

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Urška Oražem

# Primerjava metod za rangiranje

MAGISTRSKO DELO

MAGISTRSKI PROGRAM DRUGE STOPNJE  
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

MENTOR: doc. dr. Žiga Virk

Ljubljana, 2018



AVTORSKE PRAVICE. Rezultati magistrskega dela so intelektualna lastnina avtorja in Fakultete za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Za objavlanje ali izkoriščanje rezultatov magistrskega dela je potrebno pisno soglasje avtorja, Fakultete za računalništvo in informatiko ter mentorja

©2018 URŠKA ORAŽEM



## ZAHVALA

*Zahvaljujem se svojemu mentorju doc. dr. Žigi Virku za nasvete in strokovno pomoč pri izdelavi magistrskega dela. Prav tako se zahvaljujem izr. prof. dr. Poloni Oblak za usmerjanje pri izdelavi. Rada bi se zahvalila tudi družini za izkazano podporo in spodbujanje v času študija in pisanja tega dela.*

*Urška Oražem, 2018*



# Kazalo

**Povzetek**

**Abstract**

<b>1</b>	<b>Uvod</b>	<b>1</b>
1.1	Motivacija . . . . .	1
1.2	Predstavitev teme in cilji . . . . .	3
1.3	Pregled dela . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Metode</b>	<b>5</b>
2.1	Googlov PageRank . . . . .	5
2.2	Keenerjeva metoda . . . . .	9
2.3	Colleyeva metoda . . . . .	13
2.4	Masseyeva metoda . . . . .	15
<b>3</b>	<b>Primerjava algoritmov</b>	<b>19</b>
3.1	PageRank in Keener . . . . .	19
3.2	Keener in Colley . . . . .	22
3.3	PageRank in Colley . . . . .	24
3.4	Massey in Colley . . . . .	26
<b>4</b>	<b>Poskusi in rezultati</b>	<b>27</b>
4.1	Pravila lige EBEL . . . . .	27
4.2	Evalvacija rezultatov sezone 2016/17 . . . . .	27
4.3	Evalvacija rezultatov sezone 2015/16 . . . . .	29
4.4	Evalvacija rezultatov sezone 2014/15 . . . . .	30
4.5	Evalvacija rezultatov sezone 2013/14 . . . . .	32
4.6	Evalvacija sezon 2013/14 do 2016/17 . . . . .	33
<b>5</b>	<b>Sklepne ugotovitve</b>	<b>35</b>

## KAZALO

<b>A</b>	<b>Izračuni lige EBEL 2016/17 2015/16, 2014/15, 2013/14</b>	<b>37</b>
A.1	Izračuni in analiza sezone 2016/17 . . . . .	37
A.2	Izračuni in analiza sezone 2015/16 . . . . .	49
A.3	Izračuni in analiza sezone 2014/15 . . . . .	61
A.4	Izračuni in analiza sezone 2013/14 . . . . .	73

# Povzetek

**Naslov:** Primerjava metod za rangiranje

Človek je vedno želel urediti stvari po vrsti glede na pomembnost. To je še posebej pomembno v športu. Ekipe želimo razvrstiti po vrsti od najboljše do najslabše že sredi tekmovanja in tako napovedati rezultat. Cilj tega dela je teoretična in praktična primerjava štirih metod za rangiranje. Te metode so Googlov PageRank, Keenerjeva metoda, Colleyeva metoda in Masseyeva metoda. Vsako metodo smo matematično preučili in nato vse štiri med seboj primerjali. Našli smo primere, kjer se obnašajo podobno in različno. V glavnem delu naloge omenjene štiri metode uporabimo za rangiranje ekip v hokejski ligi EBEL v obdobju štirih let. Rezultati pokažejo, da se najbolje obnese Colleyeva metoda. Izkaže se tudi, da se natančnost rangiranja izboljša z uporabo podatkov o točkah (golih) pridobljenih na tekmi in ne podatkov o zmagah.

## Ključne besede

*metode rangiranja, rezultati rangiranja*



# Abstract

**Title:** A Comparison of Ranking Methods

A man always wanted to order things in line based on their importance. Especially in sports. We wish to order teams from the best to worst in the middle of the competition and predict results. The goal in this thesis is a theoretical and practical comparison of four ranking methods. These methods are Google's PageRank, Keener's method, Colley's method, and Massey's method. We studied every method and we compared them to each other. We found examples where methods react similarly or differently. In the main part of this thesis, we use these four methods to rank hokey EBEL league in the span of four years. The results show that the best method for ranking this sport is Colley's method. It turns out, that the accuracy of ranking improves if we use point data acquired in the match and not the win data.

## Keywords

*ranking methods, ranking scores*



# Poglavje 1

## Uvod

### 1.1 Motivacija

Rangiranje je razvrščanje elementov v neki množici v nek smiselni vrstni red glede na pomembnost elementov [1]. Rangiramo lahko z različnimi metodami, odvisno s kakšnimi podatki operiramo. Podatkom metode dodelijo neko vrednost. Višja kot je ta vrednost, bolj pomemben je podatek. Metode nam dajo nek vrstni red, torej rang, ki nam pove, kako pomemben je dan podatek.

