

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE

Ana Lucija Škrjanec

**Udeležba študentov različnih fakultet na izbranih družabnih dogodkih: pristop z analizo  
dvovrstnih omrežij**

Diplomsko delo

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE

Ana Lucija Škrjanec

Mentor: izr. prof. dr. Andrej Mrvar

**Udeležba študentov različnih fakultet na izbranih družabnih dogodkih: pristop z analizo  
dvovrstnih omrežij**

Diplomsko delo

Ljubljana, 2010

*Hvala mentorju izr. prof. dr. Andreju Mrvarju za usmerjanje, svetovanje in motivacijo pri pisanju.*

*Hvala mami in očetu, ki sta mi omogočila študij ter mi vsa leta stala ob strani.*

*Hvala Maji, Urški, Ališiču in Barbari za pomoč in dobro voljo.*

*Hvala Jušu za neizmerno potrpežljivost, poslušanje in spodbudne besede, ko mi je manjkalo optimizma.*

*Hvala vsem, ki ste verjeli vame in me podpirali.*

## **Udeležba študentov različnih fakultet na izbranih družabnih dogodkih: pristop z analizo dvovrstnih omrežij**

Analiza socialnih omrežij, metoda, ki se v družboslovju vedno bolj uveljavlja, se ukvarja predvsem s preučevanjem odnosov v množici enot ali med množicama enot, če gre za dvovrstno omrežje. S slednjim se ukvarjamo tudi v tej diplomski nalogi, in sicer smo analizirali dvovrstno omrežje 50 študentov s 5 različnih fakultet Univerze v Ljubljani in 15 različnih družabnih dogodkov. Podatki so bili zbrani z anketo, kjer so študenti rangirali dogodke glede na to, kako verjetno bi se jih udeležili. Začeli smo z analizo hierarhičnega združevanja, kjer smo upoštevali vse range posameznega študenta. Nato smo omrežje analizirali kot dvovrstno označeno omrežje, kjer smo upoštevali le prve in zadnje tri range študentov. Na koncu smo izvedli še analizo z bločnim modeliranjem enostavnega dvovrstnega omrežja, kjer so bile upoštrevane le pozitivne izbire študentov. Cilj je bil ugotoviti razlike v interesih med študenti glede na fakulteto in glede na spol ter primerjati rezultate različnih metod analize omrežij. Razlike v interesih udeležbe oz. neudeležbe na dogodkih med študenti različnih fakultet obstajajo, prav tako razlike glede na spol, vendar so te razlike manj očitne, kot smo pričakovali.

Ključne besede: analiza socialnih omrežij, dvovrstno omrežje, hierarhično združevanje v skupine, označeno dvovrstno omrežje, bločno modeliranje

## **Participation of students from different faculties in selected social events: two-mode network analysis approach**

Social network analysis is a method that is rapidly developing in the social sciences. It is primarily used in examining relations in sets of units or between two sets of units in case of two-mode network. Our paper examines the latter use of the method. In our research we analyzed a two-mode network of 50 students from 5 faculties (10 students for each faculty) of the University of Ljubljana and 15 social events. Data were collected through a survey in which students ranked an event with respect to how likely they would attend this event. We started with a hierarchical clustering analysis taking into account every rank of each student. Then we analyzed the network as a signed two-mode network and considered only the first and the last three ranks of students. Finally, blockmodeling of a simple two-mode network was performed with only positive choices of students taken into consideration. The aim was to identify differences in interests among students based on gender and the faculty they are attending. Also, the results of different methods for network analysis were compared. We established that motivation for participation or non-participation in events is influenced by which faculty the respondent is attending as well as by gender, although these differences are less obvious than expected.

Keywords: social network analysis, two-mode network, hierarchical clustering, signed two-mode network, blockmodeling

## Kazalo vsebine

<b>1 UVOD</b> .....	<b>7</b>
<b>2 ANALIZA SOCIALNIH OMREŽIJ</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1 Zgodovina analize socialnih omrežij</b> .....	<b>10</b>
<b>2.2 Teorija uravnoteženosti</b> .....	<b>11</b>
<b>2.3 Značilnosti omrežij</b> .....	<b>13</b>
<b>2.4 Dvovrstna omrežja</b> .....	<b>14</b>
<b>2.5 Uravnoteženi in označeni grafi</b> .....	<b>15</b>
2.5.1 Posplošena uravnoteženost .....	16
2.5.2 Napaka razvrstitve točk označenega grafa .....	17
2.5.3 Lokalna optimizacija .....	18
2.5.4 Primer: Sampsonovi menihi.....	19
<b>2.6 Bločno modeliranje</b> .....	<b>19</b>
2.6.1 Enakovrednosti .....	20
2.6.1.1 Strukturna enakovrednost .....	21
2.6.2 Določitev bločnih modelov .....	22
2.6.3 Prileganje omrežij izbranim bločnim modelom .....	24
2.6.4 Bločno modeliranje v označenih dvovrstnih omrežjih.....	24
<b>3 ANALIZA DVOVRSTNEGA OMREŽJA</b> .....	<b>26</b>
<b>3.1 Zbiranje podatkov in opis omrežja</b> .....	<b>26</b>
<b>3.2 Analiza dvovrstnega omrežja s posrednim pristopom</b> .....	<b>28</b>
3.2.1 Analiza glede na fakultete .....	34
3.2.2 Analiza glede na spol .....	35
<b>3.3 Analiza označenega dvovrstnega omrežja</b> .....	<b>35</b>
3.3.1 Analiza glede na fakultete .....	40
3.3.2 Analiza glede na spol .....	41
<b>3.4 Analiza dvovrstnega omrežja z bločnim modeliranjem</b> .....	<b>42</b>
3.4.1 Običajno omrežje študentov .....	42
3.4.2 Običajno omrežje dogodkov.....	44
3.4.4. Bločno modeliranje.....	46
3.4.4.1 Analiza glede na fakultete.....	50
3.4.4.2 Analiza glede na spol .....	50
<b>4 ZAKLJUČEK</b> .....	<b>51</b>
<b>5 LITERATURA</b> .....	<b>53</b>
<b>PRILOGE</b> .....	<b>55</b>
Priloga A: Anketa .....	55
Priloga B: Analiza označenega dvovrstnega omrežja v Pajku .....	56
Priloga C: Enovrstno omrežje študentov s skupnim številom dogodkov.....	58
Priloga Č: Enovrstno omrežje študentov s številom dogodkov vsaj 2 .....	59
Priloga D: Enovrstno omrežje dogodkov s skupnim številom udeležencev.....	60
Priloga E: Napake v matriki bločnega modeliranja .....	60

## Kazalo slik

<i>Slika 2.1: Uravnotežene in neuravnotežene trojice</i> .....	12
<i>Slika 3.1: Dendrogram množice študentov</i> .....	29
<i>Slika 3.2: Dendrogram množice dogodkov</i> .....	30
<i>Slika 3.3: Matrika hierarhičnega združevanja</i> .....	31
<i>Slika 3.4: Matrika označenega dvovrstnega omrežja</i> .....	37
<i>Slika 3.5: Enovrstno omrežje študentov z vrednostjo 3 na povezavah</i> .....	43
<i>Slika 3.6: Matrična predstavitev enovrstnega omrežja študentov</i> .....	44
<i>Slika 3.7: Enovrstno omrežje dogodkov s številom skupnih udeležencev vsaj 3</i> .....	45
<i>Slika 3.8: Matrična predstavitev enovrstnega omrežja dogodkov</i> .....	46
<i>Slika 3.9: Bločna matrika dvovrstnega omrežja</i> .....	48

## Kazalo tabel

<i>Tabela 3.1: Sestava omrežja glede na fakulteto in spol</i> .....	27
<i>Tabela 3.2: Matrika označenega dvovrstnega omrežja glede na vrsto blokov</i> .....	36
<i>Tabela 3.3: Bločna matrika glede na vrsto blokov (za prvo rešitev)</i> .....	47

# 1 UVOD

Analiza socialnih omrežij je ena izmed najpogosteje uporabljenih metod v družboslovju ter je »pomembna strategija za preučevanje družbenih struktur« (Otte in Rousseau 2002, 442), saj ne zanemarlja družbenega konteksta preučevanega posameznika – prva prioriteta te metode so odnosi in značilnosti povezav med enotami omrežja, druga prioriteta pa so individualne značilnosti enot; poudarek je torej na preučevanju odnosov (Wasserman in Faust 1994, 8; Scott 2000, 38). Omrežje posameznika vpliva na njegovo vedenje, torej struktura odnosov določa o njihovi vsebini, kar je npr. vidno v neki skupini, kjer so odnosi bolj ali manj ustaljeni, s prihodom nove osebe v skupino pa se odnosi in vloge spremenijo in reorganizirajo (Mizruchi 1994, 330).

V diplomski nalogi smo se ukvarjali z dvovrstnim omrežjem. Pri takih omrežjih gre za dve množici enot, ki sta med seboj povezani z relacijo, enote znotraj množice pa niso povezane. Analizirano dvovrstno omrežje je sestavljeno iz 50 študentov s petih različnih fakultet ter 15 različnih dogodkov. Podatki so bili zbrani z anketo, kjer so študenti rangirali dogodke glede na zanimanje oz. udeležbo. Omrežje je analizirano s programskim paketom Pajek, ki sta ga razvila dr. Vladimir Batagelj (profesor na Fakulteti za matematiko in fiziko) in dr. Andrej Mrvar (izredni profesor na Fakulteti za družbene vede).

Dvovrstno omrežje smo v diplomski nalogi najprej analizirali s posrednim pristopom, kjer se je upoštevalo vseh 15 rangov posameznega študenta, nato kot označeno dvovrstno omrežje, kjer so se upoštevali le prvi trije in zadnji trije rangi posameznega študenta, in nato še z bločnim modeliranjem, kjer so se upoštevale le prve tri izbire posameznega študenta. V vsakem koraku analize gre za malce drugačen pristop k analizi socialnih omrežij in pri vsakem koraku se analizira določen del podatkov oz. rangov.

Cilj diplomske naloge je poiskati razlike med spoloma glede udeležbe ali neudeležbe na posameznih dogodkih ter razlike med študenti različnih fakultet, saj predpostavljamo, da imajo študenti, ki študirajo na različnih fakultetah, različne interese glede udeležbe ali neudeležbe na dogodkih. Predpostavljamo tudi, da so nekateri dogodki med populacijo študentov bolj, nekateri pa manj priljubljeni.

Sledili pa smo tudi nekoliko bolj metodološkemu cilju, in sicer smo rezultate različnih pristopov analize omrežij primerjali med seboj in ocenili njihovo kvaliteto. Cilj je bil torej tudi ugotoviti, kakšne rezultate podajo različne metode analize socialnih omrežij. Problem, obravnavan v tem delu, je torej zanimiv tako z vsebinskega kot tudi z metodološkega stališča.

V diplomski nalogi so najprej predstavljena sociološka izhodišča metode analize socialnih omrežij in teoretične osnove različnih analiz ter njihove lastnosti. Nato sledi predstavitev rezultatov posamezne analize, kjer so zapisane ugotovitve glede porazdelitve študentov po dogodkih ter glede na spol in fakulteto anketiranih študentov. V zadnjem poglavju so posamezne metode analize omrežja med seboj primerjane, prav tako njihovi rezultati; povzete so ključne ugotovitve. Poglavje je sklenjeno z oceno metodološkega dela diplomske naloge.



## 2 ANALIZA SOCIALNIH OMREŽIJ

Analiza socialnih omrežij je interdisciplinarna metoda, saj se je zadnjih petdeset let razvijala kot del družbenih, matematičnih in statističnih ved, še posebno zanimanje pa je izzvala s strani družbenih ved in znanosti, ki se ukvarjajo s preučevanjem vedenja posameznikov, saj ima vpliv na pogosto zastavljena in standardna vprašanja, rešuje pa tudi nestandardna analitična vprašanja (Wasserman in Faust 1994).

Ta metoda predpostavlja preučevanje odnosov med enotami omrežja – ukvarja se z naborom akterjev in vezmi med njimi. Sam objekt preučevanja oz. analize je omrežje, ki je sestavljeno iz enot omrežja, ki so med seboj povezane z relacijo. Prav vključenost koncepta odnosov med enotami omrežja je tista lastnost analize socialnih omrežij, zaradi katere se razlikuje od ostalih metod raziskovanja – nepoznavanje informacij, ki se nahajajo v odnosih med enotami, in ki so za analizo in razumevanje preučevanega problema pomembne, drugim metodam raziskovanja pa onemogoča popoln in pravilen uvid v problem raziskovanja. Predvsem pa je treba poudariti, da se analiza socialnih omrežij ukvarja tudi z značilnostmi enot omrežja, te pa vzniknejo iz strukturnih in relacijskih odnosov v omrežju, saj enote vplivajo druga na drugo, ker vedenje in delovanje nekih enot v omrežju izzove ali pa ne izzove delovanja drugih enot – akterji in njihova dejanja so medsebojno odvisna (Wasserman in Faust 1994, 6).

Omrežje torej lahko opišemo kot končno množico enot, opisanih z relacijami, ki pa so lastnosti, ki jih opazujemo. Enote omrežja so lahko posamezniki, organizacije, družbene skupine, politične stranke, mesta, države itd. (Hlebec in Kogovšek 2006, 9), vezi med enotami pa so lahko npr. prijateljstvo, spoštovanje, poslovne transakcije, izposoja različnih stvari, pripadnost določeni skupini, komuniciranje, migracije (fizična ali družbena mobilnost), povezanost krajev, sorodstvo itd. (Wasserman in Faust 1994, 18).

Cilj metode je pojasnjevanje vedenja ali delovanja posameznikov (odvisno od relacije) z značilnostmi omrežja – želimo najti ter interpretirati vzorce socialnih vezi med enotami omrežja (Nooy in drugi 2005, 5).

Glede na način analiziranja ločimo dve vrsti omrežij: popolna in egocentrična. Pri popolnih omrežjih opazujemo vse enote in tudi vse relacije med njimi, zanima pa nas predvsem položaj neke enote glede na mere središčnosti. Pri egocentričnih omrežjih pa nas zanima omrežje posameznega ega oz. posamezne enote ter njene povezave z drugimi enotami omrežja, ki jih imenujemo alterji – število (vzajemnih) povezav, gostota omrežja itd. Egocentrična omrežja

so najpogosteje analizirana pri preučevanju socialne opore (Wasserman in Faust 1994, 42; Hlebec in Kogovšek 2006, 11-13).

Analiza socialnih omrežij postaja vedno bolj uporabljena metoda v družboslovju, predvsem zato, ker je s sodobno računalniško opremo in številnimi programi, s katerimi lahko omrežje analiziramo, omogočena analiza velikih omrežij. Je tudi eden izmed hitro razvijajočih se pristopov v družbenih vedah (Mizruchi 1994, 339). Otte in Rousseau (2002, 441) trdita, da pri zanimanju za metodo in poudarjanju njenega pomena igra veliko vlogo predvsem množična uporaba interneta, le-ta pa že sam po sebi predstavlja veliko omrežje.

S to metodo lahko preučujemo npr. širjenje informacij med posamezniki, naklonjenost članov neke skupine do drugih članov, razširjanje drog, bolezni, preučevanje nacionalnih elit, omrežja ekonomije prostega trga, omrežja transporta ter uvoza in izvoza, omrežja citiranj, rodovnike, poseben pomen pa ima preučevanje koncepta socialne opore. Zadnje čase pa postaja metoda izredno pomembna pri uporabi znotraj organizacij, kjer se opazujejo vezi med zaposlenimi (Otte in Rousseau 2002, 441; Hlebec in Kogovšek 2006, 7; Mrvar 2009a, 9).

## **2.1 Zgodovina analize socialnih omrežij**

Začetki analize socialnih omrežij segajo že v trideseta leta dvajsetega stoletja, linija razvoja te metode pa zajema tri glavne raziskovalne pristope oz. tradicije (Scott 2000).

Prva skupina so bili sociometrični analitiki, ki so pomembni predvsem za tehnični razvoj analize socialnih omrežij in teorije grafov. Začelo se je v socialni psihologiji, ko je J. Moreno, ki velja za utemeljitelja sociometrije (Mizruchi 1994, 329), preučeval, kako je psihološko zadovoljstvo oz. ugodje povezano s strukturnimi pojavi, ki jih poimenuje družbene konfiguracije, ki so rezultat pozitivnih ali negativnih izbir in odnosov med ljudmi (Scott 2000, 9). Njegova inovacija je sociogram, ki je pomenil vizualizacijo celotnega preučevanega socialnega omrežja. Njegovi grafi so bili taki, kot smo jih navajeni danes – točke predstavljajo enote omrežja, odnos oz. relacija med njimi pa je predstavljena z usmerjeno ali neusmerjeno povezavo med točkami. Uporaba sociograma za preučevanje strukture omrežja je prinesla razvoj novih analitičnih tehnik (Wassermann in Faust 1994, 12).

V to skupino spada tudi Heider, ki pa je na področju kognitivne psihologije v okviru vedenj in percepcij preučeval dinamiko skupin. Zanimalo ga je, kako se različna pozitivna in negativna vedenja posameznika do drugih uravnotežijo, npr. da ima nekdo (oseba A) pozitivna čustva oz. odnos do dveh posameznikov, ta dva pa se med seboj ne marata - kakšna bo reakcija A? Heiderjevo delo sta nadaljevala Harary in Cartwright, ki sta utemeljila teorijo grafov v

konceptu vedenja skupine (Scott 2000, 13). Povezave v grafu imajo pozitivne ali negativne vrednosti, ki indicirajo pozitiven ali negativen odnos. To velja tako za usmerjene kot tudi za neusmerjene povezave, kjer povezava določa enakovreden oz. vzajemen odnos. Delo teh raziskovalcev je podrobneje opisano v naslednjem poglavju.

V tridesetih in štiridesetih letih prejšnjega stoletja so številni raziskovalci na Harvardu (npr. Mayo) pod vplivom del antropologa Radcliffa-Browna in Durkheima preučevali kohezivne podskupine. Preučevali so vzorce vedenja v določenih družbenih okoljih - študiji tovarne elektrike v Chicagu ter skupnosti »Yankee City« (Scott 2000, 17). Ko so risali sociograme, so odkrili podskupine, ki so jih poimenovali klike. Scott opozarja, da so imeli ti raziskovalci premalo teoretičnega znanja o tem, kakšen vpliv imajo omrežja na vedenje posameznika, so pa prispevali velik delež k znanju predvsem zaradi oblikovanja terminologije (Scott 2000, 25).

