

A SZINTETIKUS INERCIA ÉRTELMEZÉSE

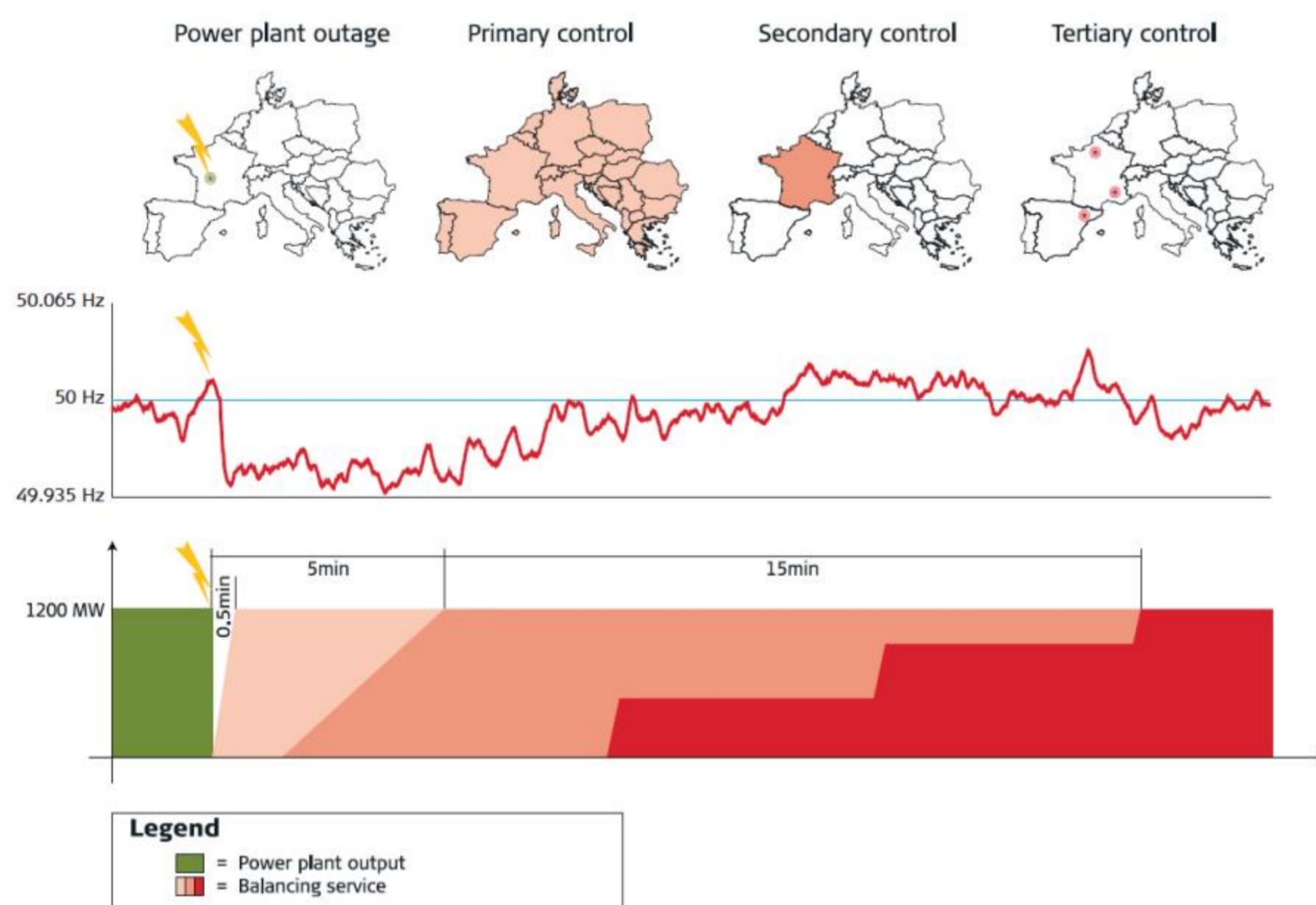
TÁCZI ISTVÁN

taczi.istvan@eszk.org

TÉMAVEZETŐ: DR. VOKONY ISTVÁN

A VER stabilitása

A villamosenergia-rendszer folyamatos és zavarmentes üzeme kulcsfontosságú kérdés. A korábbi precedensek – üzemzavarok, részleges vagy teljes rendszer-összeomlások – is bizonyítják, hogy a rendszer stabilitása egy aktuális probléma, megoldást kell találni a hibás üzemállapotok elkerülésére vagy megszüntetésére.



Az üzemeltetés során a rendszerirányító célja, hogy a feszültség és frekvencia nagyságát a névleges értéken tartsa.

