

# Az ICIO táblák vizsgálata

– avagy egy izgalmas hálókaland

Adattáblák: OECD Inter-Country Input-Output (ICIO) 1995-2020 táblák (cella értékek millió \$-ban).

Forrás: <https://www.oecd.org/en/data/datasets/inter-country-input-output-tables.html>

Az adatbázis 26 darab egyenként kb. 60 megabájtos csv táblázatot tartalmaz. Egy táblában az előforduló országok száma 77, a szerepeltetett szektorok száma pedig 45, a végfelhasználással kapcsolatos elemek száma 6. Így az egyes táblák mérete – az eladók és vásárlók tekintetében  $(77*45)x(77*45+77*6) = 3465x3927 = 13607055$  cella (plusz még 3 sor és 1 oszlop - adó, eredmény,...).

A hálózat alapú vizsgálatokhoz szükséges volt az ICIO táblák – céljaim viszonylatában – elegendő méretre való szűkítése. Ennek érdekében elsődlegesen az érinteni kívánt országok körét határoztam meg (az eredetnél szűkebben). Alapvetően Európa volt a kiszemelt célterület (ideértve Oroszországot és Törökországot is), illetve hozzáválasztottam bizonyos "kontrol" országokat (USA, Kanada, Japán, Kína). Illetve összevonásokat hajtottam végre földrajzi/történelmi okokra alapozva: Skandináv országok (**SKA**: Dánia, Norvégia, Svédország), a Benelux országok (**BNL**: Belgium, Hollandia, Luxemburg), a Balti országokat (**ELL**: Észtország, Lettország, Litvánia), a volt Cseh-szlovák országok (**CZS**: Csehország, Szlovákia), a volt Jugoszlávia két tagországa (**JUG**: Horvátország, Szlovénia), illetve Kína térségében (**KIN**: Kína-Népköztársaság, Hong Kong).

Így jutottam az "**alaptáblákhoz**" évenként (1995-2020): A fenn taglalt szűkítési lépések révén az országok (ország csoportok) száma 28-ra, a szektorok (szektor csoportok) száma 14-re, a végfelhasználási elemek száma 1-re csökkent. Az így kapott táblák (26 db, 1995-2020) mérete tehát  $(28*14)*(28*(14+1)) = 392*420$ .

## Éllisták, idősoros adatok, táblázatok, diagrammok, foksám megoszlás

Él-listák készítettem minden év vonatkozásában az irányított, súlyozott gráf fájlok kialakítása végett: a sorok száma az éleknek megfelelő, három oszlop van.; az elsőben az él kezdő csúcsa (az eredeti sornév), a másodikban az él végpontja (az eredeti oszlop név), a harmadikban pedig **súlyként** az eredeti sor-oszlop cella értéke (ár) szerepel.

A "súly" (ár) alapján kategóriákat képeztem (balról zárt jobbról nyitott intervallumok – kivéve persze az utolsó esetet):

Az hurok éleket kiszűrtem: 392 db

A nullát tartalmazó cellák száma (a nem hurok élek között): 23205 db

0-50: 134086 db

50-500: 5245 db

500-5000: 1371 db

5000-25000: 254 db

25000-50000: 44 db

- 50000: 43 db

Ez összesen: 164640, ami éppen a teljes gráf él-száma:  $392*420$ .

A vizsgálatban az **500-nál nagyobb** cella értékű (1712 db) esettel foglalkoztam.

Minden év tekintetében az "alaptáblákból" elkészítettem az él-listákat, illetve azokból a gráf formátumú állományokat (igraph: `graph_from_data_frame`) – melyeket el is mentettem.

Volt minden évre tehát egy-egy adatoktól roskadozó gráf adatbázisom de ezt valahogy meg is kell jeleníteni, még hozzá idősorban (1995-2020) – táblázatok, diagramok, hálóábrák...

A fejtörést az okozta, hogy tudok évenként több adatot megjeleníteni egyazon idősorban (pl. az éves eloszlásokat), illetve hogy bírja a terjedelem (no meg az olvasó türelme), ha mindegyik fajta diagraból, ábrából egymásután raknék 26-26 darabot – nem csak unalmas lenne, de nem is a leginformatívabb.

Arra jutottam két lépésben közelítem meg a problémát. Elsőre egy darab számból álló mutatókat gyűjtök ki az azokhoz rendelhető nevekkal és ezen táblázat megvizsgálásából próbálok tanulságokat levonni a továbbhaladásra tekintetében.

Kiválasztottam 4 darab központiségi mutatót /degree(g,mode = c("in")), degree(g,mode = c("out")), eigen\_centrality(g)\$vector, closeness(g, mode = c("in")), closeness(g, mode = c("out")), betweenness(g)/ és azok maximumait lekérdezve minden év tekintetében a következő idősoros információs táblát alakítottam ki.

Megjegyzem a "hozzárendelt nevek" okoztak némi meglepetést, ugyanis (főleg) az egyik mutatónál nagyszámban előfordultak a maximális értékkel rendelhető nevek – érdekes mintázatukkal hívva fel magukra a figyelmet.

No de, lássuk a táblát:

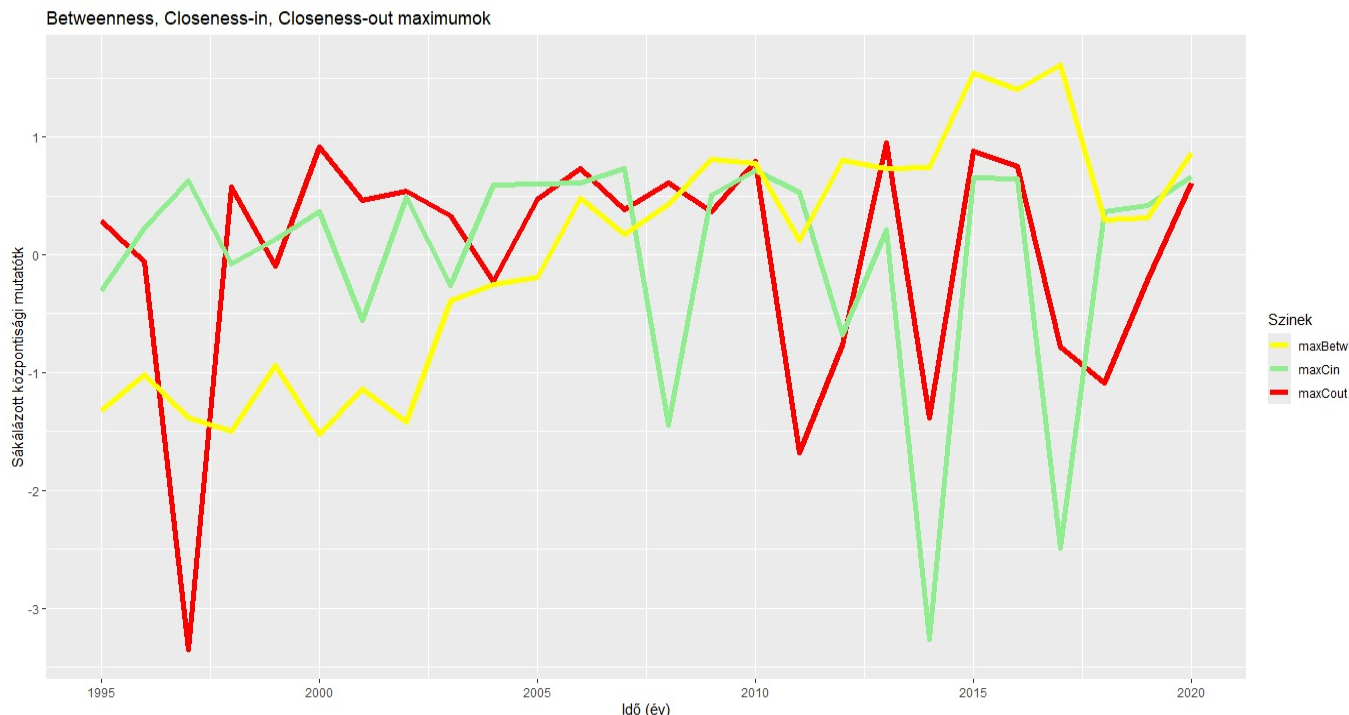
|      | maxDout | maxDoutN    | maxDdelta | maxDdeltaN                                                                | maxEig | maxEigN | maxCout  | maxCoutN | maxCin   | maxCinN | maxBetw | maxBetwN |
|------|---------|-------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------|--------|---------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|
| 1995 | 29      | USA_G       | 9         | DEU_K;ITA_G;USA_ELE                                                       | 1      | USA_HAZ | 0,001964 | JUG_I    | 0,001845 | BLR_AGR | 5950    | DEU_MET  |
| 1996 | 29      | USA_G       | 9         | CHE_K;ESP_K;GBR_BNY;ITA_G                                                 | 1      | USA_HAZ | 0,001946 | JUG_KEM  | 0,00192  | CZS_G   | 7584    | DEU_KEM  |
| 1997 | 32      | USA_G       | 9         | CHE_K;ESP_K;JPN_ELE                                                       | 1      | USA_HAZ | 0,001769 | ELL_D    | 0,001978 | BLR_AGR | 5578    | DEU_KEM  |
| 1998 | 30      | USA_G       | 9         | CAN_K;CHE_K;ESP_G;ESP_K;ITA_G;KIN_MET;KIN_ELE                             | 1      | USA_HAZ | 0,00198  | RUS_WOO  | 0,001876 | CZS_G   | 5006    | DEU_KEM  |
| 1999 | 33      | USA_G       | 9         | DEU_K;ESP_K                                                               | 1      | USA_HAZ | 0,001943 | JUG_KEM  | 0,001906 | HUN_AGR | 8018    | DEU_KEM  |
| 2000 | 34      | USA_G       | 9         | JPN_ELE                                                                   | 1      | USA_HAZ | 0,001998 | JUG_K    | 0,00194  | UKR_BNY | 4833    | USA_KEM  |
| 2001 | 33      | USA_G       | 9         | KIN_ELE;RUS_BNY                                                           | 1      | USA_HAZ | 0,001973 | HUN_I    | 0,001808 | BLR_KEM | 6925    | DEU_KEM  |
| 2002 | 32      | USA_G       | 9         | DEU_K;ITA_G;ITA_K                                                         | 1      | USA_HAZ | 0,001978 | TUR_MED  | 0,001957 | ELL_FOO | 5401    | USA_K    |
| 2003 | 35      | USA_G       | 9         | DEU_ELE;DEU_K;FRA_K;ITA_K                                                 | 1      | USA_HAZ | 0,001967 | IRL_WOO  | 0,001851 | HUN_L   | 10952   | DEU_KEM  |
| 2004 | 37      | USA_G       | 9         | CAN_BNY;CAN_D;CAN_G;ESP_G;ITA_K;JPN_K;KIN_D;USA_L                         | 1      | USA_HAZ | 0,001936 | KIN_WOO  | 0,001973 | ROU_TEX | 11726   | DEU_MET  |
| 2005 | 39      | USA_G       | 9         | CAN_G;ESP_G;JPN_K;KIN_D;SKA_G;USA_L                                       | 1      | USA_HAZ | 0,001974 | UKR_MED  | 0,001974 | AUT_K   | 12034   | DEU_KEM  |
| 2006 | 42      | USA_G       | 9         | CAN_BNY;ESP_G;KIN_ELE;RUS_MET;SKA_G                                       | 1      | USA_HAZ | 0,001988 | GRC_MED  | 0,001975 | BGR_G   | 15685   | DEU_KEM  |
| 2007 | 44      | USA_G;USA_K | 9         | BNL_K;CAN_G;DEU_KEM;FRA_K;POL_D;RUS_K                                     | 1      | USA_HAZ | 0,001969 | JUG_ELE  | 0,001993 | BGR_G   | 14030   | DEU_KEM  |
| 2008 | 47      | USA_G       | 9         | CAN_KEM;DEU_K;ESP_K;RUS_K                                                 | 1      | USA_HAZ | 0,001981 | KIN_WOO  | 0,001681 | ELL_L   | 15406   | DEU_KEM  |
| 2009 | 44      | USA_G       | 9         | AUT_G;CHE_G;DEU_K;GBR_BNY;JPN_K;POL_D;PRT_ELE;RUS_MET;SKA_G;TUR_G;USA_ELE | 1      | USA_HAZ | 0,001969 | JUG_D    | 0,00196  | ROU_WOO | 17465   | DEU_KEM  |
| 2010 | 47      | USA_G       | 9         | CHE_G;IRL_MED;ITA_K;JPN_K;POL_D;PRT_ELE;RUS_K;TUR_G                       | 1      | USA_HAZ | 0,001991 | JUG_D    | 0,00199  | JUG_KEM | 17272   | DEU_KEM  |
| 2011 | 52      | USA_G       | 9         | POL_D;PRT_ELE;USA_KEM                                                     | 1      | USA_HAZ | 0,001858 | GRC_ELE  | 0,001964 | GRC_K   | 13768   | DEU_KEM  |
| 2012 | 52      | USA_G       | 9         | CAN_BNY;DEU_K;ITA_K;JPN_K;KIN_MET;POL_D;SKA_K                             | 1      | USA_HAZ | 0,001908 | GRC_ELE  | 0,00179  | ROU_WOO | 17421   | DEU_KEM  |
| 2013 | 53      | USA_G       | 9         | CAN_D;CHE_G;GBR_BNY;JPN_K;POL_D                                           | 1      | USA_HAZ | 0,002    | GRC_MET  | 0,001918 | BGR_L   | 17071   | RUS_KEM  |
| 2014 | 53      | USA_G       | 9         | CAN_KEM;DEU_ELE;GBR_BNY;JPN_K;POL_D                                       | 1      | USA_HAZ | 0,001875 | HUN_TEX  | 0,001421 | JUG_D   | 17124   | DEU_KEM  |
| 2015 | 53      | USA_G       | 9         | KIN_ELE;POL_D;USA_BNY                                                     | 1      | USA_HAZ | 0,001996 | UKR_MED  | 0,001981 | ROU_WOO | 21429   | DEU_KEM  |
| 2016 | 54      | USA_G       | 9         | KIN_ELE;POL_D;USA_ELE                                                     | 1      | USA_HAZ | 0,001989 | GRC_MED  | 0,001979 | FIN_ELE | 20667   | DEU_KEM  |
| 2017 | 55      | USA_G       | 9         | AUT_G;BNL_KEM;CAN_D;KIN_D                                                 | 1      | USA_HAZ | 0,001907 | ELL_ELE  | 0,001531 | FIN_D   | 21834   | DEU_KEM  |
| 2018 | 58      | USA_G       | 8         | AUT_G;CAN_D;CHE_G;IRL_KEM;ITA_TEX;ITA_K;POL_D;PRT_G;USA_D                 | 1      | USA_HAZ | 0,001891 | ELL_ELE  | 0,00194  | BGR_G   | 14687   | DEU_KEM  |
| 2019 | 57      | USA_G       | 9         | AUT_G;CHE_G;JPN_K;KIN_ELE;TUR_G                                           | 1      | USA_HAZ | 0,001937 | FIN_MED  | 0,001948 | BGR_L   | 14800   | DEU_KEM  |
| 2020 | 56      | USA_G       | 9         | CAN_D;CHE_G;DEU_ELE;KIN_ELE                                               | 1      | USA_HAZ | 0,001982 | FIN_TEX  | 0,001983 | BGR_MET | 17778   | DEU_KEM  |