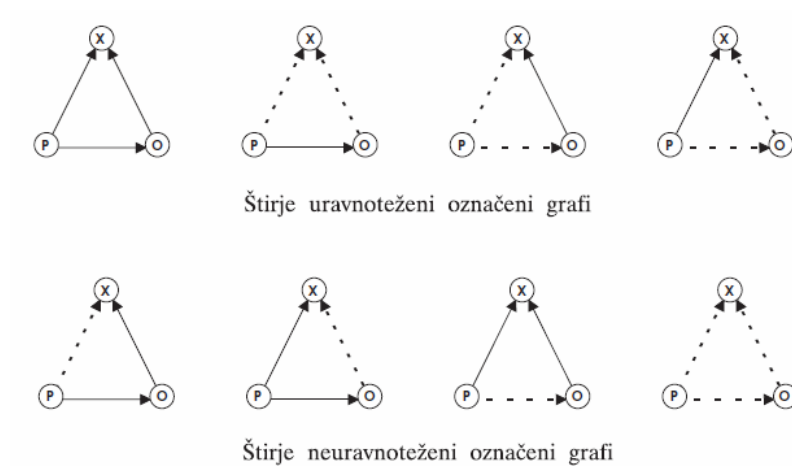
V petdesetih letih so antropologi iz Manchestra, ki so se prav tako zgledovali po Radcliffu-Brownu, poudarjali spremembe in konflikte v skupnostih. Družbene strukture, ki so jih preučevali, so gledali kot omrežja odnosov, ki »zrastejo« skozi konflikt. Ukvarjali so se tudi s preučevanjem sorodstvenih razmerij. Pri analizi omrežij so se osredotočali na trdnost, recipročnost in intenziteto vezi ter gostoto omrežja (Scott 2000, 31).

## **2.2 Teorija uravnoveženosti**

Teorijo uravnoveženosti so razvili Heider, Lewin in Newcomb, ko so preučevali strukturalne razvrstitve vezi med družbenimi akterji. Če te razvrstitve prinašajo neuravnoveženost v odnosih v skupini, se začne odvijati družbeni proces, v katerem želijo posamezniki napetost v odnosih zmanjšati in se čimbolj približati stanju uravnoveženosti (Hummon in Doreian 2003, 18).

Heider je preučeval posameznikovo percepcijo družbenih situacij in je bil najbolj vztrajen pri poudarjanju, da se mehanizmi, s katerimi posameznik deluje s težnjo po vzpostavitvi uravnoveženosti, nahajajo prav v posamezniku. Razvil je model, ki je prikazan s Sliko 2.1.

**Slika 2.1: Uravnotežene in neuravnotežene trojice**



Vir: Mrvar (2009b, 8).

Točka  $p$  je osrednja oseba modela,  $o$  je drugi akter,  $x$  pa je objekt, lahko pa je tudi tretja oseba. Neprekinjene črte predstavljajo pozitivno vez med akterjema, prekinjena črta pa negativno vez. Pri zgornjih štirih slikah gre za uravnotežene trojice, ki so stabilne, spodnje štiri pa so neuravnotežene in nestabilne (Doreian in Mrvar 1996a, 150; Hummon in Doreian 2003, 19; Mrvar 2009b, 7-8).

Bistvo Heiderjevega mišljenja razložimo na prvi trojici v drugi vrsti.  $P$  ima pozitiven odnos do  $o$ , ta pa ima pozitiven odnos do  $x$ . Neuravnoteženost celotne skupine je v odnosu  $p$  do  $x$ , ki je negativen.  $P$  čuti napetost v odnosih, zato bo deloval tako, da bo imel pozitivno vez do  $x$  ali pa na način, da bo pozitiven odnos do  $o$  spremenil v negativnega.

Uravnoteženost v skupini je dosežena, ko se napetost v nestabilni skupini zmanjša. Skupina je lahko neuravnotežena, vidik odnosov določenega posameznika v skupini pa je uravnotežen (Doreian in Krackhardt 2001 v Hummon in Doreian 2003, 24).

Newcomb, Cartwright in Harary so to idejo razvijali naprej, jo posplošili ter utemeljili pojem strukturna uravnoteženost. Menili so, da se tendenca po uravnoteženosti v skupini pojavi kot rezultat procesa, ki se odvija na ravni skupine. To je glavna ločnica med Heiderjem, ki je poudarjal mikro pristop k doseganju uravnoteženosti (proces se dogaja v posameznikih), in Cartwrightom in Hararyjem, ki sta poudarjala makro pristop – osredotočala sta se na strukturo skupine. Hummon in Doreian (2003) zagovarjata upoštevanje obeh pristopov. Predpostavljata, da posamezniki v doseganju uravnoteženosti v skupini delujejo na podlagi znanja o odnosih med drugimi člani skupine in strukturi skupine, upoštevajo pa lastne odnose do drugih.

Teorija uravnoteženosti je uporabna ne le kot teorija, temveč tudi kot ogrodje oz. okvir za empirično delo, kjer se preučuje, kako družbeni akterji uporabijo kriterije ravnotežja za družbene odločitve ter kakšne so družbene posledice doseganja uravnoteženosti. Primer so npr. gledališke igre oz. drame in zgodbe, ki temeljijo na dramatskem trikotniku. V igri so na začetku odnosi med osebami stabilni in uravnoteženi, lahko pa se igra že začne v neuravnoteženosti. Sledijo zaplet, vrh drame in razplet, kjer se odnosi spreminjajo. Bistvo je, da so na koncu vsi medosebni odnosi uravnoteženi.

Mrvar in Doreian (2009) sta Heiderjev koncept posplošila tudi na dvovrstna omrežja, kjer sta preučevala odločitve ameriških vrhovnih sodnikov glede odločitev o pomembnih zadevah. Odvisno od izbora obravnavanih problemov so se oblikovale različne skupine sodnikov glede na njihovo stališče do problema. Rezultati so pokazali, da so liberalni in konservativni sodniki lahko v istih skupinah – vse je odvisno od izbora enot iz druge množice, torej struktura kolektivnega vedenja variira.

V nadaljevanju je opisan podoben primer Sampsonovih menihov (v poglavju 2.5.4).

### **2.3 Značilnosti omrežij**

Socialna omrežja prikažemo s sociogramom oz. grafom, kjer točke predstavljajo enote omrežja, povezave med točkami pa relacije med njimi.

Obstaja več tipov omrežij. Lahko so usmerjena ali neusmerjena. Pri usmerjenih omrežjih relacija ni simetrična, povezava pa je usmerjena (na grafu je prikazana s puščico). Taka relacija je npr. oče-sin. Pri neusmerjenih omrežjih pa je relacija simetrična (odnos med enotama je vzajemen), na grafu take relacije prikažemo kot daljice. Taka relacija je npr. poroka (Nooy in drugi 2005, 7).

Kot smo že omenili, je omrežje sestavljeno iz dveh množic, in sicer iz množice enot in množice relacij med enotami, vsako enoto pa lahko povežemo z vsako drugo enoto. Taka omrežja so enovrstna omrežja (*One-Mode Networks*). Dvovrstna omrežja (*Two-Mode Networks*) pa so sestavljena iz dveh množic enot in množice relacij, pri čemer relacija povezuje množici enot, povezave znotraj vsake množice enot pa niso dovoljene (Wasserman in Faust 1994, 35; Mrvar 2009a, 6). Dvovrstna omrežja so podrobneje opisana v nadaljevanju.

## 2.4 Dvovrstna omrežja

Poleg enovrstnih omrežij, ki jih sestavljata množica enot in množica relacij, ki opisuje odnose v množici enot, poznamo tudi dvovrstna omrežja. Ta so sestavljena iz dveh množic enot, ki sta povezani z relacijo. Enote posamezne množice so torej povezane le z enotami iz druge množice, znotraj ene množice pa ni povezav med enotami. Prav tako enota pripada eni sami množici enot. Tako omrežje prikažemo z dvodelnim grafom (Doreian in drugi 2005, 248; Mrvar 2009c, 1)

Obstaja veliko primerov dvovrstnih omrežij, npr. članstvo v ustanovah/organizacijah (množici enot sta ljudje in ustanove, relacija pa je članstvo v posamezni ustanovi/organizaciji), izvozna dejavnost med državami (dve množici držav, relacija opisuje izvoz iz držav prve množice v države iz druge množice), nakupovanje (množica kupcev, množica artiklov, povezava pa pomeni, da kupec artikel kupi), branje revij (bralci in revije, povezava pomeni, da določen bralec bere tisto revijo), omrežje citiranj (množici avtorjev in člankov, relacija pove, katere članke je avtor citiral), omrežje podjetij (direktorji, podjetja, povezava pomeni »je direktor podjetja«), omrežje korporacij in neprofitnih organizacij (med tema množicama enot je relacija »finančno podpira«) ter omrežje ljudi in dogodkov, kjer povezava pomeni vključenost v dogodka (Doreian in drugi 2005, 248; Nooy in drugi 2005, 101; Mrvar 2009c, 1). Slednje dvovrstno omrežje smo analizirali v tej diplomski nalogi.

Najbolj znana primera dvovrstnih omrežij, ki so jih obravnavali številni avtorji ter jih analizirali z bločnim modeliranjem, sta vključenost žensk v družabne dogodke (Deep South data oz. Southern Women data) v obdobju devetih mesecev; podatke je l. 1941 zbral Davis (Doreian in drugi 2005, 247) in primer devetih ameriških vrhovnih sodnikov ter njihovih glasov v zvezi s 26 pomembnimi odločitvami med leti 2000 in 2001, kjer so se pokazale razlike med odločitvami liberalnih in konservativnih sodnikov. Podoben primer je primer devetih ameriških vrhovnih sodnikov (ne povsem istih kot prej) in njihovih odločitev med leti 2006 in 2007 glede 74 pomembnih zadev, pri čemer je bilo obravnavanih več različnih primerov bločnega modeliranja – v tem primeru gre za dvovrstno označeno omrežje (Mrvar in Doreian 2009, 208).

Iz dvovrstnih omrežij, kjer so enote ene izmed množic posamezniki, lahko razberemo, kakšne interese imajo ljudje in kateri izmed njih imajo podobna zanimanja, na podlagi tega pa predvidevamo, da bodo ti ljudje med seboj prej v interakciji kot ljudje z različnimi interesi –

sociolog G. Simmel je take skupine poimenoval socialni krogi (Nooy in drugi 2005, 101). Informacije o interesih posameznikov ali celo o interesih celotne populacije (npr. študentov) pa nam razkrijejo lastnosti določene populacije.

Vsako dvovrstno omrežje lahko pretvorimo v dve enovrstni omrežji, kjer so enote prvega enovrstnega omrežja le enote iz prve množice dvovrstnega omrežja, enote drugega enovrstnega omrežja pa so druga množica enot dvovrstnega omrežja (Doreian in drugi 2005, 248). Tako lahko posamezno omrežje analiziramo s pristopi za enovrstna omrežja.

Če za primer vzamemo dvovrstno omrežje ljudi in dogodkov in če posamezno enovrstno omrežje narišemo (povezave so neusmerjene), povezave med ljudmi v enovrstnem omrežju pomenijo, da sta osebi v relaciji, če sta se udeležili vsaj enega skupnega dogodka. Povezave imajo tudi vrednosti, ki predstavljajo število skupnih dogodkov med dvema osebama. V enovrstnem omrežju so lahko prisotne tudi zanke, ki pomenijo, koliko dogodkov se je posameznik udeležil. Enako velja za omrežje z dogodki – dva dogodka sta v relaciji, če obstaja posameznik, ki se je udeležil obeh dogodkov hkrati. Vrednost na povezavi med dvema dogodkoma pomeni število oseb, ki so se obeh dogodkov udeležile, zanke pa predstavljajo skupno število oseb na določenem dogodku (Mrvar 2009c, 3).

## 2.5 Uravnoreženi in označeni grafi

V diplomski nalogi se ukvarjamo tudi z označenimi omrežji, zato je potrebno definirati, kaj so uravnoreženi in označeni grafi.

Graf je označen, če nima zank in označitvena funkcija vsaki povezavi priredi oznako. Te oznake so lahko pozitivne (+1), ki so na grafu označene z neprekinjeno črto ali pa negativne (-1), ki so na grafu označene s prekinjeno črto (Wasserman in Faust 1994, 137; Doreian in Mrvar 1996b, 196). Če to definicijo nekoliko posplošimo in predznaku dodamo še jakost (npr. +1, +2, +3, -1, -2, -3), večja pozitivna vrednost pomeni npr. večje prijateljstvo, zadovoljstvo, spoštovanje, večja negativna vrednost pa pomeni večje sovraštvo, nezadovoljstvo, nespoštovanje.

Označeni grafi so lahko razcepni, če zanje velja, da lahko vse točke grafa razvrstimo v dve ali več skupin, pri čemer so znotraj skupine same pozitivne povezave, med skupinami pa same negativne povezave. Če pa lahko točke razvrstimo v natanko dve ločeni skupini, potem je graf uravnorežen in gre za strukturno uravnoreženost, če pa točke razvrstimo v več kot dve

skupini, gre za posplošeno uravnoteženost (Davis v Doreian in Mrvar 1996a, 155; Nooy in drugi 2005, 86; Doreian in Mrvar 2009, 2).

Tak primer je relacija spoštovanje v množici ljudi. Če jo razdelimo v dve skupini in se člani iste skupine med seboj spoštujejo, članov druge skupine pa ne spoštujejo, potem gre za stanje uravnoteženosti in stabilnosti, saj ne more priti do tega, da bi bila neka oseba v nespoštljivem odnosu z osebama, ki se med seboj spoštujeta. Zelo enostaven in klasičen primer je tudi relacija prijateljstvo.

Za označene in razcepne grafe velja nekaj lastnosti in izrekov (Doreian in Mrvar 1996a, 151; Hummon in Doreian 2003, 20; Mrvar 2009b, 7-9).

Najprej je potrebno definirati vrednost verige v označenem grafu: veriga je definirana s tem, da so vse točke v grafu med seboj povezane, smer povezav pa ni pomembna; vrednost verige pa je produkt vseh oznak povezav, ki sestavljajo dano verigo. Iz tega sledi, da je veriga pozitivna, če vsebuje sodo število negativnih povezav, sicer pa je negativna.

Veljata naslednja izreka o uravnoteženosti grafa:

Izrek 1: Označeni graf je uravnotežen natanko takrat, ko za vsak par točk v tem grafu velja, da imajo vse verige, ki ju povezujejo, enako vrednost.

Izrek 2: Označeni graf je uravnotežen natanko takrat, ko je vsaka sklenjena veriga pozitivna.

Ker ta dva izreka govorita o uravnoteženih grafih, dovoljujeta le razvrstitve v dve skupini. Če dovolimo tudi razvrstitve v več skupin (npr. v  $k$  skupin), je izrek 2 nekoliko posplošen:

Izrek 3: Označeni graf je razcepen natanko takrat, ko nima nobene sklenjene verige z natanko eno negativno povezavo.

Vsi možni označeni grafi na treh točkah so predstavljeni na Sliki 2.1.

Idealna razvrstitev enot enovrstnih označenih omrežij v  $k$  skupin je torej taka, da so pozitivne vezi prisotne med enotami znotraj skupin, negativne vezi pa med skupinami.

### **2.5.1 Posplošena uravnoteženost**

Teorija uravnoteženosti temelji na strukturalni uravnoteženosti, ki jo je v realnem življenju težko doseči, saj so situacije v praksi pogosto take, da podatki le redko povsem ustrezajo kriterijem strukturalne uravnoteženosti, zato Doreian in Mrvar (2009, 4-5) pri bločnem



modeliranju predlagata posplošen strukturno uravnotežen bločni model (*relaxed structural balance blockmodel*), in sicer tako, da se ohrani pozitivne in negativne bloke v modelu, vendar pa zanemarimo zahtevo po tem, da so pozitivni bloki na diagonali, negativni bloki pa izven diagonale – dovoljeno je torej, da se oba tipa blokov pojavita kjerkoli v bločnem modelu, kriterijska funkcija pa ostaja enaka. Model omogoča vključevanje praznih blokov kjerkoli v modelu, vendar pa je smiselno vnaprej definirati, kje v bločnem modelu se bodo prazni bloki nahajali. Ta pristop je primeren za induktivno rabo bločnih modelov, ko podatke dobro poznamo, prav tako tudi njihovo družbeno ozadje.

Posplošena strukturna uravnoteženost omogoča boljše prilaganje strukture bločnega modela podatkom, še posebej tam, kjer so v omrežju prisotne polarizacije in mediacije v omrežju ter v omrežjih, kjer so nekatere enote bolj popularne od drugih, nekatere pa bolj osovražene (Doreian in Mrvar 2009, 10). Taka posplošitev nam omogoča iskati razvrstitve tudi v dvovrstnih označenih omrežjih, seveda brez delitve blokov na diagonalne in nediagonalne.

Pri dvovrstnih označenih omrežjih enote vsake množice posebej razvrstimo v  $k_1$  in  $k_2$  skupin, idealna razvrstitev pa je taka, da pozitivni bloki ne vsebujejo nobene negativne povezave, negativni bloki pa nobene pozitivne povezave – torej ne obstajajo bloki, v katerih so tako pozitivne kot tudi negativne vezi (Mrvar in Doreian 2009, 203).

Posplošitev strukturne uravnoteženosti smo uporabili v enem izmed poglavij analitičnega dela diplomske naloge.

### **2.5.2 Napaka razvrstitve točk označenega grafa**

Če graf ni razcepen, skušamo poiskati tako razvrstitev točk, ki je najbližja idealni. To je taka razvrstitev, ki ima najmanjše možno število napak, pri čemer za napako štejemo (Doreian in Mrvar 1996a, 153; Mrvar 2009b, 10-13):

- vsako negativno povezavo med točkama v isti skupini (negativna napaka),
- vsako pozitivno povezavo med točkama v različnih skupinah (pozitivna napaka).

Doreian in Mrvar (2009, 3) definirata kriterijsko funkcijo za označene grafe: kriterijska funkcija  $P(C)$  sešteje pozitivne (P) in negativne (N) napake razvrstitve.

Definirati je potrebno še faktor  $\alpha$ , ki se nahaja na intervalu od 0 do 1 in nam pove, katere napake so pomembnejše. Če se faktor  $\alpha$  nahaja med 0 in 0.5, so pomembnejše pozitivne

napake, če pa se nahaja na intervalu med 0.5 in 1, so pomembnejše negativne napake. Če je  $\alpha$  enak 0.5, potem so pozitivne in negativne napake enako pomembne.

Kriterijsko funkcijo izračunamo po naslednjem obrazcu:

$$P(C) = \alpha N + (1 - \alpha)P$$

### 2.5.3 Lokalna optimizacija

Obstaja več pristopov za iskanje razvrstitev. Najenostavnejši je pregled vseh možnih razvrstitev v dano število skupin, vendar pa se pri tem pristopu pojavi problem, saj število razvrstitev z večanjem števila točk eksponentno raste, zato je postopek za izračun skoraj nemogoč (Mrvar 2009b, 14).

Hitrejši način je lokalna optimizacija, ki sta jo razvila Doreian in Mrvar (1996a; 1996b), ki pa nam ne zagotavlja, da dobimo res najboljšo možno rešitev, temveč se ji z zadostnim številom ponovitve postopka (npr. 10.000) približamo.

