



Analiza socialnih omrežij

Označena omrežja

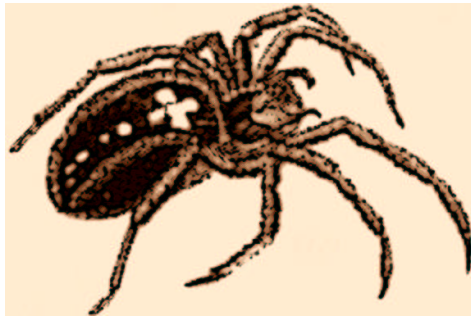
Časovna omrežja

Bločno modeliranje

Andrej Mrvar (FDV)

Doktorski študij

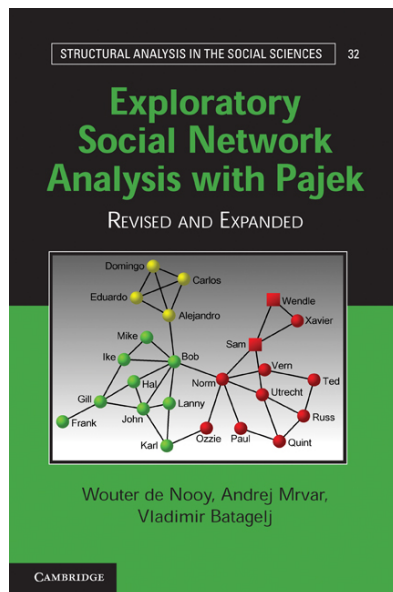
Pajek



Pajek je programski paket za Windows 32 in 64, ki omogoča analizo *velikih omrežij*.

Program je prosto dostopen na naslovu:

<http://mrvar.fdv.uni-lj.si/pajek/>



de Nooy, Mrvar, Batagelj (2011):

Exploratory Social Network Analysis with Pajek

Cambridge University Press, New York.

Označena omrežja

Označeno omrežje je omrežje, kjer imamo dve vrsti povezav: pozitivne (*ima rad*) in negativne (*ne mara*). Za vsako označeno omrežje si lahko postavimo naslednje vprašanje:

Ali je mogoče vse točke omrežja razvrstiti v dve ali več ločenih skupin, tako da bo vsaka povezava, ki povezuje poljubni točki iz iste skupine, pozitivna, medtem ko bo vsaka povezava, ki povezuje poljubni točki, ki pripadata različnima skupinama, negativna.

Če obstaja taka razvrstitev točk omrežja, rečemo, da je omrežje **razcepno** (partitionable, clusterable). Še posebej pomembna pa so omrežja, pri katerih je mogoče točke razvrstiti v natanko dve ločeni skupini. Taka omrežja se imenujejo **uravnotežena** (balanced).

Na primeru množice ljudi, ki so si sovražniki ali prijatelji, bi *uravnoteženost* pomenila, da obstajata dve skupini ljudi, ki sta taki, da so v vsaki od njih njeni člani med seboj sami prijatelji, medtem ko noben član skupine nima

prijatelja v drugi skupini. Taka situacija je zelo stabilna, saj v tem primeru ne prihaja do trenj: ne more se zgoditi, da bi obstajala oseba, ki bi bila z dvema osebama, ki sta med seboj v prijateljskem odnosu, v nasprotnem odnosu (z eno osebo prijatelj, z drugo pa sovražnik).

Dostikrat se zgodi, da omrežje ni razcepno. V tem primeru bomo skušali poiskati razvrstitev točk omrežja, ki je najbližja idealni, to je razvrstitev, ki ima najmanjše možno število napak. Za napako bomo šteli:

- vsako negativno povezavo med točkama v okviru iste skupine (negativna napaka) in
- vsako pozitivno povezavo med točkama, ki sta v različnih skupinah (pozitivna napaka) .

Primer: Sampsonovi menihi

Sampson je preučeval odnose med 18 menihi v samostanu New England: Sampson, S (1969): *Crysis in a cloister*. Unpublished doctoral dissertation. Cornell University (sampson.net).