Oszlopnevek: **"maxDout"**: Degree-out maximuma; **"maxDdelta"**: Degree-out és Degree-in különbségének maximuma; **"maxEig"**: Eigenvector maximuma; **"maxCout"**: Closeness-out maximuma; **"maxCin"**: Closeness-in maximuma; **"maxBetw"**: Betweenness maximuma. Az **"N"**-re végződő nevű oszlopok a táblázatban előttük lévő maximumok értékével rendelkező ország\_szektor neveket tartalmazzák. Érdekesnek tartom az **"out"** – **"in"** **különbséget**, "kik" azok akik többet adnak el mint vesznek. A kimagasló bejövő áramlás ("in"), csalóka ebben az elemzésben, hiszen a "kisebb" 500 millió \$ alatti eladások nem kerültek bele az induló táblákba. Ez az oka, hogy pl. CZS\_G (Cseh-Szlovák kisker) bekerült a **maxCinN** oszlopba – nagyobb tételeket vesznek és kisebb tételeket adnak el... Figyelemreméltó viszont USA\_G a maxDoutN oszlopban, és elgondolkodtató az USA\_HAZ (mint végfelhasználó) dömping a maxEigN oszlopban. A **Degree deltával** (maxDoutN) kapcsolatos szakasz lejjebb található.

Eredendően a **Closeness** esetében is szándékoztam megjeleníteni az out-in különbséget, azonban ezekben az adatsorokban számos NA szerepelt (eredetileg NaN, csak a mentés-megnyitás révén alakultak NA-vá), és az out-ban nem ott, ahol az in-ben. Ennek következtében nem lehetett (értelmesen) kivonni egymásból a két adatsort.

## Diagramok

Kézenfekvő a maxCout, maxCin, maxBetw változók alkotta diagram, azonban ehhez skálázni kellett azokat a jelentős nagyságrendi különbség miatt. A closeness értékek együttmozgása érzékelhető, illetve a **betweenness növekvő trendje**.

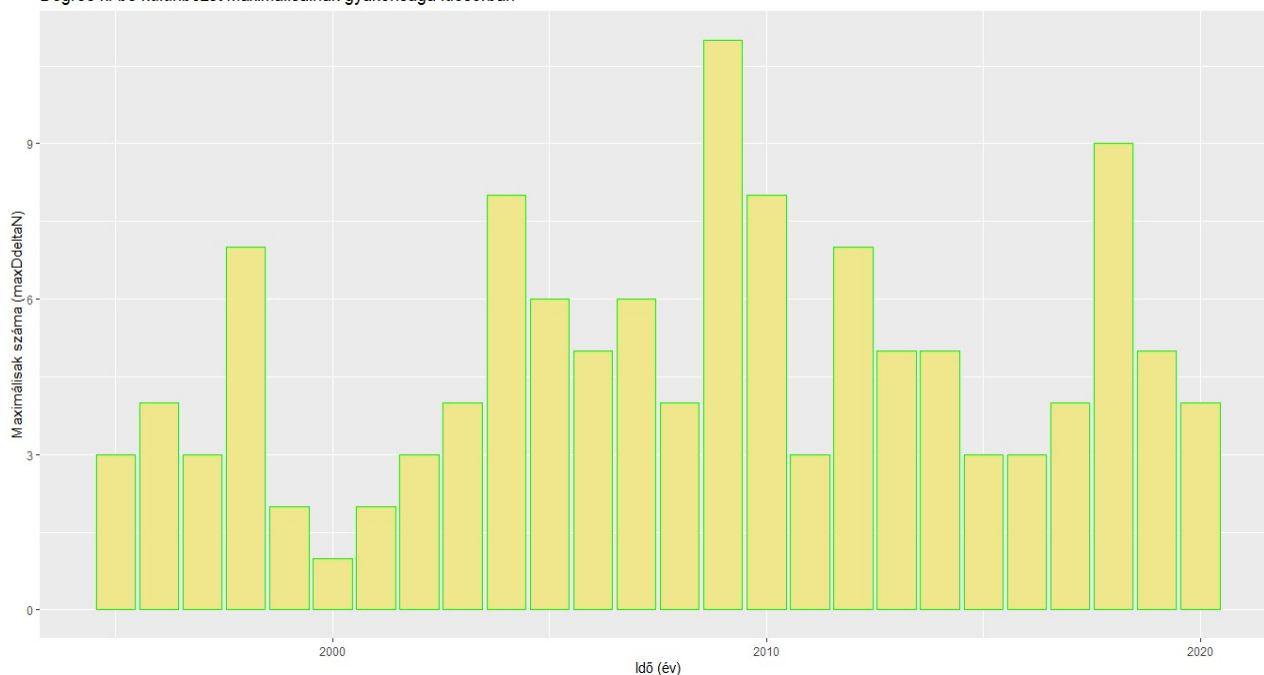


A diagram skálázott értékekből készült. (\*)

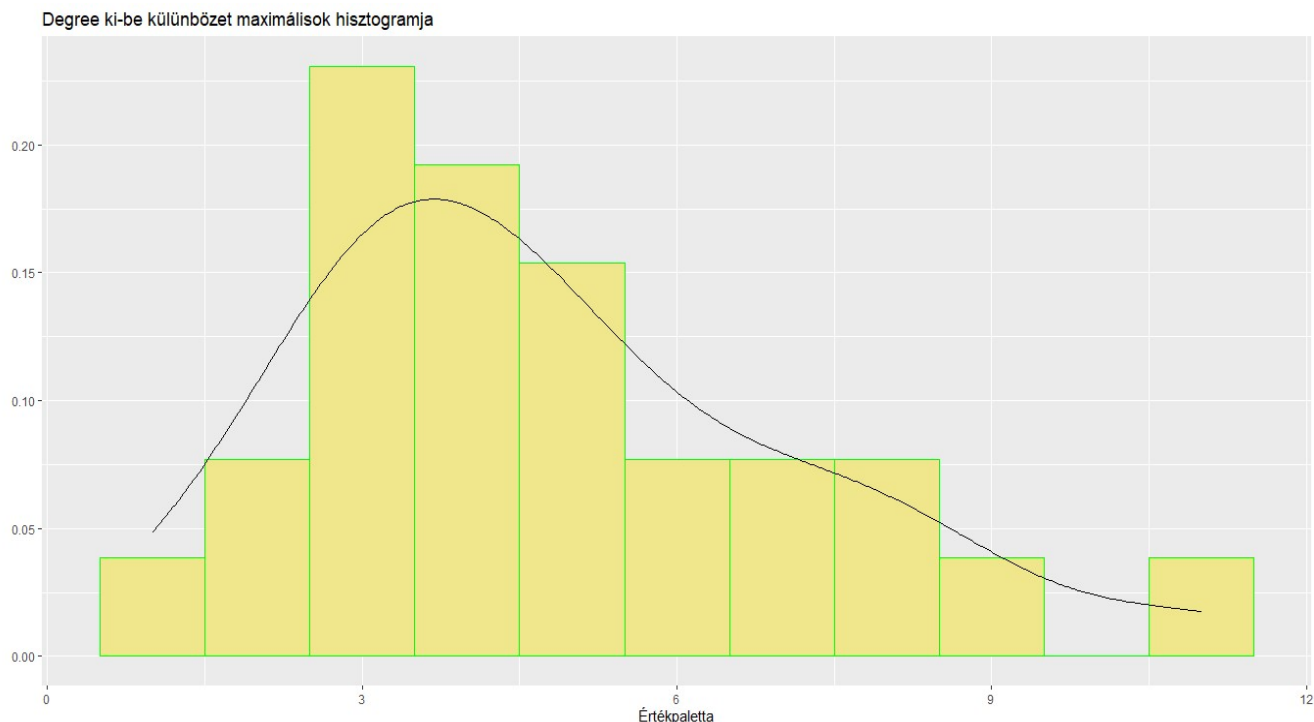
## Az érdekes jelenség

Szembe ötlő volt a Degree delta maximum értékekkel bíró sorok neveinek listája (maxDoutN), egy **"leveles ág ábrára"** emlékeztet. Kigyűjtöttem az ezen oszlop celláiban szereplő nevek darabszámait (soronként) – ebből készültek az alábbi diagramok.

Degree ki-be különbség maximumainak gyakorisága idősorban



| 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 3    | 4    | 3    | 7    | 2    | 1    | 2    | 3    | 4    | 8    | 6    | 5    | 6    | 4    | 11   | 8    | 3    | 7    | 5    | 5    | 3    | 3    | 4    | 9    | 5    | 4    |



Normálshoz közeli eloszlásnak tűnik – jobbról lefutó. Aki eladni akar, kell annak vásárolni is – pontosabban a vásárlások nagyságrendje igazodott az eladásokéhoz.

### Adatok idősorban

Kiderült, hogy ezek az adatok megmutatnak ugyan egy-két vezető szereplőt (leginkább az USA\_G és a DEU\_KEM), megjelenítenek néhány érdekességet, de hasznos lehet ennél nagyobb: több szereplőre a éllovasok közül, átlagokra, eloszlásokra évenként.

Legyűjtöttem, kialakítottam tehát egy lényegesen informatívabb táblázatot – amelyet már nem is lehet itt elhelyezni, olyan nagy/tartalmas.

**Minden év** tekintetében tartalmazza a következő mutatókat, adatokat:

csúcsok száma (csucsock), élek száma (elek), gráf átmérő (atmero), az összfokszámok átlaga (atlall), a kimenő fokszámok átlaga (atlout), a csúcsok összfokszámai (eloszall), a csúcsok kimenő fokszámai (eloszout), a csúcsok bejövő fokszámai (eloszin) – utóbbi három az eloszlásokhoz –, a sűrűség (suru).

Továbbá a **legeredményesebb** résztvevőket a következő mutatók viszonylatában:

összfokszám (degxall), kimenő fokszám (degxout), betweenness (betwx), closeness (closx), eigen\_centrality (eigx), össz-ego\_size (egoxall), kimenő ego\_size (egoxout).

A hozzárendelt neveket is kigyűjtöttem természetesen, melyek a változó neveit egy 'N' betű zárja (pl.: a betweenness esetén: betwxN).

A legeredményesebb résztvevők száma a következőképpen alakult ki: a határszámokat úgy állítottam be, hogy azok az 1995ös év tekintetében az 5 legeredményesebbet jelentsék (kivétel a összfokszám, ahol két ötödik helyezett volt – itt tehát hat legjobb van). Az említett határszámok: degxall: **42**; degxout: **23**; betwx: **4500**; closx: **0.00186**; eigx: **0.28**, egoxall: **36**; egoxout: **24**. A további években ugyanezeket a határszámokat alkalmazva automatikusan adódott az élen lévők létszáma (összetétele).

Íme pl. egy részlet **betweenness** vonatkozó adataiból a **2000-2005**-ös időszak tekintetében:

|                                                               |                                           |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| DEU_ELE;USA_KEM                                               | 4829;4833                                 |
| USA_KEM;DEU_MET;DEU_ELE;DEU_KEM                               | 4726;4765;5915;6925                       |
| DEU_KEM;POL_G;USA_K                                           | 4572;5100;5401                            |
| USA_KEM;USA_ELE;DEU_MET;DEU_KEM                               | 4759;5169;5583;10952                      |
| USA_ELE;USA_MET;POL_G;ITA_KEM;BNL_KEM;POL_MET;DEU_KEM;DEU_MET | 4589;4639;5247;5412;5588;5994;10462;11726 |
| ITA_KEM;BNL_KEM;DEU_MET;DEU_KEM                               | 4699;6312;7647;12034                      |

A számok (pontosvesszővel elválasztva) sorrendjük szerint tartoznak a nevekhez.

## A kigyűjtési programrészlet:

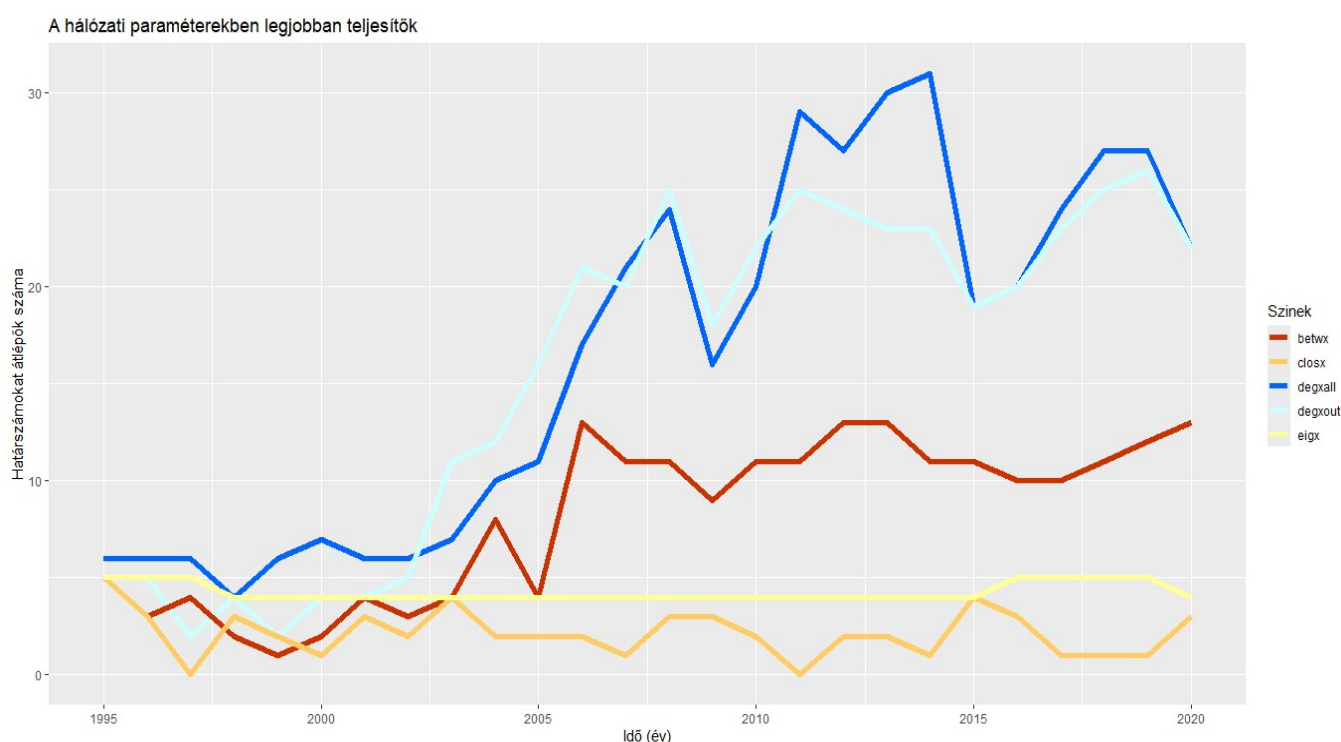
```
centmutat <- data.frame(csucsok=0.0,elek=0.0,atmero=0.0,atlall=0.0,atlout=0.0,
  eloszall="",elozout="",eloszin="",suru=0.0,
  degxallN="",degxall=0.0,degxoutN="",degxout=0.0,
  betwxN="",betwx=0.0, closxN="",closx=0.0,
  eigxN="",eigx=0.0, egoxallN="",egoxall=0.0,
  egoxoutN="",egoxout=0.0)
for (ev in 1995:2020) {
  fnev<-paste("df/icioalapellistak/graf/",as.character(ev),"graf.graphml", sep="")
  g<-read_graph(fnev, format = c("graphml"))

  centmutat[ev-1994,"csucsok"]<-length(V(g))
  centmutat[ev-1994,"elek"]<-length(E(g))
  centmutat[ev-1994,"atmero"]<-diameter(g, directed = TRUE)
  centmutat[ev-1994,"atlall"]<-mean(as.numeric(degree(g)))
  centmutat[ev-1994,"atlout"]<-mean(as.numeric(degree(g, mode = c("out"))))
  # ---
  fs<-as.numeric(degree(g)) # össz foksám eloszláshoz...
  centmutat[ev-1994,"eloszall"]<-paste0(fs, collapse = ";")
  fsout<-as.numeric(degree(g, mode = c("out"))) # kimenő foksám eloszláshoz...
  centmutat[ev-1994,"elozout"]<-paste0(fsout, collapse = ";")
  fsin<-as.numeric(degree(g, mode = c("in"))) # bemenő foksám eloszláshoz...
  centmutat[ev-1994,"eloszin"]<-paste0(fsin, collapse = ";")
  # ---
  centmutat[ev-1994,"suru"]<-edge_density(g)
  # ---
  xx<-as.data.frame(sort(degree(g, mode = c("all"))[degree(g, mode = c("all"))>42]))
  colnames(xx)<-c("ert")
  centmutat[ev-1994,"degxallN"]<-paste0(row.names(xx), collapse = ";")
  centmutat[ev-1994,"degxall"]<-paste0(xx[, "ert"], collapse = ";")
  # ---
  xx<-as.data.frame(sort(degree(g, mode = c("out"))[degree(g, mode = c("out"))>23]))
  colnames(xx)<-c("ert")
  centmutat[ev-1994,"degxoutN"]<-paste0(row.names(xx), collapse = ";")
  centmutat[ev-1994,"degxout"]<-paste0(xx[, "ert"], collapse = ";")
  # ---
  xx<-as.data.frame(sort(betweenness(g)[betweenness(g)>4500]))
  colnames(xx)<-c("ert")
  centmutat[ev-1994,"betwxN"]<-paste0(row.names(xx), collapse = ";")
  centmutat[ev-1994,"betwx"]<-paste0(xx[, "ert"], collapse = ";")
  # ---
  xx<-as.data.frame(sort(closeness(g, mode = c("out"))[closeness(g, mode = c("out"))
    [!is.na(closeness(g, mode = c("out"))])>.00186]))
  colnames(xx)<-c("ert")
  centmutat[ev-1994,"closxN"]<-paste0(row.names(xx), collapse = ";")
  centmutat[ev-1994,"closx"]<-paste0(xx[, "ert"], collapse = ";")
  # ---
  xx<-as.data.frame(sort(eigen Centrality(g)$vector[eigen Centrality(g)$vector>.28]))
  colnames(xx)<-c("ert")
  centmutat[ev-1994,"eigxN"]<-paste0(row.names(xx), collapse = ";")
  centmutat[ev-1994,"eigx"]<-paste0(xx[, "ert"], collapse = ";")
  # ---
  ne<-V(g)$name[ego_size(g, order = 1, mode="all")>36]
  er<-ego_size(g, order = 1, mode="all")[ego_size(g, order = 1, mode="all")>36]
  eg<-as.data.frame(cbind(ne,er))
  eg<-eg[order(eg$er, decreasing = FALSE), ]
  centmutat[ev-1994,"egoxallN"]<-paste0(eg[, "ne"], collapse = ";")
  centmutat[ev-1994,"egoxall"]<-paste0(eg[, "er"], collapse = ";")
}
```

```
# ---
ne<-V(g)$name[ego_size(g, order = 1, mode="out")>24]
er<-ego_size(g, order = 1, mode="out")[ego_size(g, order = 1, mode="out")>24]
eg<-as.data.frame(cbind(ne,er))
eg<-eg[order(eg$er, decreasing = FALSE), ]
centmutat[ev-1994,"egoxoutN"]<-paste0(eg[, "ne"], collapse = ";")
centmutat[ev-1994,"egoxout"]<-paste0(eg[, "er"], collapse = ";")
# ---
rownames(centmutat)[ev-1994]<-as.character(ev)
# ---
print(c(ev))
} ## kigyűjtő ciklus vége
```

## Diagramok és táblázatok

A következő diagram arról ad tájékoztatást, hogyan is változott a (degree, betweenness, closeness, eigen\_centrality) "határszámokat" teljesítményükkel meghaladó szereplők száma az évek alatt.



Az élen tartózkodók száma:

- az eigen\_centrality vonatkozásában lényegében változatlan;
- a closeness vonatkozásában kissé ingadozik, de alapjában véve stagnál;
- a degree és a betweenness vonatkozásában erős növekedés tapasztalható kb. a 2002-2007-es időszakban – a fokszámoknál kicsit tovább – ezt követően ezek is stagnálnak.

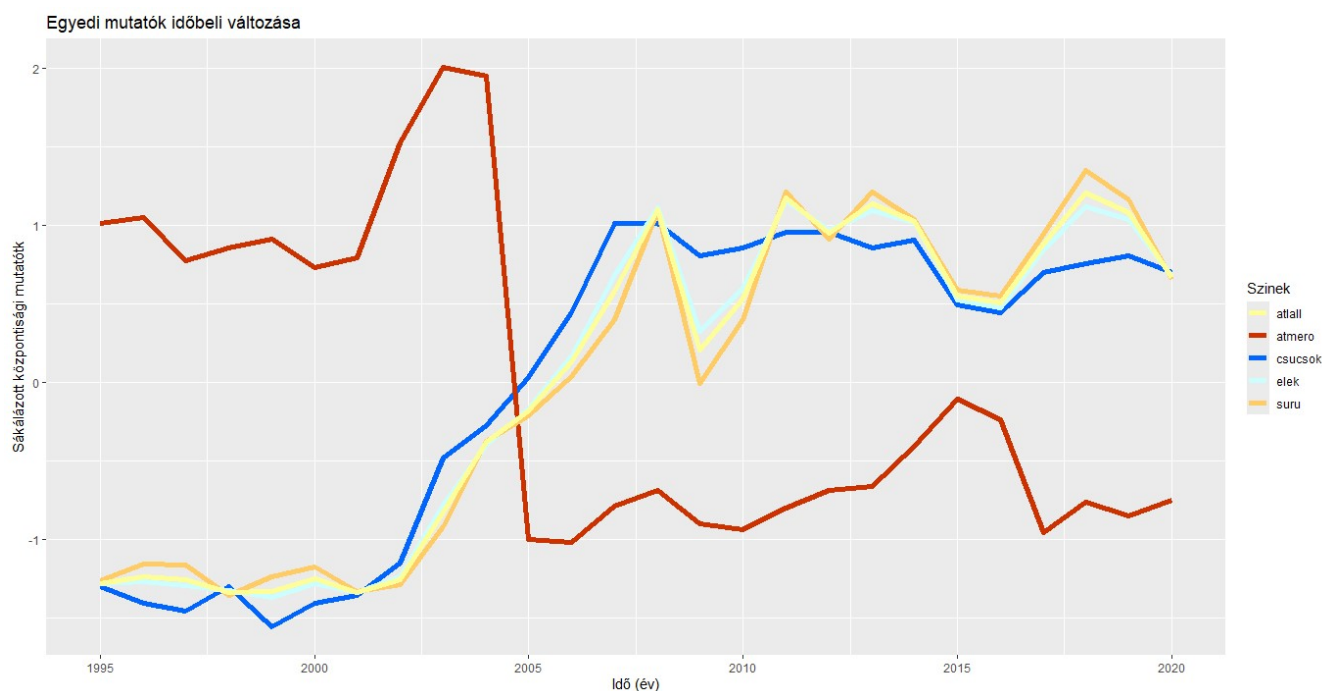
Úgy tűnik 2007 körül betelt az élvonal ... Köztességi mutatók élenjáróinak száma azt követően nem nő, de nem is csökkent..., aki híd pozícióban van, tartja magát. Ellenben a betweenness maximuma nőtt – mint korábban mutatta a (\*) diagram a 4. oldalon – azaz a meglévők **hídszerepe nőtt**.

Íme, a második táblázat egy szűkített verziója a fenti diagramon is szereplő mutatókkal. A "név" oszlopok az illető paraméter tekintetében "legjobban teljesítő" (legfeljebb) 5 db csomópontot tartalmaznak (az érték szerinti sorrend balról jobbra növekvő). Az azt követő oszlop pedig azt adja meg, hogy eredendően hány az illető **"határszámot" teljesítményükkel meghaladó** szereplő/csomópont került a cellába.

|      | degxallN                                | degxall | degxoutN                            | degxout | betwxN                                  | betwx | closxN                                | closx | eigxN                             | eigx |
|------|-----------------------------------------|---------|-------------------------------------|---------|-----------------------------------------|-------|---------------------------------------|-------|-----------------------------------|------|
| 1995 | GBR_HAZ;DEU_KEM;USA_KEM;USA_HAZ;DEU_HAZ | 6       | DEU_G;USA_KEM;FRA_G;DEU_KEM;USA_G   | 5       | KIN_ELE;USA_MET;USA_KEM;USA_ELE;DEU_MET | 5     | FIN_ELE;PRT_BNY;IRL_TEX;ROU_TEX;JUG_I | 5     | USA_FOO;USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ | 5    |
| 1996 | GBR_HAZ;FRA_HAZ;USA_KEM;DEU_HAZ;USA_HAZ | 6       | DEU_KEM;FRA_G;DEU_G;USA_KEM;USA_G   | 5       | JPN_ELE;USA_MET;DEU_KEM                 | 3     | BGR_G;ELL_D;JUG_KEM                   | 3     | USA_FOO;USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ | 5    |
| 1997 | USA_G;GBR_HAZ;USA_KEM;DEU_HAZ;USA_HAZ   | 6       | USA_KEM;USA_G                       | 2       | DEU_ELE;USA_MET;USA_ELE;DEU_KEM         | 4     |                                       | 0     | USA_FOO;USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ | 5    |
| 1998 | USA_KEM;GBR_HAZ;DEU_HAZ;USA_HAZ         | 4       | GBR_G;JPN_G;USA_KEM;USA_G           | 4       | USA_ELE;DEU_KEM                         | 2     | ROU_TEX;BLR_L;RUS_WOO                 | 3     | USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ         | 4    |
| 1999 | USA_G;USA_KEM;GBR_HAZ;DEU_HAZ;USA_HAZ   | 6       | USA_KEM;USA_G                       | 2       | DEU_KEM                                 | 1     | CZS_KEM;JUG_KEM                       | 2     | USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ         | 4    |
| 2000 | USA_G;GBR_HAZ;USA_KEM;DEU_HAZ;USA_HAZ   | 7       | GBR_G;USA_K;USA_KEM;USA_G           | 4       | DEU_ELE;USA_KEM                         | 2     | JUG_K                                 | 1     | USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ         | 4    |
| 2001 | USA_G;USA_KEM;GBR_HAZ;DEU_HAZ;USA_HAZ   | 6       | GBR_G;USA_K;USA_KEM;USA_G           | 4       | USA_KEM;DEU_MET;DEU_ELE;DEU_KEM         | 4     | IRL_D;JUG_K;HUN_I                     | 3     | USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ         | 4    |
| 2002 | USA_G;USA_KEM;DEU_HAZ;GBR_HAZ;USA_HAZ   | 6       | GBR_K;DEU_KEM;USA_K;USA_KEM;USA_G   | 5       | DEU_KEM;POL_G;USA_K                     | 3     | CZS_ELE;TUR_MED                       | 2     | USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ         | 4    |
| 2003 | DEU_KEM;USA_KEM;GBR_HAZ;DEU_HAZ;USA_HAZ | 7       | USA_K;GBR_K;USA_KEM;DEU_KEM;USA_G   | 11      | USA_KEM;USA_ELE;DEU_MET;DEU_KEM         | 4     | ELL_I;BLR_I;BLR_L;IRL_WOO             | 4     | USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ         | 4    |
| 2004 | DEU_KEM;USA_KEM;GBR_HAZ;DEU_HAZ;USA_HAZ | 10      | USA_KEM;USA_K;DEU_KEM;GBR_K;USA_G   | 12      | ITA_KEM;BNL_KEM;POL_MET;DEU_KEM;DEU_MET | 8     | GRC_MED;KIN_WOO                       | 2     | USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ         | 4    |
| 2005 | DEU_KEM;USA_KEM;GBR_HAZ;DEU_HAZ;USA_HAZ | 11      | USA_K;USA_KEM;DEU_KEM;GBR_K;USA_G   | 16      | ITA_KEM;BNL_KEM;DEU_MET;DEU_KEM         | 4     | JUG_TEX;UKR_MED                       | 2     | USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ         | 4    |
| 2006 | USA_KEM;DEU_KEM;GBR_HAZ;DEU_HAZ;USA_HAZ | 17      | FRA_G;USA_K;DEU_KEM;GBR_K;USA_G     | 21      | BNL_KEM;USA_G;RUS_MET;DEU_MET;DEU_KEM   | 13    | AUT_MED;GRC_MED                       | 2     | USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ         | 4    |
| 2007 | DEU_KEM;USA_KEM;DEU_HAZ;GBR_HAZ;USA_HAZ | 21      | RUS_BNY;DEU_KEM;GBR_K;USA_G;USA_K   | 20      | RUS_K;DEU_MET;GBR_K;RUS_BNY;DEU_KEM     | 11    | JUG_ELE                               | 1     | USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ         | 4    |
| 2008 | USA_KEM;GBR_HAZ;DEU_KEM;DEU_HAZ;USA_HAZ | 24      | RUS_BNY;USA_K;FRA_G;DEU_KEM;USA_G   | 25      | RUS_MET;DEU_ELE;ITA_MET;DEU_MET;DEU_KEM | 11    | JUG_D;PRT_MED;KIN_WOO                 | 3     | USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ         | 4    |
| 2009 | FRA_HAZ;GBR_HAZ;DEU_KEM;DEU_HAZ;USA_HAZ | 16      | FRA_G;GBR_K;DEU_KEM;USA_K;USA_G     | 18      | RUS_KEM;RUS_MET;BNL_KEM;DEU_MET;DEU_KEM | 9     | GRC_MED;JUG_ELE;JUG_D                 | 3     | USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ         | 4    |
| 2010 | GBR_HAZ;USA_KEM;DEU_KEM;DEU_HAZ;USA_HAZ | 20      | USA_K;DEU_G;USA_KEM;DEU_KEM;USA_G   | 22      | RUS_KEM;ESP_KEM;RUS_MET;DEU_MET;DEU_KEM | 11    | HUN_TEX;JUG_D                         | 2     | USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ         | 4    |
| 2011 | USA_G;USA_KEM;DEU_KEM;DEU_HAZ;USA_HAZ   | 29      | USA_KEM;RUS_BNY;DEU_G;DEU_KEM;USA_G | 25      | DEU_WOO;RUS_KEM;RUS_MET;DEU_MET;DEU_KEM | 11    |                                       | 0     | USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ         | 4    |
| 2012 | GBR_HAZ;USA_KEM;DEU_KEM;DEU_HAZ;USA_HAZ | 27      | RUS_BNY;USA_KEM;DEU_KEM;RUS_G;USA_G | 24      | ESP_KEM;RUS_KEM;RUS_MET;DEU_MET;DEU_KEM | 13    | HUN_TEX;GRC_ELE                       | 2     | USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ         | 4    |
| 2013 | GBR_HAZ;USA_KEM;DEU_KEM;DEU_HAZ;USA_HAZ | 30      | RUS_G;USA_KEM;USA_K;DEU_KEM;USA_G   | 23      | USA_MET;ESP_KEM;USA_KEM;DEU_KEM;RUS_KEM | 13    | BGR_TEX;GRC_MET                       | 2     | USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ         | 4    |
| 2014 | USA_KEM;GBR_HAZ;DEU_KEM;DEU_HAZ;USA_HAZ | 31      | DEU_G;FRA_G;USA_K;DEU_KEM;USA_G     | 23      | USA_MET;ESP_KEM;FRA_KEM;RUS_KEM;DEU_KEM | 11    | HUN_TEX                               | 1     | USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ         | 4    |
| 2015 | USA_G;GBR_HAZ;DEU_KEM;DEU_HAZ;USA_HAZ   | 19      | DEU_G;FRA_G;DEU_KEM;USA_K;USA_G     | 19      | USA_MET;DEU_MET;RUS_BNY;RUS_KEM;DEU_KEM | 11    | BLR_KEM;BGR_K;GRC_MED;UKR_MED         | 4     | USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ         | 4    |
| 2016 | GBR_HAZ;USA_G;DEU_KEM;DEU_HAZ;USA_HAZ   | 20      | FRA_G;DEU_KEM;DEU_G;USA_K;USA_G     | 20      | BNL_KEM;DEU_WOO;ESP_KEM;RUS_KEM;DEU_KEM | 10    | UKR_MED;HUN_TEX;GRC_MED               | 3     | USA_I;USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ   | 5    |
| 2017 | USA_G;GBR_HAZ;DEU_KEM;DEU_HAZ;USA_HAZ   | 24      | FRA_G;DEU_KEM;USA_K;DEU_G;USA_G     | 23      | RUS_BNY;ESP_KEM;BNL_KEM;RUS_KEM;DEU_KEM | 10    | ELL_ELE                               | 1     | USA_I;USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ   | 5    |
| 2018 | USA_G;GBR_HAZ;DEU_KEM;DEU_HAZ;USA_HAZ   | 27      | USA_K;RUS_BNY;DEU_KEM;DEU_G;USA_G   | 25      | RUS_MET;RUS_ELE;USA_KEM;KIN_MET;DEU_KEM | 11    | ELL_ELE                               | 1     | USA_I;USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ   | 5    |
| 2019 | USA_G;GBR_HAZ;DEU_KEM;DEU_HAZ;USA_HAZ   | 27      | DEU_KEM;RUS_BNY;USA_K;DEU_G;USA_G   | 26      | RUS_MET;RUS_ELE;DEU_MET;KIN_MET;DEU_KEM | 12    | FIN_MED                               | 1     | USA_I;USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ   | 5    |
| 2020 | USA_KEM;USA_G;DEU_KEM;DEU_HAZ;USA_HAZ   | 22      | DEU_KEM;RUS_BNY;USA_K;DEU_G;USA_G   | 22      | RUS_KEM;ITA_MET;ESP_KEM;RUS_BNY;DEU_KEM | 13    | BGR_TEX;CZS_WOO;FIN_TEX               | 3     | USA_K;USA_G;USA_L;USA_HAZ         | 4    |

A **"legjobbban teljesítő"** (legfeljebb) 5 db csomópontot – a számok azt adják meg, eredendően hány csomópont került a cellába (az alapján készült az előző diagram).

Ezt követően nézzük meg a **csúcsok**, **élek** számának, a hálózat **átmérőjének**, **sűrűségének**, a **fokszám átlagának** mozgását/változását (a jelentős nagyságrendi különbség miatt *skálázni kellett* ezeket a változókat).



Lecsökkent átmérő mellett növekvő, majd stagnáló csúcsszám, élszám, átlag fokszám, és így sűrűség. Ez azt kell, hogy jelentse, hogy a növekedett a hálózat skála független jellege – a "nagyok" (hub-ok) központi szerepe növekedett.

## Eloszlások

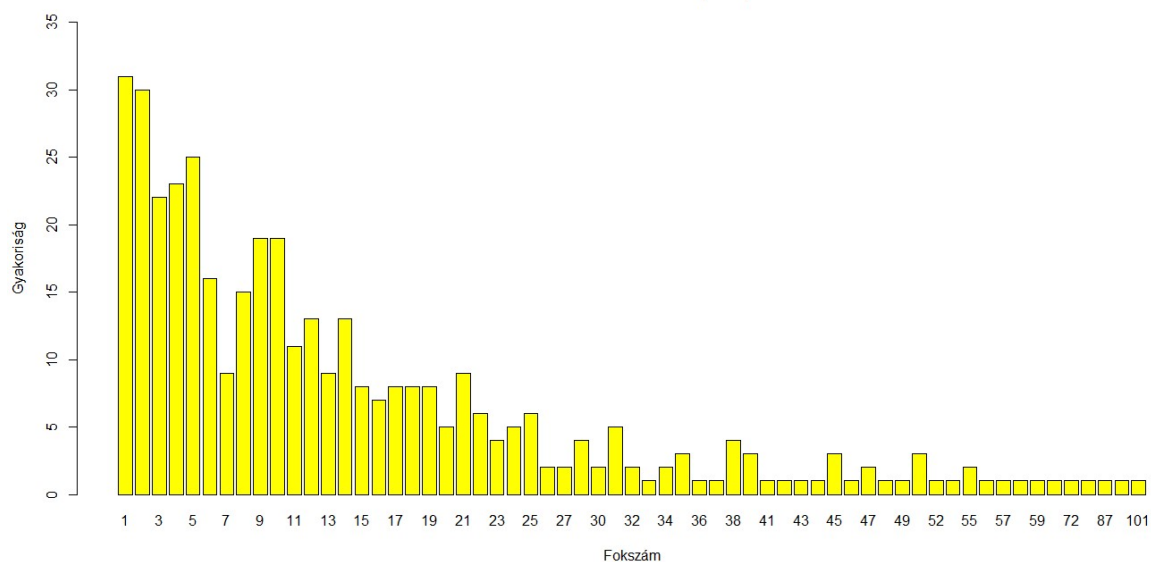
A fokszámeloszlás fontos a hálózat (fő) típusának megítélése szempontjából. Ugyanis a reguláris hálózatokban minden csomópont fokszáma azonos, a véletlen hálózatok (pl. Erdős-Rényi-féle) fokszámeloszlása binomiális (vagy Poisson típusú), Watts-Strogatz-féle (kisvilág) hálózatok fokszámeloszlását pedig a reguláris hálózatok és a véletlen hálózatok fokszámeloszlása "közé" helyezik. Mindhárom esetben jellemző, hogy van egy "jellemző" fokszám (tartomány) – az átlag fokszámhoz közeli érték/intervallum.

Ellenben a valós körülmények között kialakuló hálózatok nem ilyenek – tartalmaznak kevés igen nagy fokszámú és rengeteg igen kis fokszámú csomópontot. Ez utóbbiak eloszlása **negatív kitevős hatványfüggvény alakú**, az ilyen hálózatok a skálafüggetlen (Barabási-féle) hálózatok.

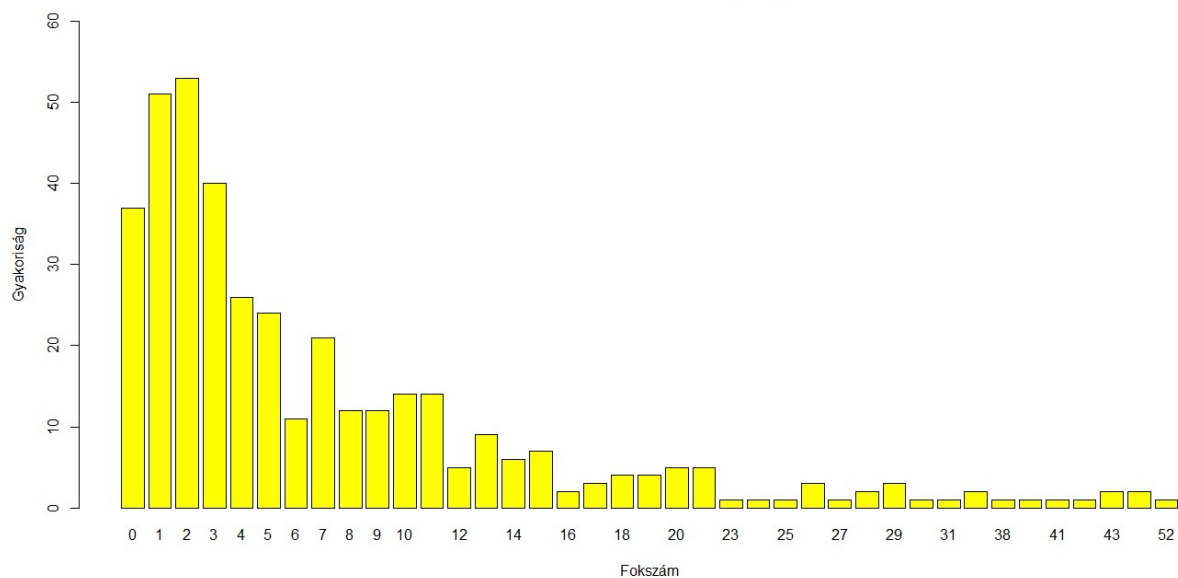
Az említett hálózat típusok más-más jellemző módon reagálnak a véletlen zavarokra és a célzott támadásokra. E tekintetben pl. a véletlen hálózatok "ellenálló képessége" (robosztussága) jobb a célzott támadások tekintetében, mint a skálafüggetleneké, a véletlen zavarok tekintetében éppen fordított a helyzet.

A jelenleg vizsgált hálózatnak meg lehet különböztetni össz (all), kimeneti (out), és bemeneti (in) fokszámeloszlásait, mindezt 26 db év viszonylatában (78) diagram... Mindet megnéztem egy ciklussal, valójában nagyon hasonlóak – a **skála független hálózatok** negatív kitevős hatványfüggvény alakját mutatják. Így itt most csak a 2012. év három (all, out, in) diagramját illeszttem be (valójában **fokszám gyakoriság** megoszlásokat, mert ezek szerintem informatívabbak, a lefutásuk pedig azonos).

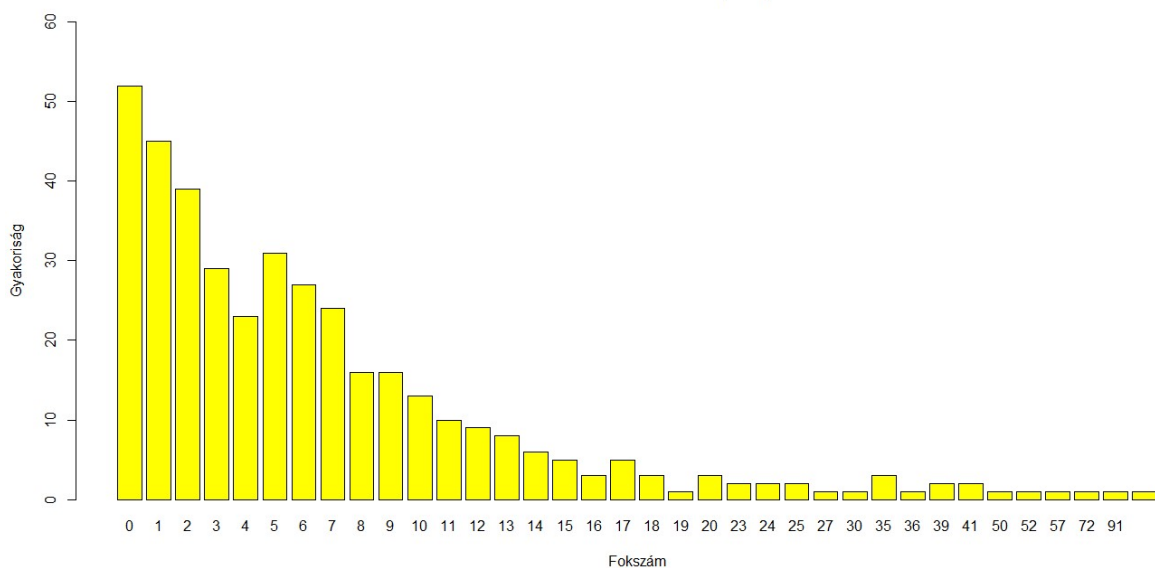
Össz-fokszámeloszlás (2012)



Kimenő fokszámeloszlás (2012)



Bemenő fokszámeloszlás (2012)



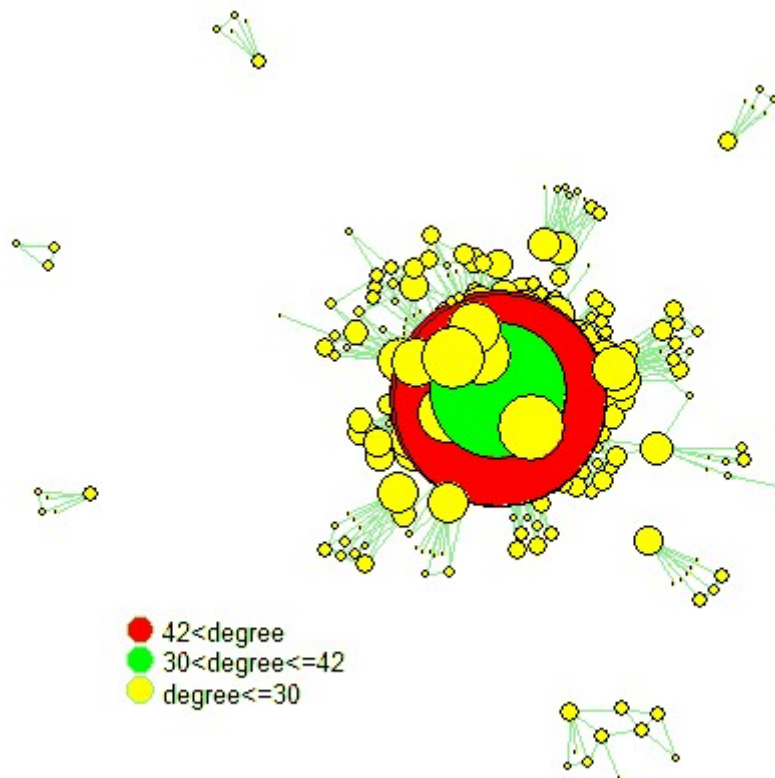
A hálózat legalapvetőbb adatai minden év vonatkozásában:

| év   | csúcsok | élek | átmérő   | átlag(all) | átlag(out) |
|------|---------|------|----------|------------|------------|
| 1995 | 346     | 1712 | 60978,75 | 9,8959     | 4,9479     |
| 1996 | 344     | 1719 | 61800,29 | 9,9941     | 4,9970     |
| 1997 | 343     | 1707 | 56020,23 | 9,9533     | 4,9766     |
| 1998 | 346     | 1690 | 57687,55 | 9,7687     | 4,8843     |
| 1999 | 341     | 1669 | 58899,98 | 9,7888     | 4,8944     |
| 2000 | 344     | 1714 | 55144,57 | 9,9651     | 4,9825     |
| 2001 | 345     | 1686 | 56435,84 | 9,7739     | 4,8869     |
| 2002 | 349     | 1736 | 71602,81 | 9,9484     | 4,9742     |
| 2003 | 362     | 1969 | 81651,53 | 10,878     | 5,4392     |
| 2004 | 366     | 2163 | 80466,9  | 11,8196    | 5,9098     |
| 2005 | 372     | 2280 | 19216,98 | 12,2580    | 6,1290     |
| 2006 | 380     | 2454 | 18888,79 | 12,9157    | 6,4578     |
| 2007 | 391     | 2714 | 23667    | 13,8823    | 6,9411     |
| 2008 | 391     | 2933 | 25669,66 | 15,0025    | 7,5012     |
| 2009 | 387     | 2532 | 21285,09 | 13,0852    | 6,5426     |
| 2010 | 388     | 2673 | 20554,44 | 13,7783    | 6,8891     |
| 2011 | 390     | 2955 | 23423,68 | 15,1538    | 7,5769     |
| 2012 | 390     | 2861 | 25755,53 | 14,6717    | 7,3358     |
| 2013 | 388     | 2925 | 26249,61 | 15,0773    | 7,5386     |
| 2014 | 389     | 2885 | 31566,68 | 14,832     | 7,4164     |
| 2015 | 381     | 2633 | 37834,39 | 13,8215    | 6,9107     |
| 2016 | 380     | 2608 | 34994,76 | 13,7263    | 6,8631     |
| 2017 | 385     | 2797 | 20133,75 | 14,5298    | 7,2649     |
| 2018 | 386     | 2938 | 24195,63 | 15,222     | 7,6113     |
| 2019 | 387     | 2894 | 22290,86 | 14,9560    | 7,4780     |
| 2020 | 385     | 2710 | 24415,48 | 14,0779    | 7,0389     |

Láthatóan kissé megnövekedett csúcsszám mellett az élek száma 60%-al növekedet meg ebben az időszakban és az **átlagos foksám** is 50%-al – sűrűbb lett a hálózat. No meg jócskán csökkent az átmérő, ami átstrukturálódásra utal – egyre nagyobb hub-ok alakultak (persze ugyan ez derült ki már előbb a skálázott adatok diagramjából is: 9 oldal).

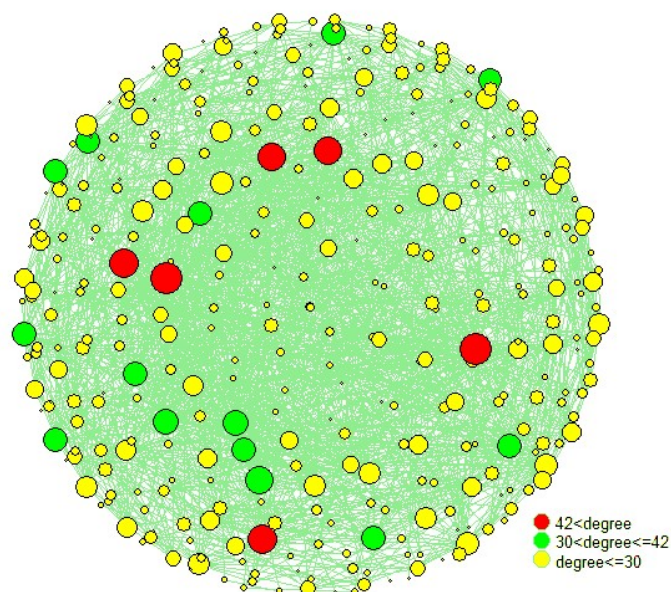
## Hálózatok és alhálózatok

Lássunk végre egy hálózat ábrát – először az **1995**-öst, a csúcsok mérete az összfokszámuk szerint van beállítva, a színek pedig ugyan csak a fokszám szerint három kategóriába rendezve (lásd a jelmagyarázatot).



Középen (éppen láthatóan) több hatalmas "piros" hub, illetve kisebb zöld és egyre apróbb sárga csúcsok. Továbbá látható (az 500-nál nagyobb cellaérték figyelembevételével) több kis sziget (a neveket bekapcsolva felderítettem kik ők), leginkább agrár, illetve élelmiszer szektorokkal. Balról indulva 8 óránál a **Balti** ország csoport; 10 óránál **Fehéroroszország**; 11 óránál **Bulgária**; 1 óránál Jugoszlávia két tagországa (**Horvátország, Szlovénia**); 4 óránál **Magyarország**; 5 óránál **Ukrajna**.

Nézzük meg, hány ("**piros**") hub van. Ehhez egy másik elrendezést választok, illetve a csomópont méret az összfokszám négyzetgyökének másfélszerese szerinti (a színek a korábbi módon).



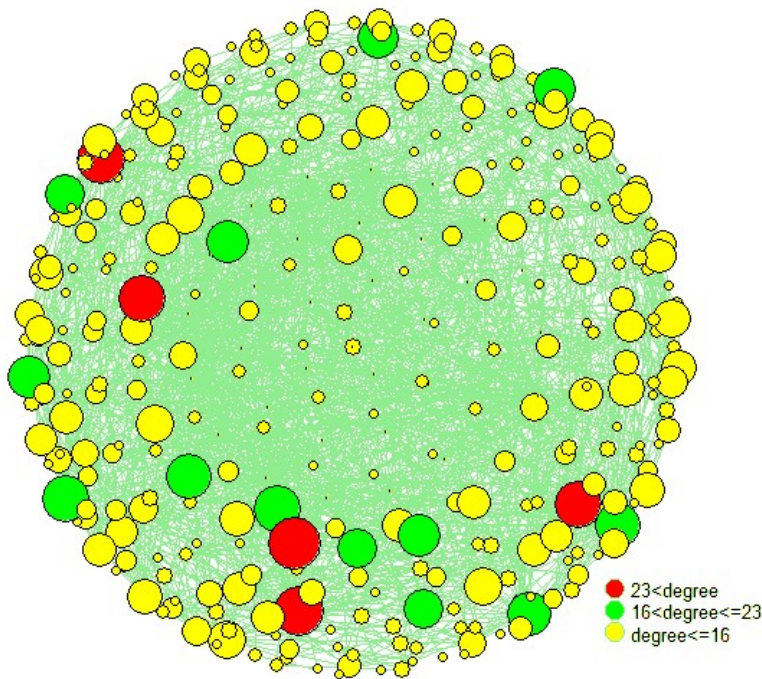
Tehát hatan vannak a hub-nak tekinthető csúcsok, a második nagy táblából ötöt már név szerint ismerünk is, de nézzük ismét a neveiket (összfokszámukkal együtt):

```
> sort(degree(g, mode="all")[degree(g, mode="all")>42])
```

|         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| FRA_HAZ | GBR_HAZ | DEU_KEM | USA_KEM | USA_HAZ | DEU_HAZ |
| 43      | 43      | 46      | 48      | 56      | 57      |

Négy végfelhasználó szektor is köztük van (HAZ) – nem is a legkisebbek, így érdemes inkább vizsgálni az eladások (kimenő fokszámok) viszonylatában.

A méret beállítás a kimenő fokszám háromszorosa, a színek tekintetében a jelmagyarázat igazít el.



A hub-nak tekinthető csúcsok pirossal színezve – a második nagy táblában már szerepel a nevük (ott is érték szerint rendezve ráadásul), de íme ismét (kimenő fokszámukkal együtt):

```
> sort(degree(g, mode="out")[degree(g, mode="out")>23])
```

|       |         |       |         |       |
|-------|---------|-------|---------|-------|
| DEU_G | USA_KEM | FRA_G | DEU_KEM | USA_G |
| 24    | 24      | 25    | 26      | 29    |

### Ki/kik vannak a központban?

Nézzünk meg más közösségi mutatókat is, alkalmazva a korábban kimódolt határokat:

```
> sort(betweenness(g)[betweenness(g)>4500])
```

|         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| KIN_ELE | USA_MET | USA_KEM | USA_ELE | DEU_MET |
| 4592    | 5354    | 5383    | 5415    | 5950    |

```
> sort(closeness(g, mode = c("out"))[closeness(g, mode = c("out"))
```

```
+ [!is.na(closeness(g, mode = c("out")))]>.00186])
```

|             |             |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| FIN_ELE     | PRT_BNY     | IRL_TEX     | ROU_TEX     | JUG_I       |
| 0.001878310 | 0.001911537 | 0.001953397 | 0.001958715 | 0.001964254 |

```
> sort(eigen_centrality(g)$vector[eigen_centrality(g)$vector>.28]) # inkább vevő centrikus most...
```

|           |           |           |           |         |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| USA_FOO   | USA_K     | USA_G     | USA_L     | USA_HAZ |
| 0.2942496 | 0.3724904 | 0.5346175 | 0.7527632 | 1.00    |

Mit mutat az ego (egyes fokozaton)?

```
> ne<-V(g)$name[ego_size(g, order = 1, mode="out")>24]
```

```
> er<-ego_size(g, order = 1, mode="out")[ego_size(g, order = 1, mode="out")>24]
```

```
> eg<-as.data.frame(cbind(ne,er))
```

```
> eg<-eg[order(eg$er, decreasing = FALSE), ]
```

```
DEU_G 25; USA_KEM 25; FRA_G 26; DEU_KEM 27; USA_G 30
```

Nyilván azt, mint a kimenő fokszám (csak ebben az adott csúcs önön maga is benne van)... Szeretném kiválasztani, melyik a legmarkánsabb hub. Nem egyértelmű számomra ezek alapján. Minden esetre a fokszámot (degree) és a betweenness-t favorizálom...

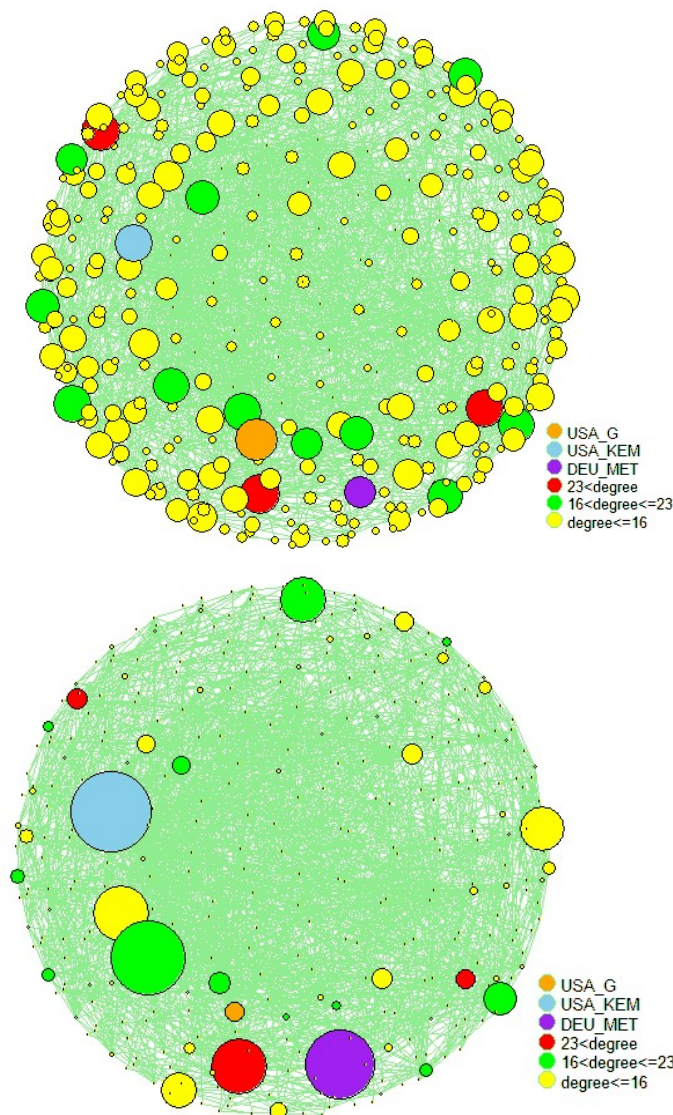
A **USA\_G** fokszámában a legjobb, az eigen\_centralitá tekintetében a harmadik, a **USA\_KEM** is elég jó fokszámában és betweenness tekintetében a negyedik, illetve a **DEU\_MET** első betweenness-ben (!) – igaz a kimenő fokszáma csak 17...

```
> degree(g, mode="out")[V(g)$name=="DEU_MET"]
```

DEU\_MET

17

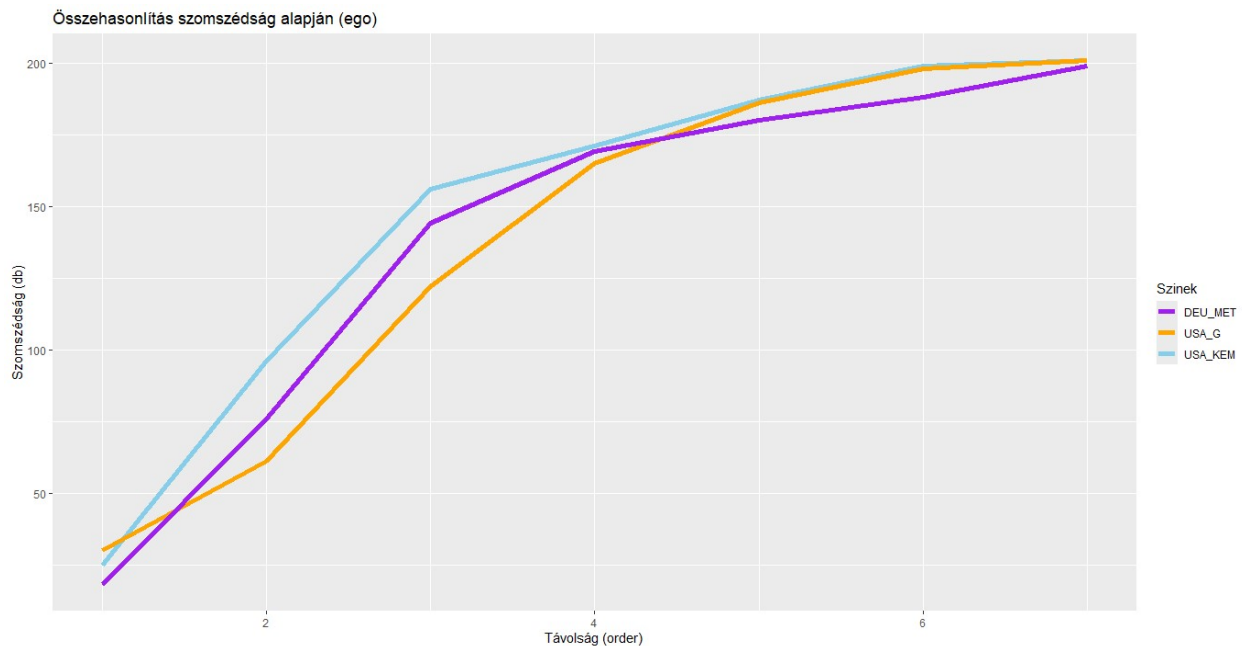
Nézzük meg őket a hálózatban. A színek a jelmagyarázat szerint, a csúcsok mérete az **első** diagramnál fokszám szerinti (out), a **másodiknál** pedig a skálázott fokszám (out) és a skálázott betweenness összegének (negatív tartományból kiemelt), hatványozott, súlyozott értéke szerinti.



Nos, úgy tűnik az égszínkék a nyerő... De nézzünk még egy összehasonlítást kimenő (out) szomszédság létszám, illetve annak távolság (order) függő növekedése alapján. Kigyűjtöttem az adatokat egy táblába:

```
egord <- data.frame(USA_KEM=0L,USA_G=0L,DEU_MET=0L)
centr<-c("USA_G","USA_KEM","DEU_MET")
for (orn in 1:7) {
  for (nam in centr) {
    egord[orn,nam]<-ego_size(g, order = orn, mode="out")[V(g)$name==nam]
  }
}
```

Íme a diagram:



Ahogy sejthető volt, az elején az USA\_G jobb, de utána élre tör az USA\_KEM, és tartja is ezt az előnyét. Nyilván a végére mindegyik görbe stagnál (200 magasságban) és összetart, hiszen ugyanabból a hálóból "gazdálkodnak". Mindenesetre a távolság 2,3 értékénél az égszínkék a nyerő...

Tehát **USA\_KEM**. Az ehhez tartozó alhálózat felderítése a cél.

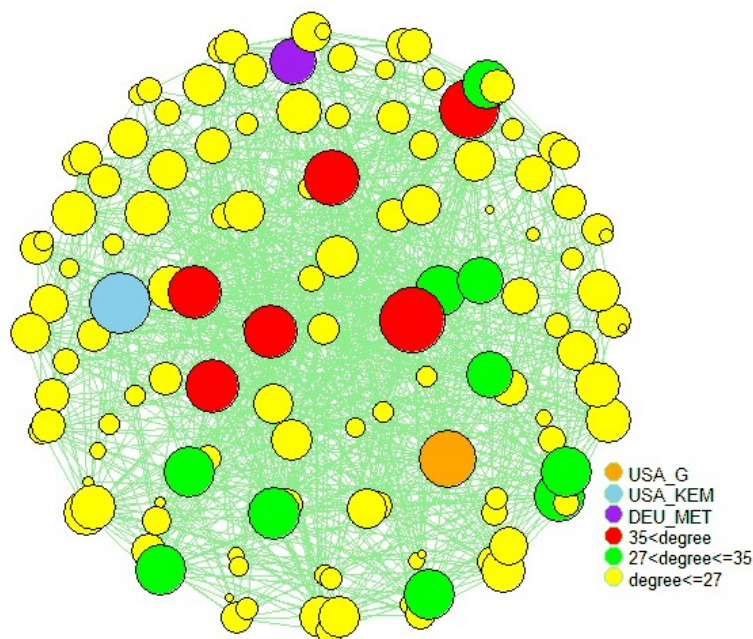
### Az USA\_KEM alhálózata

Az alhálózat kialakítása a második szomszédságig (order=2 paraméterrel) készült, illetve vizsgálatnál az USA\_KEM teljes alhálózatát figyelembe veszem (out, in).

Ahogy várható volt az USA\_G része az USA\_KEM alhálózatának, sőt a DEU\_MET is.

```
> V(ego2g)$name[V(ego2g)$name=="USA_G"]  
[1] "USA_G"
```

Az alhálózat struktúra ábrájában fessük meg őket a szokott színekkel. A csomópontok mérete a fokszám gyökének háromszorosa a színek a jelmagyarázat szerint.



Van egy igen nagy piros csomópont, az a legnagyobb – az eddigiek alapján inkább vásárló lehet)...

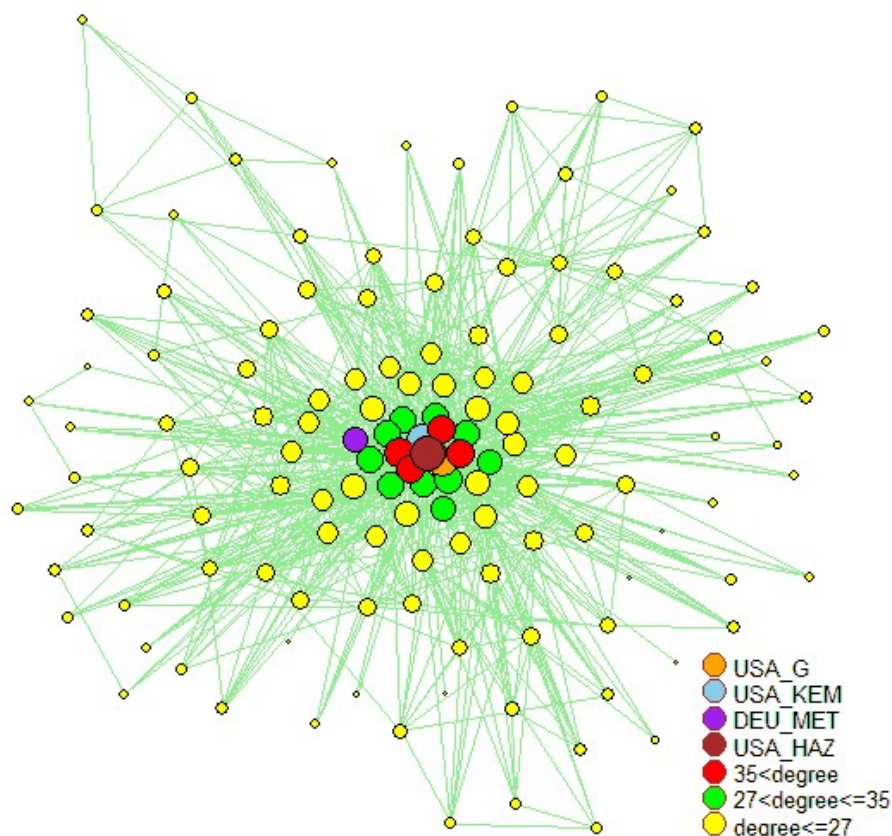
```
> max(degree(ego2g, mode="all"))
[1] 56
> V(ego2g)$name[degree(ego2g, mode="all")==56]
[1] "USA_HAZ"
```

Igen, az egyik végfelhasználóról van szó. Eladásai nincsenek, ebben a hálózatban főleg (cellaérték>500).

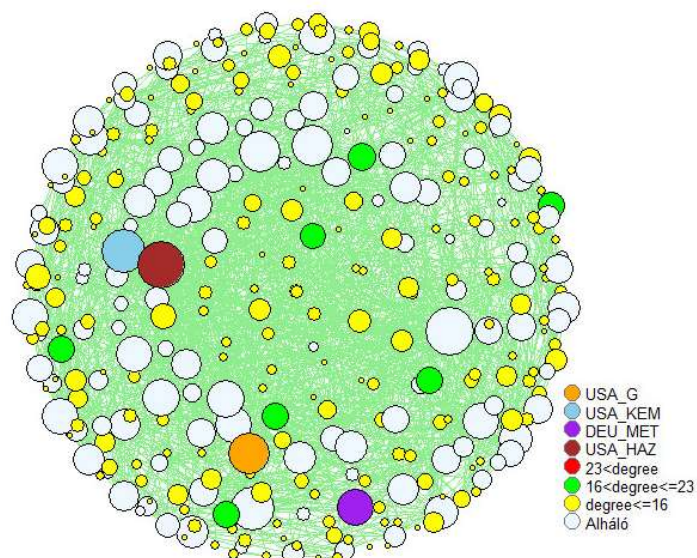
```
> degree(ego2g, mode="out")[V(ego2g)$name=="USA_HAZ"]
```

**USA\_HAZ : 0**

Fessük meg a végfelhasználót (legyen **barna**) és alkalmazzunk egy másik nézetet – egyébként a beállítások maradnak.

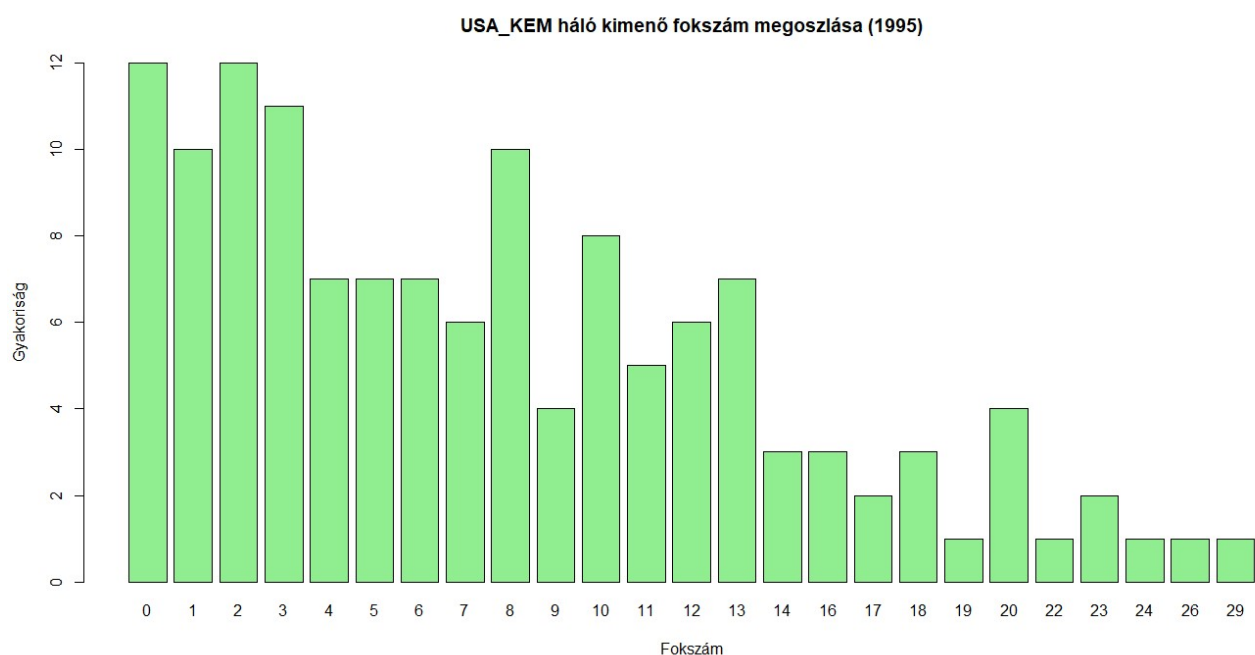
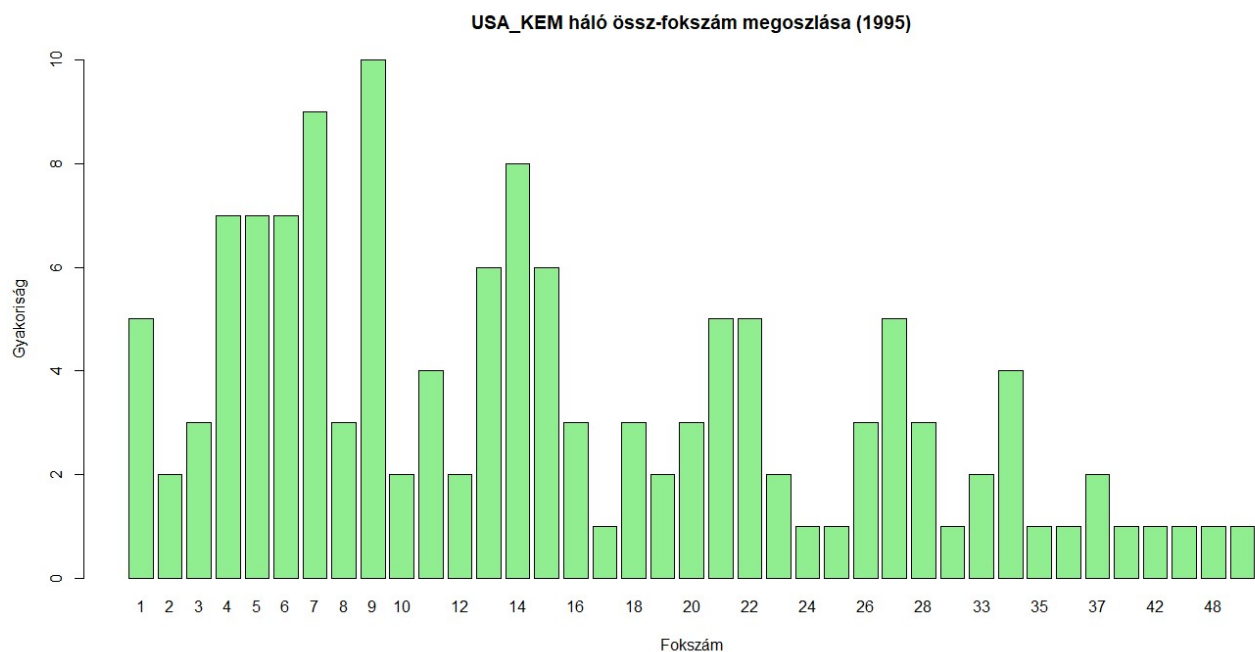


Mindegyik hub közepén, az USA\_HAZ is mint végfelhasználó. Ez az alhálózat erősen centrálisnak tűnik, szigetek nincsenek. Bár elég sűrű a centrumot elkerülő élhálózat is. Nézzük, meg hogyan fest a vizsgált **alhálózat az eredetiben** – a méret fokszám szerint, a színek a jelmagyarázatban.



Mivel nem látni **piros** csomópontot, arra következtethetünk, hogy a nagyobb foksámú csúcsok, mind a szóban lévő alhálózathoz tartoznak – a "maradék" hálózatban csak az "apraja" maradt ( $\leq 23$ , de a zöldeknek is csak a 60%-a – a korábbi azonos határparaméterű táblázat szerint).

Az **alhálózat foksám megoszlásai** (all, out) pedig a következőképpen festenek:



Ezek nem kimondottan negatív kitevős hatvány lefutásúak... Ezek szerint a vizsgált alhálózatban elég sok a nem centrális él is.

Nézzük meg a sűrűségeket:

```
> edge_density(g) # Eredeti hálózat
```

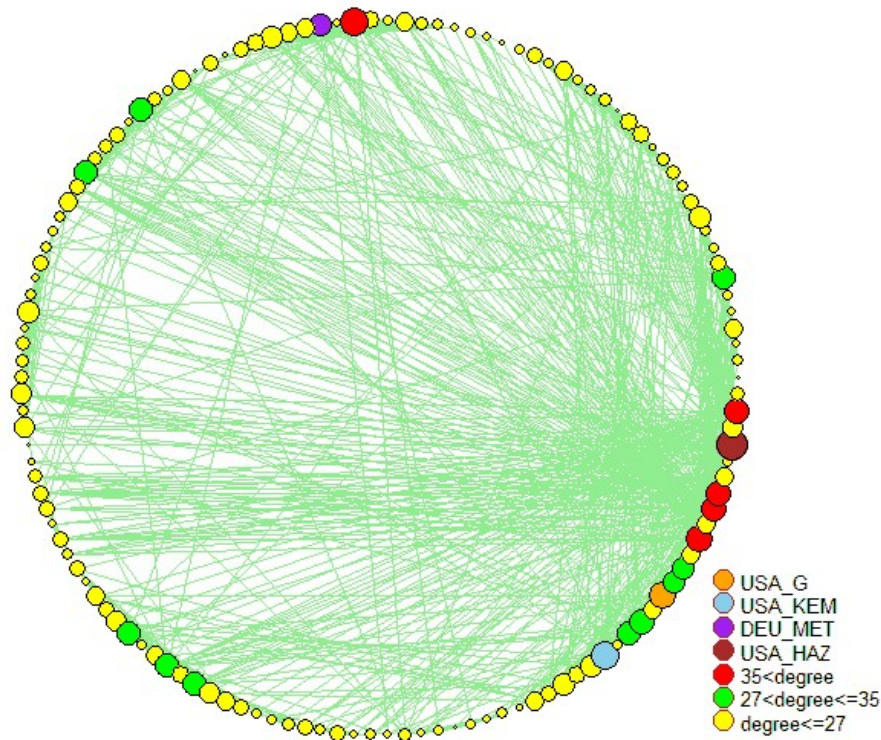
```
[1] 0.01434196
```

```
> edge_density(ego2g) # Alhálózat
```

```
[1] 0.05902817
```

Valóban, az alhálózat **több mint 4 szer sűrűbb** (4.1157), inkább "**kisvilág**" jellege van.

Íme a "kisvilág" stílusú diagram:



A fő vásárlók (végfelhasználók) irányú élek a legsűrűbbek, azonban jelentős kapcsolatok sejlenek a piros, zöld, sárga csomópontok között is.

### Hub kiválasztás – idősoros lista, diagram

A központi mag csomópontjainak (hub-ok) kiszűrésére – az adatok szemrevételezésén túl – alapvetően egy összetett mutató számot (M) használtam a fentiekben. Konkrétan ezt az értéket:

```
> M <- scale(betweenness(g))+scale(degree(g, mode="out"))
> V(g)$name[M==max(M)]
[1] "USA_KEM"
```

(Melyet a gráf ábra végett még kozmetikáztam kicsit.)

A választást egy grafikon is visszaigazolta, mely a kimenő (out) szomszédság létszám, illetve annak távolság (order) függő növekedése alapján készült.

Most egy listába gyűjtöm évenként (1995-2020), kik e tekintetben (M) az éllovasok.

A lista:

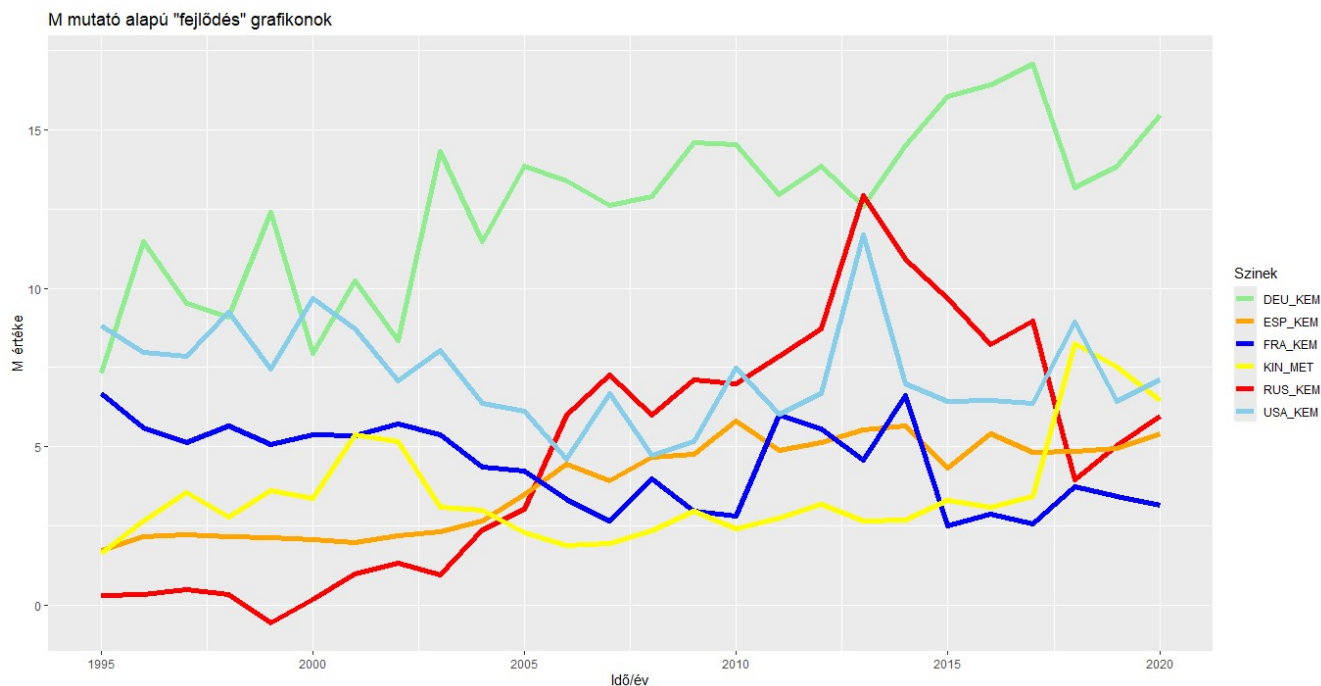
|         |         |         |         |         |         |         |       |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| 1995    | 1996    | 1997    | 1998    | 1999    | 2000    | 2001    | 2002  |
| USA_KEM | DEU_KEM | DEU_KEM | USA_KEM | DEU_KEM | USA_KEM | DEU_KEM | USA_K |
| 2003    | 2004    | 2005    | 2006    | 2007    | 2008    | 2009    |       |
| DEU_KEM | DEU_KEM | DEU_KEM | DEU_KEM | DEU_KEM | DEU_KEM | DEU_KEM |       |
| 2010    | 2011    | 2012    | 2013    | 2014    | 2015    |         |       |
| DEU_KEM | DEU_KEM | DEU_KEM | RUS_KEM | DEU_KEM | DEU_KEM |         |       |
| 2016    | 2017    | 2018    | 2019    | 2020    |         |         |       |
| DEU_KEM | DEU_KEM | DEU_KEM | DEU_KEM | DEU_KEM |         |         |       |

Ennek alapján szinte minden évre elemezhetném a DEU\_KEM alhálózatát, biztos "izgalmas" lenne – DE se a méretbe, se az időbe nem fér bele...

