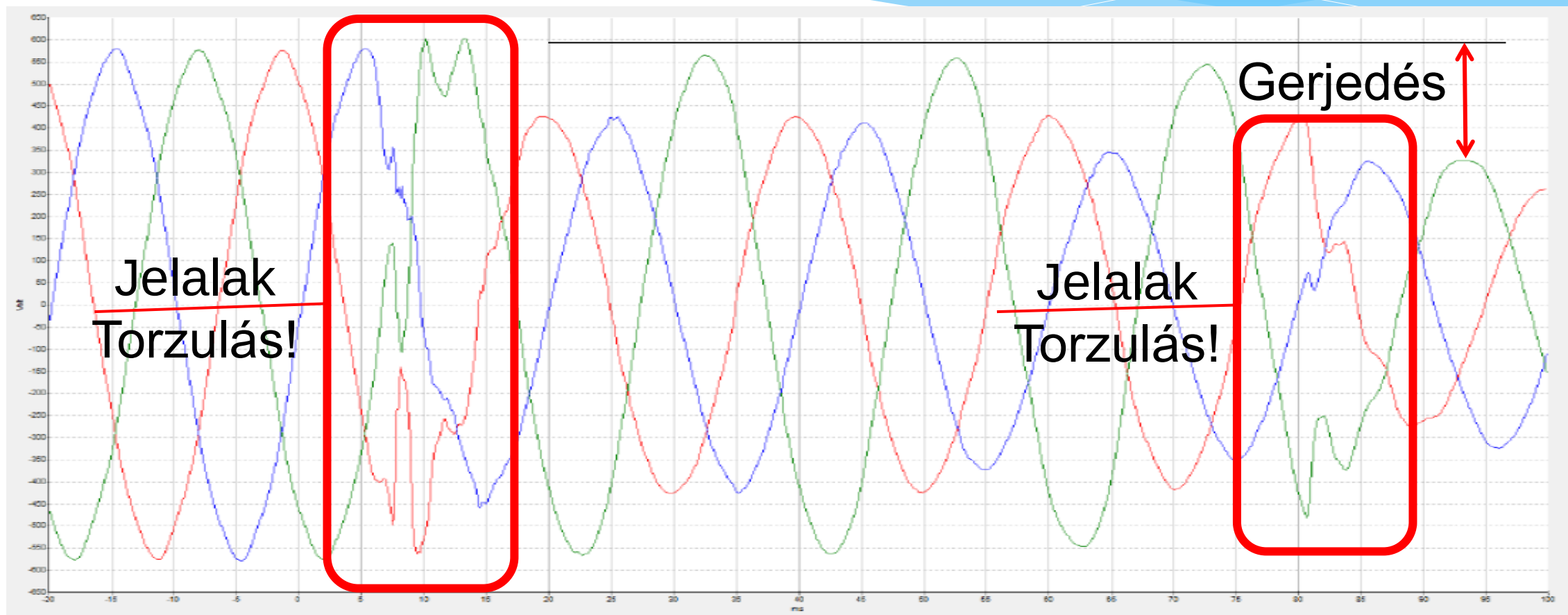
Lehetséges kiváltó ok

Vizsgáljuk meg egy PV egység energiatermelését valós értéken:



Lehetséges kiváltó ok

A **PV** inverter nemlineáris elem, tehát harmonikus zavarforrás!



A fejlődés árnyéka

A nagy meredekségű PV termelésváltozás hatására:

- a PV termelés kezdetén a **hagyományos forgógépes erőművek terhelése gyorsan csökken**, s mivel a szabályozás sebességük lassú, a **hálózati frekvencia értéke emelkedik**
- a PV termelés leállásakor hasonló, de ellentétes jelenséget tapasztalunk, a **hagyományos forgógépes erőművek terhelése emelkedik**, emiatt a **hálózati frekvencia értéke csökken**

A terhelés szabályozást végző **TSO-nak szüksége van arra**, hogy a PV 1-5perc sebességű változását **legalább 30percre nyújtsa el**.

A fejlődés árnyéka

Komplexen vizsgálva a rendszert láthatjuk, hogy **a nemlineáris elemek** - aktív zavarforrások - **a gerjedés, a sztohasztikus zavar okozója**, melyek ellen **minden lehetséges szinten védekezni kell**.

Az atomerőművek szakértői a zsinór terhelést biztosító PAKS-II tekintik jó megoldásnak, azonban figyelembe kell venni, hogy a **felhasználói teljesítmény változása is olyan kiszámíthatatlan folyamat, mint a PV rendszerek termelése**.

A villamos energia termelésének és a felhasználói igények gyors változásainak rugalmas követése, **a kínálat- és a kereslet közötti eltérés** szabályozott kiegyenlítése a szakemberek feladata!

A fejlődés árnyéka

Mit tehet az energia elosztásért felelős rendszerirányító?

A **TSO** – rendszerirányító – a vezetékek, alállomások terhelhetőségének figyelembevételével megkísérli „tömegáram” – NTC - szabályozás elvén az energiát más országok részére továbbadni, a hiányt más országok rendszeréből fedezni (**Duna in Grid**).

Munkáját természetesen nehezíti, hogy a növekvő PV termelés időjárás függő, de az azonos időzónába tartozó Közép-Európai területen a termelés változás jelentős hasonlóságot mutat, beleértve a felhasználói igények napszak szerinti hullámzását is.

A fejlődés árnyéka

Mit tehet a Szolgáltató?

A **DSO** – a hálózatok üzemeltetője – szinte „béna kacsa”, mivel nincs eszköze vagy lehetősége érdemi beavatkozásra. Jelenlegi feladata, hogy a területén képződött PV energiát „átadja” a **TSO** részére, illetve az energia hiány kiegyenlítését a **TSO**-tól várja.

Kísérletet tesznek a felhasználói tulajdonú nagyobb teljesítményű fogyasztói berendezések és energiatárolók bevonására. A lakossági hő-fejlesztő készülékek működésének vezérlése már megoldott, ezért vizsgálják az alternatív megoldásokat, a villamos üzemű autók akkumulátorainak energiatároló képességének felhasználását.

A fejlődés árnyéka

Látható, hogy a **TSO** munkatársai számára az EU közösség tömegáram szabályozású energiagazdálkodása, a **DSO** részéről a felhasználói berendezések feletti üzemeltetési jog átvétele meg-

Jelenleg nincs elképzelés vagy központi irányelv arra vonatkozóan, hogy mit fogunk kezdeni Magyarországon 2030.-ban több, mint 3.000MW többlet teljesítménnyel?

- a PAKS-II tervezett többlete 400MW

Az egyenlegünk: 10éven belül kb. 3.000MW energia szufficit!

A fejlődés árnyéka

Mit tesz eközben a lakossági felhasználó?

A „zöld energia” felhasználás jegyében vásárol villamos üzemű autót - gyorstöltője kb. **20kW** teljesítményű - eközben a **Szolgáltató**

A lakossági fogyasztókat tehát olyan beruházási
döntésekben támogatjuk, melynek hatásai
összességében ellentétesek az EU
villamos energia ellátásának biztonságával!

elektronikus szabályozású, az „okos” technológiát alkalmazó
eszközök nemlineáris elemek, harmonikus zavarforrások.

A fejlődés árnyéka

A MEKH a VET-ben – az EU szabályozásnak megfelelően – a

Az üzemeltető részére tehát **fontos a szabályozás**, de **nem építhet automatikus frekvencia szabályozót**, esetleg a befektetőktől megvásárolhatja ezt a szolgáltatást.

Vizsgáljuk meg az elvárásokat a befektetők által megépítendő berendezéssel szemben.

vasárlására kényszerülnek anélkül, hogy annak megépítést szorgalmazni-, vagy támogatni lenne lehetőségük.

Automatikus frekvencia szabályozás

A beavatkozási paraméterek alapján lehetséges:

- **PRIMER** szabályozás: a csatlakozási teljesítmény **1-25MW** vagy nagyobb, **beavatkozás sebessége $<1\text{sec}$** , az időtartama megállapodás szerint $\frac{2}{4} \sim \frac{4}{4}$ esetleg $\frac{8}{4}$ óra mind a **terhelés, mind a visszatáplálás** – generátor - irányába
- **SZEKUNDER** szabályozás: **100MW** nagyságrendű teljesítmény, a **beavatkozás sebessége legalább 15-30perc**, az időtartama akár több óra, felhasználás célja az energiahiány csökkentése
- Mind két esetben elvárás a **0-24órás rendelkezésre állás**

Automatikus frekvencia szabályozás

A beavatkozás sebessége alapján megkülönböztetünk:

- **Akkumulátoros** energia tárolót, lehetőleg autonóm vezérléssel, mely a megállapodás szerinti pontossággal alkalmas a garantált beavatkozásra. Ezek általában **PRIMER** szabályozók, a valóban **korszerű típusok akár 100μsec** beavatkozásra is alkalmasak
- **Csúcs erőművek** – bio-massza tüzelésű, vízi-, vagy gáz-motoros erőművek – általában a **TSO** által meghatározott teljesítménnyel. Ezek legtöbbször **SZEKUNDER** szabályozók, melyek **>100MW mértékű** beavatkozásra is alkalmasak

Védekezzünk

A 2021. Január 8.-i esemény bizonyította, a **villamos energia elosztó rendszer részleges összeomlása már nem kizárható**, sőt, az alternatív termelő eszközök, a PV rendszerek teljesítmény arányának növelése a **Magyarországi „blackout” valószínűségi értékét is gyorsan növeli!**

Szükség van tehát olyan védekezési rendszerek kiépítésére, melyek a **TSO / DSO**, a terhelésszabályozást végző munkatársak részére lehetőséget és segítséget nyújtanak a védekezésében, ezért nézzük meg, **mit enged meg a szabvány?**

Védekezzünk

Tipikus feszültségzavarok összefoglalása

A Szolgáltató - a VET alapján – jogszerűen megtehetette, hogy a védekezésre a felhasználót kötelezze.

Indoka, hogy a műszakilag helyesen megválasztott megoldás egyidejűleg képezi - lokálisan - a fogyasztó- és - globálisan – az energia ellátók érdekeit is!

Feszültség
letörés

Lassú
változás

Gyors
változás

Rövid- és hosszú
kimaradás

Flicker

Túlfeszültség- és
tranziensek

A szolgáltató nem kötelezett magasabb szintű ellátásra!

Védekezzünk

Jegyezzük meg, az **MSz EN 62305** villámvédelmi szabvány **négy káreseményt definiált**, a védekezés módját azonban csak az:

- az emberi élet elvesztésének,
- a kulturális örökség elvesztésének kockázatánál és
- a közszolgáltatás kiesésének határozta meg, a negyedik
- **a gazdasági kár az üzemeltetés során lehetséges veszteség, az okok elleni védekezést a szabvány így nem vizsgálhatta!**

A távközlésben ismert fogalom a gerjedés, melynek okát az erős-áramú hálózatra, mint lehetséges zavarforrásra vezetünk vissza!

Kapcsolat a távközléssel

A gerjedés az Önök problémája, mert kimutatható:

- „**vezetékes**” oldalról a PEN, a Nulla, PE vezetéken, valamint az EPH rendszeren keresztül kialakuló anomáliák – sztohasztikus zavarok - jelentős növekedése
- „**sugározott**” oldalon a légköri jelenségek növekedése, illetve az egészségügyi sugárzási határértékek csökkenése jelent korlátozást
- menekülő út az optikai összeköttetés, azonban a végpontokon továbbra is fenn áll a sztohasztikus zavarok okozta veszélyeztetés

Védekezésre javasolható eszközök

Védekezzünk lehetőségeink szerint!

Ez a védekezés a **felhasználó** érdeke!

Célja a felhasználó villamos rendszerében
– legtöbbször kisfeszültségen –
a zavarok kialakulásának csökkentése,
ezzel az üzembiztonság növelése.

aszimmetria valós időben történő, egyidejű
kompenzálására.



Védekezzünk

Védekezzünk lehetőségeink szerint II.

Ma már egyre több az olyan fogyasztói berendezés, mely nem képes elviselni az $U_N \pm 10\%$ -tól eltérő feszültségű ellátást, viszont a **hagyományos szünetmentes energia ellátás vesztesége igen nagy, meghaladhatja az 5%-os értéket is!**

Megoldást az **UPQ**, kisfeszültségen akár az **1MW**, **KÖF** hálózaton **>10MW** nagyságrendű egységek alkalmazása jelent, melyek **vesztesége 0,6~1,0%!**



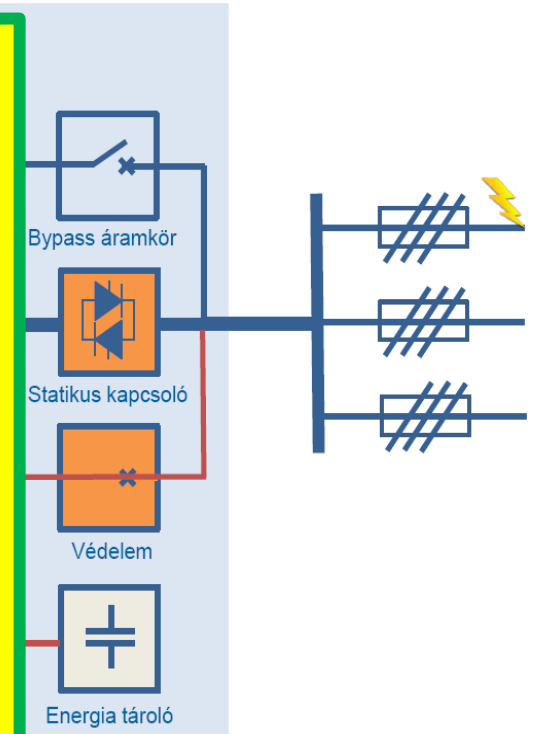
Védekezzünk

Védekezzünk lehetőségeink szerint II.

Az **UPQ** egység szuper kondenzátort

Ez a védekezés a **felhasználó** érdeke!

Célja a felhasználó villamos rendszerében
– kis-, vagy középfeszültségen –
a feszültség anomáliák számának csökkentése,
a termelési üzembiztonság növelése.



Védekezzünk

Védekezzünk lehetőségeink szerint III.

Ez befektetés, a felhasználó és a Szolgáltató közös érdeke!

Célja a Szolgáltató villamos rendszerében

– közép feszültségen –

**a terhelésváltozások okozta frekvencia ingadozás csökkentése,
a felhasználó számára a szünetmentes energiaellátás mellett
a garantált nyereség elérése.**

aktív szűrőt alkalmaznak:

Védekezzünk

Védekezzünk lehetőségeink szerint III.

Aktív szűrővel a beavatkozási sebesség $t < 100\mu s$, az áram jelalakot

A befektetés – a jelenleg publikus adatok alapján – az ún. „inercia szabályozás” miatt megtérülő.

A befektetés érték jelentős, de a megtérülés kb. 5-6 év alatt biztosított.

A paraméterek **PRIMER** szabályozású egységet definiálnak!

Védekezzünk

Védekezzünk lehetőségeink szerint III.

A korszerű **ESS** rendszer moduláris, részei:

**Az ESS megvalósítása közös érdek!
Alkalmazása mind két fél részére nyereség!**

Optimális kialakításban
**a Szolgáltatónál az üzembiztonságát növeli,
a felhasználónál profitot termelő üzleti befektetés!**

Konklúzió

A 2021.Január 8.-i események igazolták, az alternatív erőművek - pld. a PV egységek – és a nemlineáris berendezések generált

Az energiaellátás biztonságáért mindenkinek tennie kell!

Védekezhetünk saját érdekből, üzemeltetőként,
de védekezhetünk nyereség érdekelt beruházóként is!

automatikus frekvencia szabályozású ESS egységek számát a továbbiakban növelni szükséges!

Konklúzió

Sem a témakör, sem az időtartam nem elegendő az elvárások és a lehetőségek ismertetésére, csupán a figyelem felhívására!

Alapelvünk, már nincsenek polihisztorok, csak egyes területen elmélyültebb tudással vagy ismerettel rendelkező kollégák!

Amennyiben tehát Önöket az itt felsorolt bár mely lehetőség-, vagy a beavatkozás szükségessége érinti a munkája során, kérjük ne felejtse, az Ön munkájára is szükség van! Beszéljük meg, keresse Társaságunkat, hogy Mi Önnek segíthessünk.

ON-LINE Előadás

2021. Február 25.

Köszönjük a figyelmüket!

Társaságunk 30 év, 1.500-nél több mérés, elemzés, 100-nél több működő rendszer kiépítés és üzemeltetés tapasztalatával áll az Önök rendelkezésére!

Hívjon, kérdezzen, hogy segíthessünk.

turoczi.jozsef@ttemi.hu

turoczi.peter@ttemi.hu