MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA **ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT**

Középfeszültségű mintahálózatok létrehozása adatbányászati módszerek felhasználásával

X. Mechwart András Ifjúsági Találkozó – Online Konferencia

2020. szeptember 15.

Kazsoki Attila Sándor [1,2], Dr. Hartmann Bálint [1,2]

[1] Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamos Energetika Tanszék

[2] Energiatudományi Kutatóközpont Környezetfizikai Laboratórium

VEKOP-2.3.2-16-2016-00011

Bevezetés

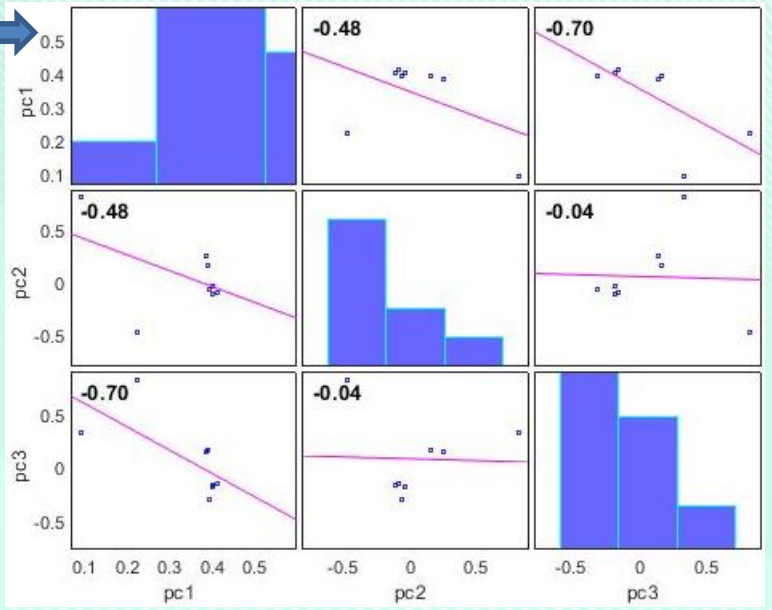
- PV penetráció rohamos növekedése (jellemzően KIF és KÖF elosztóhálózat) → decentralizálódó VER struktúra
- KIF-re csatlakozó HMKE-k mellett egyre több a KÖF-re csatlakozó kiserőmű (pl. < 500 kVA) → ezek hatásainak vizsgálatára koncentrálok
- DSO-t is érintő problémák megválaszolására KÖF modellezése, szimulációja
- Magyarország: jelentős számú és topológiájú KÖF hálózat található → szoftveres leképezés, és szimuláció futtatása jelentős idő-és erőforrásigényű feladat
- EZÉRT: valós rendszereket jól közelítő mintahálózatok létrehozása
- *Cél: Kialakított mintahálózatra jellemző szolgáltatásminőségi paraméterek megállapítása, és a fellépő problémák azonosítása, megoldása.*

Klaszterezés, vizsgált hálózatok

- Elosztóhálózati topológiák kialakítása K-közép klaszterezés segítségével
  - K-közép az irodalmi áttekintést követően, előnyök és hátrányok mérlegelésével
  - Topológiák jellemzése 2+ paraméterrel
    - *v1*: oszlopkacsolók száma
    - *v2*: transzformátorok száma
    - *v3*: vezetékek átlagos impedanciája [Ω]
    - *v4*: csomópontok száma
    - *v5*: átlagos fokszám
    - *v6*: karakterisztikus impedancia [Ω]
    - *v7*: hálózat átmérője [m]
    - *v8*: átlagos köztiség
  - PCA: változók számának redukálása → könnyebb kezelhetőség