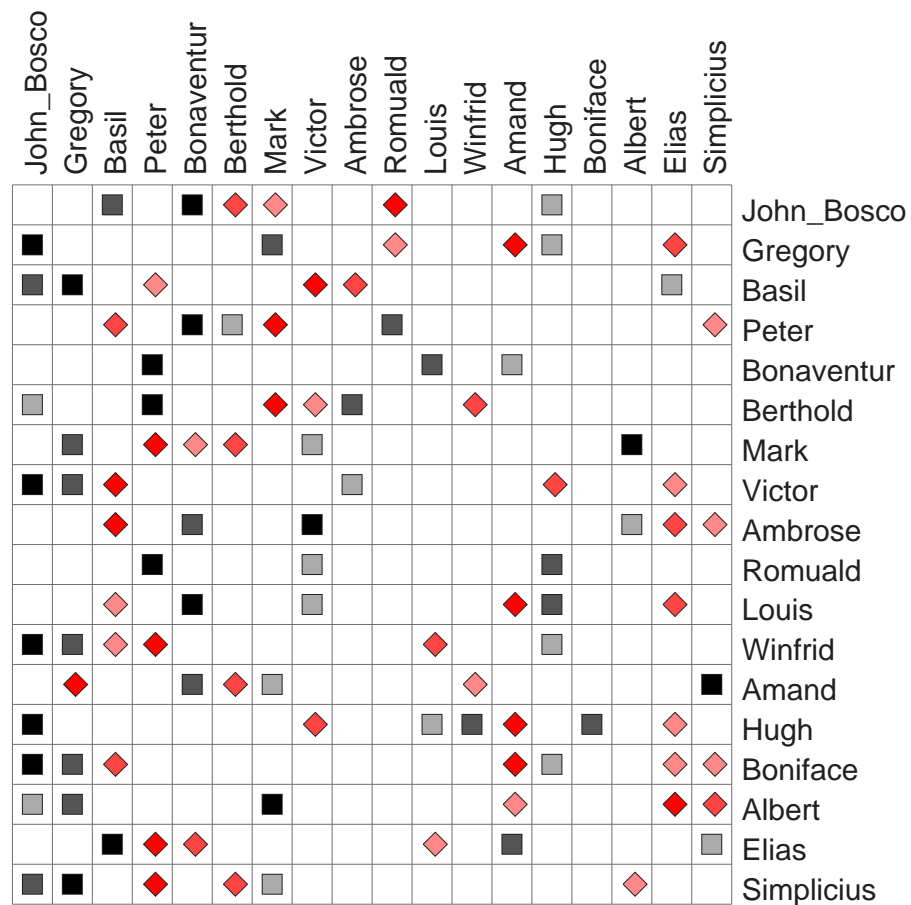
Izmeril je več relacij med njimi, npr prijateljstvo (affect), spoštovanje (esteem), vplivnost (influence), odobravanje (sanction).

Relacije so podane v treh časovnih točkah T_2 , T_3 in T_4 .

Sampson je relacije med menihi podal v obliki označenih omrežij. Vsak menih je izbral 3 druge, s katerimi se najbolje razume, in jih ocenil z vrednostmi 1, 2 ali 3, kjer 3 pomeni najmočnejše, 1 pa najšibkejše prijateljstvo. Prav tako je vsak izbral 3 menihe, s katerimi se najslabše razume in jih ocenil z vrednostmi -1 , -2 in -3 , kjer spet -3 pomeni najmočnejše, -1 pa najšibkejše sovraštvo.

Relacija prijateljstva med menihi v času T_2

(pozitivne povezave črni kvadrati, negativne rdeči rombi):



Rezultati

Tabela prikazuje skupno napako za relacijo prijateljstva za razvrstitve v vseh treh časovnih točkah.

Št. skupin	T_2	T_3	T_4
1	48.5	48.0	47.0
2	21.5	16.0	12.5
3	17.5	11.0	10.5
4	19.0	13.5	12.5
5	20.5	16.0	15.0

Opazimo:

- Katerokoli število skupin izberemo, ugotovimo, da je neuravnoteženost v času T_3 manjša od tiste v času T_2 in neuravnoteženost v času T_4 manjša od neuravnoteženosti v času T_3 . Zaključek: neuravnoteženost se s časom res zmanjšuje, kar pomeni večanje stabilnosti razvrstitve.

- Katerokoli časovno točko izberemo, dobimo najmanjšo neuravnoteženost pri razvrstitvi menihov v tri skupine. Torej lahko pričakujemo, da je razvrstitev menihov v tri skupine nekako najbolj naravna.