V tem postopku vse točke omrežja slučajno porazdelimo v določeno število skupin ( $k$ ) ter po razvrstitvi izračunamo napako razvrstitve. Nato premikamo točke iz skupine v skupino (jih izmenjavamo) z namenom, da zmanjšamo napake razvrstitve. V postopku »ne gre za preučevanje vseh možnih izmenjav, če so le-te izvedene, temveč gre za slučajen izbor slučajno generiranega števila možnih izmenjav točk« (Doreian in Mrvar 1996a, 154). Za dano razvrstitev v  $k$  skupin je možnih tudi več rešitev z isto napako razvrstitve. To ponavljamo toliko časa, dokler ne pridemo do razvrstitve, kjer se stanja ne da izboljšati.

Matematično algoritem zapišemo takole (Doreian in Mrvar 2009, 3):

1. Določi začetno razvrstitev  $C$ ;
2. Ponavljaj:
  - če med trenutno razvrstitvijo  $C$  in sosednjimi razvrstitvami obstaja razvrstitev  $C'$ , za katero velja  $P(C') \leq P(C)$ , kjer je  $P$  kriterijska funkcija,
  - potem se pomakni v razvrstitev  $C'$ , sicer končaj.

Sosednost razvrstitve je določena s predstavitvijo enote  $X_k$  iz skupine  $C_p$  v skupino  $C_q$  in z zamenjavo enot  $X_u$  in  $X_v$  iz različnih skupin  $C_p$  in  $C_q$ .

Skupine predstavimo z matriko, kjer pa je napako lažje odkriti, če vrstice in stolpce matrike permutiramo tako, da so točke iste skupine sosednje, s tem pa dobimo bloke. Če je razcepnost idealna, diagonalni bloki matrike vsebujejo le pozitivne vrednosti (ali vrednost 0), ostali bloki

pa vsebujejo le negativne vrednosti (ali vrednost 0). Če se pozitivna vrednost pojavi v nediagonalnem bloku, gre za pozitivno napako, če pa se negativna vrednost pojavi na diagonali, potem je to negativna napaka (Hummon in Doreian 2003; Mrvar 2009b, 18).

To seveda velja za enovrstna omrežja, pri dvovrstnih pa, kot že rečemo, ne razlikujemo med diagonalnimi in izvendiagonalnimi bloki.

#### **2.5.4 Primer: Sampsonovi menihi**

Najbolj slikovit primer doseganja in spreminjanja ravnotežja v odnosih skupine je etnografska študija Samuela F. Sampsona, te podatke pa so preučevali številni avtorji (Nooy in drugi 2005, 87; Doreian in Mrvar 2009, 7).

Sampson je l. 1968 opazoval relacije prijateljstva, spoštovanja, vplivnosti in odobravanja med 18 menihi novinci v samostanu New England. V petih časovnih točkah je meril medsebojne odnose, in sicer je vsak menih z lestvico od 1 do 3 rangiral tri druge menihe, s katerimi ima najboljši odnos, pri čemer 3 pomeni najmočnejšo pozitivno vez, z lestvico od -1 do -3 pa je rangiral tri druge menihe, s katerimi ima slab odnos, kjer -3 pomeni najslabši negativen odnos. Doreian in Mrvar (1996a, 159) sta analizirala le drugo, tretjo in četrto časovno točko, saj so po prvi meritvi nekateri menihi odšli iz samostana, v peti meritvi pa je sodelovalo le 7 menihov, saj so drugi menihi samostan zapustili. Avtorja sta prišla do zanimivih rezultatov – po vsaki razvrstitvi menihov v skupine je imela razvrstitev v tri skupine najmanjšo napako v vseh treh meritvah, napaka pa je bila z vsako meritvijo manjša. Sestava po skupinah je bila vedno enaka. To pomeni, da je bila najbolj naravna razvrstitev v tri skupine, kjer je imela vsaka skupina svoje značilnosti – v eni skupini so bili tisti, ki so v samostan vstopili prvi, v drugi skupini so bili tisti, ki so prišli kasneje, v tretji pa so bili menihi, ki jih nobena skupina ni sprejela – bili so izolirani (Doreian in Mrvar 1996a, 159 – 162; Mrvar 2009b, 26).

Pomen tega primera je empiričen dokaz, da se skozi čas napaka razvrstitve manjša, kar pomeni uravnoteženje odnosov tekom časa in kristaliziranje odnosov v smislu, da je vedno več pozitivnih odnosov znotraj skupine in vedno več negativnih odnosov med skupinami (Doreian in Mrvar 1996b, 198; Mrvar 2009a, 29).

## **2.6 Bločno modeliranje**

Nekatera omrežja, predvsem večja, so nepregledna, znotraj omrežja pa se nakazujejo skupine enot, ki imajo podobne lastnosti glede na merjeno relacijo in so glede na to relacijo od drugih

skupin različne (Ferligoj in Batagelj 1996, 163). Z bločnim modeliranjem se te skupine med seboj podobnih enot skrči v eno točko modela glede na eno izmed vrst enakovrednosti, tako da dobimo manjše in bolj pregledno omrežje - z bloki torej odkrivamo strukturo omrežja (Mizruchi 1994, 332). Skupine se določijo glede na podobno vlogo oz. na nek vzorec povezanosti z drugimi enotami in predstavljajo razvrstitev začetne množice enot.

Vsaka enota se nahaja le v eni skupini – ni torej enote, ki bi bila prisotna v dveh skupinah. Zanimajo nas odnosi med skupinami in znotraj posamezne skupine. Blok predstavljata dve skupini in relacija med njima, bloke pa predstavimo v matriki (Doreian in drugi 2005, 169; Nooy in drugi 2005, 260).

V matriki bloke predstavimo tako, da vrednosti zapišemo z ničlami in enicami, zato bloki predstavljajo »binarne reprezentacije relacijskih matrik med akterji omrežja« (Mizruchi 1994, 332). Izbire enot poenostavimo tako, da ne upoštevamo vrednosti povezav, ampak se osredotočimo le na to, ali je bila neka določena enota izbrana s strani druge enote; če je bila, potem v matriko zapišemo 1, sicer pa 0 (Wasserman in Faust 1994, 396). Grafično je izbira enote s strani druge enote prikazana kot črna celica v matriki.

Nato enote permutiramo tako, da so enote, ki so izbrale ena drugo, sosednje, saj je matrika tako bolj pregledna in lažje razberemo skupine. Ko permutiramo celo matriko, lahko pogledamo njeno strukturo (Doreian in drugi 2005, 170). Nekateri bloki imajo več enic, zato rečemo, da so bolj polni, nekateri pa imajo več ničel, zato rečemo, da so bolj prazni. Vsak blok lahko zato predstavimo z eno matriko – za bloke, ki imajo več enic kot ničel, zapišemo 1, za bloke z več ničlami kot enicami pa 0.

Bloki so dveh vrst – diagonalni, ki kažejo, kakšni so odnosi znotraj skupine, ter nediagonalni, ki kažejo, kakšni so odnosi med skupinami. Po permutaciji enot lažje vidimo, da so si enote iste skupine bolj naklonjene med seboj, zato diagonalni bloki ponavadi vsebujejo več enic, nediagonalni pa več ničel, saj se enote različnih skupin ponavadi med seboj ne izbirajo (Nooy in drugi 2005, 273).

### **2.6.1 Enakovrednosti**

Preden začnemo z razvrščanjem enot omrežja v bloke, moramo določiti, kateri enakovrednosti bomo v bločnem modelu sledili. Enakovrednost je matematični pogoj, ki mora biti izpolnjen, da enote omrežja smatramo za enakovredne (Wasserman in Faust 1994, 365), kar pomeni, da so si med seboj po interesih in izbirah popolnoma enake. V praksi se redko zgodi, da so si katere izmed enot v omrežju popolnoma enakovredne.

### 2.6.1.1 Strukturna enakovrednost

Koncept strukturne enakovrednosti, ki sta ga v teorijo bločnega modeliranja vpeljala Lorrain in White, je zelo stroga zahteva in jo je v praksi težko doseči (pogosto se išče le približek strukturne enakovrednosti), zato je bil kasneje vpeljan koncept regularne enakovrednosti. Vsaka strukturna enakovrednost je tudi regularna, saj je regularna enakovrednost posplošitev strukturne (Doreian in drugi 2005, 171-174).

Strukturno enakovrednost definiramo takole: enoti  $X$  in  $Y$  sta strukturno enakovredni, če sta z enotami v omrežju povezani na popolnoma enak način – njune izbire so popolnoma enake, kar se v matriki pokaže tako, da imata enoti  $X$  in  $Y$  identične vrstice in stolpce. Enoti sta izmenljivi, kar pomeni, da se v primeru njune zamenjave struktura ne spremeni (Wasserman in Faust 1994, 356; Ferligoj in Batagelj 1996, 165; Nooy in drugi 2005, 266).

Izpolnjeni morajo biti naslednji pogoji (Ferligoj in Batagelj 1996, 165; Doreian in drugi 2005, 172):

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

Pogoj s1: obstaja povezava v eno smer, če obstaja tudi v drugo smer.

Pogoj s2: če vsaka enota izbere samo sebe, obstaja zanka v vseh točkah.

Pogoj s3: za vsak  $Z$ , ki je različen od  $X$  in  $Y$ , velja: če je  $X$  izbral  $Z$ , je tudi  $Y$  izbral  $Z$ .

Pogoj s4: za vsak  $Z$ , ki je različen od  $X$  in  $Y$ , velja: če je  $Z$  izbral  $X$ , je tudi  $Z$  izbral  $Y$ .

Za strukturno enakovrednost obstajajo štiri vrste idealnih blokov (Ferligoj in Batagelj 1996, 166). Izven diagonale se nahajata prazni (vse vrednosti so enake 0) in polni blok (vse vrednosti so enake 1) in imata dimenzije  $4 \times 5$ :

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

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

Na diagonali pa sta idealna bloka še naslednja:

$$\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 1 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 1 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 1 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 0 & 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 0 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 0 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 0 \\ \hline \end{array}$$

Poleg strukturne obstajajo še številne druge uravnoteženosti (glej npr. Doreian in drugi 2005).

### 2.6.2 Določitev bločnih modelov

Ker želimo pri bločnem modeliranju enote omrežja razvrstiti v skupine glede na vrsto enakovrednosti, gre za problem razvrščanja v skupine. Razvrstitev določimo na podlagi kriterijske funkcije, ki je odvisna od izbrane vrste enakovrednosti. To je posebni problem razvrščanja v skupine, ki ga lahko zastavimo tako:

določi razvrstitev  $C^*$  iz množice vseh dopustnih razvrstitev  $\Phi$ , tako da je

$$P(C^*) = \min_{C \in \Phi} P(C),$$

kjer je  $P: \Phi \rightarrow \mathbf{R}$  kriterijska funkcija.

Kriterijsko funkcijo lahko sestavimo posredno, in sicer kot funkcijo usklajene mere različnosti med pari enot z izbrano enakovrednostjo (torej matriko najprej pretvorimo v matriko različnosti in šele nato razvrstimo enote v skupine) ali neposredno, in sicer kot funkcijo, ki meri usklajenost razvrstive s podatki o omrežju in izbrano enakovrednostjo - iz matrike direktno izračunamo razvrstitev (Ferligoj in Batagelj 1996, 168; Doreian in drugi 2005, 135).

Pri neposrednem pristopu kriterijska funkcija meri odstopanje blokov od idealnih blokov in je občutljiva na izbrano vrsto enakovrednosti. Glede na razlike med dejanskimi in idealnimi bloki izračunamo napako razvrstitve tako, da preštejemo te razlike. Vsota napak je vrednost kriterijske funkcije (Ferligoj in Batagelj 1996, 170; Doreian in drugi 2005, 186).

Za razvrstitev lahko uporabimo postopek lokalne optimizacije, ki temelji na slučajni začetni razvrstitvi v skupine, nato pa enote med skupinami izmenjujemo tako, da je napaka razvrstitve čim manjša (Doreian in Mrvar 1996a, 154).

Pri posrednem pristopu pa gre najprej za hierarhično združevanje v skupine, kjer kot mero različnosti  $d$  lahko uporabljamo popravljeno evklidsko razdaljo, saj je usklajena s strukturno enakovrednostjo (Ferligoj in Batagelj 1996, 169):

$$d(X_i, X_j) = \sqrt{(r_{ii} - r_{jj})^2 + (r_{ij} - r_{ji})^2 + \sum_{\substack{s=1 \\ s \neq i, j}}^n ((r_{is} - r_{js})^2 + (r_{si} - r_{sj})^2)}$$

Hierarhično združevanje v skupine je ena izmed metod razvrščanja v skupine, kjer zaporedno združujemo dve enoti ali več v novo skupino, pred postopkom pa nam ni treba opredeliti števila končnih skupin iskane razvrstitve. Rezultate prikažemo z drevesom združevanja oz. dendrogramom (Ferligoj 1989). Glede na obliko oz. razvejanost dendrograma se odločimo, v koliko skupin bomo dane enote razvrstili, in sicer tako, da na nekem nivoju združevanja oz. višini točke dendrogram »prerežemo«. To storimo tam, kjer nivoji združevanja kažejo največjo različnost med skupinami oz. kjer so »skoki« največji (Ferligoj 1989, 68; Nooy in drugi 2005, 267).

Postopek se začne tako, da najprej vsaka enota predstavlja svojo skupino, nato pa se na podlagi najmanjše različnosti med enotama skupine med seboj združujejo (povedano drugače – združimo skupini, ki sta si med seboj najbolj podobni). Dve vrstici v matriki postaneta ena vrstica; matrika se tako vse bolj manjša. To ponavljamo toliko časa, dokler niso vse skupine združene v eno skupino (Ferligoj 1989, 61; Doreian in drugi 2005, 144).

Mer različnosti za združene skupine je več, te pa določajo metode hierarhičnega združevanja v skupine, npr. minimalna, maksimalna, McQuitty-jeva, Wardova metoda itd. Za potrebe bločnega modeliranja je najbolj primerna Wardova metoda, ki razkriva elipsaste skupine (Doreian in drugi 2005, 149). Pri tej metodi se različnost med enotama meri z evklidsko razdaljo ali pa z razdaljo Manhattan. Wardova metoda deluje na principu maksimiranja homogenosti znotraj skupin, vsota kvadratov znotraj skupin služi kot merilo homogenosti. Ob vsakem koraku se skupine formirajo tako, da je za oblikovane skupine vsota kvadratov znotraj skupin najmanjša, upošteva pa se velikost skupin. Izračunamo jo kot mero različnosti med novo skupino in neko drugo skupino (Ferligoj 1989, 90).

Pri optimizacijskem postopku kriterijsko funkcijo sestavimo tako, da meri odstopanje dejanskih blokov od ustreznih idealnih blokov. Vrsto idealnih blokov izberemo glede na problem, ki ga rešujemo.

Kriterijska funkcija mora ustrezati izbrani enakovrednosti:

$P(C) = 0$ , kar pomeni, da z razvrstitvijo  $C$  določeni bloki ustrezajo izbrani enakovrednosti (napaka razvrstitve je enaka nič).

Če izhajamo iz razvrstitve  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_k\}$  in z  $B(C_u, C_v)$  označimo množico vseh idealnih blokov glede na dejanski blok  $R(C_u, C_v)$ , potem lahko celotno napako razvrstitve zapišemo z naslednjo kriterijsko funkcijo:

$$P(C) = \sum_{C_u, C_v \in C} \min_{B \in B(C_u, C_v)} d(R(C_u, C_v), B),$$

kjer člen  $d(R(C_u, C_v), B)$  meri razliko med idealnim in dejanskim blokom, funkcija  $d$  pa mora biti usklajena z obravnavano enakovrednostjo (Ferligoj in Batagelj 1996, 170). Razvrstitev lahko poiščemo s postopkom lokalne optimizacije, ki je opisan v poglavju 2.5.3.

### **2.6.3 Prileganje omrežij izbranim bločnim modelom**

Obstaja več pristopov za določanje bločnih modelov.

Klasičen pristop, ki je induktiven, temelji na tem, da na začetku izberemo eno izmed mer enakovrednosti in poskušamo najti tako razvrstitev enot v skupine, da bo najbolj usklajena z izbrano enakovrednostjo. Omrežja najprej analiziramo klasično, torej na začetku ne predpostavljamo nobene strukture, model pa ima klasično obliko – pozitivni bloki so na diagonali, negativni pa izven diagonale (Ferligoj in Batagelj 1996, 170; Doreian in Mrvar 2009, 5).

Poleg klasičnega pristopa so možni tudi drugi pristopi, ki temeljijo na poznavanju problema in teoretičnih izhodiščih (so deduktivni). Tako npr. predpostavimo strukturo bločnega modela (hipotetični bločni model), izberemo idealne bloke, ki jih v modelu dopuščamo, in upoštevamo možne dodatne kriterije (npr. da določeni enoti ne smeta nastopati v isti skupini ali da se morata nahajati v isti skupini). Pri tem načinu iščemo tako razvrstitev, da čim bolj ustreza zastavljenim pogojem (Ferligoj in Batagelj 1996, 171).

### **2.6.4 Bločno modeliranje v označenih dvovrstnih omrežjih**

Bločno modeliranje se lahko s posplošenim pristopom aplicira tudi na dvovrstna omrežja. Bločne matrike dvovrstnih omrežij so ponavadi pravokotne oblike in ne kvadratne, saj prva in druga množica enot ponavadi nista enako veliki. To pa pomeni, da bločni modeli, kjer se



osredotoča na to, kakšni morajo biti diagonalni in kakšni nediagonalni bloki, niso več relevantni (Doreian in drugi 2005, 250), zato se uporablja princip posplošene razcepnosti, saj se tak bločni model podatkom bolj prilega kot standardni, kar je tudi cilj, ki ga z bločnim modeliranjem želimo doseči – poiskati tako razvrstitev prve množice enot glede na drugo množico enot, da bo napaka razvrstitve najmanjša, kar pomeni, da se model kar se da dobro prilega podatkom. Pozitivni in negativni bloki se lahko pojavijo kjerkoli v modelu. Razbitje na skupine prve in druge množice enot poteka v dveh ločenih procesih, a istočasno (Mrvar in Doreian 2009, 217).

Tudi bločno modeliranje v dvovrstnih omrežjih je definirano kot optimizacijski problem, kjer se določi dve razvrstitvi (za vsako množico po ena razvrstitev)  $C^* = (C_1^*, C_2^*)$  iz množice vseh dopustnih dvo-razvrstitev  $\Phi$ , tako da je

$$P(C^*) = \min_{C \in \Phi} P(C),$$

kjer je  $P : \Phi \rightarrow \mathbf{R}$  kriterijska funkcija, do katere pridemo po že opisanem postopku v poglavju 2.6.2., pri čemer moramo upoštevati, da gre pri posplošenem bločnem modeliranju dvovrstnih omrežij za dve razvrstitvi in ne le za eno (Doreian in drugi 2005, 249-251; Mrvar in Doreian 2009, 203).