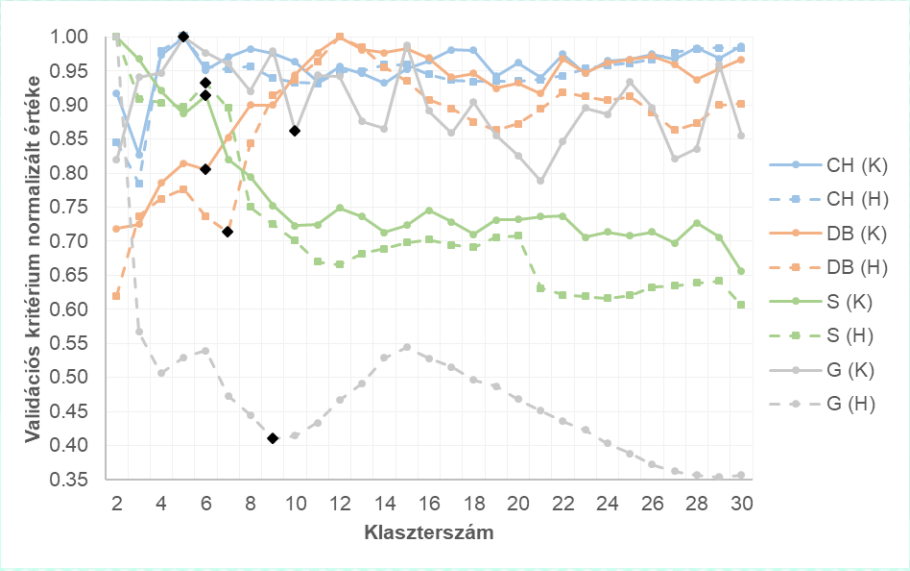
Főfaktoranalízis (PCA)

- PCA: változók számának redukálása → könnyebb kezelhetőség
  - Optimális PC szám meghatározása
    - Információveszteség 5% alatt maradjon
    - 3 PC-vel elérhető (*PC1* = 71,2%, *PC2* = 15,9%, *PC3* = 8%)
    - PC-k közti korrelációanalízis eredménye
      - PC2 és PC3 egymástól független
    - Szignifikancia-analízis
      - *PC1 - PC2:* 0,2321
      - *PC1 - PC3*: 0,0553
      - *PC2 - PC3*: 0,9343.
      - Mindhárom esetben > 0,05
        → a korreláció nem szignifikáns
  - Klaszterezés PCA 3D pontfelhőn



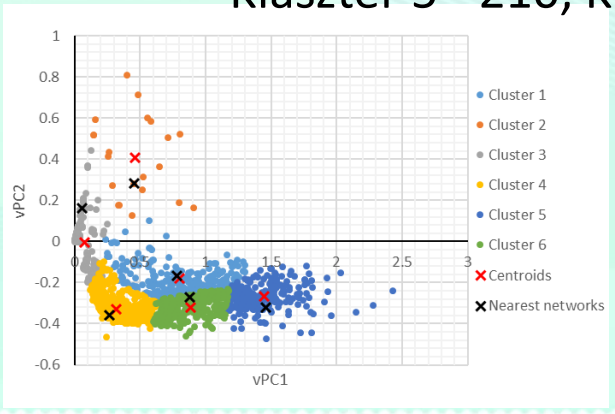
Optimális klaszterszám

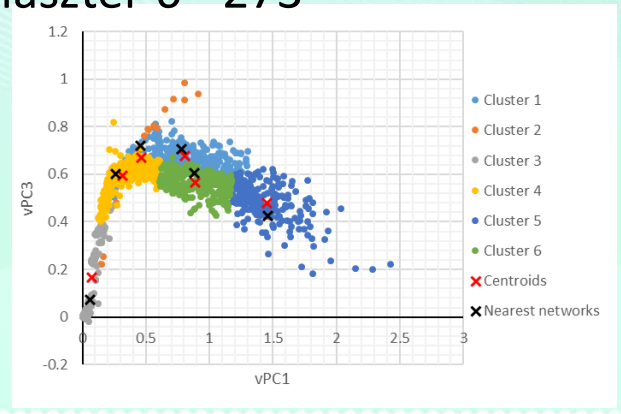
- K-közép – input paraméter: „K” klaszterszám, hálózati paraméterek
  - Optimális klaszterszám meghatározandó (2-10 között vizsgálandó)
    - Calinski-Harabasz kritérium
    - Davies-Bouldin kritérium
    - Silhouette kritérium
    - Gap kritérium
  - Szignifikancia biztosítása
    - K-közép klaszterezés
    - Hierarchikus klaszterezés
  - Többségi statisztika
    - Optimális kalszterszám: 6
  - Klaszterezés PCA 3D pontfelhőn

