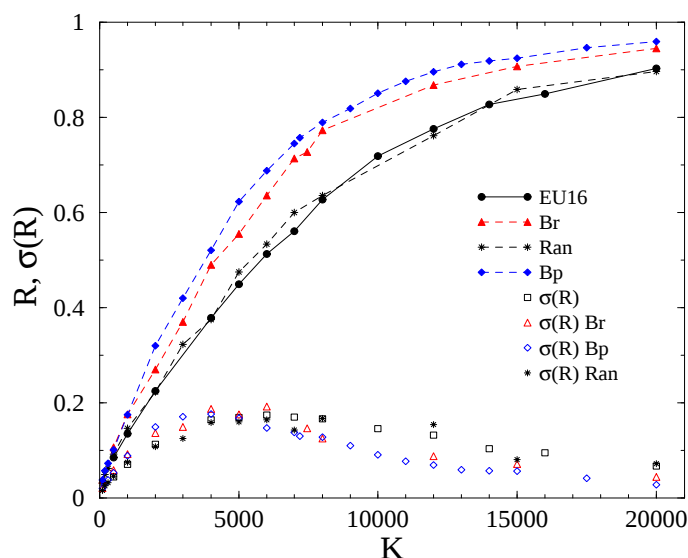


Improving power-grid systems via topological changes or how can self-organized criticality help power-grids.

(Az elektromos hálózati rendszerek fejlesztése topológiai változtatásokkal, avagy hogyan segítheti az önszerveződő kritikalitás az elektromos hálózatokat)

Physical Review Research 6, 013194 2024. február 22.

Ódor Géza, Papp István, Benedek Kristóf, Hartmann Bálint



Az R Kuramoto rendparaméter numerikus megoldásainak és $\sigma(R)$ szórásának összehasonlítása a termalizálási fázis végén, állandósult állapotban, a globális csatlóási állandó függvényében, az eredeti (EU16), véletlenszerű élhőzzáadással (Ran), híd kapcsolatok megerősítésével (Br) a kerülő algoritmussal (Bp) módosított EU16 hálózatok esetén, $\alpha=0,4$ csillapítási tényezőre.

Az elektromos hálózat egyes részeinek meghibásodása könnyen áterjedhet a rendszer más részeire, láncreakciót indítva, amely nagyméretű áramkimaradásokhoz vezethet. Az ilyen folyamatok megelőzése kulcsfontosságú a gazdasági stabilitás, a közbiztonság és az alapvető szolgáltatások — például a telekommunikáció — megőrzése érdekében.

A kutatók az európai elektromos hálózatot vizsgálták komplex rendszerként, hogy feltárják a szerkezeti gyengeségeket és értékeljék a rendszerellenálló-képességet javító beavatkozási lehetőségeket. Szimulációikban új távvezetékek stratégiai pontokon történő hozzáadását tesztelték, és azt találták, hogy ezek a célzott módosítások csökkenthetik a hibák terjedésének kockázatát és javíthatják a szinkronizációt.

Ezek az intézkedések különösen akkor hatékonyak, ha a rendszer önszerveződő kritikusság (SOC) állapotában működik — vagyis a stabilitás és instabilitás határán, ahol a hálózat saját dinamikája révén éri el a kritikus állapotot, és már kis zavarok is kiterjedt hatással lehetnek.

A tanulmány továbbá rávilágít a Braess-paradoxon jelenlétére: ez az a meglepő jelenség, amikor egy új kapcsolat hozzáadása — bizonyos körülmények között — rontja a rendszer teljesítményét az energiaáramlás kedvezőtlen átrendeződése miatt.

Lényeges, hogy egy új vezeték hatása nemcsak annak helyétől függ, hanem attól is, hogyan módosítja az áramlásokat a hálózat egészében. A jövőbeli, megbízhatóbb infrastruktúra tervezéséhez olyan realisztikus modellezésre van szükség, amely figyelembe veszi a kapcsolatok típusainak és erősségeinek heterogenitását.