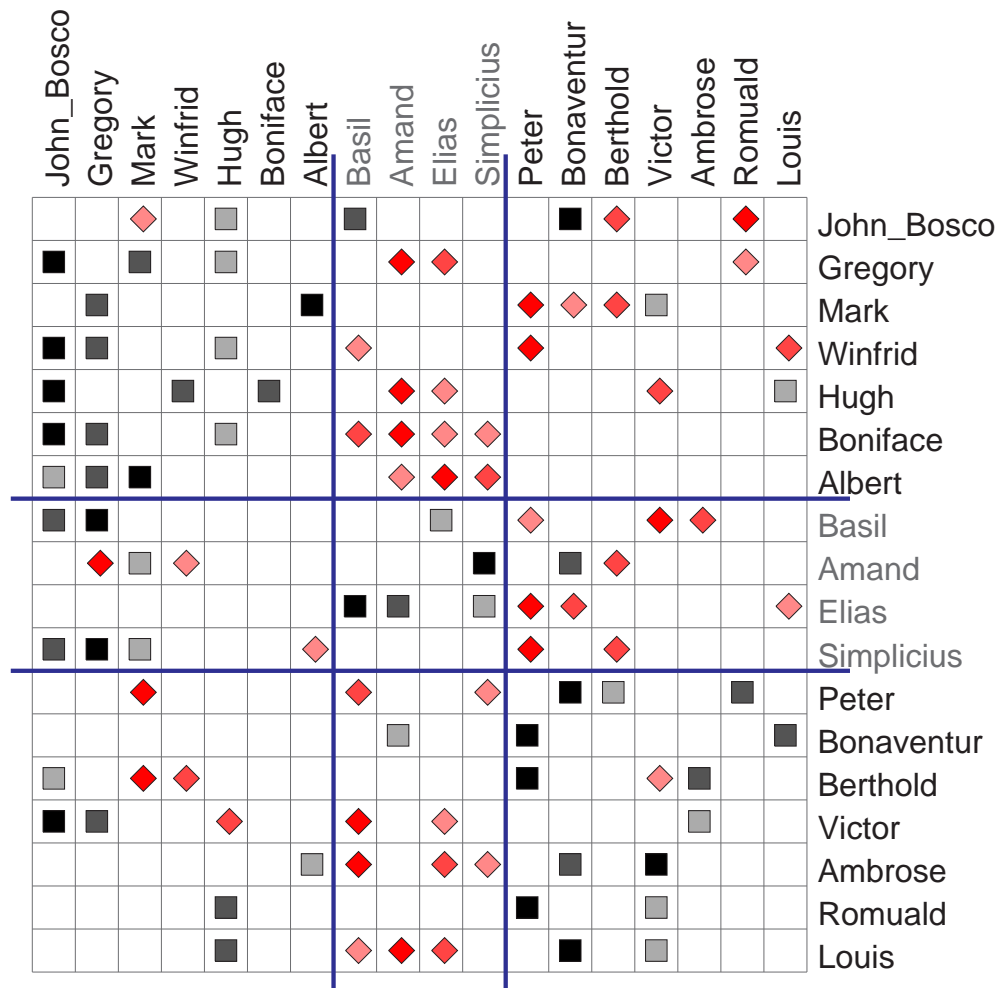
Poglejmo torej, kakšna je razvrstitev v tri skupine. Rezultat je zanimiv iz dveh vidikov:

- Razvrstitev v tri skupine je v vseh treh časovnih točkah enaka.
- Razvrstitev je kar enaka tisti, do katere je prišel Sampson na osnovi opazovanja.

Ta, morda nekoliko presenetljivi rezultat pomeni, da se skupine s časom niso spreminjale, le odnosi med skupinami so se "kristalizirali":

- več parov znotraj skupin je pozitivnih in več parov med skupinami je negativnih;
- negativni pari znotraj skupin in pozitivni pari med skupinami so šibkejši.

Permutirana matrika v času T_2 :