V zadnjih dveh desetletjih se je uporaba metod za rangiranje naglo razširila po različnih področjih [1]. V športu želijo napovedati uspešnosti ekip: napoved uspešnosti želijo vedeti navijači ekip, investitorji v ekipe, managerji ekip in pobiralci stav. Vse to lahko napovemo z metodami rangiranja.

Učenje rangiranja [2] ali *Learning To Rank* so algoritmi rangiranja, ki temeljijo na strojnem učenju. Uporabno je na več področjih, na primer pri strojnem prevajanju in digitalni forenziki. Rangiranje hitro postaja temelj v digitalnem delu [2].

Učenje rangiranja uporablja nadzorovano strojno učenje. Z njim izuri model, da le-ta najde najboljši vrstni red za seznam predmetov. Za to uporablja lastnosti predmeta in mu dodeli rang. Ne išče natančnih rezultatov, ampak relativni vrstni red, torej ali je rang nekega predmeta višji ali nižji od drugega.

Za rezultate brskalnikov spletnih strani so lastnosti za rangiranje domena ali pa vrednost PageRank [3], ali je naslov enak kot brskalni niz, starost ali pa popularnost spletne strani, ali se bo spletna stran prikazala na pametnem telefonu ali le na računalniku [2]. Da je rangiranje učinkovito, morajo biti te lastnosti vključene avtomatično, brez da bi morali vsaki lastnosti sprogramirati svoj del kode.

Tie-Yan Liu [4] je analiziral obstoječe algoritme za probleme učenja rangiranja. Razpo-

redil jih je v tri kategorije glede na vnos in funkcijo izgube (angl. *loss function*): točkovno (angl. *pointwise*), parno (angl. *pairwise*) ali pa učenje rangiranja v seznam (angl. *listwise*). Točkovno učenje rangiranja uporablja regresijo ali pa klasifikacijo. Tako najde najustreznejši način rangiranja, najustreznejšo metodo za dane podatke, ki jih želimo rangirati. Parno učenje rangiranja uporablja regresijo ali klasifikacijo za ugotavljanje najboljšega vrstnega reda za par elementov v seznamu. Učenje rangiranja v seznamu rangira cel seznam in ne samo pare v njem. Pri tem uporablja verjetnostne modele.

Ena prvih metod rangiranja je Googlov PageRank [5]. Metoda temelji na iskanju Perronovega lastnega vektorja. S to metodo znani brskalnik ponudi najbolj priljubljeno spletno stran, ki jo iščemo. Metoda običajno obdeluje ogromno količino podatkov. Obstaja pa še veliko drugih metod rangiranja [1]. Nekatere so si med seboj zelo podobne. Nekatere so uporabne na več področjih, druge so specializirane za točno določeno področje. Keenerjeva metoda [6], Colleyeva metoda [7] in Masseyeva metoda [8] so bile iznajdene za namen rangiranja fakultetnih ekip v ameriškem nogometu. Vse tri metode preučimo v tem delu v nadaljevanju. Keenerjeva metoda uporablja Perron-Frobeniusov izrek, Colleyeva metoda uporablja delež zmag, Masseyeva metoda pa temelji na rešitvi metode najmanjših kvadratov.

Namen magistrske naloge je primerjava raznih metod rangiranja. Podobno so že naredili Govan, Meyer in Albright [9] na podatkih lige NFL 2007. Preučili so nekaj metod, kot so Keenerjeva metoda, Colleyeva metoda, metoda PageRank in generalizirana metoda markovskih verig (angl. *Generalized Markov chains Method (GeM)*). Primerjajo jih na podatkih lige NFL v ameriškem nogometu. Upoštevajo število doseženih točk na tekmi med ekipama. Ugotovijo, da ni popolne metode za rangiranje športnih podatkov. Nekatere metode ne dovolijo vključitve še več podatkov v izračune, druge jih, vendar ne vemo, katere podatke uporabljati, da bodo metode lahko objektivno napovedale uvrstitve ekip. Tudi London, Neřmeth in Neřmeth [10] so rangirali tekmovalce na turnirju v namiznem tenisu na Inštitutu za informatiko, Univerze v Szeget. Primerjajo tekmovalce glede na število zmag na odigranih tekmah. Na teh podatkih primerjajo deleže zmag, metodo najmanjših kvadratov, Colleyevo matrično metodo, Keenerjevo metodo, metodo PageRank in časovno odvisno metodo PageRank (angl. *Time-dependent PageRank method*). Primerjajo jih glede na Kendallov koeficient korelacije rangov [11]. Ugotovili so, da je visoka korelacija med izračunanimi rangi z različnimi metodami. Kljub temu ima najboljše napovedi časovno odvisna metoda. Gooch [12] primerja Masseyevo metodo in Colleyevo metodo in ju predstavi na podatkih košarkarske lige NCAA sezone 2011. Izračunane vrednosti rangov pretvori v deleže razlik med rangi ekip. Tako primerja za koliko odstotkov se ranga ekip razlikujeta. Ugotovil je, da sta metodi nekaterim ekipam pravilno napovedali uvrstitev, vendar sta zmagovalcu in finalistu napovedali uvrstitve med 41. in 92. mestom. Torej bi bilo potrebno še izpopolniti ti metodi, da bi dali bolj točne izračune v tem športu.