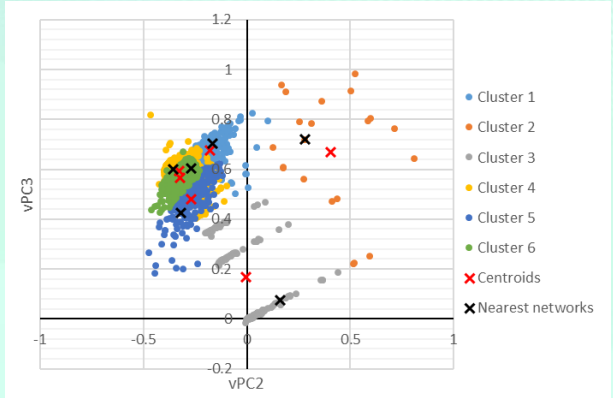


Klaszterezés (PCA)

- Klaszterek jellemzése
  - Klaszter középpontjának értékekeivel
  - Klaszter középpontjához legközelebbi mintahálózattal jellemezve
    - A klaszter középpontjában legtöbb esetben valós topológia nincs
- Klaszterek számossága
  - Klaszter 1 - 230, Klaszter 2 - 21, Klaszter 3 - 153, Klaszter 4 - 882, Klaszter 5 - 210, Klaszter 6 - 273