Nos, ez alig-alig különbözik a maximális betweenness-ek listájától (lást előbb), szemben a maximális kimenő fokszámok listájával, melyben szinte végig az USA\_G áll az élen (egyedül 2007-ben az USA\_K). Itt pedig DEU\_KEM dömping van. Figyelemre méltó viszont, hogy 2013-ban a RUS\_KEM az első.

Böngészve kicsit a "**legjobban teljesítők**" táblázatát (lásd előbb: 8 oldal) látható, hogy 2010-körül megjelennek az oroszok ("már a spájzban vannak" :-)): RUS\_MET, RUS\_KEM. A RUS\_KEM betweenness tekintetében többször a második helyen van. De feltűnnek a spanyolok (ESP\_KEM), franciák (FRA\_KEM) és a 20-as évek vége felé a kínaiak (KIN\_MET).

A következő diagram szemlélteti a USA\_KEM, DEU\_KEM, RUS\_KEM, ESP\_KEM, FRA\_KEM, KIN\_MET időbeni "fejlődését" az említett **M mutató** alapján.



Valóban a DEU\_KEM (mint "fő" hub) szárnyal a legmagasabban – igaz 1995-ben az USA\_KEM megelőzte... – 2013-ben meg a RUS\_KEM.

## Gondolatok a súlyozott kimeneti és bemeneti fokszámok kapcsán

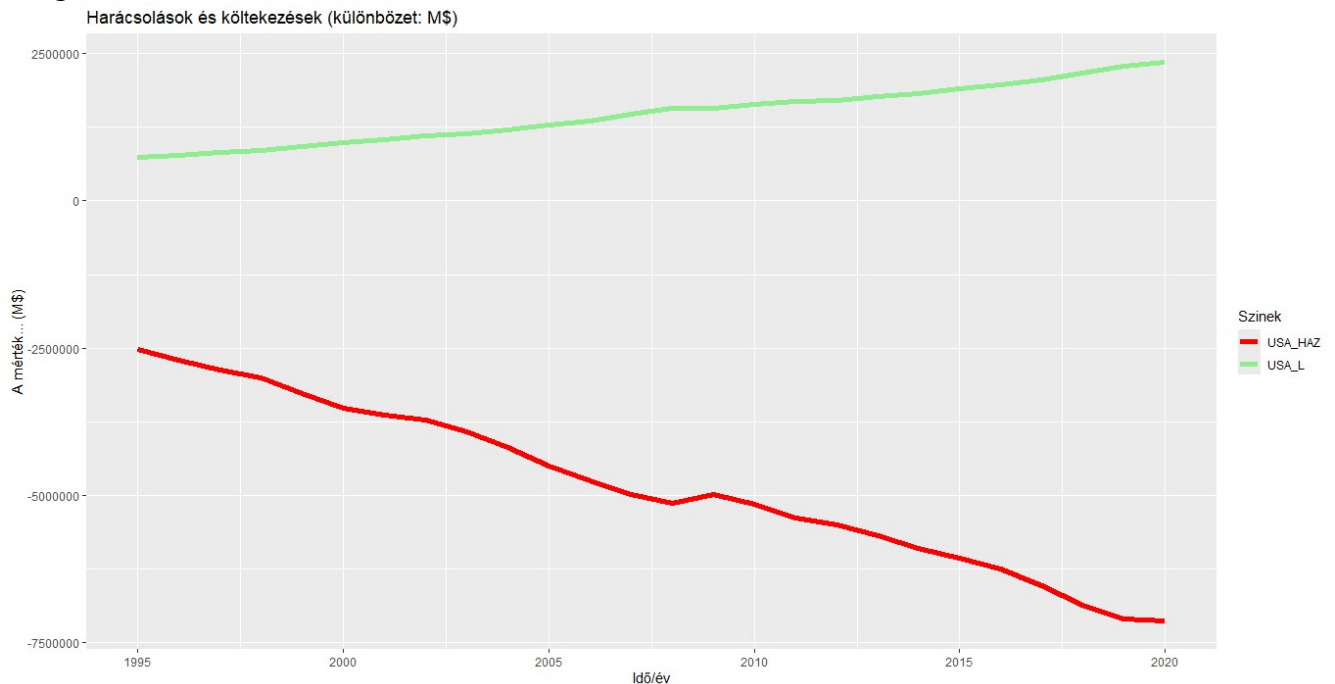
A ki és bemeneti erősségek (strength) **különbsége** (gondolom) lehet valami haszonhoz közeli mutató. Nyilván csak laza értelemben – figyelembe véve, hogy a vizsgált hálózatok 500-nál nagyobb cellaértékűek. Megjegyzem az összeg nulla közeli - negatív, hiszen hiányoznak a kisebb értékű eladások... Külön vizsgálom a pozitív és negatív eseteket, kigyűjtve a maximumot illetve minimumot (nevekkel) és az átlagokat. Valahogy így (a 2020-as eset):

```
eladas<-strength(g, mode="out")
vasarlas<-strength(g, mode="in")
hdelta<-eladas-vasarlas
> sum(hdelta)
[1] -1.26056e-09
> V(g)$name[hdelta==max(hdelta[hdelta>0])];max(hdelta[hdelta>0]) # maxN; maxE
[1] "USA_L"
[1] 2362611
> V(g)$name[hdelta==min(hdelta[hdelta<0])];min(hdelta[hdelta<0]) # minN, minE
[1] "USA_HAZ"
[1] -7145463
> mean(hdelta[hdelta>0]);mean(hdelta[hdelta<0]) # pozatl; minatl
[1] 62493.88
[1] -245969.5
```

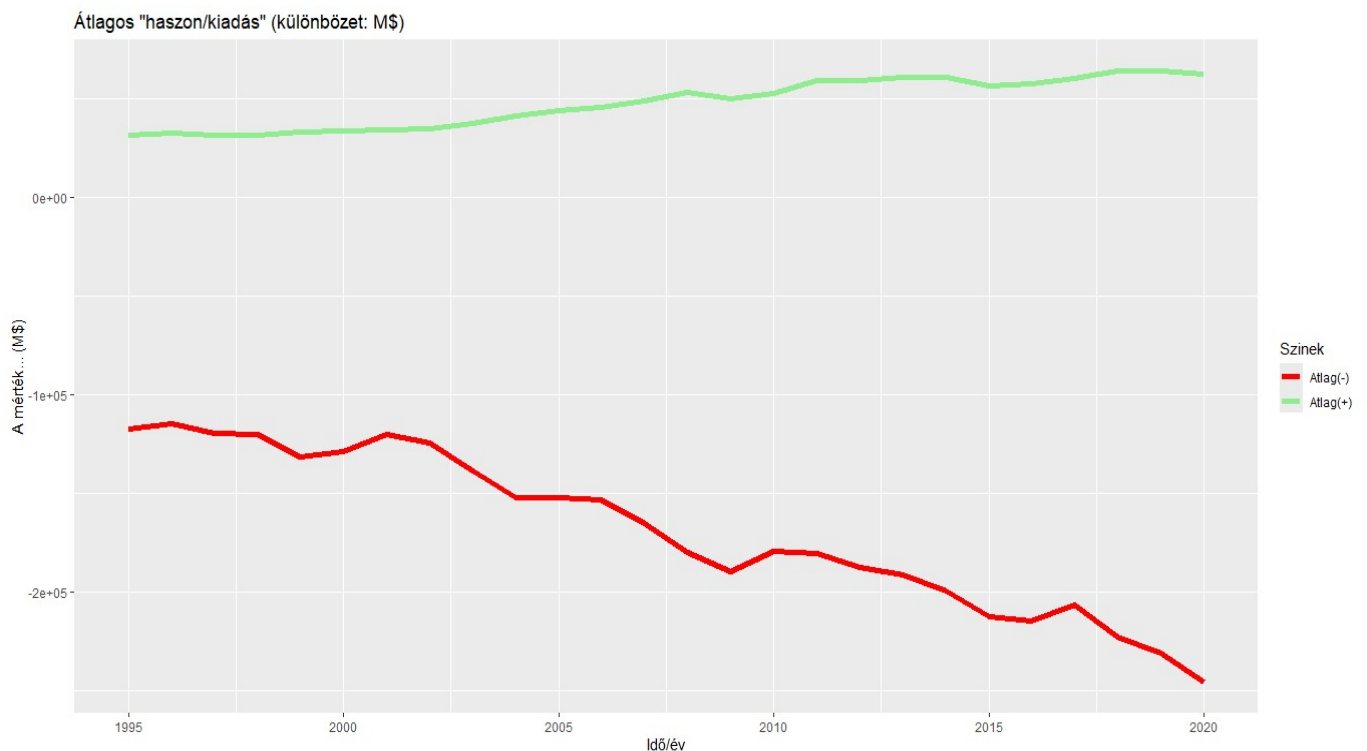
Kigyűjtöttem a teljes időszakra (1995-2020) – a jóléti társadalom mintázata...

|      | maxN  | maxE     | minN    | minE     | pozatl   | minatl  |
|------|-------|----------|---------|----------|----------|---------|
| 1995 | USA_L | 742228,8 | USA_HAZ | -2532362 | 31388,03 | -117383 |
| 1996 | USA_L | 777271,8 | USA_HAZ | -2711357 | 32490,95 | -114573 |
| 1997 | USA_L | 823172   | USA_HAZ | -2874425 | 31218,04 | -119596 |
| 1998 | USA_L | 859242,5 | USA_HAZ | -3013375 | 31020,82 | -120151 |
| 1999 | USA_L | 920782,9 | USA_HAZ | -3270547 | 32843,04 | -131855 |
| 2000 | USA_L | 984801,1 | USA_HAZ | -3523080 | 33559,72 | -129039 |
| 2001 | USA_L | 1047588  | USA_HAZ | -3648399 | 34027,78 | -120440 |
| 2002 | USA_L | 1099664  | USA_HAZ | -3729900 | 34716,65 | -124706 |
| 2003 | USA_L | 1140037  | USA_HAZ | -3923102 | 37457,78 | -138642 |
| 2004 | USA_L | 1211870  | USA_HAZ | -4192912 | 41305,6  | -152513 |
| 2005 | USA_L | 1293701  | USA_HAZ | -4511020 | 43733,85 | -152278 |
| 2006 | USA_L | 1352170  | USA_HAZ | -4756228 | 45479,82 | -153168 |
| 2007 | USA_L | 1475098  | USA_HAZ | -4996242 | 48720,43 | -165321 |
| 2008 | USA_L | 1579867  | USA_HAZ | -5136722 | 53096,69 | -180171 |
| 2009 | USA_L | 1581917  | USA_HAZ | -4988698 | 49478,68 | -189874 |
| 2010 | USA_L | 1636254  | USA_HAZ | -5156012 | 52663,06 | -179533 |
| 2011 | USA_L | 1694406  | USA_HAZ | -5382452 | 58906,67 | -180402 |
| 2012 | USA_L | 1713600  | USA_HAZ | -5504999 | 58734,59 | -187572 |
| 2013 | USA_L | 1778529  | USA_HAZ | -5685400 | 60416,95 | -191645 |
| 2014 | USA_L | 1826262  | USA_HAZ | -5909524 | 60862,24 | -199307 |
| 2015 | USA_L | 1899996  | USA_HAZ | -6070119 | 56478,76 | -212501 |
| 2016 | USA_L | 1972027  | USA_HAZ | -6251671 | 57207,81 | -214529 |
| 2017 | USA_L | 2050531  | USA_HAZ | -6539774 | 60262,82 | -206417 |
| 2018 | USA_L | 2168204  | USA_HAZ | -6867907 | 63881,34 | -222842 |
| 2019 | USA_L | 2284884  | USA_HAZ | -7101178 | 64049,49 | -231036 |
| 2020 | USA_L | 2362611  | USA_HAZ | -7145463 | 62493,88 | -245970 |

A végfelhasználó persze vásárol... De az élen a költekezésben – minden évben – az USA\_HAZ. Az L az ingatlanügyletek szektorát jelenti. Az élen a harácsolásban – minden évben – az USA\_L. Két grafikon:



A maximumok mozgása – pocskéolás és a maximalista haszon. **Elgondolkodtató...**



Habár az átlagos "haszon" enyhébben nő (azoknak, akinek van), mint az átlagos "negatív haszon", de az olló nyílik. Ami végül is a pocskéolás növekedésére, értelmetlen költekezésre utal.

Ezzel a hálókalandnak vég – jó szórakozás volt.

Tanulság: Az egyre sűrűbb gazdasági tülekedésben a nagyok egyre nagyobbak.