Za razliko od prej omenjenih del, mi preimerjamo izračune s Keenerjevo metodo, metodo PageRank, Colleyevo metodo in Masseyevo metodo. Te metode praktično preizkusimo na podatkih hokejske lige EBEL. Iz podatkov lige EBEL izračunamo range glede na dosežene gole in glede na zmage. Rezultate evalviramo tako, da seštejemo vsote razlik pri vsaki metodi.

## 1.2 Predstavitev teme in cilji

Cilj tega dela je teoreticna in prakticna primerjava štirih metod za rangiranje: Keenerjeva metoda [6], Googlov PageRank [3], Masseyeva metoda za rangiranje [8] in Colleyeva metoda za rangiranje [7]. Te metode bomo teoretično primerjali. Ugotavljali bomo njihove prednosti in slabosti, na primer katere je lažje implementirati, katere dajejo bolj točne rezultate glede na pridobljene podatke in katere dajo bolj točne rezultate pri rangiranju na nepopolnih podatkih.

Nato bomo omenjene metode primerjali na podatkih hokejske lige EBEL. V hokeju na posamezni tekmi ni doseženih veliko golov, tako kot na primer v košarki, kjer je se delež med danimi koši med ekipama razlikuje za kak odstotek, niti jih ni doseženih tako malo, kot v na primer nogometu, kjer je delež med doseženimi goli lahko tudi več kot dvesto odstoten. Želeli smo rangirati ligo, kjer je tekmovala slovenska ekipa. V slovenski hokejski ligi tekmuje med seboj premalo ekip, zato smo vzeli ligo, kjer je dovolj ekip in je med njimi tekmovala tudi slovenska ekipa.

Računali bomo range na rezultatih. Iz pridobljenih točk ekip prvega rednega dela tekmovanja lige EBEL izračunamo range s pomočjo programov napisanih v MATLABu. Ti rangi napovejo uvrstitev ekipe na tekmovanju in z njimi poskušamo napovedati končno uvrstitev. Višji kot je izračunani rang, višja je uvrstitev na tekmovanju.

Ekipe rangiramo glede na dosežene točke (gole) na tekmah in glede na število zmag v posameznem krogu tekmovanja lige EBEL. Izračunamo range po prvih odigranih tekmah, ko je vsaka ekipa igrala z vsako, po dveh, po treh in po štirih odigranih tekmah in primerjamo, kako točen je vrstni red ekip v primerjavi z vrstnim redom po prvem rednem delu tekmovanja.

Z izračunanimi rangi poskušamo napovedati uvrstitve ekip v tekmovanju. Primerjamo, ali so bolj natančni izračuni iz podatkov o točkah ali iz podatkov o zmagah na odigranih tekmah, katera metoda napove bolj točne uvrstitve in poskušamo napovedati zmagovalca tekmovanja in finalista in primerjamo napovedi z dejanskimi uvrstitvami. Rezultate evalviramo z vsoto razlik med izračunanimi rangi in dejanskimi uvrstitvami ekip po pravem rednem delu. Primerjamo, kako natančno metode napovejo zmagovalca in finalista na koncu tekmovanja.

## 1.3 Pregled dela

V poglavju 2 predstavimo štiri različne metode rangiranja:

- Googlov PageRank opisan v 2.1
- Keenerjeva metoda opisana v 2.2
- Colleyeva metoda opisana v 2.3
- Masseyeva metoda opisana v 2.4

Vsako metodo matematično predstavimo in izračunamo range na istem primeru.

V poglavju 3 predstavimo nekatere primerjave med metodami. Za izbrane pare metod primerjamo rezultate na konkretnih primerih. Za vsak par metod smo našli primer, kjer se vrstni red rangov ujema in primer rezultatov, kjer je vrstni red rangov različen. Z metodami iz poglavja 2 poskušamo v poglavju 4 napovedati končne rezultate tekmovanja lige EBEL. Sklepne ugotovitve so zbrane v poglavju 5. Z njim tudi zaključimo naše delo.

# Poglavje 2

## Metode

### 2.1 Googlov PageRank

PageRank<sup>TM</sup> metodo je uporabljal priljubljen brskalnik Google<sup>TM</sup> in ta metoda je bila razlog, da je bil brskalnik tako uspešen. Metoda PageRank izračuna range spletnih strani tako, da prešteje povezave, ki kažejo na spletno stran iz drugih spletnih strani. Več kot je povezav na neko spletno stran, bolj priljubljena je. Brskalnik jo tako uvrsti višje na prikazanih straneh, ko brskamo po spletu.

#### 2.1.1 Matematično ozadje

Larry Page in Sergey Brin [3], ki sta iznašla metodo PageRank, sta začela z zelo enostavno enačbo. Navdih sta dobila iz raziskave o analizi strukture citatov med akademskimi članki.