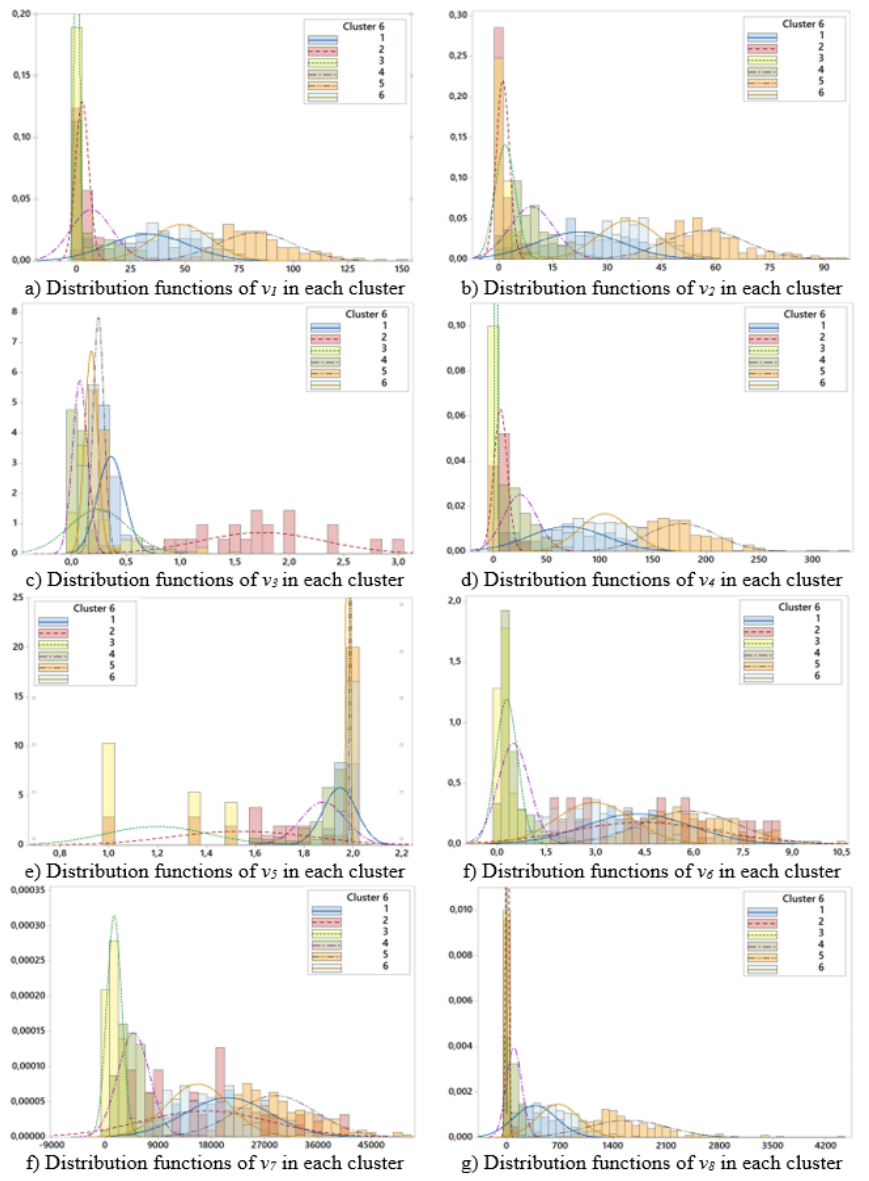




Klaszterek jellemzése

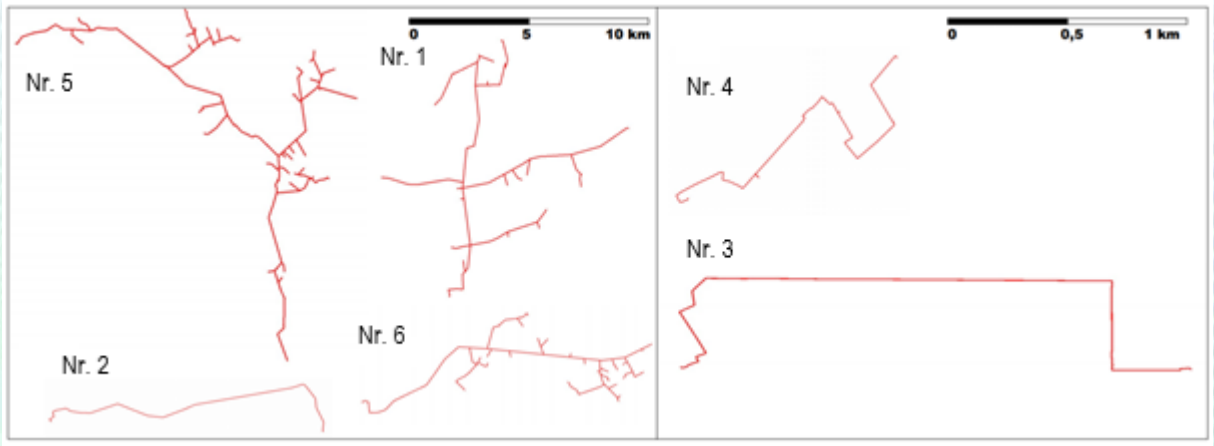
- Klaszterek jellemzése
  - Paraméterek vizsgálata
    - Normál eloszlás
  - Klaszterek jellemző vezetéktípusai

Feszültségszint	Vezetéktípus	Klaszter 1	Klaszter 2	Klaszter 3	Klaszter 4	Klaszter 5	Klaszter 6
11 kV	LV	-	-	-	+	-	+
	FK	-	-	++	++!	-	++
22 kV	LV	++!	++	+	+	++!	++!
	FK	+	+	++!	+	+	+
35 kV	LV	++	++!	++	++	-	++
	FK	+	+	+	+	-	+



a) Distribution functions of v_1 in each cluster
b) Distribution functions of v_2 in each cluster
c) Distribution functions of v_3 in each cluster
d) Distribution functions of v_4 in each cluster
e) Distribution functions of v_5 in each cluster
f) Distribution functions of v_6 in each cluster
f) Distribution functions of v_7 in each cluster
g) Distribution functions of v_8 in each cluster