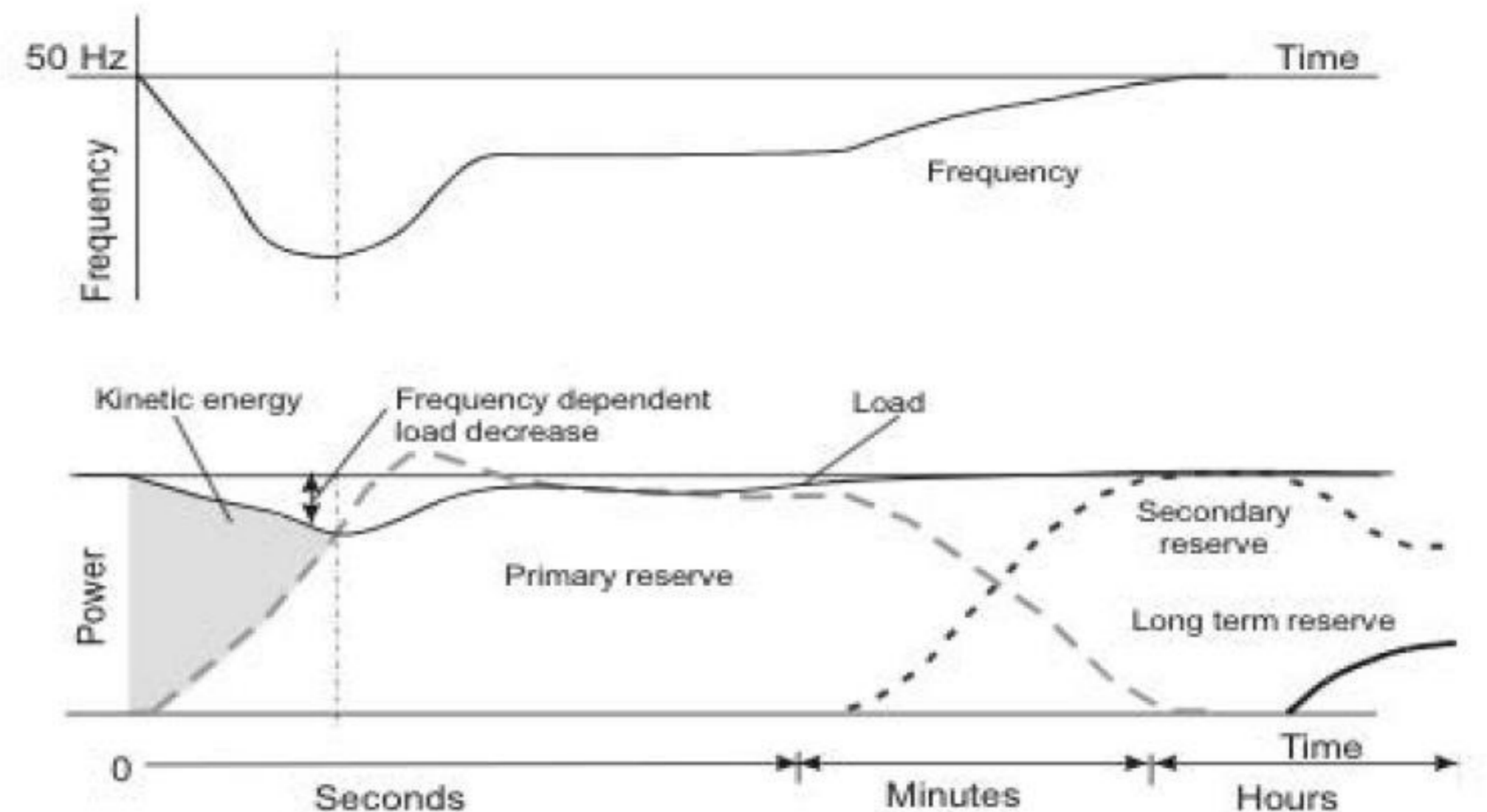
Az inercia fogalma

Az inercia mértéke alapvetően befolyásolja azt, hogy a frekvencia milyen mértékben változhat, azaz az ellenállóságot fejezi ki. Ez a képesség a hálózatra csatlakozó szinkron forgógépekben tárolódó kinetikus energiából származik: minél nagyobb a mögöttes forgógépek tömege, annál kevésbé engedik a rendszert eltávolodni a névleges frekvenciaértéktől, ezáltal dinamikus stabilitást szolgáltatva annak.

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{P_{gen} - P_{load}}{J \cdot \omega} = \frac{\Delta P}{J \cdot \omega} \quad H = \frac{E_k}{P_r} = \frac{1}{2} J \omega_0^2 \frac{1}{P_r}$$

$$E_k = \frac{1}{2} J \omega^2 \quad J = \frac{2H \cdot P_r}{\omega_0^2}$$

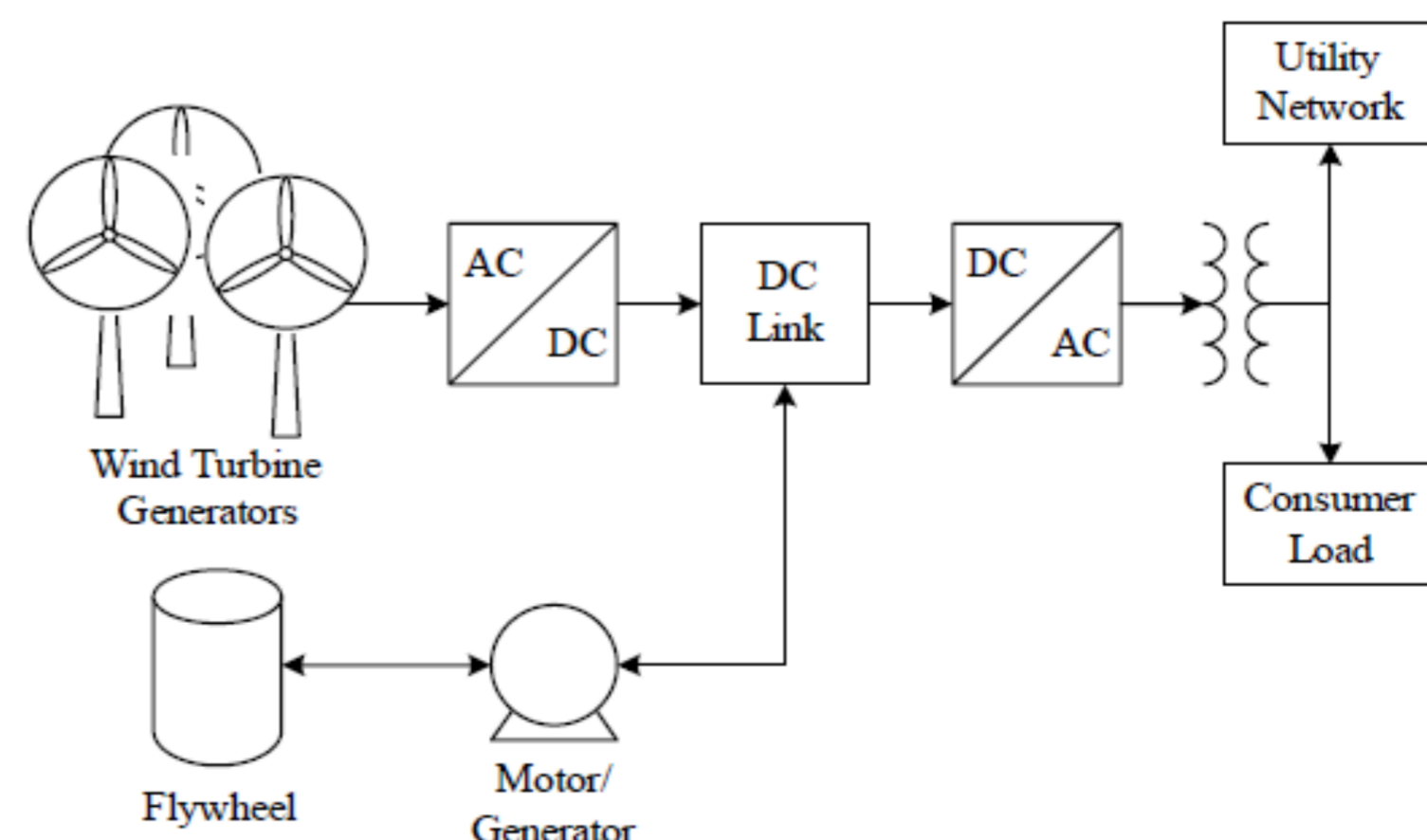
$$\Delta E_k = E_{k1} - E_{k2} = \frac{1}{2} J \omega_i^2 - \frac{1}{2} J \omega_f^2 = \frac{1}{2} J (\omega_i^2 - \omega_f^2)$$



Szintetikus inercia

A megújuló energiaforrások térnyerésével a rendszer inerciája is megváltozik. A napelemekben nincsen mozgó alkatrész, így nem képesek inerciát szolgáltatni önmaguktól, sőt: szűk határon túl változó frekvencia esetén le is válnak a hálózatról. A szélturbinák azonban rendelkeznek mozgó alkatrészekkel, ezáltal van kinetikus energia tárolási képességük. A változó sebességű (VSWT+DFIG) szélturbinák teljesítményelektronika vezérlések segítségével képesek modulálni a kimeneti teljesítményét, ezzel inercia jellegű választ szolgáltatva. A rendszer dinamikus paramétereit tovább javíthatóak energiatároló berendezések alkalmazásával. A vezérlések lényege pedig, hogy az eddig fizikai alapon automatikusan lezajló szabályozásokat implementálja a rendszerbe, megőrizve az ellátásbiztonságot.

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} J \omega_{nom}^2 \left(1 - \frac{\omega_f^2}{\omega_{nom}^2}\right) \quad \Delta E_{kpu} = H \left(1 - \frac{\omega_{fpu}^2}{\omega_{nom}^2}\right) \quad \Delta E_{kpu} = H \left(\frac{\omega_{ipu}^2 - \omega_{fpu}^2}{\omega_{nom}^2}\right)$$



Források:
 [1] Gauthier Delle, Bruno Francois, Giles Malorange: Dynamic Frequency Control Support by Energy Storage to Reduce the Impact of Wind and Solar Generation on Isolated Power System's Inertia
 [2] Lisica V. L, Abreu, Mohammad Shahidehpour: Wind Energy and Power System Inertia
 [3] Mania Pavella, Damien Ernst, Daniel Ruiz-Vega: Transient Stability of Power Systems: A Unified Approach to Assessment and Control
 [4] Szabó László, Faludi Andor: A villamosenergia-rendszer üzeme és irányítása
 [5] Dr. Vokony István: Villamosenergia-rendszer stabilitásvizsgálata közvetlen módszerrel