Vrednost PageRank [13] spletne strani  $P_i$ , ki jo označimo z  $r(P_i)$ , je vsota vseh PageRank vrednosti spletnih strani, ki kažejo na spletno stran  $P_i$ .  $B_{P_i}$  je množica spletnih strani, ki vsebujejo spletno povezavo na spletno stran  $P_i$  in  $|P_j|$  število spletnih povezav iz spletne strani  $P_j$ .

$$r(P_i) = \sum_{P_j \in B_{P_i}} \frac{r(P_j)}{|P_j|}. \quad (2.1)$$

Ne poznamo vrednosti  $r(P_j)$ , ki predstavlja izračunane PageRank vrednosti, ki kažejo na spletno stran  $P_i$ . Zato uporabimo iterativni postopek. Na začetku predpostavimo, da imajo vse spletne strani enak PageRank. Če imamo  $n$  spletnih strani, naj ima na začetku vsaka vrednost PageRank  $1/n$ . Lahko izračunamo vrednost po formuli (2.1). Nato pa vrednost  $P_i$  zamenjamo z že izračunano vrednostjo in ponavljamo postopek.

Iteracijo po enačbi

$$r_{k+1}(P_i) = \sum_{P_j \in B_{P_i}} \frac{r_k(P_j)}{|P_j|}, \quad (2.2)$$

začnemo z  $r_0(P_i) = 1/n$  za vsako spletno stran  $P_i$  in ponavljamo, dokler vrednosti PageRank ne konvergirajo k neki rešitvi.

Enačbi (2.1) in (2.2) izračunata vrednost PageRank le ene spletne strani. Da pa bi dobili vrednosti PageRank več spletnih strani naenkrat, moramo izračunati PageRank vektor  $p$ . Vektor  $p$  je vektor z vrednostmi rangov. Imamo  $n \times n$  matriko  $H$  in  $1 \times n$  vektor  $p$ . Matrika  $H$  je normalizirana matrika povezav z vrednostmi  $H_{ij} = 1/|P_i|$ , če obstaja spletna povezava iz strani  $i$  na stran  $j$ , in 0 sicer.

Vrednosti matrike  $H$  so verjetnosti, da bomo obiskali spletno stran  $P_i$  iz spletne strani  $P_j$ . Neničelni elementi vrstice  $i$  predstavljajo spletne strani, na katere kaže spletna stran  $P_i$ . Neničelni elementi stolpca  $i$  pa predstavljajo spletne strani, ki kažejo na spletno stran  $P_i$ .

Naj bo vektor  $p^{(k)}$  PageRank vektor  $k$ -te iteracije. Z njim je lahko enačba (2.2) zapisana kot

$$p^{(k+1)} = p^{(k)} H. \quad (2.3)$$

Začnemo z iteracijo z začetno vrednostjo  $p^{(0)} = 1/n \cdot e$ , kjer je  $e$  vektor samih enic. Na prvo težavo naletimo, ko se sprehajamo po spletnih straneh in neka stran ne vsebuje nobene povezave naprej na katero drugo spletno stran. Podobno se na primer pojavi problem ponora ranga (angl. *rank sink*). To so strani, na katere kažejo spletne povezave več drugih spletnih strani, iz njih pa ne gre nobena povezava naprej. Torej se pri sprehajanju po spletnih straneh vedno vračamo na to stran. Po več iteracijah se nam akumulira vrednost PageRank in s tem kviri izračun rangov pri ostalih spletnih straneh.

Lahko se zgodi, da dve ali več spletnih strani vsebuje povezavo ena na drugo in tako tvorijo cikel ali neskončno zanko. V tem primeru rešitev ne konvergira in ne dobimo izračunanih rangov. V metodi PageRank zato uporabljamo idejo naključnega deskarja (angl. *random surfer*). Recimo, da imamo nekega naključnega uporabnika spleta - deskarja. Ta deskar skače iz ene spletne strani s povezavo na drugo. Ko pride do spletne strani, ki vsebuje več naslovov (povezav) na druge spletne strani, naključno izbere eno in tako nadaljuje. Če bi delal to v nedogled, bi največkrat prišel na spletno stran, katere naslov je največkrat uporabljen na drugih spletnih straneh. Torej je ta spletna stran najpomembnejša.

Ko pride deskar do spletne strani, ki nima nobene povezave naprej, običi v visečem vozlišču (angl. *dangling node*). Na spletu je takih spletnih strani veliko, npr. slike, .pdf datoteke, itd. Da bi popravili to nevšečnost, priredimo matriko  $H$ . Vse vrednosti ničelnih vrstic v matriki  $H$  zamenjamo z vrednostjo  $1/n$ . S tem naredimo matriko  $H$  stohastično. Posledično naključni deskar, ko obiše neko spletno stran, iz katere ni povezave, skoči

naključno na katerokoli drugo spletno stran. Ta matrika je matrika  $S$  in je definirana  $S = H + a(1/n \cdot e)$  kjer  $a_i = 1$ , če iz spletne strani  $i$  ni povezav naprej in 0 sicer.  $a$  imenujemo vektor visečega vozlišča (angl. *dangling node vector*).

Matrika  $S$  je stohastična, vendar ta lastnost še ne zagotavlja, da bo naša rešitev konvergirala do zelenega rezultata (enoličen pozitiven vektor in da bo po formuli (2.3) ta vektor konvergiral dokaj hitro). Zato moramo uvesti še eno prireditev te matrike. Prilagoditi jo moramo tako, da postane primitivna (angl. *primitivity adjustment*). Deskar sledi povezavam na straneh, ki jih obišče. Vsake toliko pa se dolgočasi in ne sledi več povezavam, ampak se “teleportira” na neko naključno spletno stran. Na tej spletni strani spet sledi povezavam. To obnašanje opišemo z matriko  $G$ :

$$G = \alpha S + (1 - \alpha)1/n \cdot ee^T, \quad (2.4)$$

kjer je  $\alpha$  skalar vrednosti med 0 in 1.  $G$  je *Googlova matrika*. V našem primeru je  $\alpha$  parameter, ki pove, koliko časa naključni deskar potuje po sledečih se spletnih povezavah v primerjavi z naključnimi “teleportacijami” iz ene spletne strani na drugo. Npr. če je  $\alpha = 0.6$  naključni deskar 60% potuje po spletnih straneh, ostalih 40% se pa “teleportira” na naključno spletno stran na spletu.

Ko naredimo prilagoditev matrike  $G$ , da postane primitivna, nastane kar nekaj posledic:

- matrika  $G$  je stohastična matrika. Je konveksna kombinacija dveh stohastičnih matrik  $S$  in  $1/n \cdot e \cdot e^T$ . Stohastična matrika, ali tudi verjetnostna matrika, je kvadratna matrika. Njeni elementi so nenegativni in predstavljajo verjetnosti. Vsi elementi vsake vrstice se seštejejo v 1.
- matrika  $G$  je nerazcepna (ireducibilna). Vsaka spletna stran je neposredno povezana z vsako drugo spletno stran, torej je nerazcepnost očitna.
- matrika  $G$  je aperiodična. Vsak element  $G_{ii} > 0$  za vsak  $i$  naredi aperiodičnost.
- $G$  je primitivna, ker  $G^k > 0$  za nekatere  $k$ . To pomeni, da obstaja enoličen pozitiven lastni vektor. In če nad matriko  $G$  izvajamo potenčno metodo, potem zagotovo rešitev konvergira k temu vektorju.
- $G$  je umetno narejena matrika. Do nje pridemo, ko dvakrat spremenimo matriko  $H$ . Taka matrika lahko konvergira do ustrezne rešitve. Lastni vektor za matriko  $H$  tako ne obstaja, prav tako ne PageRank vektor. Za matriko  $G$  pa obstaja tak vektor in izkaže se, da nam da precej dober rezultat pri določanju pomembnosti spletnih strani.

## 2.1.2 Prednosti in slabosti

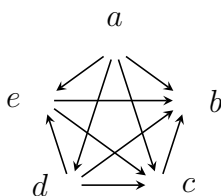
Da naša rešitev konvergira oz. so razlike med rezultati posameznih rangov zadosti velike, da lahko določimo vrstni red, moramo formulo ponoviti mnogokrat. PageRank je narejen za redke razpršene matrike in mogoče ne da dovolj natančnih rezultatov pri napovedih tekem, ko je naprimer vsaka ekipa z vsako igrala več tekem. Rezultati izračunani z metodo PageRank so vrednosti, ki napovejo, kolikšna je verjetnost, da bomo obiskali neko spletno stran. Če to uporabimo na športnih podatkih, potem napove vrednost rangov, s kolikšno verjetnostjo bo neka ekipa zmagala.

## 2.1.3 Primer

Imamo pet ekip, ki so igrale vsako z vsako po eno tekmo v nekem športu. V tabeli 2.1 so rezultati odigranih tekem in število doseženih točk. Na sliki 2.1 je shema zmag in izgub med ekipami.

**Tabela 2.1:** Tabela rezultatov po odigranih tekmah

izidi tekem	a	b	c	d	e
a	*	0	0	0	4
b	6	*	6	6	6
c	1	3	*	6	6
d	6	2	3	*	3
e	5	0	5	6	*



**Slika 2.1:** Graf zmag med ekipami.

Rezultate iz tabele 2.1 predstavimo v matriki 2.5.

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 4 \\ 6 & 0 & 6 & 6 & 6 \\ 1 & 3 & 0 & 6 & 6 \\ 6 & 2 & 2 & 0 & 3 \\ 5 & 0 & 5 & 6 & 0 \end{bmatrix}, \quad (2.5)$$

Po formuli (2.4), kjer smo za  $\alpha = 0.85$  in

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} 0 & 1/4 & 1/4 & 1/4 & 1/4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1/3 & 1/3 & 0 & 1/3 \\ 0 & 1/2 & 1/2 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad (2.6)$$

je

$$\mathbf{G} = 0.85\mathbf{H} + (0.85 \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + 0.15 \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}) 1/5 [11111] \quad (2.7)$$

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} 3/100 & 97/400 & 97/400 & 97/400 & 97/400 \\ 1/5 & 1/5 & 1/5 & 1/5 & 1/5 \\ 3/100 & 22/25 & 3/100 & 3/100 & 3/100 \\ 3/100 & 47/150 & 47/150 & 3/100 & 47/150 \\ 3/100 & 91/200 & 91/200 & 3/100 & 3/100 \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

In izračunan lastni vektor matrike  $\mathbf{G}$  je

$$\begin{bmatrix} 0.0991 \\ 0.4066 \\ 0.2198 \\ 0.1202 \\ 0.1542 \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

Po izračunanih vrednostih rangov je vrstni red ekip  $b, c, e, d, a$ .