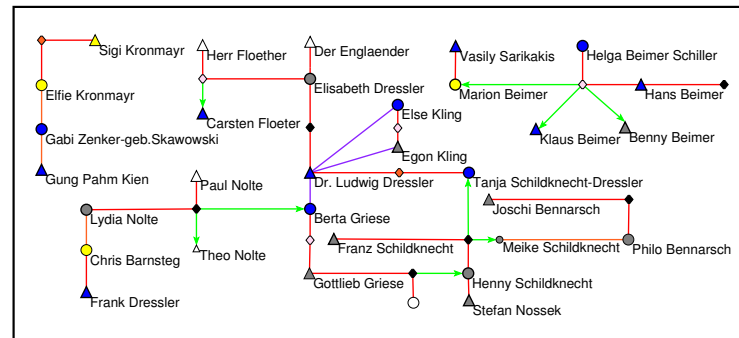
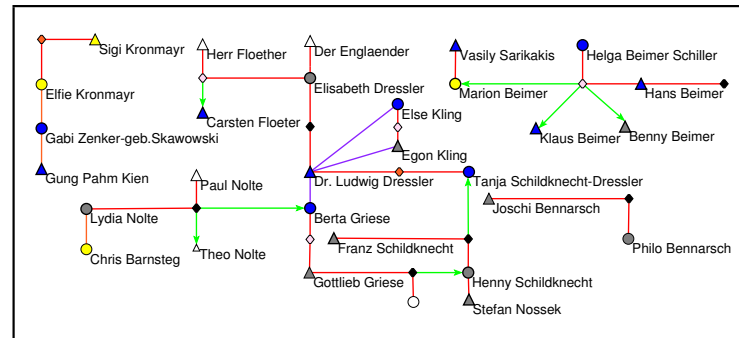
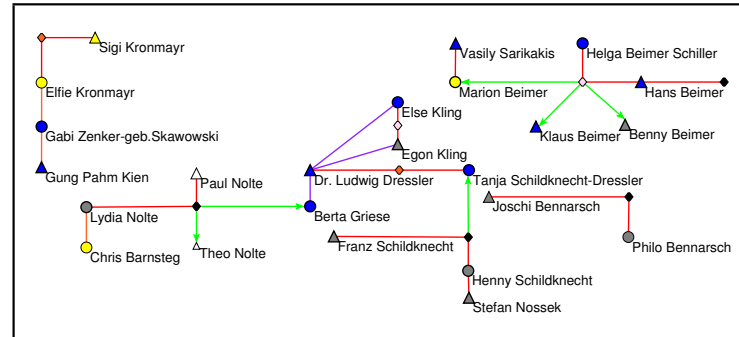


Časovna omrežja

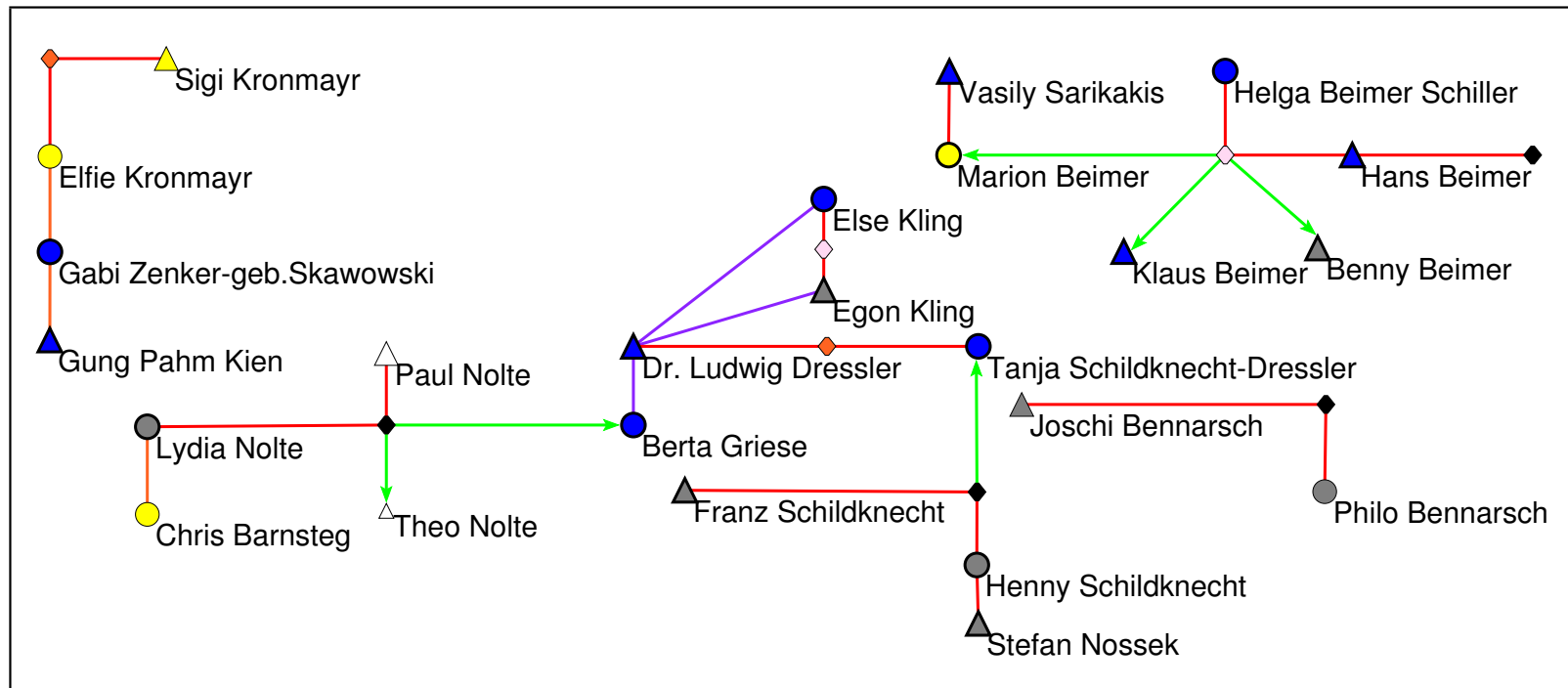
Omrežja, ki se spreminjajo skozi čas. Primeri časovnih omrežij

- omrežje prijateljstev v razredu skozi osemletko,
- omrežje telefonskih klicev znotraj izbrane množice števil,
- omrežje citiranj v člankih z izbranega področja,
- omrežje prehodov žoge med igralci na neki tekmi z žogo,
- omrežja okuženih z virusom HIV,
- razmerja med igralci v različnih delih televizijskih nadaljevank,
- rojevanja, umiranja in poroke v primeru rodovnikov...

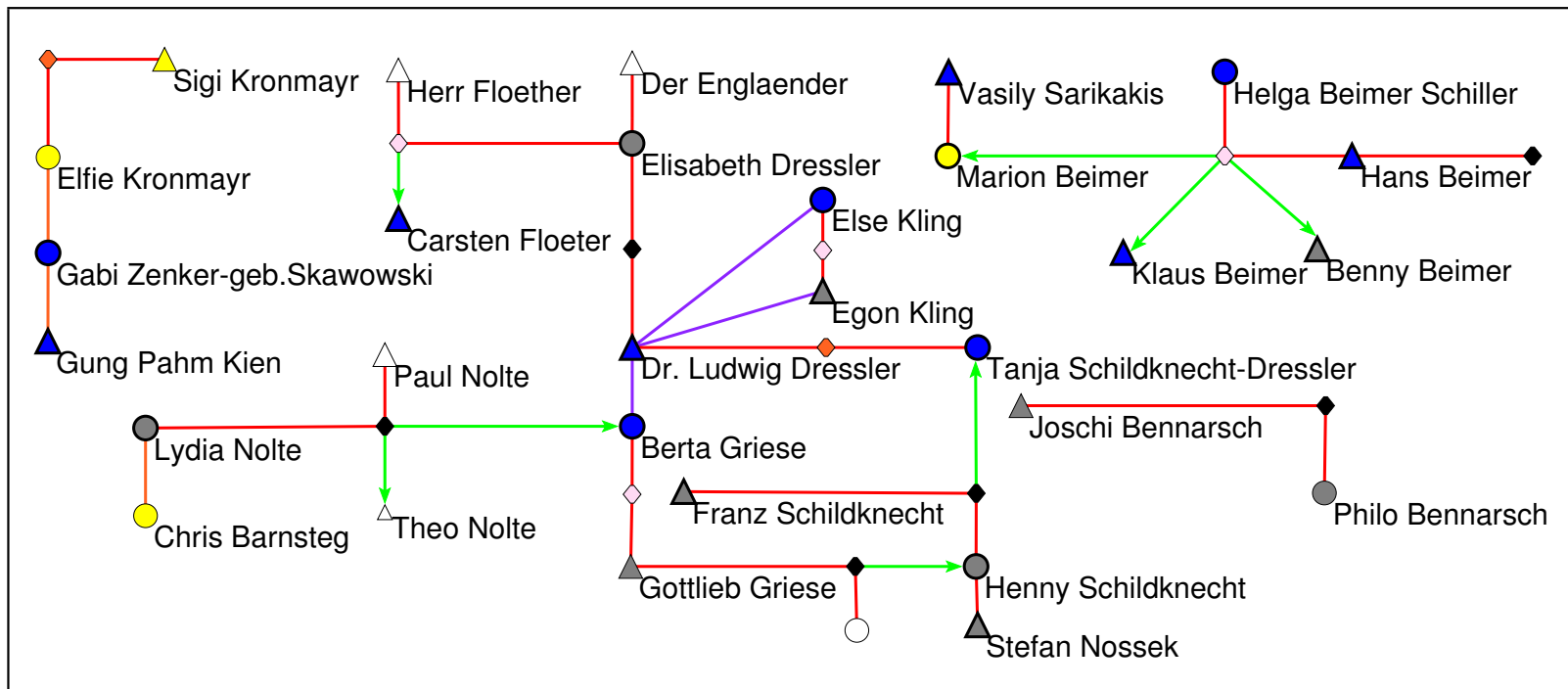
Odnosi med igralci v nadaljevanki LindenStrasse v 5., 6. in 7. delu



5. del

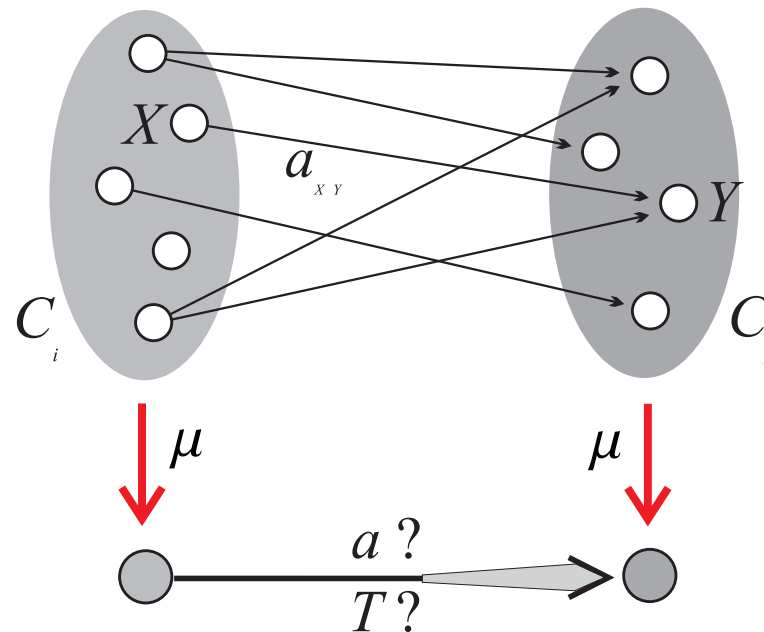


6. del



Bločno modeliranje

Cilj bločnega modeliranja je, da poskušamo večje, nepregledno omrežje skrčiti glede na predpostavljeno vrsto enakovrednosti na manjše omrežje, kjer so enote skupine enakovrednih enot. Tako dobljena struktura (relacija, matrika, graf) je preglednejša in ustrežnejša za interpretacije.



Strukturna enakovrednost

Enoti X in Y sta strukturno enakovredni, če je X povezan z vsako enoto iz množice E na enak način kot Y . Torej, če sta enoti X in Y strukturno enakovredni, sta zamenljivi.

Enoti X in Y sta *strukturno enakovredni* $X \equiv Y$ natanko takrat, ko so izpolnjeni naslednji pogoji:

- s1. $XRY \Leftrightarrow YRX$
- s2. $XRX \Leftrightarrow YRY$
- s3. $\forall Z \in E \setminus \{X, Y\} : (XRZ \Leftrightarrow YRZ)$
- s4. $\forall Z \in E \setminus \{X, Y\} : (ZRX \Leftrightarrow ZRY)$

Iz definicije strukturne enakovrednosti izhajajo, da so v tem primeru možne le štiri vrste idealnih blokov (Batagelj, Ferligoj in Doreian 1992).

0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1

1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1

0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

Regularna enakovrednost

Dve enoti sta regularno enakovredni, če sta enako povezani s skupinami enakovrednih enot.

Enakovrednost \approx na E je *regularna enakovrednost* na omrežju $\mathcal{N} = (E, R)$ natanko takrat, ko za enote $X, Y, Z \in E$, iz $X \approx Y$ izhaja

$$\text{R1. } XRZ \Rightarrow \exists W \in E : (YRW \wedge W \approx Z)$$

$$\text{R2. } ZRX \Rightarrow \exists W \in E : (WR Y \wedge W \approx Z)$$

Batagelj, Doreian in Ferligoj (1992) so pokazali, da regularni enakovrednosti ustrezata dve vrsti idealnih blokov:

- prazen blok (ki ima vse vrednosti 0)
- in regularni bloki (ki imajo v vsaki vrstici in vsakem stolpcu vsaj eno 1).

0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

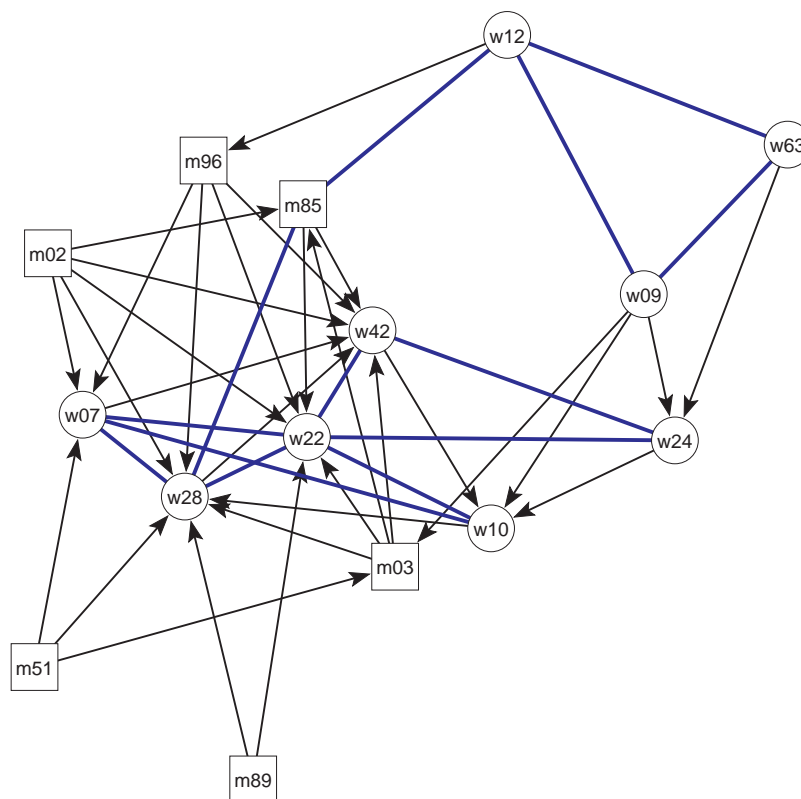
1	0	1	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	0
1	0	1	1	0

Vsaka strukturna enakovrednost je tudi regularna.

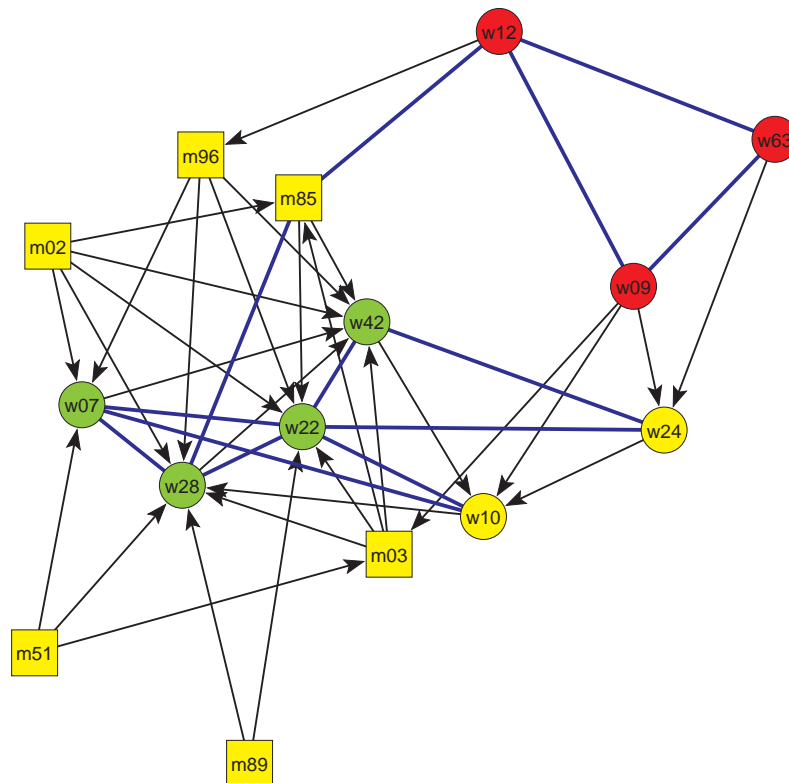
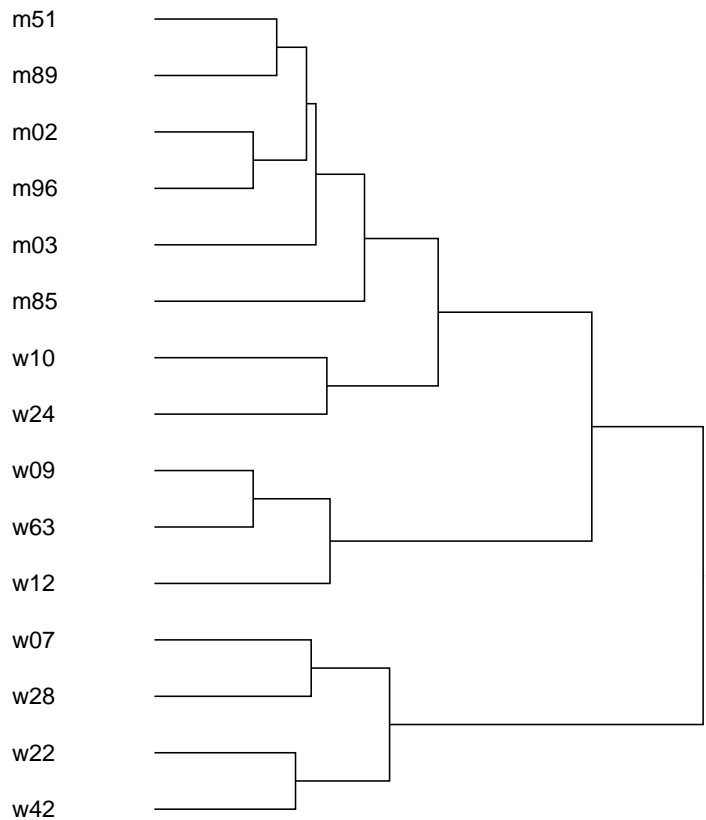
Strukturna enakovrednost je zelo stroga zahteva. Regularna enakovrednost je manj stroga in jo je mogoče pogosteje najti v omrežju.

Primer

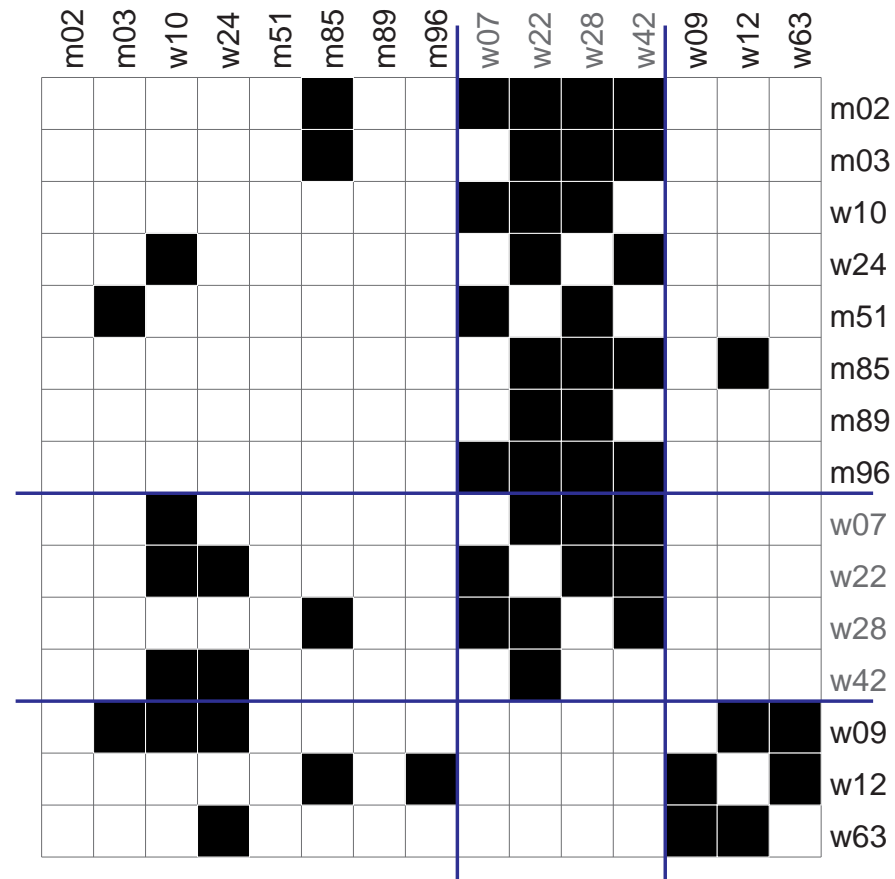
Omrežje sestavlja 15 študentov četrtega letnika družboslovne informatike na FDV. Relacija - vprašanje, ki generira omrežje: *od koga bi si izposodili študijske zapiske:*



Posredni pristop - preko matrike različnosti



Preurejena matrika



Neposredni pristop - optimizacija

Ali obstaja v omrežju model center-periferija?

	C_1	C_2
C_1	com, reg	-
C_2	com, reg	-