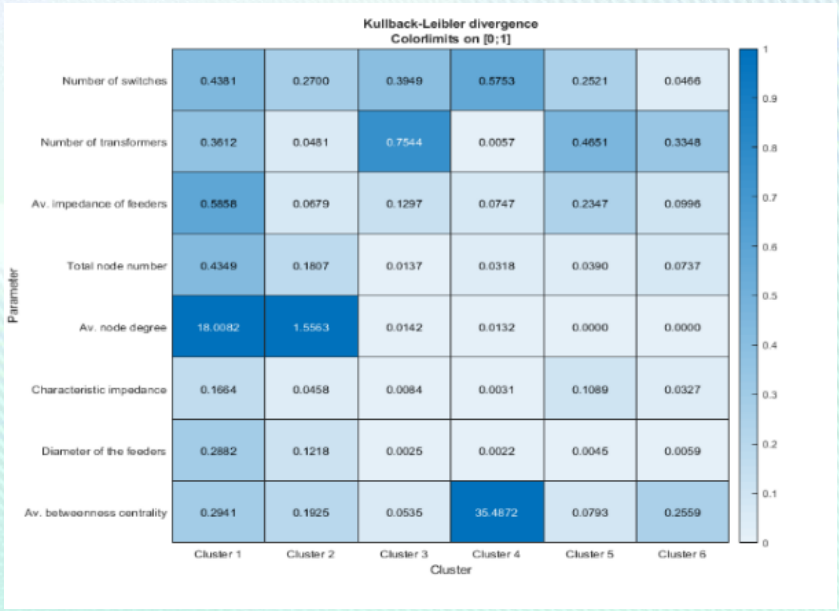
Klaszterek, mintahálózatok

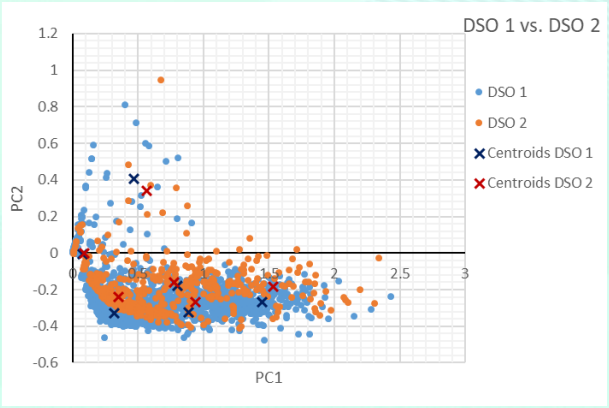


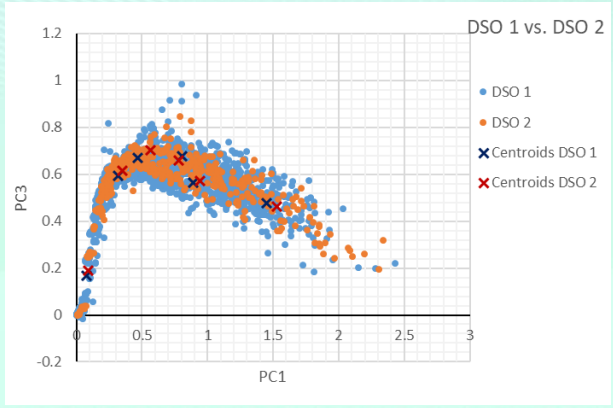
- Ellátókörzet-típusok
  - 3 csoportba sorolva
    - 1. csoport: vidéki, elővárosi hálózatokat tartalmazza
      - Klaszter 1: sűrűn beépített elővárosi környezet
      - Klaszter 5: vidéki környezet
      - Klaszter 6: ritkán beépített elővárosi környezet
    - 2. csoport: városi környezetre jellemző hálózatokat tartalmazza
      - Klaszter 4: városi környezet
    - 3. csoport: az egyedi, nagyfogyasztók villamosenergia-ellátását biztosító hálózati topológiák tartozza
      - Klaszter 2: egyedi (nagy)fogyasztók – légvezetékes ellátás
      - Klaszter 3: egyedi (nagy)fogyasztók – kábeles ellátás
  - Paramétervizsgálat
    - Átlagos fokszám (*v5*) ellátóterület típusától nagymértékben függ

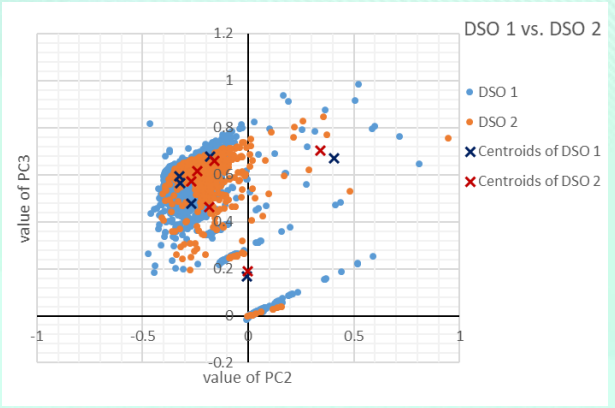
Módszertan és klaszter validáció

- Kialakított módszertan (DSO 2)
  - Eltérő adatstruktúra
  - Sikeres adatfeldolgozás
- Kialakított klaszterek validációja
  - Paraméterek összehasonlítása
    - Hőtérkép - Kullback-Leibler divergencia









Köszönöm a figyelmet!

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT