

Flex.on program és Rugalmassági platform

Péter Gábor Mihály

E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt.

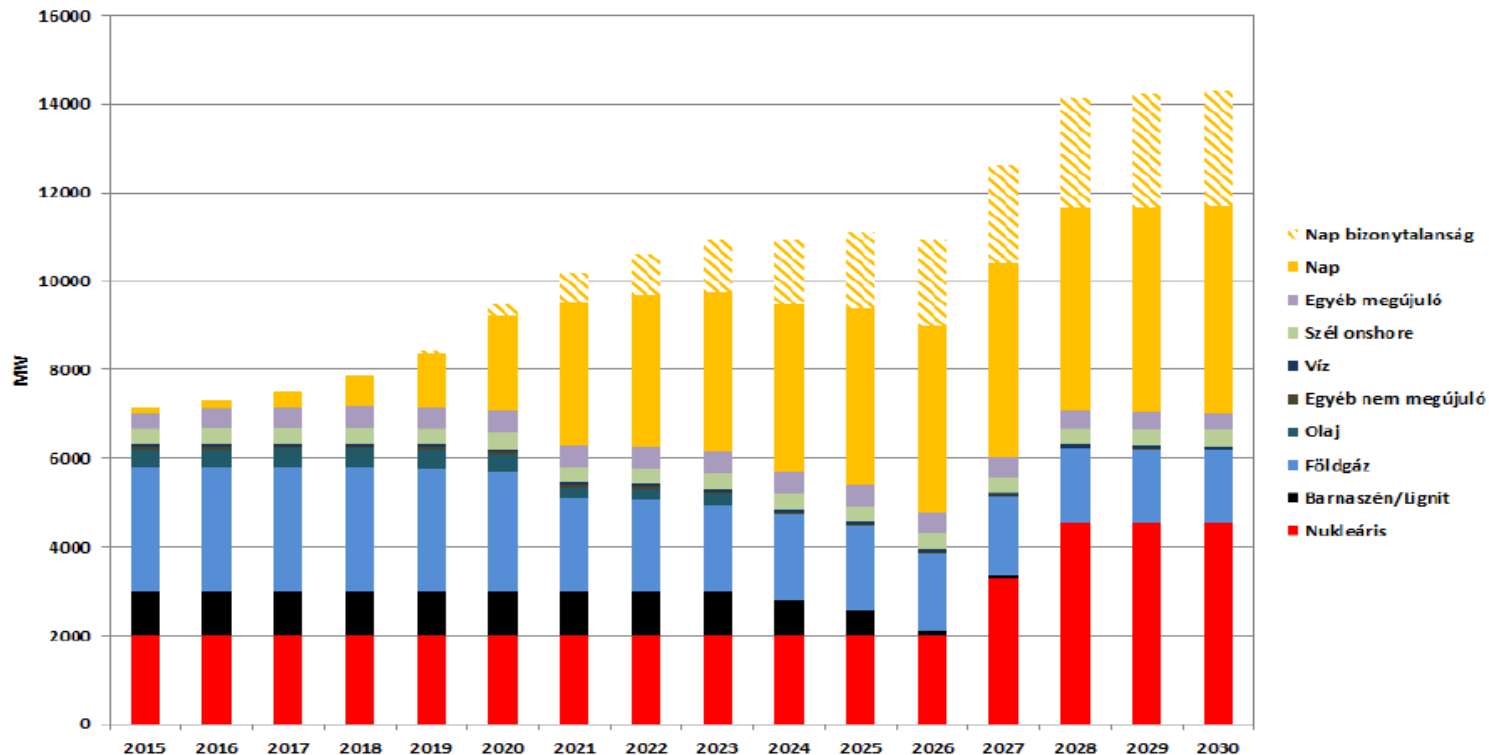
2022.02.28

e.on

The background features a central area with dynamic, glowing light trails in shades of blue and orange, suggesting motion or data flow. This central area is framed by three vertical bars: a wide red bar on the left, a thin red bar in the middle, and a wide light blue bar on the right. The text is overlaid on this composition.

Flexibilitási igény

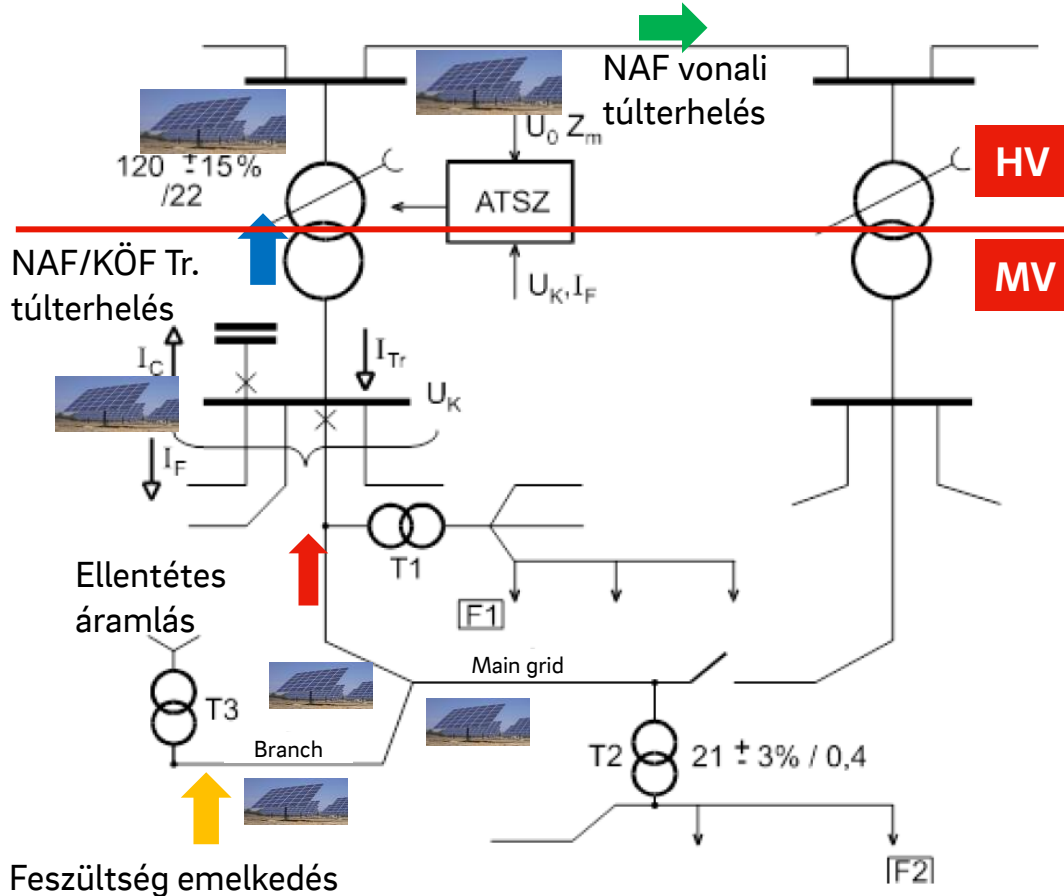
MEKH előrejelzés– 2030-ig ~7000MW megújuló



Jelenleg a rendszerben lévő PV: 2447 MW

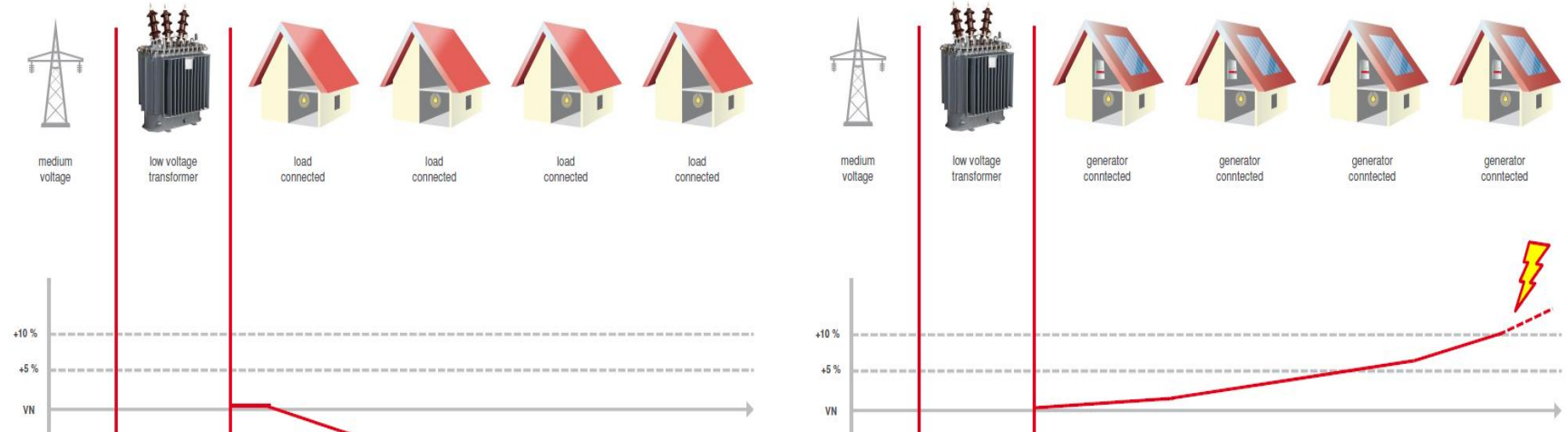
Béierkezett igényekkel együtt összesen: 14.000MW !!!

Az elosztott megújuló termelés okozta problémák



Probléma típus	Jel	Leírás
Feszültség emelkedés	↑	Korábban (2016-2020) a PV erőművek tipikus mérete ~ 0,5-2MW, KÖF vezetékhez csatlakozva. Több esetben is feszültségnövekedés (2% -os szerep miatt).
Ellentétes áramlás	↑	2020-tól a leggyakoribb probléma a fordított áramlás (a PV számosság, összteljesítmény miatt)
NAF/KÖF Tr. túlterhelés	↑	A fordított áramlás és a KÖF gyűjtősin csatlakozás (nagyobb teljesítmény mellett). Atrafó túlterhelés gyakori probléma.
NAF vonali túlterhelés	→	Az új piaci mechanizmus megváltoztatja a csatlakozási viselkedést: x * 10MW csatlakozás.

Feszültség probléma KIF-en – HMKE (nem helyben felhasznált energia hatása)



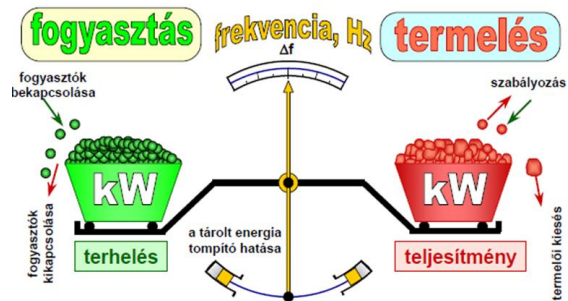
Feszültségváltozás:

$$\Delta U \cong \frac{(P_{prod} - P_{consum}) * R_{conduc} + (Q_{prod} - Q_{consum}) * X_{conduc}}{U_{node}}$$

Nagyfeszültség esetén a reaktancia a domináns, középfeszültségnél az R/X összehasonlítható, míg kisméretűnél az ohmos rész jelentős. Ennek eredményeként a reaktív teljesítmény szabályozása erőteljesen elveszíti hatékonyságát, amikor közelebb kerül a fogyasztókhoz.

Rendszerszintű egyensúly- megújulók miatt nehezebb tervezni

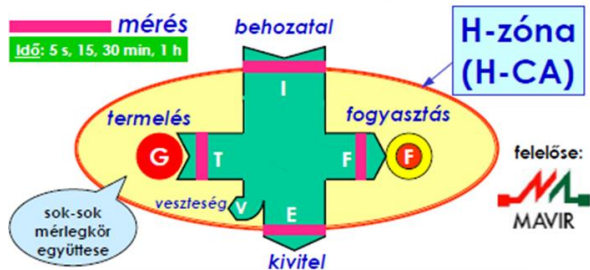
Az egyensúlyt tartani kell ...



... mert a villany nem tárolható.

Egyelőre, nagy mennyiségben

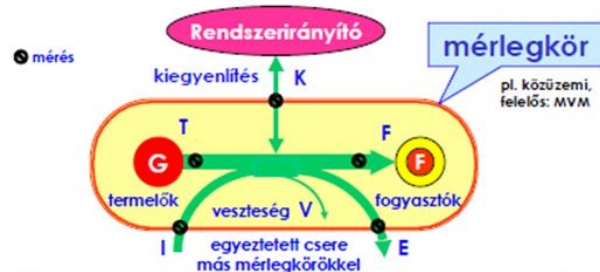
Egyensúly - szabályozás



Egyensúly: $T + I - F - E - V = 0$

Egyeztetve a szomszéd zónákkal: I és E

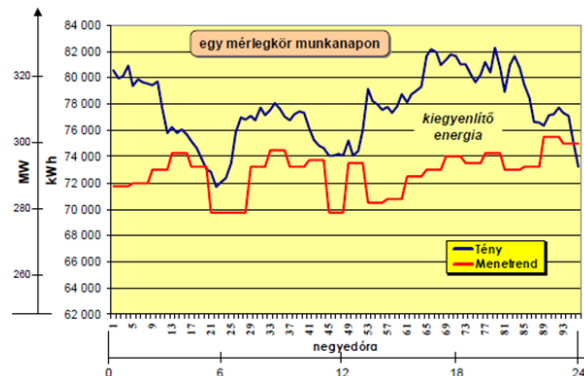
Egyensúly - kereskedelmi



Egyensúly: $T + I - F - E - V \pm K = 0$

Gazdasági célfüggvény: $|K| \Rightarrow \min!$

Fogyasztás-előrejelzés



The background features a central image of a globe with glowing blue and orange light trails. This central image is framed by a solid red vertical bar on the left and a solid teal vertical bar on the right. The text is overlaid on the globe.

E.ON rugalmassági keretrendszer

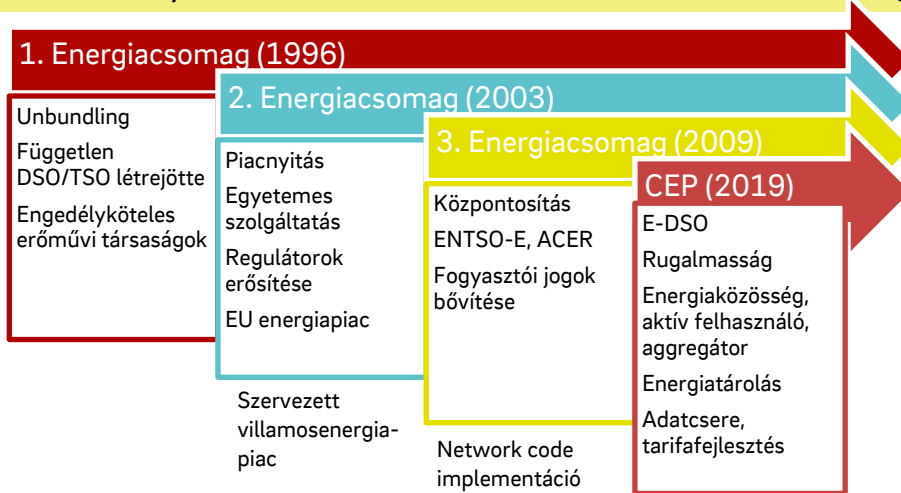
Rugalmasság

A hálózat működési jellemzőit leíró paraméterek (f , U és I) megváltozását érzékelni és/vagy kezelni képes eljárások vagy eszközök, melyek képesek ezen paramétereket a megkívánt határok között tartani.

Cél: rendszerszintű költségek optimalizálása (lokális vagy globális) és a hálózat megbízhatóságának fenntartása, növelése: ügyfelek számára az előírt minőségű szolgáltatás biztosítása

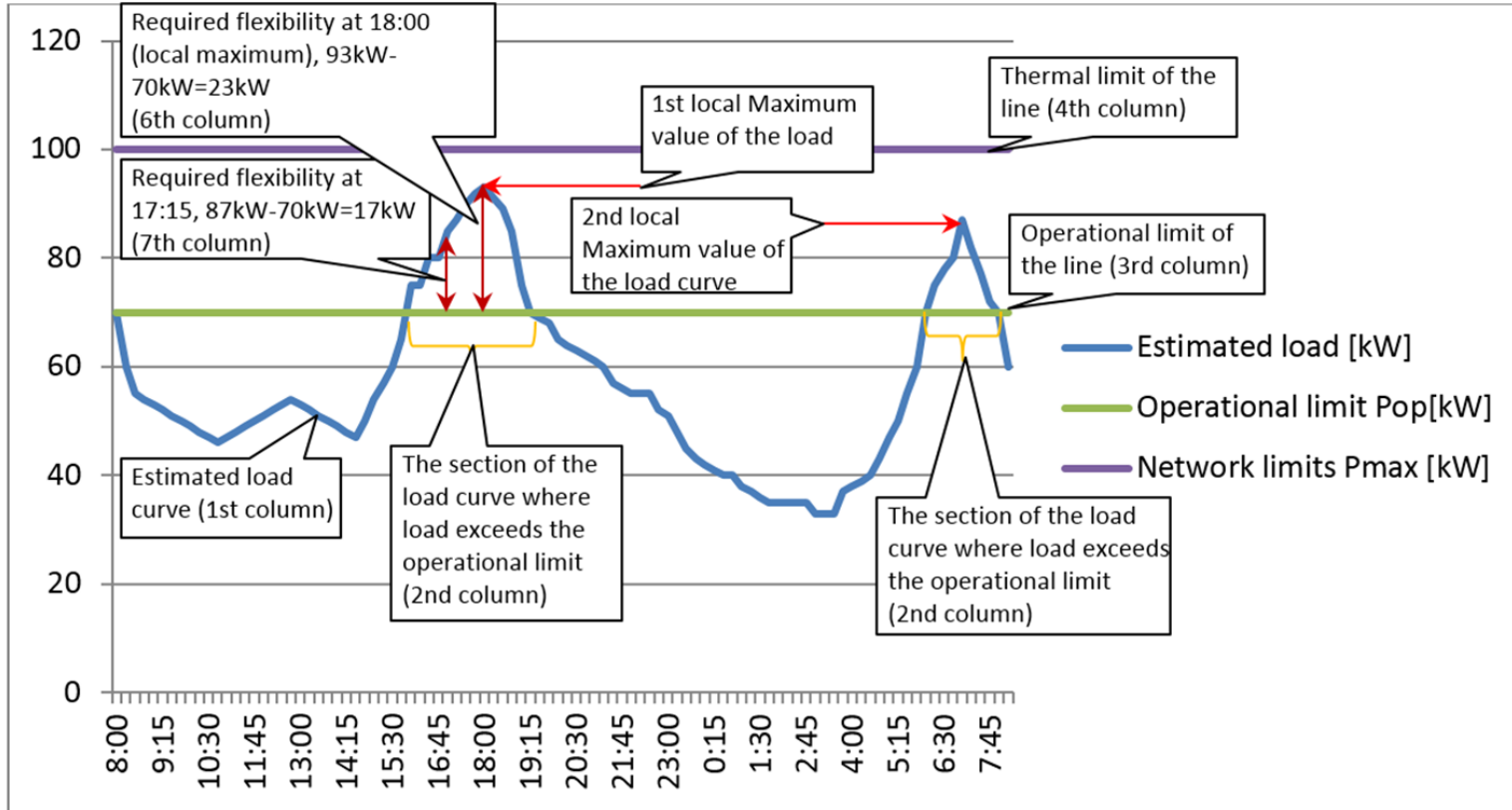
Rendszerszintű: frekvencia szabályozása

Elosztói: feszültség és terhelés szabályozása

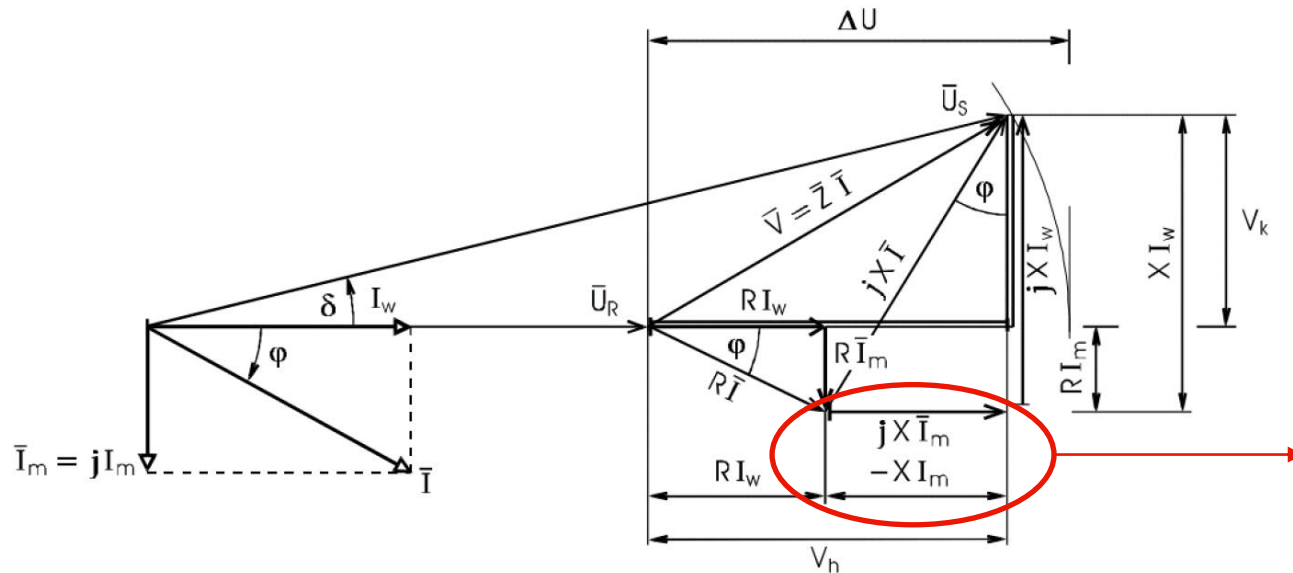


EU szintű DSO koordináció
Elosztott rugalmassághoz hozzáférés

Flexibilitási szükséglet logikája– Terhelési görbe alapján



Feszültség esés diagram– Hatásos és Meddő áramlással való szabályozás

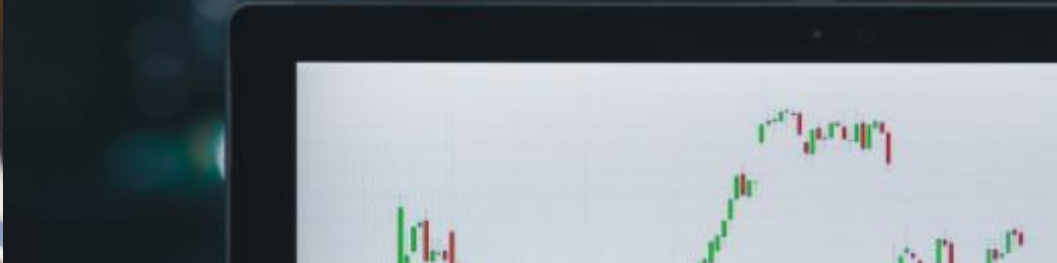


KÖF szabadvezeték esetén az R / X aránya ~ 1-1,1. Tehát a hosszanti feszültségesést nemcsak P, hanem Q (meddő teljesítmény) is befolyásolhatja. A kihívás a piaci alapú eljárásnál a számítási módszer, amely a feszültségproblémát Q igényekre, piaci árra és ajánlatra fordítja. További kérdés/kihívás, hogy két fajta termék hogyan alakít egy ún. Merit Order List-et (MOL).



Aktív rendszermenedzsment

- Irányítási rendszer, beavatkozók, illetve a mérés (megfigyelhetőség) összessége
- Célja fizikai paraméterek javítása (feszültség- és frekvenciaszabályozás, stb.)
- Alternatívája a hálózatfejlesztésnek, megújuló integrációt segíti



Flexibilitás-piac

- Elosztói rugalmassági szolgáltatások keretrendszere – közvetlen szabályozással, vagy árjelzésekkel történő termelés / fogyasztás befolyásolás
- Célja a hálózati engedélyes működésének hatékonyabbá tétele új lehetőségek biztosításával
- Koordináció szükséges más piaci alapú tevékenységekkel



Az elosztó hálózatok rugalmasságát, adaptivitását, nem csak piaci alapú eszközökkel, hanem a DSO tulajdonában lévő, új fajta eljárásokkal is lehet biztosítani. Az adott körülménytől függ, hogy az Aktív Rendszer menedzsment, a Flexibilitási-piac vagy a hagyományos Beruházás lesz a megfelelőbb.

The background features a central area with dynamic, glowing light trails in shades of blue and orange, suggesting motion or data flow. This central area is framed by a solid red vertical bar on the left and a solid teal vertical bar on the right. The overall composition is modern and tech-oriented.

Flex.On program

NKFIH Projekt felhívás (VHF)- E.ON Flex.On program elemei

Innovatív Hálózati Technológiák

Feszültség szabályozás/stabilizáció

- IVR, OLTC, PV szabályozás, Tárolók (Elosztott, Központi)

Mérő és szenzor infrastruktúra

- Állapotbecslés segítő mérési rendszer KIF-en

DSO Flexibilitási platform (FP)

- DSO rugalmassági platform létrehozása, amely felhasználja a flexibilitás szolgáltatók által nyújtott rugalmasságokat: hálózati állapot vizsgálata, ajánlatok elemzése, ajánlatokon alapuló optimalizálás

DSR rendszer a hálózat rugalmasságának növelésére

1. Prosumerek bevonása a flexibilitás nyújtásba
2. Régi DLC rendszer és okos mérőrendszer együttélése, a rugalmasság biztosítása

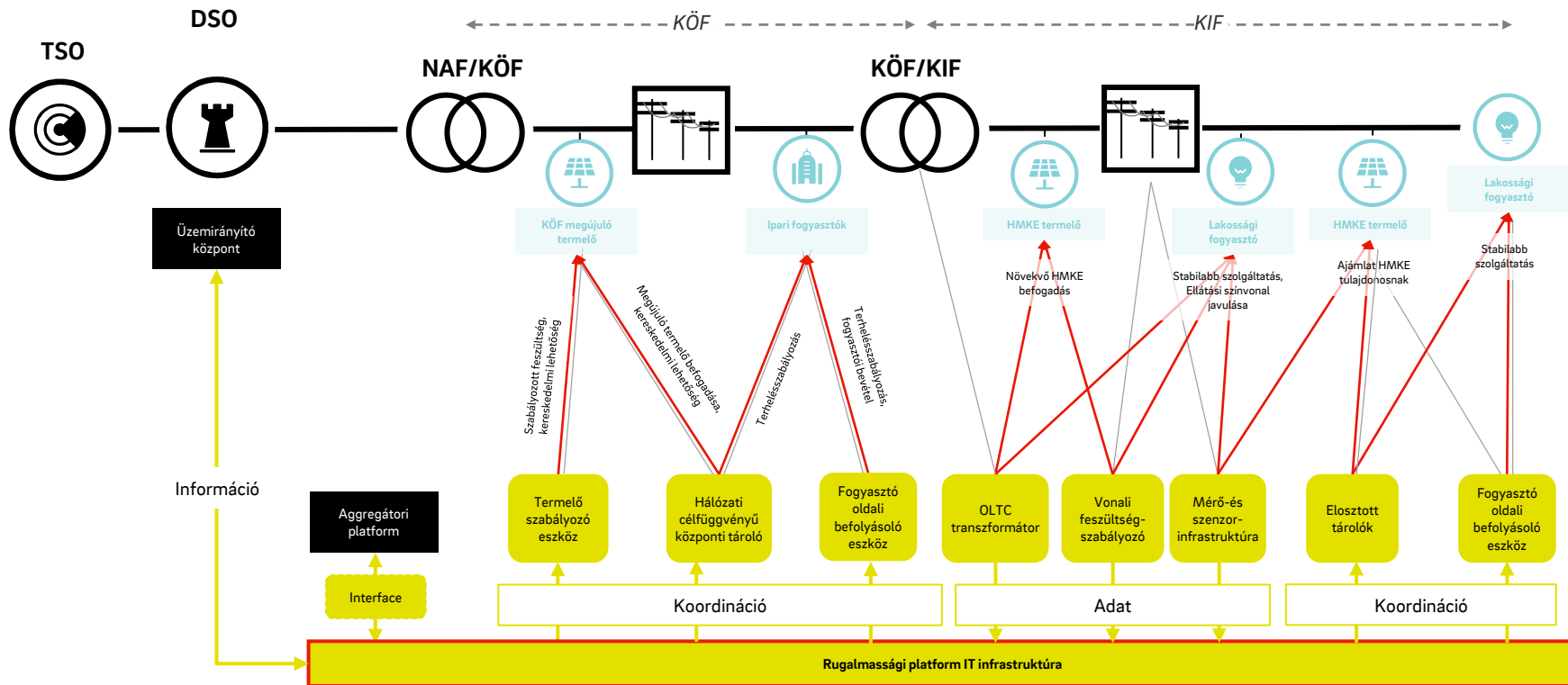
Egyéb technológiák

1. Magas hőmérsékletű vezetékek, DLR
2. Mikroállomások, kábel arány növelés
3. KIF Mikrogrid
4. Tárolás az FFR / szintetikus inercia szolgáltatójaként

Flex.On scope

e.on

A kihívásokra adott válasz egy komplex innovációs program



- Meglévő megoldások
- Információ
- Villamosenergia áram
- A pályázat részét képező innovatív megoldás
- Értékajánlat
- Új fizikai kapcsolat



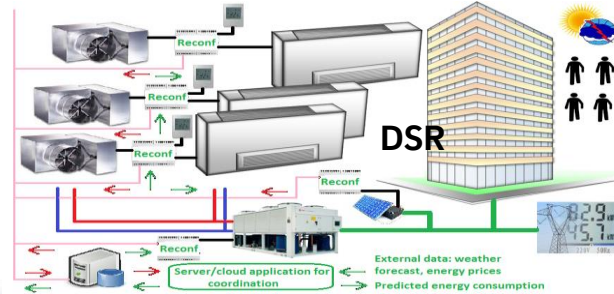
Aktív rendszermenedzsment

Aktív rendszermenedzsment

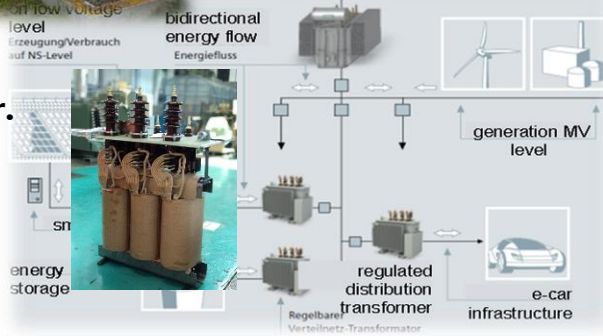
- Irányítási rendszer, beavatkozók, illetve a mérés (megfigyelhetőség) összessége
- Célja fizikai paraméterek javítása (feszültség- és frekvenciaszabályozás, stb.)
- Alternatívája a hálózatfejlesztésnek, megújuló integrációt segíti

Új technológiák az aktív hálózat menedzsmenthez (ANM)

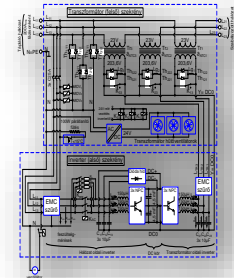
Földzárlati hibahely érzékelő



Szabályozós KÖF/KIF tr.



Vonalis Feszültségszabályozó



PV inverter szabályozás



Terhelés eltolás a megújuló okozta ellátás minőség romlás kezelésére (DSM)
 Vonali feszültség szabályozás
 Szabályozható KÖF/KIF transzformátor
 PV szabályozás (PV500)
 Energia tároló



Flex.On- Rugalmassági platform

Flexibilitás-piac

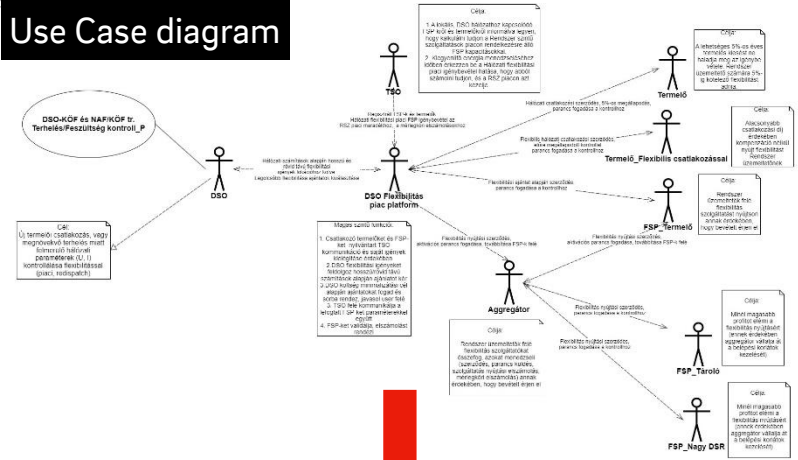
- Elosztói rugalmassági szolgáltatások keretrendszere – közvetlen szabályozással, vagy árjelzésekkel történő termelés / fogyasztás befolyásolás
- Célja a hálózati engedélyes működésének hatékonyabbá tétele új lehetőségek biztosításával
- Koordináció szükséges más piaci alapú tevékenységekkel

FP Üzleti Use Case-ek

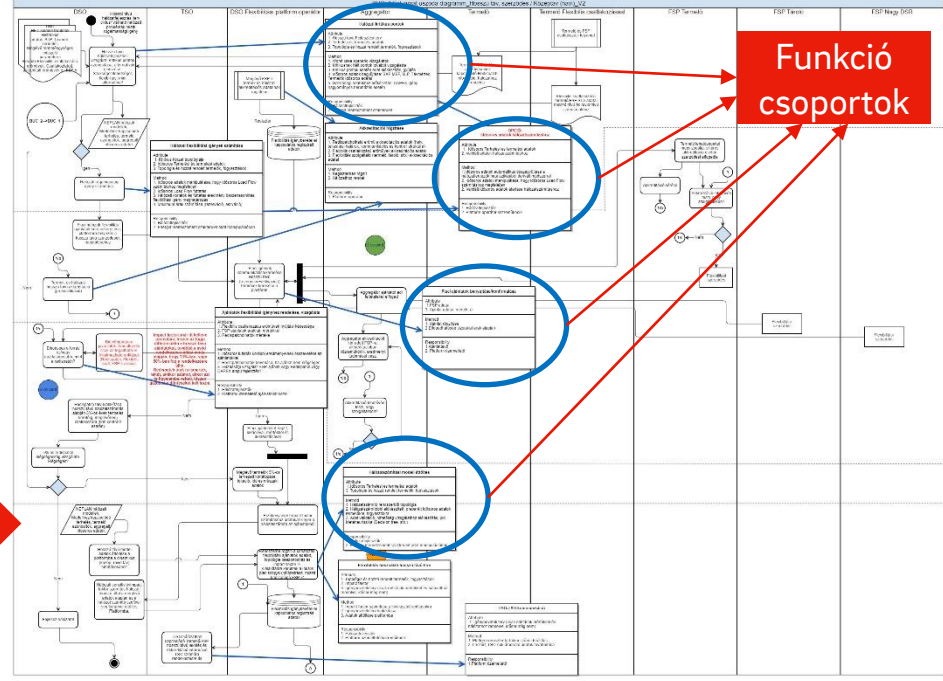
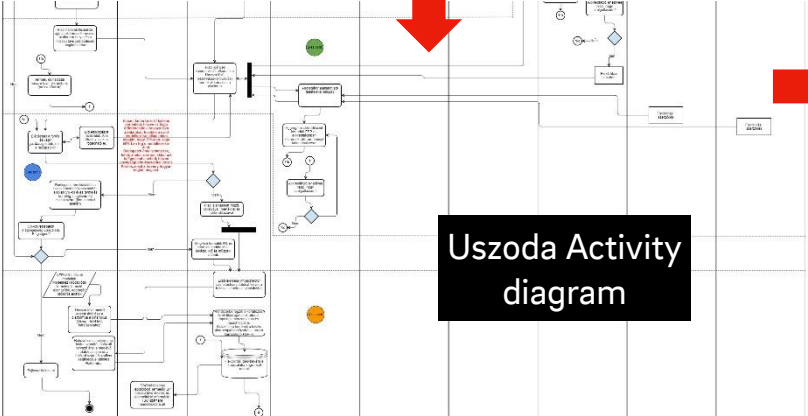
USE CASE	Flexibilitás típusa	Érintett hálózat	Flexibilitás alapja	FSP (Flexibilitás szolgáltató)	w/o Aggregátor	Megoldandó probléma, amire a use case fókuszál
BUC_1	Piaci alapú flexibilitás	NAF, NAF/KÖF, KÖF	P	PV termelő	Y	NAF / KÖF tr, NAF vezeték túlterhelése az KÖF vonalon fordított áramlás miatt, vagy alállomási felgyűjtés miatt. Szabvány Feszültség megsértése KÖF vonalon. A csatlakoztatott PV, Tároló, Nagy DSR biztosítja a DSO igényeinek megfelelő rugalmasságot.
				Tároló	Y	
				Nagy DSR	Y	
BUC_1	Flexibilis csatlakozású termelő	NAF, NAF/KÖF, KÖF	P	PV termelő	N	NAF / KÖF tr, NAF vezeték túlterhelése az KÖF vonalon fordított áramlás miatt, vagy alállomási felgyűjtés miatt. Szabvány Feszültség megsértése KÖF vonalon. A flexibilis csatlakozással bíró PV a rugalmasság forrása, trade-off a csatlakozási díj és kiesett termelés között.
				Redispatchba bevont termelő	P	
BUC_2	Piaci alapú flexibilitás	KÖF	Q	PV plant	Y	Feszültség megsértése KÖF vonalon, amelyet nem csak P-vel, de Q-val is lehet kezelni, mivel KÖF R/X viszony ~1. A PV termelő, vagy tároló az inverterek beállításával tud Q-t nyújtani.
				Storage	Y	
BUC_3	Piaci alapú flexibilitás	KÖF/KIF, KIF	P	Elosztott tároló	Y	HMKE hatására a KIF hálózati feszültség emelkedik, szabványos értékek sérülnek. Hatásos teljesítménnyel lehet tompítani a hatást. Kis DSR (bojler) bekapcsolásával, Elosztott tároló piaci ajánlatával (P fel/le).
	DSO DLC			Kis DSR (Bojler)	N	
BUC_4	Bármelyik. TSO RSZ vs. DSO rugalmasság	NAF, NAF/KÖF, KÖF	P	PV termelő	N	Ha a TSO RSZ piaci szolgáltatást (pl. aFRR) kíván használni a DSO hálózathoz csatlakoztatott FSP alapján, akkor fordított aktiválási irány fordulhat elő a DSO aktiválási irányához képest. A DSO-nak meg kell akadályoznia, hogy ez adott időszakban megtörténjen, egyébként hatástalaná válnak az egyedi szolgáltatások (oszilláció)
				Tároló	Y	
				Nagy DSR	Y	
		KÖF/KIF, KIF	P	Elosztott tároló	Y	

Use Case, Activity és Function allocation diagrammok

Use Case diagram



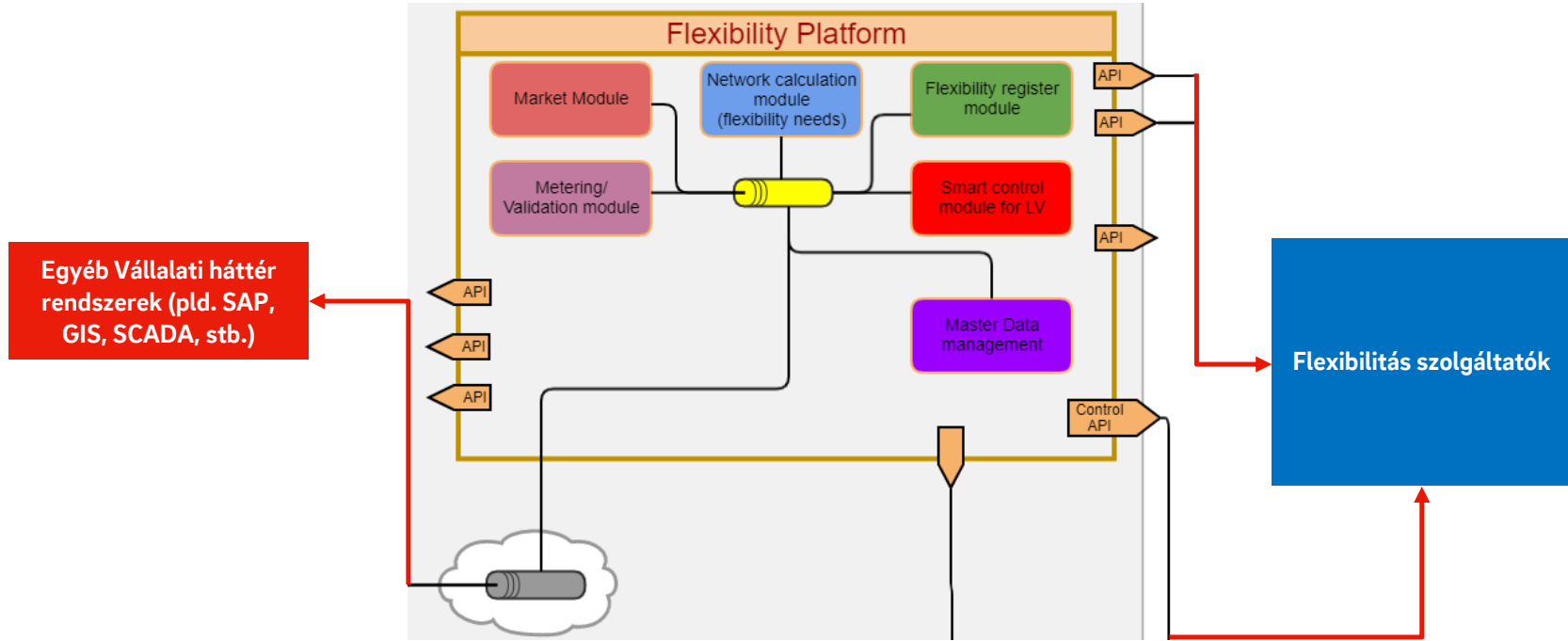
Uzsoda Activity diagram



Funkció allokáció az Uzsoda diagrammok alapján



Flex.On – Flexibility Platform architektúra - részlet





Kihívások– a hálózat igénye/ Piaci optimalizálás/ Baseline

Rugalmassági igény- Hálózat számítási kihívások

Rugalmassági igény
eltérő feszültség
szinteken

KIF feszültség
túllépés HMKE
miatt

Isősoros LF számítás
nyitott kérdések,
vagy egyéb
számítási eljárás

1. SLP kis számú fogyasztónál mennyire jó?
2. Impact factor kezdeti algoritmus
3. Feszültség profil idősorosan vs. operational limit. Ebből még nem lehet látni a P le/fel igényt.

KÖF feszültség
túllépés PV miatt

Isősoros LF számítás
nyitott kérdések

1. SLP és idősoros mérések automatikus hozzárendelése topológiához
3. Feszültség profil idősorosan vs. operational limit. Ebből még nem lehet látni, hogy mekkora P le/fel, vagy Q fe/le igényt.
4. Flexibilitási igény transzformálásnál impact factor hogy hat, hogyan kell figyelembe venni?
6. Terhelés és termelés forecast hogyan?

NAF/KÖF Tr
túllerhelés PV
miatt

Flexibilitási igény
számítás hogyan

1. Idősoros LF vagy SCADA idősoros mérésekből Machine Learning algoritmus? Más EU projektekben a NAF illetve NAF/KÖF túllerhelést mérési idősorosan alapuló ML-el oldották meg.
2. ML forecast esetén az időjárás forecast hogyan hozható be?
3. Idősoros LF esetén az időjárás forecast hogyan hozható be?

NAF vonal
túllerhelés PV
miatt

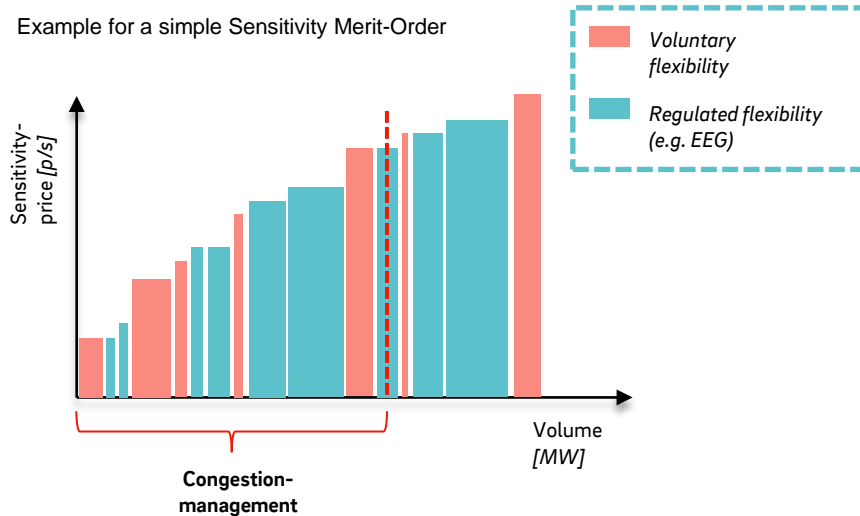
Flexibilitási igény
számítás hogyan

1. Idősoros LF vagy SCADA idősoros mérésekből Machine Learning algoritmus? Más EU projektekben a NAF illetve NAF/KÖF túllerhelést mérési idősorosan alapuló ML-el oldották meg.
2. ML forecast esetén az időjárás forecast hogyan hozható be?
3. Idősoros LF esetén az időjárás forecast hogyan hozható be?
4. NAF kontingencia analízis (kombinatorikus optimalizálás aztán) hogyan oldható meg, hogy ne kelljen egész országos, vagy ÁSZ szintű topológiát kezelni mindig?

Merit Order List és klíring kérdése

Cost-efficient „sensitivity merit order“: Selection is based on costs to relieve congestion for all grid congestions simultaneously

Example for a simple Sensitivity Merit-Order



Example calculation for price-sensitivity merit order with a single congestion (1,5MW) and only 0% and 100% regulation steps also for renewables

Asset	Power (MW)	Sensitivity	Price (€/MWh)	Price-sensitivity (€/MWh)	Congestion-reduction (MW * Sens)	Cost 1h	Awarded?
EEG 01	3	0,3	90 €	300 €	0,9 MW	270 €	Yes
EEG 02	2	0,25	90 €	360 €	0,5 MW	180 €	Yes
Flex 01	1	0,23	95 €	413 €	0,23 MW	95 €	Yes
Flex 02	1	0,23	97 €	422 €	0,23 MW	97 €	No
EEG 03	2	0,21	89 €	424 €	0,42 MW	178 € Savings 83 €	No

Baseline módszertan

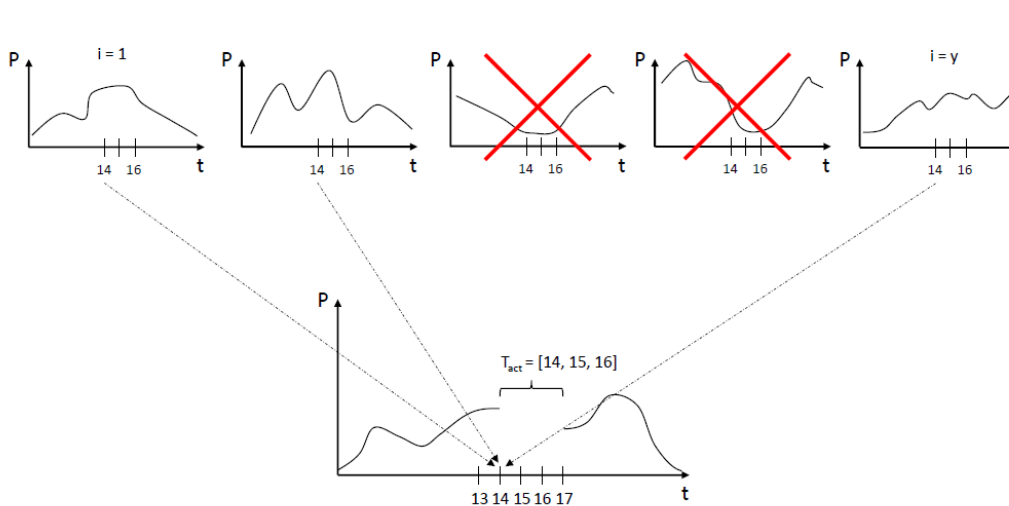


Figure 5. Illustration of baseline III and its variables. The necessary data is taken per timestep, for the previous y days. As only x out of y historical days are included, not all historical values are needed.

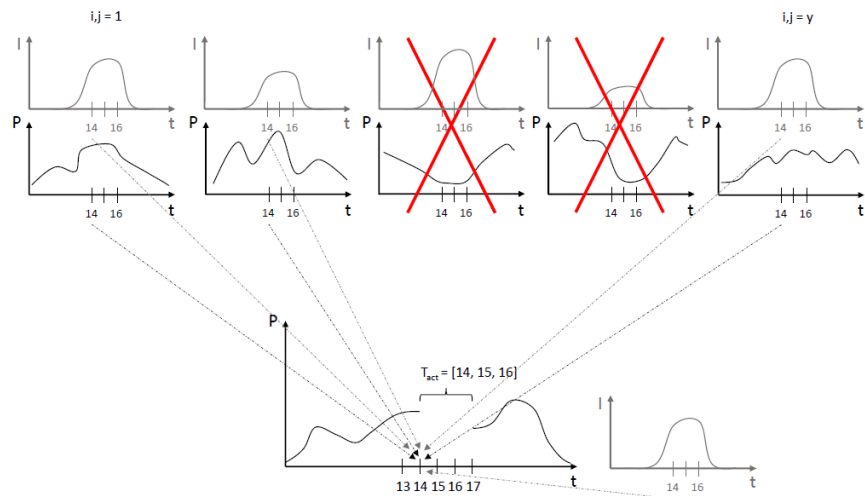


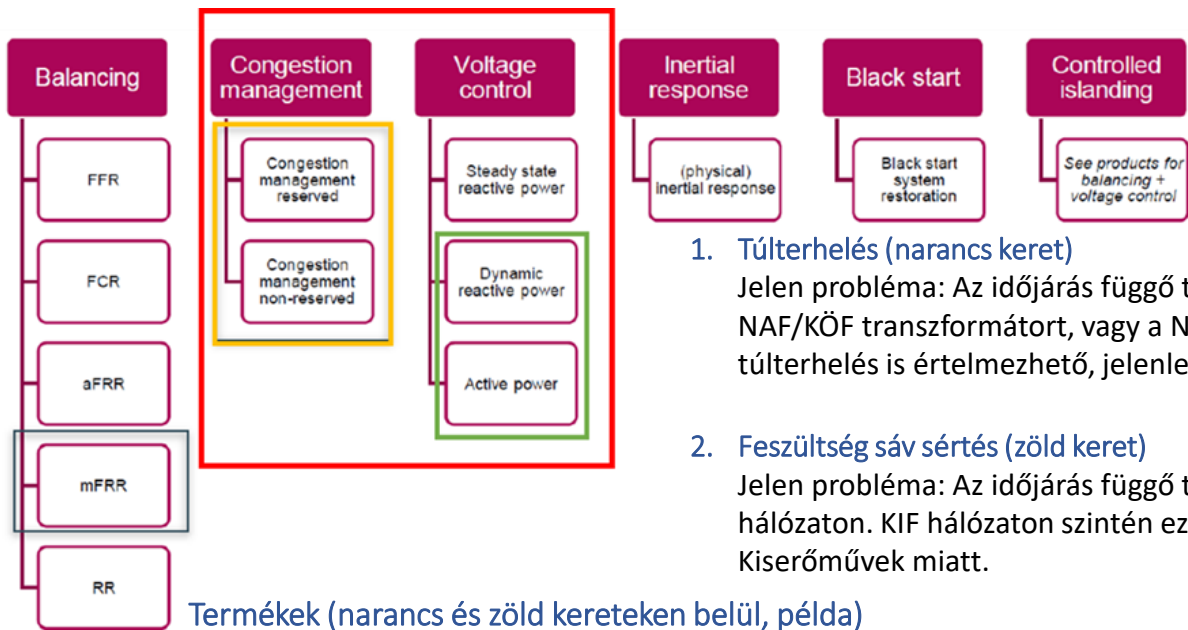
Figure 6. Illustration of baseline IV and its variables. The necessary data for \bar{P}_i is taken per timestep, for the previous y days. The necessary data for \bar{I}_i is taken for the exact same days used for \bar{P}_i . As only x out of y historical days are included, not all historical values are needed.

A baseline módszertan segítségével számszerűsíthető a rugalmassági szolgáltatás során igénybe vett teljesítmény/energia. A baseline és a mérés közötti különbség számításból adódó adat, amely alapján a DSO megállapíthatja a szolgáltató felé az ellentételezés alapját.



Kihívások–Termék definíció & Piaci folyamatok

Szolgáltatás (problémakezelés) vs. Termék



1. Túlterhelés (narancs keret)

Jelen probléma: Az időjárás függő túltermelés energia áramlása terheli a NAF/KÖF transzformátort, vagy a NAF vezetéket. KÖF/KIF transzformátor túlterhelés is értelmezhető, jelenleg nem probléma még.

2. Feszültség sáv sértés (zöld keret)

Jelen probléma: Az időjárás függő túltermelés feszültséget emel a KÖF hálózaton. KIF hálózaton szintén ez a probléma Háztartási Méretű Kiserőművek miatt.

Termékek (narancs és zöld kereteken belül, példa)

Az egyes hálózati problémák megoldásához szolgáltatások kapcsolódnak, azonban több szolgáltatás is kielégíthető ugyanazzal a termékkel (pld. Túlterhelés és feszültség probléma P szabályozással), vagy egy fajta szolgáltatás két különböző termékkel (Feszültség probléma mind P, mind Q szabályozással). A termék fő jellemzőiben lehet hasonlóság, de paraméterei eltérhetnek piaconként/hálózati probléma jellegként.

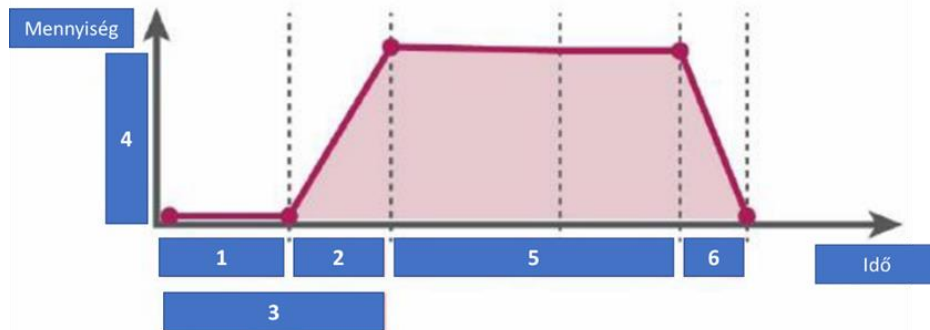
Termék attribútumok

Termékhez szorosan kapcsolódó

1-es: Felkészülési idő; 2-es: Felfutási idő; 3-as: Teljes aktiválási időszak; 4-es: Minimum/Maximum mennyiség; 5-ös: Szállítás minimum/maximum időtartama, 6-os: De-aktivációs periódus

Bidhez/Aukcióhoz köthető inkább

7. Felbontás: Az ajánlat legkisebb mennyiségi növekedése.
8. Érvényességi idő: Az az időszak, amikor az FSP által felajánlott ajánlat aktiválható, ha a termék minden jellemzőjét tiszteletben tartják. Az érvényességi időt a kezdési és befejezési idő határozza meg.
9. Aktiválás módja: Az ajánlatok aktiválásának módja, azaz manuális vagy automatikus. Az automatikus aktiválás automatikusan történik az érvényességi időszak alatt (közvetlen emberi ellenőrzés nélkül vagy egyáltalán nem), míg a kézi aktiválás a kifogásközlés kérésére történik.
10. Rendelkezésre állás: Ár a rugalmasság megőrzéséért (többnyire € /MW /óra rendelkezésre állás)
11. Aktiválási ár: A ténylegesen szállított rugalmasság ára (többnyire € /MWh -ban kifejezve)
12. Oszthatóság: Az a lehetőség, hogy a rendszerüzemeltető a szolgáltató által felajánlott ajánlatoknak csak egy részét használja fel, akár a mennyiség, akár az időtartam tekintetében. Különbséget tesznek az osztható és az oszthatatlan ajánlatok között.
13. Helyi: Ez az attribútum határozza meg, hogy bizonyos hely adatokat be kell -e vonni az ajánlatba (pl. A Load Frequency Control (LFC) terület azonosítása, Congestion Zone ...)
14. Helyreállítási időszak: A deaktiválási időszak vége és az azt követő aktiválás közötti minimális időtartam. Összesítés megengedett: Ez az attribútum határozza meg, hogy megengedett -e a csoportosított teljesítmény -felajánlás több egység aggregátoron keresztül történő lefedésével.
15. Szimmetrikus/aszimmetrikus termék: Ez az attribútum határozza meg, hogy csak szimmetrikus vagy aszimmetrikus termékek engedélyezettek -e. A szimmetrikus termékhez a felfelé és a lefelé történő szabályozásnak egyenlőnek kell lennie.



OneNet_ Product framework- „Szoros/Nem szoros” termék jellemzők

Overall purpose of flexibility

Technical dimensions

The network operator aims to operate the network efficiently and reduce the overall cost of network operation and planning . To achieve this, the network operator will define technical requirements for the traded products and the market mechanism.

Trading dimensions

The trading dimension of a flexibility product reflects the rules and organization of the trading process. These aspects are closely related to the market design.

Definition of the good traded

Timing for delivery

Communication

Characteristics of the "good" being acquired by the SO

Description of the timing in the delivery of the product

Methodology used to communicate between SO and FSP

Technical rules for the bid

Trading-related rules

Temporal organization

Limitations in the structure of the product

Measures linked with the way that companies will be paid

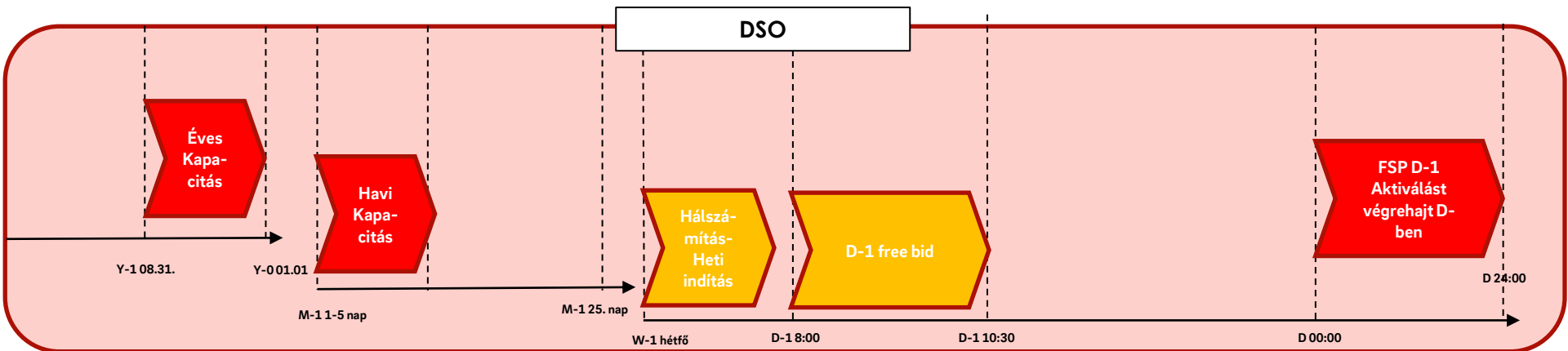
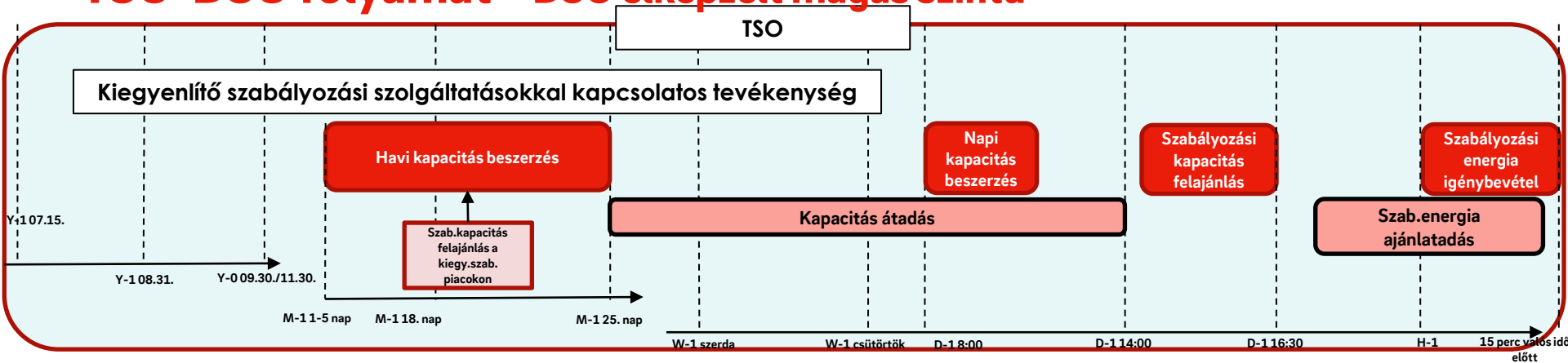
Description of the timing of the market

Attributes to be decided by the SO/MO

Capacity/energy/both	Maximum preparation period	Required mode of activation
Active/reactive energy	Maximum ramping period	
Location required (Y/N)	Maximum full activation time	
Certificate of origin (Y/N)	Minimum/maximum required duration of delivery period	
Minimum level of availability	Maximum deactivation period	
Symmetric/asymmetric product (Y/N)	Maximum recovery period	
Duration of the product	Maximum number of activations (per day, week...)	

Minimum quantity	Baseline methodology	Time granted to the market parties to offer bids
Divisibility (Y/N)	Measurement requirements	Time required by the system operator to publish the market clearance outcome
Granularity	Penalty for non-delivery	Validity period of the bid
Maximum and minimum price		
Availability price (Y/N)		
Activation price (Y/N)		
Aggregation allowed (Y/N)		

TSO-DSO folyamat– DSO elképzelt magas szintű





Kérdések?