## 2.2 Keenerjeva metoda

James P. Keener [6] je prišel na idejo, da bi rangiral nogometne ekipe na fakultetah. Obstoječa rangiranja so prezapletena za razumevanje, saj so temeljila na zapletenih ma-

tematičnih formulah ali pa so za izračun uporabljala glasovnice. Keener je želel izračunati range med ekipami, ki niso imele odigranega enakega števila tekem, vendar pa bi bilo rangiranje vseeno pravično. Domislil se je rangiranja, s katerim lahko računamo range v različnih športih kot sta nogomet in tenis, lahko pa računamo range tudi na drugih področjih, na primer kateri oddelek na fakulteti je najboljši po številu izdanih člankov.

## 2.2.1 Matematično ozadje

Langville in Meyer pravita [1], da ta metoda računa rang dane ekipe glede na absolutno moč ekipe. Absolutna moč ekipe je odvisna od relativne moči ekipe. Ali drugače, moč ekipe je relativna glede na moč drugih ekip, s katerimi je ta ekipa igrala tekme. Vse temelji na razmerju med ekipino močjo in njenim rangom:

- Moč ekipe naj bo določena v primerjavi z nasprotnimi ekipami in skupaj z močjo nasprotnih ekip.
- Rangiranje vsake ekipe v dani ligi naj bo v razmerju z močjo ekipe. Natančneje, če je  $s_i$  moč in  $r_i$  rang ekipe, potem naj bo  $\lambda$  konstanta razmerja in naj velja  $s_i = \lambda \cdot r_i$ , in  $\lambda$  naj ima enako vrednost za vsako ekipo v ligi.

V enačbi  $s = Ar$  poznamo matriko  $A$  in njene elemente  $a_{ij}$ , kjer matrika  $A$  predstavlja dobljene točke ekipe  $i$  proti ekipi  $j$ . Ker prav tako velja  $s = \lambda r$  sledi, da je  $Ar = \lambda r$ . Ta enačba pa je rešljiva s pomočjo potenčne metode in Perron-Frobeniusovega izreka. S potenčno metodo najdemo največjo lastno vrednost matrike  $A\lambda$  in njen pripadajoči lastni vektor.

## 2.2.2 Perron-Frobeniusov izrek

**Izrek 2.1** Naj bo  $A_{m \times m} \geq 0$  ireducibilna matrika. Potem sledijo naslednje izjave:

1. Izmed vseh lastnih vrednosti  $\lambda_i$  in njihovih neničelnih lastnih vektorjev  $x_i$  za katere velja  $Ax_i = \lambda_i x_i$  in obstajata taka  $\lambda$  in  $x$  za katera velja:
  - $\lambda$  je realna in večja od nič,
  - $\lambda \geq |\lambda_i|$  za vsak  $i$  in njen pripadajoči lastni vektor  $x > 0$
2. Noben od vektorjev  $x_i$ , razen vektorja  $x$ , ni nenegativen.
3. Obstaja enoličen vektor  $r$  za katerega velja

$$Ar = \lambda r,$$

$$r > 0,$$

$$\sum_{j=1}^m r_j = 1$$

4. Vrednost  $\lambda$  in vektor  $r$  se imenujeta Perronova vrednost in Perronov vektor. Perronova vrednost  $\lambda$  je proporcionalna konstanta in Perronov vektor  $x$  postane vektor rangiranja.

Po Perron-Frobeniusovem izreku je  $A$  nenegativna, torej so vse razlike v točkah med ekipama pozitivne.  $A$  je tudi reducibilna, kar pomeni, da je bilo odigranih dovolj tekem, da smo zapolnili matriko. Obstajati morata nek  $\lambda$  in nek vektor  $x$ , za katera velja, da sta večja od nič. Potem lahko rešimo enačbo

$$Ax = \lambda x. \quad (2.10)$$

V našem primeru bo Perronov vektor  $x$  kar vektor rangiranja.

Matrika  $A$  mora vsebovati vse zmage in poraze vsake ekipe. Element matrike  $A$   $a_{ij}$  mora predstavljati razmerje zmag in porazov ekipe  $i$  proti ekipi  $j$ . To najbolje prikažemo, če vzamemo razmerje zmag proti vsem tekmam. Torej

$$a_{ij} = \frac{S_{ij}}{S_{ij} + S_{ji}} \quad (2.11)$$

Tako razmerje daje boljše rezultate kot pa če bi uporabili le število zmag. Vendar Keener pravi, da bi bilo vseeno bolje uporabljati naslednjo enačbo:

$$a_{ij} = \frac{S_{ij} + 1}{S_{ij} + S_{ji} + 2} \quad (2.12)$$

S to enačbo dobimo realnejše rezultate. Npr: če uporabimo enačbo (2.11), pri  $S_i = 0$  in  $S_{ij} > 0$  pomeni, da ekipa  $j$  proti ekipi  $i$  nima možnosti za zmago. Pri (2.12) pa bi ta rezultat v limiti šel proti  $1/2$ . To pa pomeni, da ima ekipa  $j$  proti  $i$  še nekaj možnosti za zmago. Tako velja tudi v realnosti.

### 2.2.3 Funkcija glajenja

Keener tudi predlaga [6], da pri uporabi (2.12) za matriko  $A$  uporabimo še funkcijo glajenja (angl. *skewing function*), ki nekoliko zgladi posamezne vrednosti  $a_{ij}$ . To nam ublaži razlike v vrednostih najboljših in najslabših ekip. Glajenje vrednosti nam razmeji rezultate okrog  $1/2$ , kar nam pomaga izračunati rang ekipam, ki imata podobno število zmag in izgub. Keener predlaga uporabo nelinearne funkcije, ki je:

$$h(x) = \frac{1}{2} + \frac{\operatorname{sgn}\{x - (1/2)\} \sqrt{|2x - 1|}}{2}. \quad (2.13)$$

Ta funkcije ima vrednosti  $h(0) = 0$ ,  $h(1) = 1$  in  $h(1/2) = 1/2$ . Za glajenje vrednosti lahko uporabimo katerokoli poljubno funkcijo s podobnimi lastnostmi.

Namesto enačbe (2.13) lahko uporabimo katerokoli podobno enačbo, ki ima enake lastnosti. Tako lahko dobimo nekoliko drugačne rezultate.

Na koncu moramo še normalizirati vse vrednosti matrike, saj vse ekipe ne igrajo istega števila tekem. Tako se izognemo napačnemu višjemu rangiranju ekip, ki imajo več odigranih tekem. Normirane vrednosti dobimo po naslednji enačbi:  $a_{ij} = a_{ij}/n_i$ , kjer je  $n_i$  število odigranih tekem ekipe  $i$

Če uporabimo funkcijo glajenja (2.13), nam ni potrebno normirati vrednosti matrike, saj ima že sama funkcija glajenja lastnost normalizacije. Če bi še enkrat normalizirali, bi lahko prišli do "preveč normaliziranih" vrednosti.

## 2.2.4 Prednosti in slabosti

Keenerjeva metoda je precej enostavna za razumevanje in implementacijo.

Ta metoda je lahko uporabljena na več področjih, tako športnih kot tudi drugje, npr. rangiranje oddelkov na fakulteti po številu izdanih člankov ali kaj podobnega.

Keenerjeva metoda nam ne da zadosti točne rezultate, da bi z njimi lahko naprej operirali. Če želimo staviti na ekipo, ki ji Keenerjeva metoda napove prvo mesto, bomo skoraj zagotovo izgubili. Keener namreč ni dober v kratkoročnih napovedih rezultatov. Je pa zelo dober v dolgoročnih izračunih zmag.

Podobno kot v podpoglavju 2.1 nam izračunane vrednosti rangov izračunane s Keenerjevo metodo napovejo, s kolikšno verjetnostjo bo neka ekipa zmagala.

## 2.2.5 Primer

Če vzamemo primer 2.1.3, dobimo matriko  $A$  z naslednjimi vrednostmi.

$$A = \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{8} & \frac{1}{3} & \frac{1}{8} & \frac{5}{11} \\ \frac{7}{8} & 0 & \frac{7}{11} & \frac{7}{10} & \frac{7}{8} \\ \frac{2}{3} & \frac{4}{11} & 0 & \frac{7}{11} & \frac{7}{13} \\ \frac{7}{8} & \frac{3}{10} & \frac{4}{11} & 0 & \frac{4}{11} \\ \frac{6}{11} & \frac{1}{8} & \frac{6}{13} & \frac{7}{11} & 0 \end{bmatrix} \approx \begin{bmatrix} 0 & 0.1250 & 0.3333 & 0.1250 & 0.4545 \\ 0.8750 & 0 & 0.6364 & 0.7000 & 0.8750 \\ 0.6667 & 0.3636 & 0 & 0.6364 & 0.5385 \\ 0.8750 & 0.3000 & 0.3636 & 0 & 0.3636 \\ 0.5455 & 0.1250 & 0.4615 & 0.6364 & 0 \end{bmatrix}$$

Te vrednosti moramo nekoliko spremeniti s funkcijo glajenja (2.13). Tako dobimo

matriko

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0.0670 & 0.2113 & 0.0670 & 0.3492 \\ 0.9330 & 0 & 0.7611 & 0.8162 & 0.9330 \\ 0.7887 & 0.2389 & 0 & 0.7611 & 0.6387 \\ 0.9330 & 0.1838 & 0.2389 & 0 & 0.2389 \\ 0.6508 & 0.0670 & 0.3613 & 0.7611 & 0 \end{bmatrix}$$

Njena največja lastna vrednost ali Perronova vrednost je  $\lambda = 1.60992$  in njen pripadajoči lastni vektor je

$$r = \begin{bmatrix} 0.5109 \\ 1.9519 \\ 1.3466 \\ 0.8672 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Vektor  $r$  je tudi rang, torej je vrstni red: 2, 3, 5, 4, 1.

## 2.3 Colleyeva metoda

Dr. Wesley Colley je leta 2001 [7] napisal članek o novi metodi rangiranja športnih ekip. Ta metoda je kasneje prišla v uporabo pri rangiranju v sistemu *Bowl Championship Series* (ali *BCS*). Ta sistem določa ekipe fakultet v ZDA, ki se pomerijo v tekmovanju v ameriškem nogometu.