### 3 ANALIZA DVOVRSTNEGA OMREŽJA

V diplomski nalogi smo analizirali dvovrstno omrežje študentov in družabnih dogodkov, in sicer najprej s posrednim pristopom glede na rangiranje, nato kot označeno dvovrstno omrežje z upoštevanjem prvih treh in zadnjih treh rangov, nato pa sledi še bločno modeliranje dvovrstnega omrežja, kjer smo upoštevali le prve tri range posameznega študenta.

Cilj je bil ugotoviti, ali se interesi študentov različnih fakultet razlikujejo glede na udeležbo oz. neudeležbo na posameznih družabnih dogodkih in poiskati možne razlike glede na spol. Zanimalo pa nas je tudi, ali obstaja tak dogodek ali celo več takih dogodkov, ki so bili izbrani s strani večine študentov, in če obstajajo taki dogodki, za katere se študenti na splošno ne zanimajo.

Poleg same vsebine in družbenega ozadja preučevanega dvovrstnega omrežja pa smo želeli ugotoviti razlike v rezultatih, ki jih podajo različni pristopi preučevanja dvovrstnih omrežij.

#### 3.1 Zbiranje podatkov in opis omrežja

Podatki so bili zbrani z anketo (glej Prilogo A), in sicer je bila to anketa na papirju, anketiranci so jo reševali sami, nekaj anket pa smo anketirancem poslali tudi po elektronski pošti. V anketi je naštetih 15 družabnih dogodkov, anketiranci pa so jih glede na interes udeležbe oz. neudeležbe rangirali z rangi od 1 do 15 tako, da so z 1 rangirali tisti dogodek, ki bi se ga najverjetneje udeležili, z rangom 15 pa tisti dogodek, ki se ga najverjetneje ne bi udeležili. Dogodki so bili izbrani tako, da so čimbolj raznoliki, hkrati pa jih je mogoče razdeliti na več skupin; ena izmed možnih razvrstitev je naslednja:

- športni dogodki: bungee jumping, reprezentančna nogometna tekma, Ljubljanski maraton;
- kulturni dogodki: obisk galerije, koncert filharmonikov, literarni večer;
- dogodki, namenjeni predvsem druženju in zabavi: kino predstava v Koloseju, študentski festival Cvičkarija, razprodaje, koncert Neishe;
- dogodki, usmerjeni v izobraževanje in širjenje obzorij: knjižni sejem, konferenca o podjetništvu in inoviranju, tečaj hitrega branja;
- dogodka, ki temeljita na angažiranem posamezniku: demonstracije, lokalna čistilna akcija.

To je le ena izmed možnih razvrstitev, saj je percepcija posameznega dogodka odvisna od posameznika, npr. nekdo lahko knjižni sejem in razprodaje uvršča v isto skupino, prav tako bi lahko nekdo koncert Neishe uvrstil med kulturne dogodke itd., zato je zgornja razvrstitev dogodkov le informativne narave v smislu, da se dogodki vsebinsko in namensko razlikujejo. Menimo pa tudi, da so nekateri izmed dogodkov taki, ki se jih študenti (kot populacija) udeležujejo množično, npr. festival Cvičkarija, ter tudi taki, ki so namenjeni predvsem študentom in se tako pričakuje, da se jih bodo udeležili študenti ne glede na smer študija, npr. tečaj hitrega branja.

Omrežje je torej sestavljeno iz množice 15 zgoraj naštetih dogodkov in množice 50 študentov, ki študirajo na petih različnih fakultetah v Ljubljani; omrežje sestavlja natanko po 10 študentov z naslednjih fakultet:

- A.V.A. – Akademija za vizualne umetnosti;
- Fakulteta za družbene vede (FDV), oddelek Družboslovna informatika;
- Filozofska fakulteta (FF), oddelek Pedagogika;
- Fakulteta za računalništvo in informatiko (FRI);
- Medicinska fakulteta (MF).

Glede na spol sestavlja omrežje 31 študentk in 19 študentov, sestava študentov posamezne fakultete glede na spol pa je prikazana s Tabelo 3.1 .

**Tabela 3.1: Sestava omrežja glede na fakulteto in spol**

Fakulteta	Spol	
	ženski	moški
A.V.A.	7	3
FDV	5	5
FF	9	1
FRI	2	8
MF	8	2
<b>SKUPAJ</b>	<b>31</b>	<b>19</b>

Študente smo v omrežju zaradi preglednosti in funkcionalnosti namesto z imeni označili s črko *z* ali *m* (glede na spol) ter z zaporednimi številkami. Ker pa smo želeli v vsakem trenutku vedeti, katero fakulteto obiskuje posamezna enota, smo študente označili z zaporednimi številkami po naslednjem vzorcu: študenti z Akademije za vizualne umetnosti imajo zaporedne številke od 1 do 10, študenti FDV-ja imajo zaporedne številke od 11 do 20,

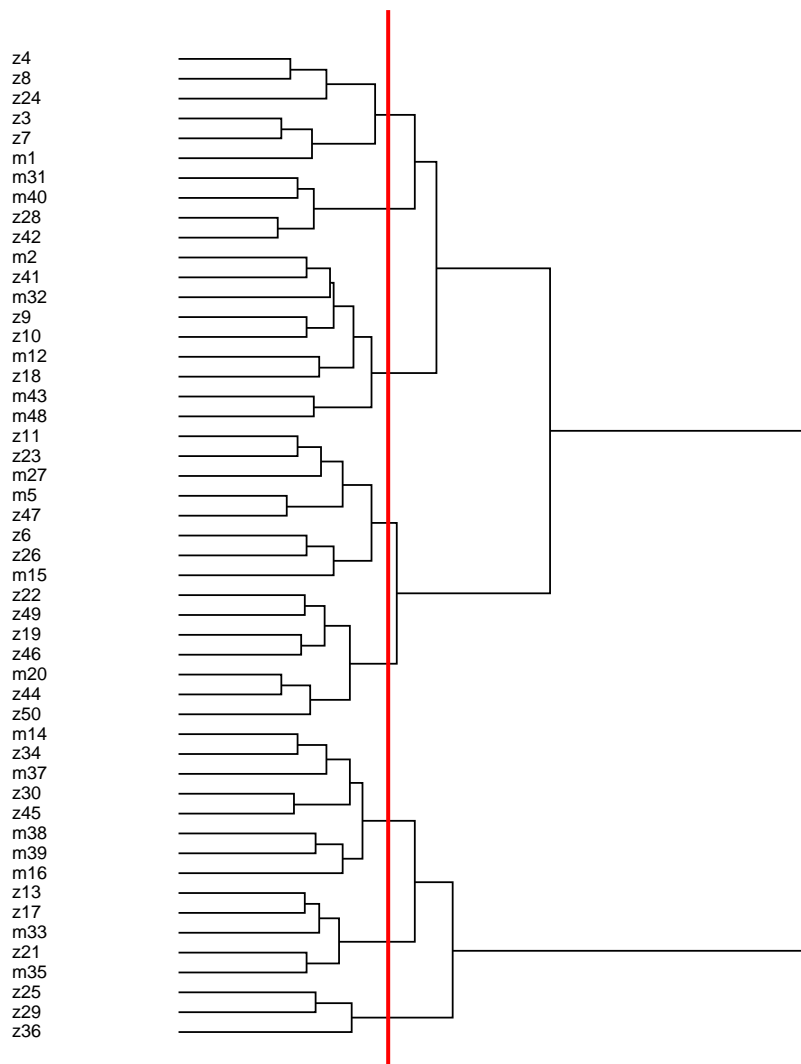
študenti Filozofske fakultete od 21 do 30, študenti računalništva in informatike od 31 do 40, študenti medicine pa od 41 do 50.

### **3.2 Analiza dvovrstnega omrežja s posrednim pristopom**

V tem poglavju so predstavljeni rezultati analize dvovrstnega omrežja, ki smo ga analizirali kot običajno dvovrstno omrežje, in sicer s pristopom hierarhičnega združevanja. S posrednim pristopom smo analizo omrežja začeli zato, ker se upošteva rangiranje dogodkov posameznega študenta – kvaliteta podatkov je torej največja, saj se natančno upoštevajo rangi vsakega študenta (ni rekodiranja). Za vsako množico enot posebej smo uporabili postopek hierarhičnega združevanja, kjer je bila uporabljena Wardova metoda in popravljena razdalja Manhattan, na osnovi le-te pa smo kot rezultat dobili dendrogram posamezne množice enot. Na osnovi dendrograma smo določili število skupin, v katere bodo enote posamezne množice razdeljene. Nato je bila v Pajku glede na število skupin v posamezni množici enot zgenerirana matrika hierarhičnega združevanja študentov in dogodkov.

Slika 3.1: Dendrogram množice študentov

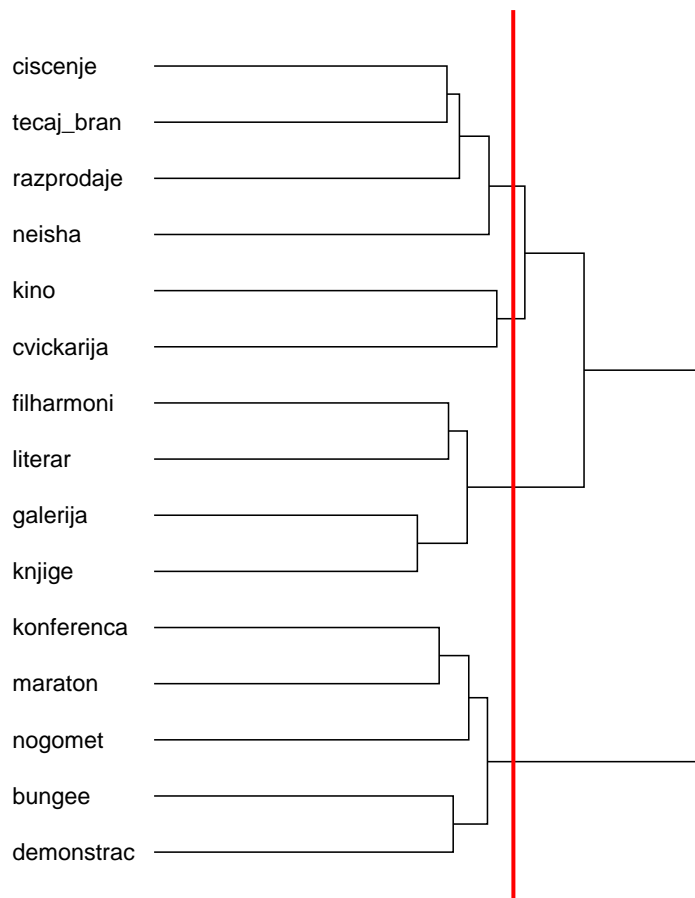
Pajek - Ward [0.00,43.89]



Iz dendrograma študentov lahko razberemo, da v množici študentov obstajata 2 zelo različni skupini študentov glede na rangiranje dogodkov oz. 3 precej različne skupine, vendar je to vsekakor premajhno število skupin glede na število študentov (50). Množico študentov smo se odločili razvrstiti v 8 skupin, saj ta razvrstitev ustreza velikosti množice, »skoki« v dendrogramu na teh mestih pa nakazujejo (glej rdečo črto na zgornjem dendrogramu), da tam res obstajajo razlike med skupinami.

**Slika 3.2: Dendrogram množice dogodkov**

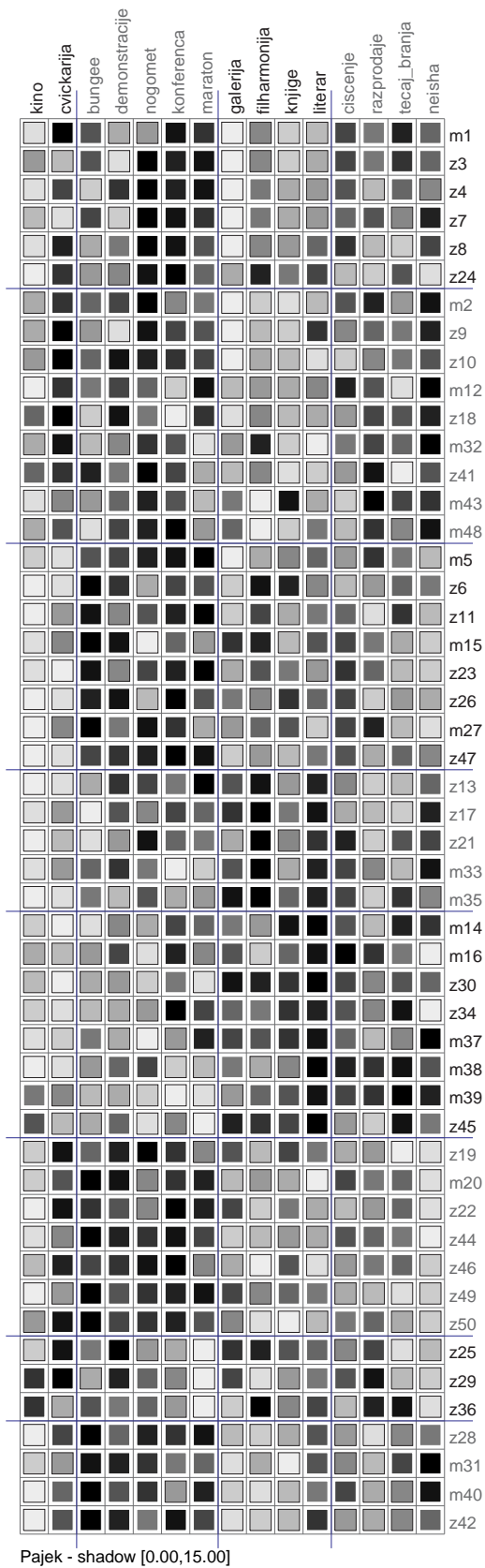
Pajek - Ward [0.00,37.18]



Glede na dendrogram dogodkov se le-te zdi smiselno razvrstiti v 3 ali 4 skupine, na prvi pogled pa vidimo, da obstajata 2 med seboj zelo različni skupini dogodkov. Odločili smo se za razvrstitev v 4 skupine (glej rdečo črto na zgornjem dendrogramu), saj se zdijo 3 skupine glede na značaj dogodkov premajhno število, čeprav razvrstitev v 4 skupine pomeni, da eno izmed skupin sestavljata le 2 dogodka (obisk kina in Cvičkarije).

V naslednjem koraku je sledilo hierarhično združevanje študentov in dogodkov, katerega rezultat je prikazan s Sliko 3.3. Vsaka vrstica v matriki predstavlja rangiranje oz. izbire posameznega študenta, stolpci pa so rangi, ki so bili določeni posameznemu dogodku. Rangi so vidni tudi glede na barvo oz. sivino celic, pri čemer temnejša barva pomeni nižji rang, svetlejša barva pa višji rang. Bela celica torej pomeni, da je študent tistemu dogodku pripisal rang 1 (kar pomeni, da bi se tistega dogodka udeležil najbolj verjetno), črna celica pa pomeni rang 15 (študent se tega dogodka najverjetneje ne bi udeležil oz. bi se ga udeležil najmanj verjetno).

Slika 3.3: Matrika hierarhičnega združevanja



V matriki hierarhičnega združevanja so študenti torej razvrščeni v 8 skupin, dogodki pa v 4 skupine. Dva študenta sta si med seboj podobna, če sta dogodke rangirala podobno – barve celic so približno enake. To pa velja tudi za dogodke – dva dogodka sta si med seboj podobna, če sta dobila podobne range.

V prvi skupini dogodkov sta kino in Cvičkarija. Kino bi na splošno vsi študenti v omrežju precej verjetno obiskali, saj so vse celice matrike, ki pripadajo temu dogodku, večinoma kar svetlo obarvane (izjema je 5 primerov, kjer so rangi tega dogodka nekoliko višji – celice so obarvane temneje). Kino je torej dogodek, ki je pri študentih očitno priljubljen. Pri Cvičkariji pa so interesi študentov nekoliko drugačni. Dve skupini študentov sta Cvičkariji pripisali kar nizke range, kar pomeni, da bi se tega festivala študenti teh skupih precej verjetno udeležili, pet skupin študentov pa so Cvičkariji pripisali precej visoke range in se festivala najverjetneje ne bi udeležili, v eni skupini študentov pa so mnenja o tem dogodku različna.

V drugi skupini dogodkov se nahajajo dogodki bungee jumping, demonstracije, nogometna tekma, konferenca o podjetništvu in inoviranju ter Ljubljanski maraton. V to skupino so zajeti vsi športni dogodki. Ta skupina pri večini študentov ni priljubljena, saj so ti dogodki dobili visoke range s strani večine skupin študentov, le ena izmed skupin študentov je tem dogodkov malo bolj naklonjena.

V tretji skupini dogodkov so obisk galerije, koncert filharmonikov, knjižni sejem ter literarni večer. Ti dogodki se vsebinsko nekako ujemajo in so pri večini študentov kar priljubljeni, le v dveh skupinah so rangi nekoliko višji.

Zadnjo skupino dogodkov sestavljajo lokalna čistilna akcija, razprodaje, tečaj hitrega branja in koncert Neishe. Rangi teh dogodkov so precej nizki ali pa srednji. Koncert Neishe je dobil nekoliko bolj polarizirane range – ali zelo visoke ali pa nizke. Dogodki te skupine so si v svojem značaju in namenu precej različni.

V prvo skupino študentov (v matriki so to vrstice od m1 do z24, skupaj 6 študentov) so bili večinoma razvrščeni študenti Akademije za vizualne umetnosti ter študentka Filozofske fakultete, v tej skupini pa izrazito prevladuje ženski spol. Vsi študenti Akademije za vizualne umetnosti te skupine so kot najbolj verjeten dogodek za udeležbo navedli obisk galerije, kar se za njihovo izbiro študija zdi zelo naravno in smiselno. Poleg galerije pa sta nizke range dobila tudi dogodka kino in knjižni sejem. Študente te skupine pa najmanj zanimajo nogometna tekma, konferenca o podjetništvu in inoviranju ter Ljubljanski maraton.



Drugo skupino študentov (v matriki od m2 do m48, skupaj 9 študentov) sestavljajo študenti vseh fakultet z izjemo Filozofske fakultete, prevladujejo pa študenti medicine in Akademije za vizualne umetnosti, kar se zdi precej nenavadno, da študente medicine kulturne dejavnosti zanimajo v taki meri. Študenti te skupine bi se najverjetneje udeležili vseh dogodkov iz tretje skupine (s tremi drobnimi izjemami), najmanj verjetno pa bi se udeležili koncerta Neishe, Cvičkarije, demonstracij in nogometne tekme.

V tretji skupini študentov (v matriki od m5 do z47, skupaj 8 študentov) je več študentk kot študentov, vsi skupaj pa prihajajo z vseh vključenih fakultet z izjemo Fakultete za računalništvo in informatiko. Interesi te skupine se nagibajo k obisku kina, Cvičkarije ter koncerta Neishe, študente pa najmanj zanimajo dogodki iz druge skupine.

Tudi v četrti skupini (v matriki od z13 do m35, skupaj 5 študentov) prevladujejo študentke, od fakultet nista vključeni Akademija in Medicinska fakulteta. To skupino zanimajo kino, Cvičkarija, bungee jumping (glede na celotno množico študentov je ta skupina študentov slednjemu dogodku precej pozitivno naklonjena) ter razprodaje – to so večinoma zabavi namenjeni dogodki. Skupina pa je najmanj naklonjena koncertu filharmonikov in literarnemu večeru.

V peti skupini (v matriki od m14 do z45, skupaj 8 študentov) prevladuje moški spol ter študenti Fakultete za računalništvo in informatiko. To skupino zanimata kino in Cvičkarija ter dogodki druge skupine (športni dogodki so sicer dobili višje range kot konferenca o podjetništvu in inoviranju, ki študente te skupine ne zanima preveč), najnižje range pa so študenti te skupine pripisali literarnemu večeru, tečaju hitrega branja, knjižemu sejmu in lokalni čistilni akciji, kar se glede na študij večine študentov te skupine zdi precej naravno.

V šesti skupini študentov (v matriki od z19 do z50, skupaj 7 študentov) izrazito prevladujejo študentke Medicinske fakultete, ki jih najbolj zanima kino, koncert Neishe in filharmonikov ter literarni večer, najmanj zanimanja pa kažejo za dogodke iz druge skupine dogodkov ter Cvičkarijo.

Sedma skupina (v matriki od z25 do z36) je zelo zanimiva. Sestavljajo jo tri študentke, in sicer dve prihajata s Filozofske fakultete, ena pa s FDV-ja. Vse tri so rang 1 pripisale Ljubljanskemu maratonu, drugih športnim dejavnosti pa se verjetno ne bi udeležile. Poleg maratona jih zanima tudi koncert Neishe, izrazito pa jih ne zanimajo razprodaje in demonstracije.

Zadnja, osma skupina (v matriki od z28 do z42, skupaj 4 študenti), se najbolj zanima za galerijo, filharmonike, knjižni sejem in razprodaje. Dogodki druge skupine, koncert Neishe in Cvičkarija pa so dogodki, ki se jih ti študenti verjetno ne bi udeležili. V tej skupini je enako

število študentov in študentk, študirajo pa na Filozofski fakulteti, Fakulteti za računalništvo in informatiko ter na Medicinski fakulteti.

### **3.2.1 Analiza glede na fakultete**

Glede na zanimanje za udeležbo oz. neudeležbo na dogodkih so najbolj homogeni študenti Akademije za vizualne umetnosti. Porazdeljeni so v le 3 skupine, največ pa jih je v prvi skupini, kjer glede na sestavo skupine dominirajo. Načeloma študente Akademije zanima obisk galerije, kar je glede na njihov študij tudi pričakovano, poleg galerije pa bi obiskali še knjižni sejem in kino (ki ga bi sicer vsi študenti precej verjetno obiskali). Za študente Akademije velja tudi to, da so glede Cvičkarije mnenja precej polarizirana (približno polovica študentov Akademije bi se tega festivala verjetno udeležila, polovica pa najverjetneje ne), šport pa jih na splošno ne zanima (nogomet, maraton in bungee jumping so dobili s strani teh študentov precej visoke range), prav tako jih ne zanima koncert Neishe.

Študenti Fakultete za računalništvo in informatiko so si glede na enake interese tudi precej podobni. Porazdeljeni so v 4 skupine, sicer pa dominirajo v peti skupini. Na splošno lahko rečemo, da te študente zanima obisk kina, ne zanima pa jih literarni večer in koncert Neishe, mnenja pa so polarizirana glede knjižnega sejma, Cvičkarije, nogometa ter koncerta filharmonikov.

Študenti medicine in FDV-ja so porazdeljeni v pet skupin, se pravi, da med sabo nimajo preveč podobnih interesov. Študenti FDV-ja ne prevladujejo v nobeni skupini, kar dokazuje, da so si precej različni in nehomogeni. Če posplošimo, zanje velja, da bi se vsi precej verjetno udeležili kino predstave, ne bi se pa udeležili maratona. Mnenja glede Neishe so polarizirana, Cvičkarije, bungee jumpinga in knjižnega sejma pa je več kot polovica študentov FDV-ja rangirala z nizkimi rangi, se pravi, da bi se jih več kot polovica najverjetneje udeležila. Na splošno se študenti FDV-ja demonstracij ne bi udeležili, kar je zanimivo, glede na to, da se v svojem študiju poglobljajo v sociologijo in politologijo.

Pri študentih medicine obstaja zanimiv pojav – bolj so homogeni glede dogodkov, ki se jih najverjetnje ne bi udeležili, kot glede dogodkov, ki jih zanimajo. Na splošno jih ne zanima nogomet, konferenca o podjetništvu in inoviranju, bungee jumping ter demonstracije (kar je delno smiselno, glede na to, da med študenti medicine v našem omrežju prevladuje ženski spol), udeležili pa bi se kino predstave. Koncert Neishe in filharmonikov sta dogodka, ki približno polovico študentov medicine zanima, druge polovice pa ne.

Najbolj nehomogeni so študenti Filozofske fakultete, saj so porazdeljeni v kar 7 skupin, torej so njihovi interesi nespecifični in ne izstopajo. Večina študentov Filozofske fakultete bi šla v kino, velika večina tudi na koncert Neishe, ne zanimata pa jih nogomet in konferenca o podjetništvu in inoviranju. Menimo, da so rezultati pri teh študentih taki zato, ker med enotami s Filozofske fakultete močno prevladujejo študentke (študent je eden sam).

### **3.2.2 Analiza glede na spol**

Glede na fakultete študentov se niso pokazali izrazito različni interesi, so pa zato razlike med spoloma bolj zanimive in očitne. Študentke bi se najraje udeležile kino predstave in obiska galerije, več kot polovico študentk pa zanima tudi koncert Neishe. Glede Cvičkarije, razprodaj, demonstracij in bungee jumpinga so mnenja precej deljena. Študentke pa so pokazale izrazito nezanimanje za nogomet, maraton in konferenco o podjetništvu in inoviranju. Tu pa je treba izpostaviti sedmo skupino v matriki, ki jo sestavljajo le tri študentke, za katere velja, da bi se izmed vseh dogodkov najraje udeležile maratona, zato lahko rečemo, da so posebnost v omrežju.

Pri študentih poleg kina ni takih dogodkov, za katere bi veljalo, da bi se jih verjetno udeležili vse študenti. Obstajata pa dogodka, ki bi se jih udeležila večina (se pravi z izjemami) in to sta nogomet ter knjižni sejem. Precejšnje nezanimanje so študenti izrazili glede bungee jumpinga, več pa je tudi takih študentov, ki se ne bi udeležili literarnega večera, koncerta Neishe in demonstracij. Glede Cvičkarije, maratona in konference so interesi študentov polarizirani.

### **3.3 Analiza označenega dvovrstnega omrežja**

V tem poglavju diplomske naloge je predstavljena analiza označenega dvovrstnega omrežja študentov in dogodkov, ki je bilo pretvorjeno v označeno omrežje tako, da smo pri vsakem študentu upoštevali le prve tri in zadnje tri range. To pomeni, da so bili prve trije rangi posameznega študenta rekodirani kot pozitivne izbire (teh dogodkov bi se študent verjetno udeležil), zadnji trije rangi pa so bili rekodirani kot negativne izbire (teh dogodkov se študent najverjetneje ne bi udeležil). Ostale izbire oz. rangi posameznega študenta pomenijo, da je študent do teh dogodkov indiferenten (z rangiranjem ni izrazil niti velikega zanimanja niti velikega nezanimanja).

Rezultat analize označenega dvovrstnega omrežja v Pajku je matrika, prikazana s Sliko 3.4. Obstaja ena sama rešitev analize tega označenega dvovrstnega omrežja, z napako 13.51952

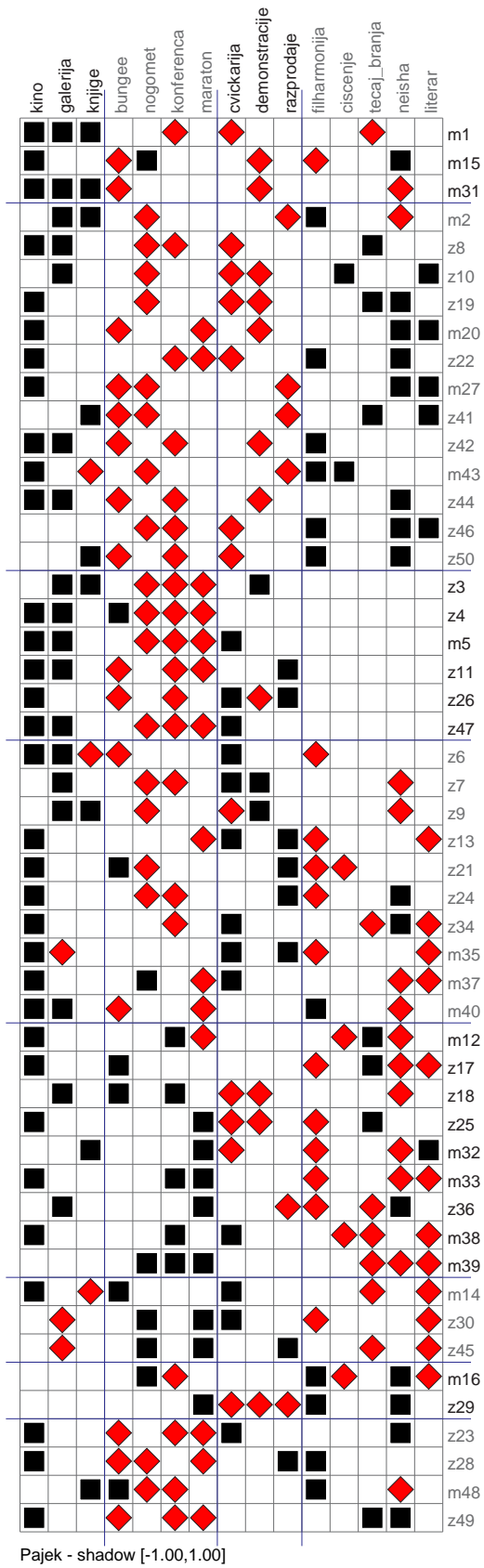
(podrobnosti analize, postopek optimizacije in izračun napak v Prilogi B). Postopek smo v Pajku ponovili večkrat, in sicer glede na različno število praznih blokov v matriki, najboljši rezultat pa je prikazana matrika, saj ima ta razvrstitev najmanjšo napako. Študenti so razvrščeni v 8 skupin, dogodki pa v 4 skupine, kar je torej popolnoma enako kot pri analizi s posrednim pristopom, saj smo upoštevali število skupin po Wardovi metodi. Črni kvadrati v celicah matrike pomenijo pozitivne izbire oz. prve tri range, rdeče kare v celicah matrike pa pomenijo negativne izbire oz. zadnje tri range.

Glede na večino izbir posamezne skupine študentov lahko vsako celico matrike na Sliki 3.4 opredelimo kot negativen (N) ali pozitiven blok (P) ali pa kot ničelni blok (0). Opredelitev blokov je predstavljena s Tabelo 3.2, kjer so skupine študentov označene s številkami od 1 do 8, skupine dogodkov pa s številkami od 9 do 12. S pomočjo te tabele se razločno vidi, katere skupine študentov so določenim skupinam dogodkov naklonjene, nenaklonjene ali pa so do njih indiferentne.

**Tabela 3.2: Matrika označenega dvovrstnega omrežja glede na vrsto blokov**

	9	10	11	12
1	P	N	N	N
2	P	N	N	P
3	P	N	P	0
4	P	N	P	N
5	P	P	N	N
6	N	P	P	N
7	0	P	N	P
8	P	N	P	P

Slika 3.4: Matrika označenega dvovrstnega omrežja



Z upoštevanjem le prvih treh in zadnjih treh izbir je slika interesov študentov bolj jasna. Hitro vidimo, kateri so najbolj in kateri najmanj priljubljeni. Obisk kina je dogodek, ki ga je izbralo največ študentov (33), poleg tega pa ima same pozitivne izbire. Podobno je tudi z galerijo in s knjižnim sejmom – večina študentov, ki so ta dva dogodka izbrali, ju je rangirala kot zelo priljubljena dogodka. Najmanj priljubljeni dogodki (v primerjavi z vsemi drugimi dogodki ter glede na razmerje pozitivnih in negativnih izbir) pa so demonstracije, nogomet, bungee jumping, konferenca o podjetništvu in inoviranju, Ljubljanski maraton in literarni večer. Ti dogodki so bili večkrat negativno izbrani glede na število vseh izbir posameznega dogodka. Lahko torej rečemo, da se za našteje dogodke študenti na splošno ne zanimajo.

Zanimivi so tudi dogodki, ki so jih študenti zelo malokrat izbrali kot ene izmed prvih treh in zadnjih treh dogodkov, ki bi se jih udeležili. To so lokalna čistilna akcija (ki jo je le 6 študentov navedlo kot pozitivno ali negativno izbiro), knjižni sejem, tečaj hitrega branja, demonstracije in razprodaje. Do teh dogodkov je večina študentov indiferentnih, kar pomeni, da zanje ni niti posebnega zanimanja niti posebnega nezanimanja. Izjema v tem primeru so demonstracije, ki jih je izbralo malo študentov, zato lahko rečemo, da je večina študentske populacije do demonstracij indiferentna, vendar pa tiste študente, ki so demonstracije izbrali, le-te ne zanimajo in so jih navedli kot negativno izbiro.

Obstaja nekaj dogodkov, ki imajo približno enako število pozitivnih in negativnih izbir. To so koncert Neishe, Cvičkarija, koncert filharmonikov, razprodaje in tečaj hitrega branja. Za te dogodke lahko rečemo, da so mnenja študentov glede udeležbe polarizirana.

V matriki na Sliki 3.4 so dogodki razvrščeni v 4 skupine, vendar pa ta razvrstitev ni enaka razvrstitvi iz hierarhičnega razvrščanja (Slika 3.3). V prvi skupini so kino, galerija in knjižni sejem, torej so to dogodki, ki so bili večinoma pozitivno izbrani, ena skupina je do teh dogodkov indiferentna, ene skupine pa ti dogodki ne zanimajo (negativna izbira). V drugi skupini dogodkov so bungee jumping, nogomet, konferenca o podjetništvu in inoviranju ter Ljubljanski maraton, ki so bili že pri hierarhičnem razvrščanju v isti skupini (vključene so bile še demonstracije), in sicer zaradi istega razloga kot v tem primeru – večina skupin študentov je do teh dogodkov negativno nastrojena, trem skupinam pa so ti dogodki všeč. V tretji skupini dogodkov so Cvičkarija, demonstracije in razprodaje. Ti dogodki so bili s strani skupin študentov izbrani tako pozitivno kot negativno, pri hierarhičnem razvrščanju pa niso bili v isti skupini. V zadnji skupini dogodkov so koncert filharmonikov, čistilna akcija, tečaja hitrega branja, koncert Neishe ter literarni večer. Večina skupin študentov se na splošno teh dogodkov ne bi udeležila, tri skupine bi se jih udeležile, ena skupina pa je do teh dogodkov indiferentna.

Interpretacija posameznih skupin študentov v matriki na Sliki 3.4 je v tem primeru lažja zaradi boljše razvidnosti pozitivnih in negativnih izborov študentov, poleg tega pa so naravnosti posameznih skupin študentov do skupin dogodkov jasno vidne tudi iz matrike v Tabeli 3.2. Velikosti skupin študentov so precej različne; v najmanjši skupini sta 2 študenta, v največji pa jih je 13. V interpretaciji smo na kratko predstavili interese posamezne skupine tako, da smo na zanimanja in nezanimanja gledali na splošno kot interese cele skupine, saj npr. ni nujno, da so vsi posamezniki v skupini nek dogodek označili kot zanimiv (lahko ga je nekdo iz te skupine označil kot nezanimivega ali pa je do njega indiferenten), vendar ima skupina na splošno do tega dogodka pozitiven odnos.

V prvi skupini so trije študenti (moškega spola), ki prihajajo z različnih fakultet. Vsi bi se udeležili kino predstave v Koloseju, ne zanimata pa jih, gledano na splošno kot na interese cele skupine, bungee jumping in demonstracije.

V drugi skupini, ki je največja, saj se v njej nahaja 13 študentov, so taki posamezniki, ki se zanimajo za kino, koncert Neishe, literarni večer, filharmonike in galerijo, ne bi pa se udeležili nogometne tekme, Cvičkarije, konference in bungee jumpinga. Ta skupina se izrazito zanima za kulturne dogodke in glasbo, verjetno zato, ker v tej skupini prevladujejo študentke, zanimivo pa je, da je sem razvrščenih kar 5 študentov medicine, za katere bi mogoče mislili, da se za kulturne in glasbene dogodke ne zanimajo.

V tretji skupini je 6 študentov, ki jih zanimajo galerija, kino in Cvičkarija, izrazito in močno nezanimanje pa so izrazili za nogometno tekmo, maraton in konferenco o podjetništvu in inoviranju (prav vsi v skupini so se negativno izrekli za ta dogodek). Posebnost te skupine je, da je v matriki v povezavi s to skupino en blok popolnoma prazen; to je tudi največji prazen blok v celotni matriki. Študenti tretje skupine so do dogodkov četrte skupine (to so čistilna akcija, literarni večer in koncerta filharmonikov in Neishe) popolnoma indiferentni, kar sicer za naše raziskovanje ni najbolj relevantno, saj nas zanimajo interesi študentov, vendar smo s tem praznim blokom dosegli, da so vse izbire teh študentov ne glede na smer porazdeljene med 3 skupine dogodkov. S tem pa so izbire veliko bolj podobne in celo povsem enake in za to skupino lahko rečemo, da je glede udeležbe oz. neudeležbe na dogodke najbolj homogena.

V četrti skupini je 10 študentov, ki se zanimajo za obisk kina, drugi dogodki, ki so jih nekateri izbrali, večina skupine pa je do njih indiferentna, pa so še galerija, Cvičkarija in razprodaje. Te skupine ne zanimajo filharmonija, literarni večer, nogometna tekma in konferenca.

V peti skupini je 9 študentov, ki bi se udeležili maratona, konference in kino predstave, ne bi pa se udeležili koncerta Neishe in filharmonikov.

V šesti skupini so 3 študenti, ki jih literarni večer izrazito ne zanima, prav tako ne tečaj hitrega branja in obisk galerije. Udeležili bi se nogometne tekme, maratona in Cvičkarije. Sedma skupina šteje le 2 študenta, ki ju zanima glasba, saj bi se udeležila koncerta Neishe in filharmonikov, glede dogodkov, ki se jih ne bi udeležila, pa sta povsem drugačnega mnenja. S to skupino je povezan drugi prazen blok matrike, vendar pa v tem primeru interesi skupine niso tako homogeni kot v tretji skupini študentov.

V zadnji skupini se nahajajo 4 študenti, ki so glede dogodkov, ki jih ne zanimajo, bolj homogeni kot pa glede dogodkov, ki jih zanimajo. Ne bi se udeležili konference in maratona, večinoma pa bi se udeležili kino predstave v Koloseju in koncerta filharmonikov.

### **3.3.1 Analiza glede na fakultete**

Bolj zanimiva in pomembna pa je razvrstitev študentov glede na fakulteto. V najmanjše število skupin so razvrščeni študenti Fakultete za računalništvo in informatiko, in sicer so razdeljeni v tri skupine – 4 študenti so v četrti skupini, 5 jih je v peti skupini, eden pa je v prvi. Praktično bi lahko rekli, da je večina študentov te fakultete razvrščena v četrto in peto skupino, za katero je značilno, da se študenti ne bi udeležili koncertov filharmonikov in Neishe ter literarnega večera, zanima pa jih kino. Mnenja študentov računalništva in informatike so glede maratona in Cvičkarije precej polarizirana.

Študenti medicine in Akademije za vizualne umetnosti so razvrščeni v 4 skupine. Večina študentov medicine se nahaja v drugi skupini (6 študentov), drugi pa so v tretji, šesti in osmi skupini. Za naravoslovce velja, da jih zanima kino, glede Neishe in filharmonije pa je situacija taka, da bi se teh dogodkov udeležilo precej študentov medicine, nekaj pa jih je indiferentnih. Izrazito pa se ne zanimajo za konferenco o podjetništvu in inoviranju ter za nogomet, verjetno zato, ker je bilo med študenti medicine anketiranih več študentk.

Študenti Akademije so skoraj enakomerno porazdeljeni v drugo, tretjo in četrto skupino, en študent pa se nahaja v prvi skupini. Prav vsi ti študenti bi se udeležili ogleda galerije. Močno nezanimanje so izrazili glede nogometne tekme. Glede kina, knjižnega sejma, Cvičkarije in konference pa so različnih mnenj.

Najbolj nehomogeni pa so tudi po analizi označenega omrežja študenti FDV-ja in Filozofske fakultete, oboji so razvrščeni v 7 skupin, se pravi, da so povsem pomešani med druge študente. Študenti Filozofske fakultete bi se na splošno udeležili kino predstave in koncerta



Neishe, ne zanimajo pa jih konferenca, nogometna tekma in bungee jumping. Do galerije so indiferentni, različnih mnenj pa so glede koncerta filharmonikov in Cvičkarije.

Študenti FDV-ja bi se udeležili kino predstave, glede drugih dogodkov pa so mnenja tako različna, da je težko delati zaključke. Indiferentni ali negativno nastrojeni so do demonstracij, konference in tečaja hitrega branja, kar so dogodki, za katere bi ravno od študentov FDV-ja mogoče pričakovali, da jih bodo zanimali.

### **3.3.2 Analiza glede na spol**

Interesi študentov in študentk se malce razlikujejo, vendar ne v taki meri, kot smo pričakovali. Izkazalo se je, da sta obisk galerije in koncert Neishe bolj ženska domena, saj bi se teh dveh dogodkov udeležilo več študentk kot študentov. Nezanimanje pa je večina študentk izrazila za bungee jumping, nogometno tekmo, konferenco o podjetništvu in inoviranju ter demonstracije. Sicer pa je pri ženskem spolu glede preostalih dogodkov situacija taka, da so si mnenja različna, saj so nekatere študentke do dogodkov pozitivno naravnane, nekatere pa negativno, zato se ne da posploševati. Obisk kina je najbolj priljubljen dogodek pri večini enot v omrežju, vendar pa študente bolj zanima kot študentke, čeprav bi se ne glede na spol kino predstave udeležilo največ študentov. Pri moških je na splošno težko sklepati, kateri so glavni interesi, saj so pri večini dogodkov mnenja polarizirana, se pravi, da so si študenti v omrežju precej različni in so njihovi interesi drugačni, morda celo nasprotujoči. Pri študentih je zelo zanimivo, da je edini dogodek, za katerega se lahko reče, da bi se ga udeležila večina, kino. Obstaja en sam dogodek, ki je na splošno nezanimiv za moški spol, saj se ga več študentov ne bi udeležilo, in sicer so to koncert Neishe, to pa je tudi edini dogodek, kjer so razlike med spoloma izrazite in nedvoumne. Pri literarnem večeru in nogometni tekmi so mnenja moških različna, vendar pa je tistih, ki se dogodkov ne bi udeležili več; se pravi, da sta za večino študentov literarni večer in nogometna tekma nezanimiva, kar je pri slednjem dogodku malce presenetljivo in v nasprotju z našimi predvidevanji. Zanimivo se zdi omeniti še demonstracije, do katerih je precej enot omrežja indiferentnih ali celo negativno nastrojenih, s prvimi tremi rangi pa jih ni rangiral niti en moški (pri ženskah je takih vsaj nekaj enot).

### 3.4 Analiza dvovrstnega omrežja z bločnim modeliranjem

V tem poglavju je predstavljeno bločno modeliranje dvovrstnega omrežja. V tem primeru gre spet za običajno dvovrstno omrežje, in ne več za označeno omrežje. V poglavju 3.2 je bila predstavljena analiza omrežja s posrednim pristopom, se pravi preko matrike različnosti, sedaj pa gre za neposredni pristop, kjer iz matrike direktno izračunamo razvrstitev, upoštevajoč skupine oz. število skupin posamezne množice enot iz dendrogramov, dobljenih z Wardovo metodo (glej poglavje 3.2). Pri tej analizi smo upoštevali le pozitivne izbire študentov oz. le prve tri range - upoštevani so torej le tisti trije dogodki, ki bi se jih posamezen študent najverjetneje udeležil, torej ga prvi trije izbrani dogodki najbolj zanimajo.

Pred bločnim modeliranjem dvovrstnega omrežja je omrežje smiselno pretvoriti v dve enovrstni (oz. običajni vrednostni) omrežji z vrednostmi na povezavah, da dobimo podrobnejši vpogled v množici študentov in dogodkov ter ugotovimo, kateri študenti in kateri dogodki so si med seboj najbolj podobni, zato so pred bločnim modeliranjem predstavljeni pretvorbi v običajni omrežji.

#### 3.4.1 Običajno omrežje študentov

Na Sliki 3.5 je predstavljeno enovrstno omrežje študentov. Enote so študenti, med katerimi obstajajo neusmerjene povezave, če bi se udeležili vsaj enega skupnega dogodka. Dva študenta sta torej v relaciji, če obstaja dogodek, ki bi se ga udeležila oba študenta. Vrednosti na povezavah pomenijo, koliko je dogodkov, ki bi se jih udeležila povezana študenta.

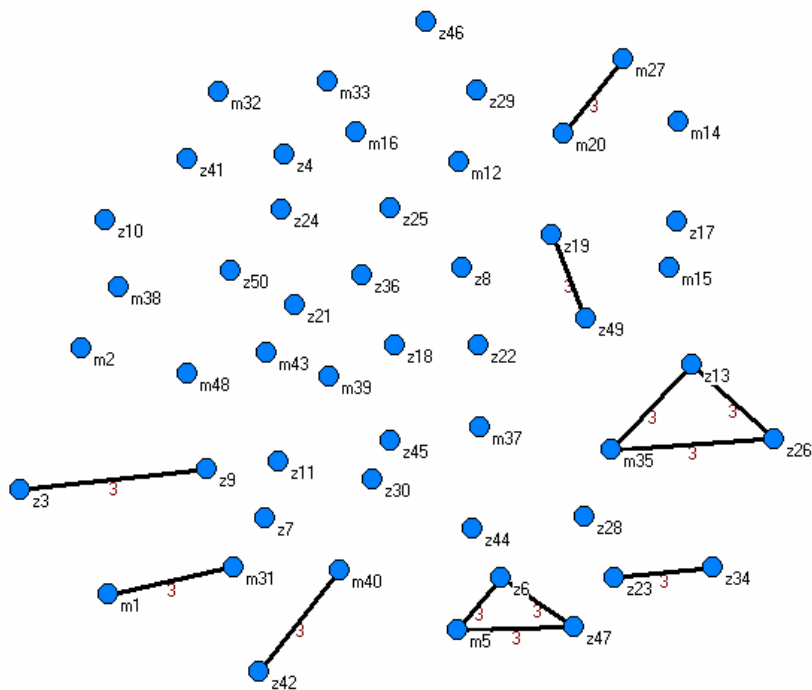
Zaradi večje preglednosti na Sliki 3.5 ni zank, upoštevali pa smo le povezave z vrednostmi 3. V Prilogi C je prikazano omrežje študentov z vrednostmi 1, 2 in 3 na povezavah, vendar je to precej nepregledno; vidimo pa lahko, da so vsi študenti povezani z vsaj enim študentom; torej bi se vsi udeležili vsaj enega dogodka, ki bi se ga udeležil še nekdo drug. V Prilogi Č je prikaz istega omrežja, vendar le z vrednostmi 2 in 3 na povezavah. Razvidno je, da bi se vsi študenti, z izjemo študentke *z10*, udeležili vsaj dveh takih dogodkov, ki bi se jih udeležil nekdo drug. Omenjena enota *z10* je v tem primeru izolirana in ni povezava z nobeno drugo enoto.

Na Sliki 3.5 lahko vidimo, da obstaja šest parov in dve trojici študentov, ki so med seboj izbrali iste dogodke, ki bi se jih udeležili. Ti pari oz. trojice študentov imajo zelo podobne interese. Zanimivo je, da sta v vseh parih, z izjemo enega, študenta istega spola (dve ženski ali

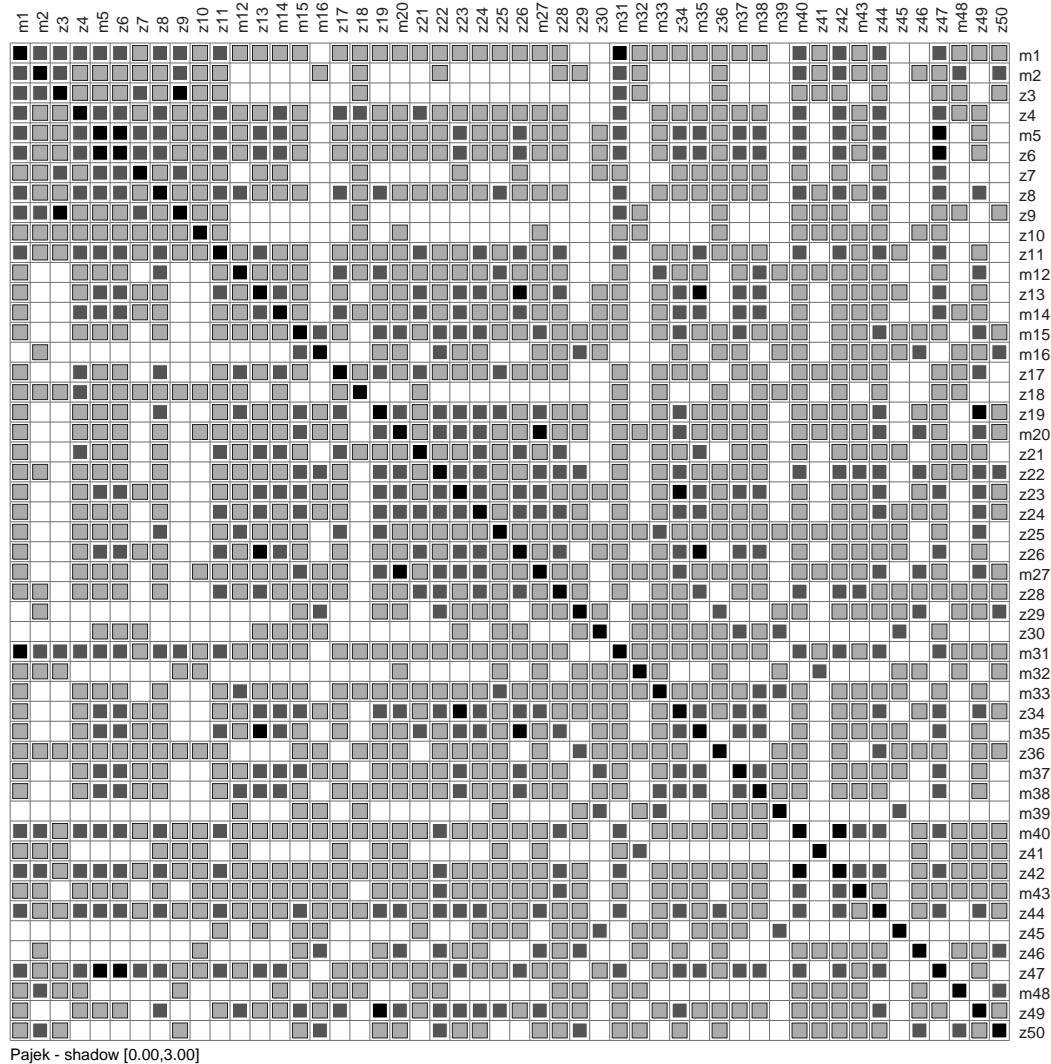
pa dva moška), obe trojici pa sestavljata dve študentki in študent. Le v enem primeru gre za študentki, ki študirata na isti fakulteti ( $z3 - z9$ ).

Z matriko na Sliki 3.6 je še enkrat predstavljeno omrežje študentov glede na število dogodkov, ki bi se jih udeležili. Kvadratici v matriki so različnih svin. Temnejše barve pomenijo močnejšo povezanost – temnejši kvadrataek pomeni, da bi se povezana študenta udeležila več skupnih dogodkov kot študenta, katerih celica je obarvana svetleje.

**Slika 3.5: Enovrstno omrežje študentov z vrednostjo 3 na povezavah**



**Slika 3.6: Matrična predstavitev enovrstnega omrežja študentov**

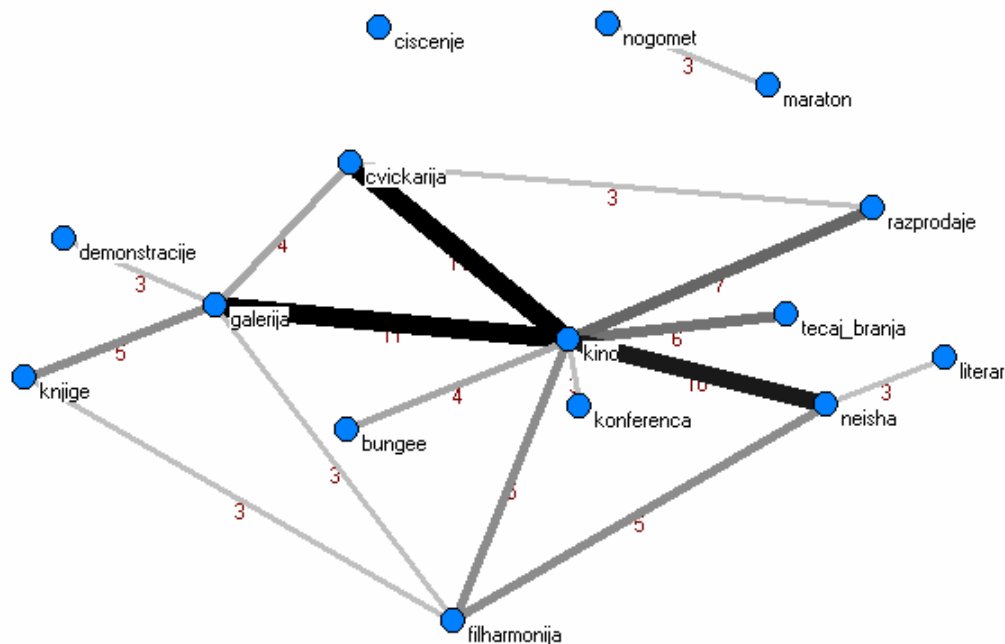


### 3.4.2 Običajno omrežje dogodkov

Enaka analiza je bila narejena za enovrstno omrežje dogodkov. S Sliko 3.7 je prikazano omrežje dogodkov, s številom udeležencev vsaj 3. V Prilogi D je omrežje dogodkov s skupnim številom udeležencev, vendar ni preveč pregledno, zato je bilo nekaj povezav odstranjenih.

Dva dogodka sta povezana, če bi se ju udeležil vsaj en študent hkrati. Vrednost na neusmerjeni povezavi med dvema dogodkoma pomeni število študentov, ki bi se udeležili obeh dogodkov.

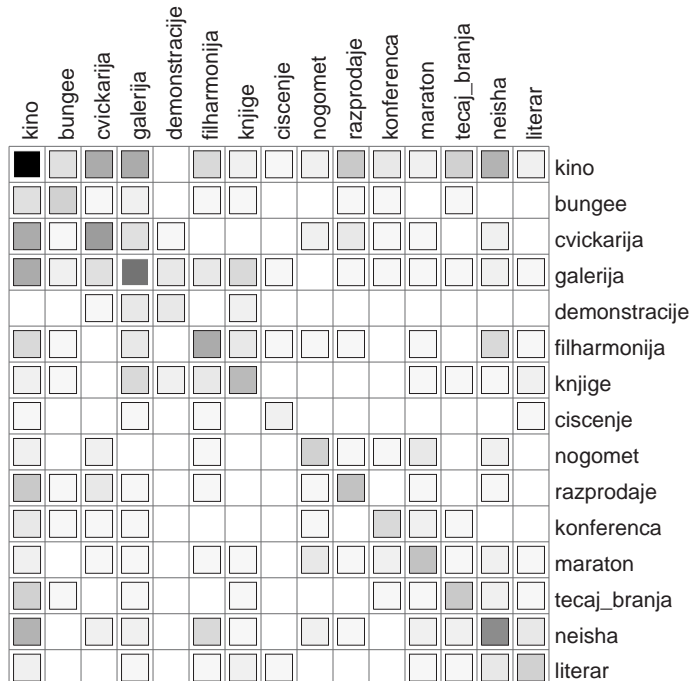
Slika 3.7: Enovrstno omrežje dogodkov s številom skupnih udeležencev vsaj 3



Najbolj povezani so dogodki kino – Cvičkarija ter kino – galerija, saj bi se obeh dogodkov v paru udeležilo 11 študentov. Močno sta povezana tudi koncert Neishe in kino, saj bi se obeh udeležilo 10 študentov. Tudi kina in razprodaj bi se hkrati udeležilo več študentov (7). Lokalna čistilna akcija ni povezana z nobenim dogodkom, kar pomeni, da bi se manj kot trije študenti hkrati udeležili čistilne akcije in kateregakoli drugega dogodka hkrati. Koncerta Neishe in koncerta filharmonikov bi se hkrati udeležilo 5 študentov, 3 študenti pa bi se hkrati udeležili knjižnega sejma in koncerta filharmonikov, prav tako galerije in koncerta filharmonikov, kar se zdi nekako logično, saj gre za kulturnozabavne dogodke. Povezana sta tudi maraton in nogometna tekma, hkrati bi se teh športnih dogodkov udeležili 3 študenti.

Na Sliki 3.8 pa je omrežje dogodkov prikazano še z matriko (zanke so tokrat vključene). Temnejše barve pomenijo, da bi se dogodkov hkrati udeležilo več študentov kot pri parih dogodkov s svetlejšo barvo celice matrike.

Slika 3.8: Matrična predstavitev enovrstnega omrežja dogodkov



Pajek - shadow [0.00,33.00]

### 3.4.4. Bločno modeliranje

Bločno modeliranje je bilo, kot že rečeno, v Pajku izvedeno tako, da smo upoštevali le prve tri izbire posameznega študenta, se pravi, da so upoštevani le dogodki, ki posameznika zanimajo. Glede na vrsto omrežja gre v tem primeru za običajno dvovrstno omrežje. Število skupin, v katere so razvrščeni tako študenti kot tudi dogodki, je enako številu skupin, ki smo ga dobili z Wardovo metodo – študenti so torej razvrščeni v 8 skupin, dogodki pa v 4 skupine.

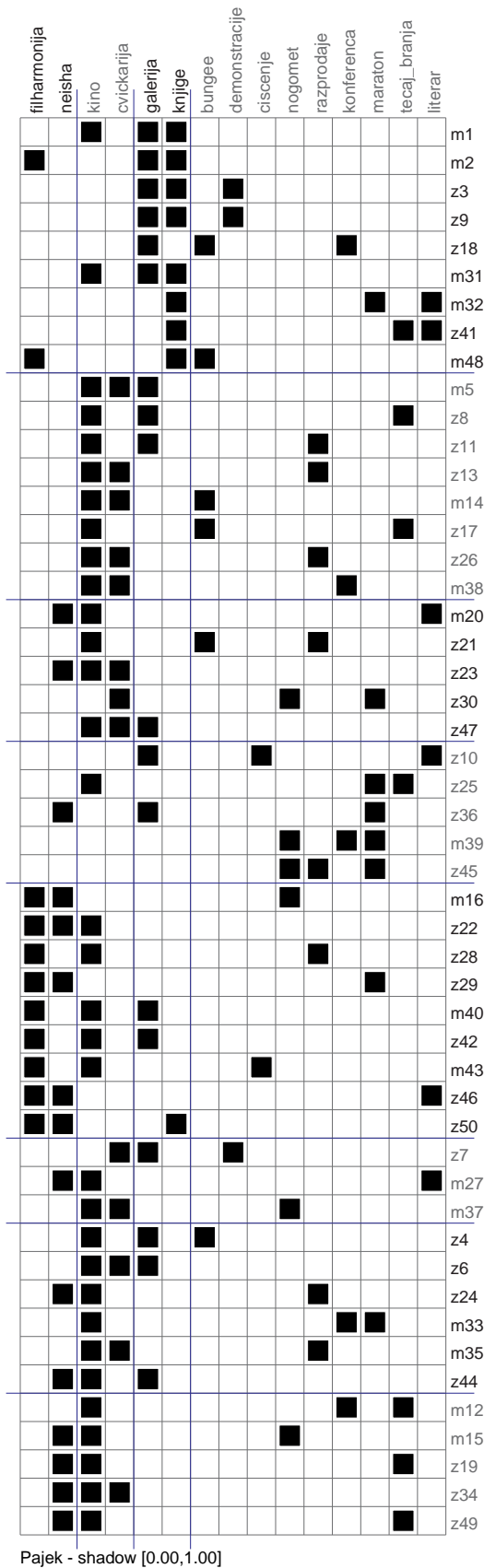
Pri bločnem modeliranju smo sledili strukturni enakovrednosti, dodali pa smo pogoje za vsako skupino posebej, da skupine ne bi bile premajhne. Pogoj za skupine je bil, da je število študentov oz. dogodkov v posamezni skupini večje ali enako 2. Glede na vrsto blokov so tako nekateri prazni (takih blokov je 25), nekateri pa polni (takih blokov je 7), kar je razvidno iz Tabele 3.3. Napaka razvrstitve je enaka 108. Število rešitev bločnega modeliranja s tako napako je 4, prikazana pa je le prva.

**Tabela 3.3: Bločna matrika glede na vrsto blokov (za prvo rešitev)**

	1	2	3	4
1	-	-	com	-
2	-	com	-	-
3	-	com	-	-
4	-	-	-	-
5	com	-	-	-
6	-	com	-	-
7	-	com	-	-
8	-	com	-	-

Na Sliki 3.9 je prikazana bločna matrika enostavnega dvovrstnega omrežja študentov in dogodkov. Vsaka skupina študentov se zanima za eno skupino dogodkov – v vsaki vrstici matrike je poln en sam blok, pri čemer je četrta skupina izjema, saj je nobena skupina dogodkov posebno ne zanima (vsi bloki te skupine so prazni).

Slika 3.9: Bločna matrika dvovrstnega omrežja





Glede na skupine dogodkov se iz matrike na Sliki 3.9 bolje vidi, kateri dogodki so priljubljeni in kateri ne. Druga skupina dogodkov (kino in Cvičkarija) ima največ polnih blokov in je zato najbolj priljubljena, saj jo je izbrala večina študentov. Četrta skupina dogodkov, v katero je bilo sicer razvrščenih največ dogodkov, je najmanj priljubljena, saj se na splošno študenti za te dogodke ne zanimajo. To so bungee jumping, demonstracije, lokalna čistilna akcija, nogometna tekma, razprodaje, konferenca o podjetništvu in inoviranju, Ljubljanski maraton, tečaj hitrega branja in literarni večer. Izmed teh dogodkov sta največ izbir dobila maraton in razprodaje, najmanj pa lokalna čistilna akcija in demonstracije, ki sta se že pri prejšnjih analizah pokazala kot izredno nezanimiva za študente.

V prvi skupini študentov prevladujejo študenti Akademije za vizualne umetnosti. To skupino zanima galerija in knjižni sejem; hkrati je to edina skupina študentov v omrežju, ki jo zanimata ta dva dogodka (drugi bloki te skupine dogodkov so prazni).

Drugo, tretjo, šesto, sedmo in osmo skupino študentov zanima le druga skupina dogodkov, se pravi, da bi se udeležili kino predstave in Cvičkarije. Zakaj ti študenti niso razvrščeni v isto skupino? Zaradi drugačnih interesov glede dogodkov, ki niso kino ali Cvičkarija. Študenti teh skupin imajo isto zanimanje glede teh dveh dogodkov, vendar se njihovi interesi glede drugih dogodkov razlikujejo. Študenti druge skupine, kjer prevladujejo FDV-jevci, bi se morda udeležili še ogleda galerije in razprodaj. Tretja skupina, kjer so skoraj sami študenti Filozofske fakultete, bi se udeležila še nekaterih dogodkov predvsem iz četrte skupine; vendar tako kot šesta skupina študentov nima drugih skupnih dogodkov, ki bi zanimali vso skupino. Sedma skupina študentov bi se poleg kina in Cvičkarije udeležila še ogleda galerije, osma skupina, kjer je poln blok ravno tako pri kino predstavi in Cvičkariji, pa bi se bolj verjetno kot Cvičkarije udeležila koncerta Neishe, vendar poln blok pri drugi skupini dogodkov generirajo izbire kina s strani vseh študentov v skupini - v tem bloku je več polnih celic kot praznih, to razmerje pa generira poln blok.

Četrta skupina študentov je posebnost, saj se ti študenti od drugih razlikujejo po tem, da imajo precej različne interese – celo tako različne, da se niso razvrstili v katero izmed drugih skupin. Skoraj vsi študenti te skupine bi se udeležili maratona in so glede na vse študente v omrežju zato izjema, saj je ta dogodek pretežno nepopularen. Vendar je v tem bloku več praznih celic kot polnih, zato je ta blok prazen, čeprav to skupino zanima maraton. Peta skupina študentov je edina, ki bi se udeležila obeh koncertov – koncerta Neishe in filharmonikov (slednjega bi se udeležili prav vsi v skupini), zanima pa jih tudi kino.

#### 3.4.4.1 Analiza glede na fakultete

Razvrstitev študentov glede na fakultete je tudi v primeru bločnega modeliranja drugačna kot pri hierarhičnem združevanju in pri analizi označenega dvovrstnega omrežja. Glede zanimanja za udeležbo na družabnih dogodkih so najbolj homogeni študenti Akademije za vizualne umetnosti in študenti FDV-ja, saj so oboji razvrščeni v 5 skupin. Pri prvih se je tudi pri prejšnjih analizah izkazalo, da imajo podobne interese (tako za dogodke, ki jih zanimajo, kot tudi za tiste, ki jih ne zanimajo), pri drugih pa smo ugotovili, da imajo podobne interese le za dogodke, ki jih zanimajo, glede dogodkov, ki pa se jih ne bi udeležili, pa so si različnih mnenj. Študenti Akademije bi se torej na splošno udeležili obiska galerije, nekaj bi se jih udeležilo tudi kino predstave in knjižnega sejma. Študenti FDV-ja pa bi šli v kino, nekaj bi jih šlo tudi na koncert Neishe, razprodaje, tečaj hitrega branja in bungee jumping.

Študenti Medicinske fakultete in študenti Filozofske fakultete so razvrščeni v 6 skupin. Slednje zanima kino in koncert Neishe, glede razprodaj, Cvičkarije, koncerta filharmonikov in maratona pa so si različnih mnenj. Študenti medicine bi se udeležili obeh koncertov in kina, nekateri tudi obiska galerije in knjižnega sejma. Najbolj nehomogeni pa so, nekoliko presenetljivo, študenti računalništva in informatike. Pri prejšnjih analizah so bili razvrščeni v 4 ali celo 3 skupine, pri bločnem modeliranju pa v 7 skupin, kar kaže na to, da so si glede dogodkov, ki bi se jih udeležili, manj podobni kot glede tistih dogodkov, ki jih ne zanimajo (tu so njihovi interesi bolj homogeni). Sicer pa te študente zanimata kino in maraton.

#### 3.4.4.2 Analiza glede na spol

Interesi študentov glede udeležbe na družabnih dogodkih se med spoloma nekoliko razlikujejo. Študentke se zanimajo za obisk kina, koncert Neishe, Cvičkarijo in galerijo. Nekateri bi se udeležile tudi koncerta filharmonikov, tečaja hitrega branja in razprodaj. Študenti pa bi šli poleg kina še v galerijo in na knjižni sejem, nekateri tudi na nogometno tekmo, konferenco o podjetništvu in inoviranju, koncert filharmonikov in Cvičkarijo. Med spoloma torej obstajajo razlike v interesih na nekaterih točkah, npr. koncert Neishe, ki bi se ga udeležilo veliko študentk, vendar zanemarljivo malo študentov. Tečaja hitrega branja in razprodaj bi se pretežno udeležile le študentke (glede razprodaj je bilo to pričakovano), demonstracij bi se udeležile le študentke, na nogometni tekmi pa bi bilo več študentov kot študentk. Med spoloma pa skoraj ni razlik kar zadeva lokalno čistilno akcijo (ki bi se je udeležila le dva študenta), koncerta filharmonikov, literarnega večera, Ljubljanskega maratona in bungee jumpinga. Med interesi študentov in študentk so torej neke razlike, vendar niso tako velike, kot smo pričakovali.

## 4 ZAKLJUČEK

Cilj diplomske naloge je bila analiza dvovrstnega omrežja študentov s petih različnih fakultet in petnajstih različnih družabnih dogodkov, in sicer s tremi različnimi pristopi za analizo socialnih omrežij – s posrednim pristopom glede na rangiranje, kot označeno dvovrstno omrežje in z bločnim modeliranjem. Pri vsakem pristopu je bila analiza izvedena na specifičnem delu omrežja. Pri posrednem pristopu smo upoštevali vse range posameznega študenta, zato je ta analiza dala najbolj natančne rezultate, kvaliteta podatkov pa je bila tu največja. Pokazale so se razlike med spoloma in tudi glede na fakultete. Ko smo dvovrstno omrežje analizirali kot označeno omrežje, smo upoštevali le prve tri in zadnje tri range posameznega študenta. Vse ostale range smo obravnavali kot indiferentne izbire študentov. Z analizo označenega dvovrstnega omrežja smo dobili uvid v dogodke, ki študente (glede na fakultete in glede na spol) zanimajo (prve tri izbire) in v tiste, ki jih ne zanimajo (zadnje tri izbire). V tem primeru smo omrežje preoblikovali, kvaliteta podatkov pa je zaradi tega nekoliko slabša, saj smo se omejili na določene range. Tu se poraja vprašanje – kakšni bi bili rezultati, če bi se namesto za prve tri in zadnje tri izbire odločili za obravnavo prvih in zadnjih štirih ali celo petih izbir? Mogoče bi bili v tem primeru rezultati malce drugačni, lahko bi se pokazale celo večje razlike med študenti različnih fakultet in glede na spol. Kvaliteta podatkov je bila pri bločnem modeliranju najslabša, saj smo izgubili največ informacij – ker smo se osredotočili le na pozitivne izbire študentov oz. smo obravnavali le prve tri range, smo izgubili informacijo o dogodkih, ki študentov ne zanimajo.

Vsi trije pristopi so posledično dali podobne rezultate. Glede na spol so se pokazale nekatere razlike. Študentke na splošno zanima koncert Neishe, obisk kina in galerije, ne zanimajo pa jih nogometna tekma, konferenca o podjetništvu in inoviranju, Ljubljanski maraton ter bungee jumping. Študenti bi se udeležili kino predstave v Koloseju, knjižnega sejma in obiska galerije, ne zanimata pa jih koncert Neishe in literarni večer.

Študenti so bili pri vsaki analizi razvrščeni v osem skupin, saj smo na začetku z Wardovo metodo dobili dendrograme, ki so nam pomagali pri odločitvi za število skupin tako za študente kot tudi za dogodke. Pri vsaki analizi so bili študenti določene fakultete razvrščeni v nekoliko drugačno število skupin. Na splošno gledano pa so glede zanimanja najbolj homogeni študenti Akademije za vizualne umetnosti, saj so bili skoraj vedno porazdeljeni v najmanjše število skupin. Te študente zanima obisk galerije in kina, ne bi se pa udeležili športnih dogodkov. Pri študentih medicine in študentih računalništva in informatike obstaja

zanimiv pojav, in sicer so si bolj enotni glede dogodkov, ki jih ne zanimajo, kot glede dogodkov, ki bi se jih udeležili. Študenti medicine bi šli na koncert Neishe in filharmonikov ter v kino, ne zanimajo pa jih športni dogodki, konferenca in demonstracije. Študenti Fakultete za računalništvo in informatiko so si enotni le glede kino predstave, ki bi se je udeležili skoraj vsi. Ne zanimajo pa jih koncert Neishe, filharmonikov in literarni večer. Lahko vidimo, da so si študenti teh dveh fakultet v interesih precej različni, verjetno zaradi sestave po spolu (pri študentih medicine v našem omrežju močno prevladujejo študentke, pri študentih računalništva in informatike pa študenti). Študenti FDV-ja niso preveč homogeni. Edini dogodek, ki zanima vse, je kino predstava v Koloseju. Pri teh študentih obstaja nekaj dogodkov, kjer so mnenja polarizirana (demonstracije, koncert Neishe, tečaj hitrega branja). Študenti Filozofske fakultete so med vsemi študenti v omrežju najbolj nehomogeni, saj so bili skoraj vedno porazdeljeni v največ skupin. Zanimata jih kino in koncert Neishe, ne bi pa se udeležili nogometne tekme in konference.

Glede dogodkov smo predvidevali, da bodo nekateri bolj priljubljeni, nekateri pa manj. Naša domneva se je potrdila – kino predstava je najbolj priljubljen dogodek in zanima skoraj vse študente, prav tako je za študente dokaj zanimiv tudi obisk galerije. Najmanj priljubljeni pa so bungee jumping, nogometne tekma in konferenca o podjetništvu in inoviranju. Zanimivo je, da sta najmanjkrat izbrana dogodka lokalna čistilna akcija in demonstracije, kar pomeni, da je večina študentov do teh dogodkov indiferentna.

Pri vsakem raziskovalnem delu pa se moramo zavedati tudi omejitev raziskovanja in oceniti svoje metodološko delo. Pri analizah smo ugotovili, da so morda nekateri dogodki nekoliko nenatančno definirani, kar je vplivalo na rezultate. Demonstracije bi lahko bile definirane bolj specifično, npr. demonstracije sindikatov ali pa demonstracije, ki zadevajo študente (npr. nova zakonodaja o študentskem delu). Tudi Ljubljanski maraton bi bil lahko definiran bolj natančno, saj se iz danega primera ne more sklepati, ali gre za dejansko sodelovanje na maratonu (poleg tega je treba tu definirati še dolžino proge) ali le za spodbujanje tekačev in udeležbo na prireditvi. Obisk galerije je podoben primer, saj ni definirano, za kakšno ali katero galerijo gre, prav tako je pri literarnem večeru. Rezultati so seveda precej odvisni od merskega inštrumenta, ki mora biti dobro definiran.

## 5 LITERATURA

Doreian, Patrick in Andrej Mrvar. 1996a. A partitioning approach to structural balance. *Social Networks* 18 (2): 149 – 168. Dostopno prek: [http://www.sciencedirect.com.nukweb.nuk.uni-lj.si/science?\\_ob=MImg&\\_imagekey=B6VD1-3VW1DVP-3-1&\\_cdi=5969&\\_user=4769578&\\_orig=search&\\_coverDate=04%2F30%2F1996&\\_sk=999819997&view=c&wchp=dGLbVzW-zSkWb&md5=a63375d0da2caaa68fd9dc964770ffc3&ie=/sdarticle.pdf](http://www.sciencedirect.com.nukweb.nuk.uni-lj.si/science?_ob=MImg&_imagekey=B6VD1-3VW1DVP-3-1&_cdi=5969&_user=4769578&_orig=search&_coverDate=04%2F30%2F1996&_sk=999819997&view=c&wchp=dGLbVzW-zSkWb&md5=a63375d0da2caaa68fd9dc964770ffc3&ie=/sdarticle.pdf) (6. februar 2010).

--- 1996b. Structural Balance and Partitioning Signed Graphs. V *Developments and Data Analysis*, ur. Anuška Ferligoj in Anton Kramberger, 195 – 208. Ljubljana: FDV.

Doreian, Patrick in Andrej Mrvar. 2009. Partitioning signed social networks. *Social Networks* 31 (1): 1 – 11. Dostopno prek: [http://www.sciencedirect.com.nukweb.nuk.uni-lj.si/science?\\_ob=MImg&\\_imagekey=B6VD1-4TC34WY-1-11&\\_cdi=5969&\\_user=4769578&\\_orig=search&\\_coverDate=01%2F31%2F2009&\\_sk=999689998&view=c&wchp=dGLbVzb-zSkWA&md5=79a76edd1323fbb2dfb8506c7e39af89&ie=/sdarticle.pdf](http://www.sciencedirect.com.nukweb.nuk.uni-lj.si/science?_ob=MImg&_imagekey=B6VD1-4TC34WY-1-11&_cdi=5969&_user=4769578&_orig=search&_coverDate=01%2F31%2F2009&_sk=999689998&view=c&wchp=dGLbVzb-zSkWA&md5=79a76edd1323fbb2dfb8506c7e39af89&ie=/sdarticle.pdf) (6. februar 2010).

Doreian, Patrick, Vladimir Batagelj in Anuška Ferligoj. 2005. *Generalized Blockmodeling*. New York: Cambridge University Press.

Ferligoj, Anuška in Vladimir Batagelj. 1996. Optimizacijski pristop k bločnim modelom. V *Slovenska država, družba in javnost*, ur. Anton Kramberger, 163 – 176. Ljubljana: FDV.

Ferligoj, Anuška. 1989. *Razvrščanje v skupine: teorija in uporaba v družboslovju*. Dostopno prek: <http://vlado.fmf.uni-lj.si/vlado/podstat/mva/MZ4.pdf> (5. februar 2010).

Hlebec, Valentina in Tina Kogovšek. 2006. *Merjenje socialnih omrežij*. Ljubljana: Študentska založba.

Hummon, Norman P. in Patrick Doreian. 2003. Some dynamics of social balance processes: bringing Heider back into balance theory. *Social Networks* 25 (1): 17 – 49. Dostopno prek: <http://diagrams.org/docs/pdfs/d00055.pdf> (3. februar 2010).

Mizruchi, Mark S. 1994. Social Network Analysis: Recent Achievements and Current Controversies. *Acta Sociologica* 37 (4): 329 - 343. Dostopno prek: <http://www.bsos.umd.edu/gvpt/CITE-IT/Documents/Mizruchi%201994%20Soc%20Net%20Analysis.pdf> (25. januar 2010).

Mrvar, Andrej in Patrick Doreian. 2009. Partitioning Signed Two-Mode Networks. *Journal of Mathematical Sociology* 33 (3): 196 – 221.

Mrvar, Andrej. 2009a. *Definicije in predstavitve omrežij, program Pajek*. Dostopno prek: <http://mrvar.fdv.uni-lj.si/sola/info4/andrej/prmrvar1.htm> (20. januar 2010).

--- 2009b. *Označeni grafi*. Dostopno prek: <http://mrvar.fdv.uni-lj.si/sola/info4/andrej/prmrvar5.htm> (23. januar 2010).

--- 2009c. *Analiza dvovrstnih omrežij*. Dostopno prek: <http://mrvar.fdv.uni-lj.si/sola/info4/uvod/dvodel.pdf> (23. januar 2010).

Nooy, Wouter de, Andrej Mrvar in Vladimir Batagelj. 2005. *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*. New York: Cambridge University Press.

Otte, Evelien in Roland Rousseau. 2000. Social network analysis: a powerful strategy, also in information sciences. *Journal of Information Science* 28 (6): 441 – 453. Dostopno prek: <http://jis.sagepub.com/cgi/content/abstract/28/6/441> (5. februar 2010).

Scott, John. 2000. *Social Network Analysis: A Handbook*. London: SAGE Publications.

Wasserman, Stanley in Katherine Faust. 1994. *Social Network Analysis: Methods and Applications*. New York: Cambridge University Press.

## PRILOGE

### Priloga A: Anketa

Pozdravljeni,

sem Ana Lucija Škrjanec, študentka Družboslovne informatike na Fakulteti za družbene vede v Ljubljani. Za potrebe diplomske naloge, v kateri bom analizirala socialno omrežje, sem sestavila kratko anketo, ki je pred vami. Zelo bi vam bila hvaležna, če si vzamete nekaj časa in jo rešite.

Spodaj je naštetih 15 dogodkov oz. dejavnosti. Zanima me, katerih dogodkov oz. dejavnosti bi se zagotovo udeležili in katerih se zagotovo ne bi udeležili oz. pri čem bi želeli sodelovati in kje ne. Prosim vas, da dogodke rangirate - v prazen prostor poleg vsakega dogodka vpišete številke od 1 do 15, kjer 1 pomeni, da bi se dogodka oz. dejavnosti udeležili zagotovo, 15 pa pomeni, da se ga zagotovo ne bi udeležili. Vsako številko od 1 do 15 morate torej uporabiti natanko enkrat.

Pod tabelo zapišite še svoje ime, fakulteto in označite spol. Za sodelovanje se vam iskreno zahvaljujem.

kino predstava v Koloseju	
bungee jumping	
študentski festival Cvičkarija	
obisk galerije	
demonstracije	
koncert filharmonikov	
knjižni sejem	
lokalna čistilna akcija	
reprezentančna nogometna tekma	
razprodaje	
konferenca o podjetništvu in inoviranju	
Ljubljanski maraton	
tečaj hitrega branja	
koncert Neishe	
literarni večer	

Ime: \_\_\_\_\_

Spol: M Ž

Fakulteta: \_\_\_\_\_

## Priloga B: Analiza označenega dvovrstnega omrežja v Pajku

-----  
Partitioning 2-Mode Signed Graphs  
-----

Working...  
Number of ROW clusters: 8  
Number of COL clusters: 4  
Alpha: 0.500  
Min size of ROW clusters: 2  
Min size of COL clusters: 2  
Number of Null blocks: 2  
Penalty for small Null blocks: 0.010  
-----

Optimization...

100% finished. Time spent: 0:07:32

1 partition with 13.51952 inconsistencies found.

-----  
Analysis of the first obtained best partition:  
-----

Number of vertices in Row clusters:

1	3
2	13
3	6
4	10
5	9
6	3
7	2
8	4

Number of vertices in Col clusters:

9	3
10	4
11	3
12	5

Sum of positive values inside blocks - Pos(i,j):

	9	10	11	12
1	7	1	0	1
2	16	0	0	23
3	11	1	6	0
4	13	2	12	3
5	8	13	1	5
6	1	5	3	0
7	0	2	0	4
8	4	1	2	5

Sum of negative values inside blocks - Neg(i,j):

	9	10	11	12
1	0	3	3	3
2	1	22	15	1
3	0	17	1	0
4	2	12	1	15
5	0	1	6	20
6	3	0	0	6
7	0	1	3	2
8	0	11	0	1

Best fitting blocks:

	9	10	11	12
1	P	N	N	N
2	P	N	N	P
3	P	N	P	0
4	P	N	P	N
5	P	P	N	N
6	N	P	P	N
7	0	P	N	P
8	P	N	P	P

Block inconsistencies for Pos/Neg blocks -  $E(i,j) = \min [ (1-\alpha)*Pos(i,j), \alpha*Neg(i,j) ]$

Block inconsistencies for Null blocks -  $E(i,j) = (1-\alpha)*Pos(i,j) + \alpha*Neg(i,j) + \text{penalty}*(1-r(i)c(j)/(RC))$



R - number of Rows, C - Number of Cols  
r(i) - number of vertices in i-th Row cluster, c(j) - number of vertices in j-th Col cluster

	9	10	11	12
1	0.0000	0.5000	0.0000	0.5000
2	0.5000	0.0000	0.0000	0.5000
3	0.0000	0.5000	0.5000	0.0096
4	1.0000	1.0000	0.5000	1.5000
5	0.0000	0.5000	0.5000	2.5000
6	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000
7	0.0099	0.5000	0.0000	1.0000
8	0.0000	0.5000	0.0000	0.5000

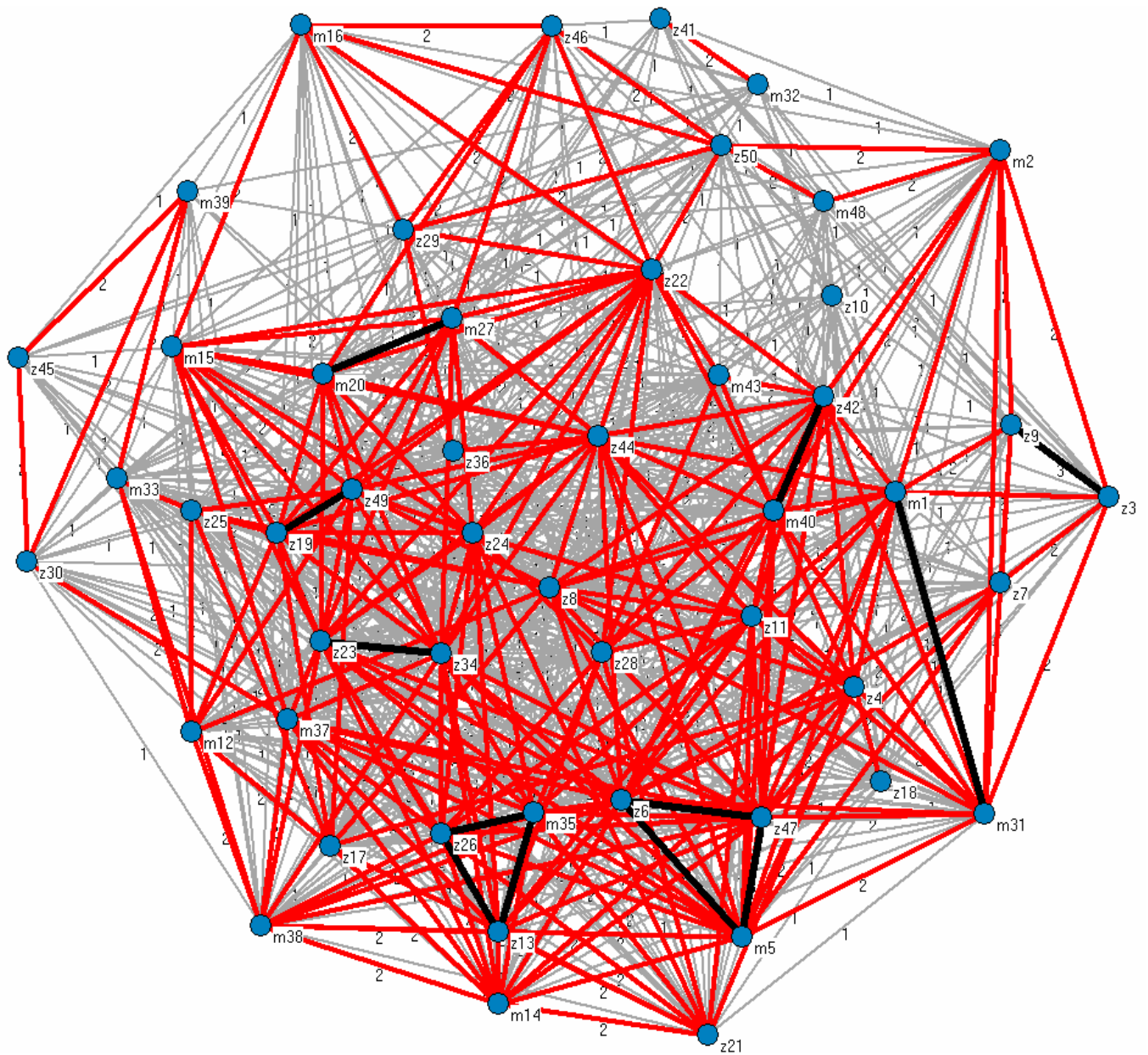
Total inconsistency measure: 13.51952

-----  
Partitions with total inconsistency measure 13.51952 found 1 times. Attraction rate = 0.01000.

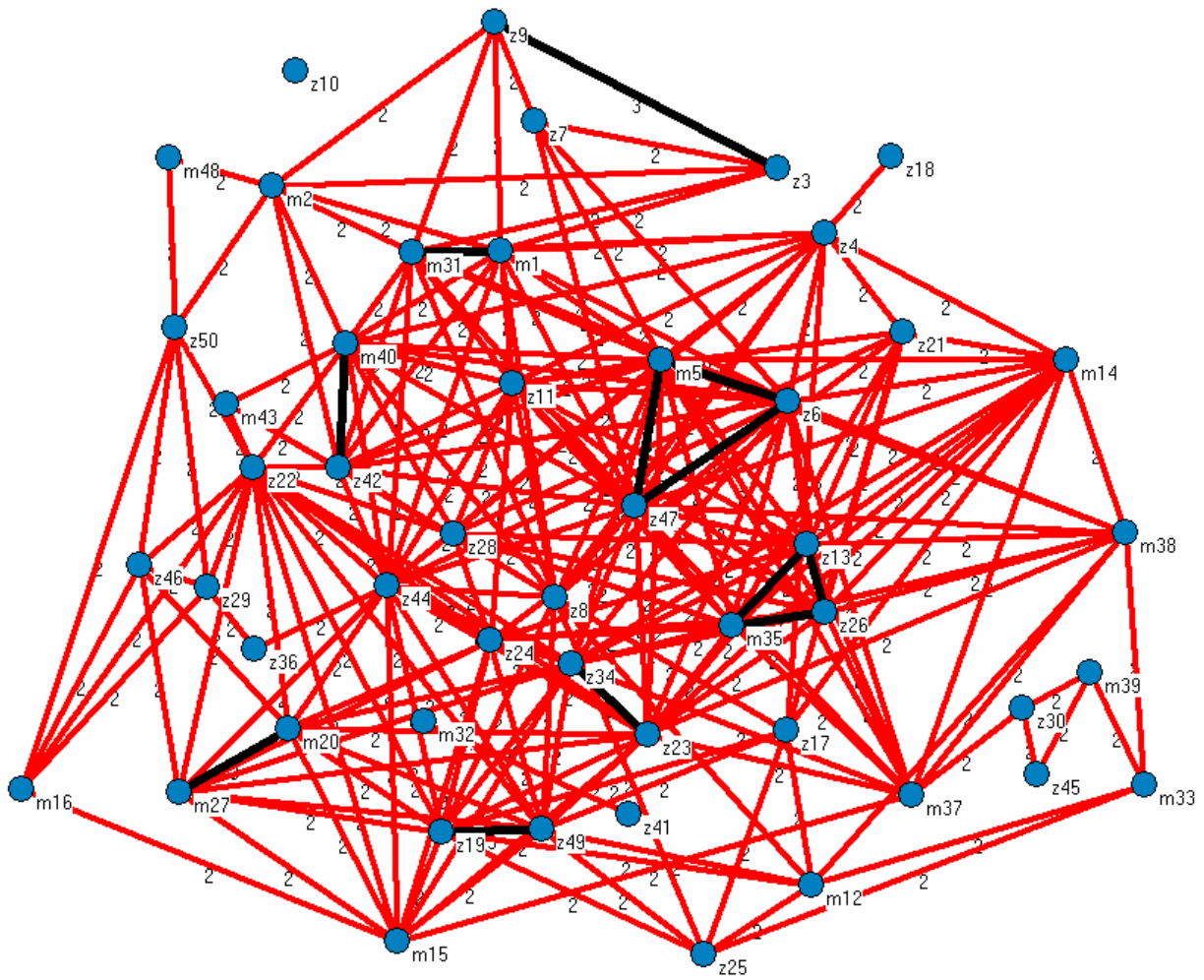
Proportional reduction of error = 0.74258.

Time spent: 0:07:36

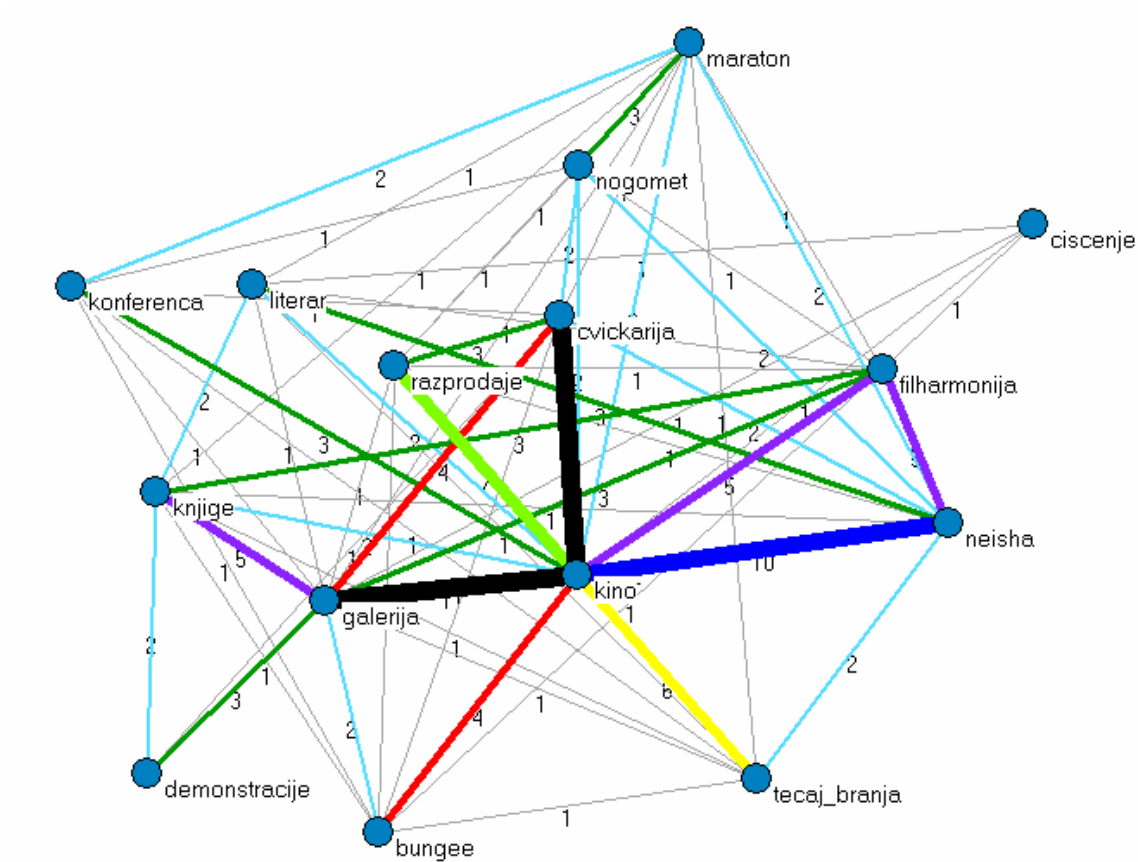
Priloga C: Enovrstno omrežje študentov s skupnim številom dogodkov



Priloga Č: Enovrstno omrežje študentov s številom dogodkov vsaj 2



## Priloga D: Enovrstno omrežje dogodkov s skupnim številom udeležencev



## Priloga E: Napake v matriki bločnega modeliranja

Končna matrika napak (za prvo dobljeno rešitev):

	1	2	3	4
1	2	2	4	9
2	0	3	3	8
3	2	3	1	5
4	1	1	2	11
5	4	5	3	5
6	1	2	1	3
7	2	4	3	5
8	4	4	0	5

Končna napaka = 108.000 (4 rešitve)