Colleyeva metoda [10] temelji na najenostavnejšem in najstarejšem modelu rangiranja, ki uporablja delež zmag.

### 2.3.1 Matematično ozadje

Colleyeva metoda rangiranja je nekoliko spremenjena metoda rangiranja, ki uporablja delež zmag. Delež zmag  $r_i$  izračunamo iz podatkov o številu zmag  $w$  in številu skupno odigranih tekm  $t$ :

$$r_i = \frac{w_i}{t_i}.$$

Pri Colleju pa je formula

$$r_i = \frac{1 + w_i}{2 + t_i}.$$

$C$  je simetrična pozitivno definitna matrika. To pomeni, da jo lahko predstavimo kot  $C = U^T U$ , kjer je  $U$  zgornje trikotna matrika. Pri tem pogoju, lahko zgornjo enačbo rešimo precej hitro, naprimer s pomočjo Gaussove eliminacije. Colleyev sistem ima vedno le eno rešitev, saj je matrika  $C$  obrnljiva.

Elementi matrike  $C$  pa so določeni po naslednji enačbi, kjer je  $n_{ij}$  število tekem odigranih med ekipama  $i$  in  $j$ ,  $t_i$  pa število tekem, ki jih je odigrala ekipa  $i$ .

$$C_{ij} = 2 + t_i,$$

kjer  $i = j$  in

$$-n_{ij},$$

kjer  $i$  ni  $j$ .

V tej enačbi so elementi vektorja  $b$  izračunani po naslednji enačbi:

$$b_i = 1 + 1/2(w_i - l_i),$$

kjer so  $w_i$  zmage ekipe  $i$ ,  $l_i$  je število izgub ekipe  $i$ .

Da dobimo vektor rangiranja  $r$  po Colleyevi metodi, moramo le rešiti sistem

$$Cr = b.$$

Ker je  $C$  inverzibilna matrika, sistem zagotavlja enolično rešitev.

## 2.3.2 Prednosti in slabosti

Colleyevo metodo lahko uporabljamo tudi pri rangiranju drugih rezultatov, ne nujno športnih. Predvsem pa se lahko uporablja na podatkih, kjer nimamo vseh izidov.

Colleyeva metoda rangiranja nam pove le, katera od ekip bo zmagala, ne pove pa nam, koliko točk bo dobila posamezna ekipa na tekmi ali turnirju. Prav tako ni vsak turnir primeren, da ga rangiramo s to metodo. V tistih ligah, kjer so razlike v točkah med ekipami zelo velike, lažje napovemo rang s to metodo kot pa če bi rangirali ekipe, ki so po točkah zelo blizu skupaj.

Pri Colleyevi metodi vse ekipe začnejo z rangom  $1/2$ . Čez leto ekipe zmagujejo in izgubljajo in se temu primerno zvišuje ali znižuje tudi njihov rang okrog njihovega začetnega ranga. Povprečje vseh rangov pa ostaja  $1/2$ . Torej, če se neki ekipi poviša rang, se mora neki drugi potem znižati. Vse ekipe pa začnejo turnir z enakim rangom.

## 2.3.3 Primer

Rangirali bomo ekipe po odigranih tekmah na primeru 2.1.3.

Matrika  $C$  ima po diagonali elemente z vrednostjo  $2 + t_i$ , kjer je  $t_i$  število odigranih tekem, ostali elementi pa so  $-1$ , kjer sta ekipi odigrali med seboj natanko eno tekmo.

Vektor  $b$  pa ima vrednosti  $b = 1 + \frac{1}{2}(w_i - l_i)$ , kjer je  $w_i$  število zmag,  $l_i$  število porazov.

$$\begin{bmatrix} 6 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & 6 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 6 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & 6 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & 6 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} r1 \\ r2 \\ r3 \\ r4 \\ r5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -6 \\ 10.5 \\ 2 \\ -1 \\ -0.5 \end{bmatrix}$$

$$r = \begin{bmatrix} -0.5000 \\ 1.8571 \\ 0.6429 \\ 0.2143 \\ 0.2857 \end{bmatrix}$$

Napovedan vrstni red ekip je  $b, c, e, d, a$ .

## 2.4 Masseyeva metoda

Keenneth Massey [8] se je domislil metode za rangiranje fakultetnih nogometnih ekip. Massey se je domislil več metod za rangiranje, eno od njih uporablja celo *Bowl Championship Series (ali BCS)*. BCS je sistem, ki izbere med desetimi najboljšimi fakultetnimi ekipami v ZDA pare ekip, ki igrajo ameriški nogomet. V BCS sistemu uporabljajo novejšo Masseyevo metodo. Metoda, ki jo opisujemo v tem poglavju je iz njegovega dela [8].

### 2.4.1 Matematično ozadje

Masseyeva metoda rangiranja [14] temelji na rešitvi metode najmanjših kvadratov. Ideja pri tej metodi je rešitev enačbe  $r_i - r_j = y$ , kjer st  $r_i$  in  $r_j$  ranga ekip  $i$  in  $j$  in  $y$  je razlika v točkah med ekipama  $i$  in  $j$ .

Torej, če za vsako tekmo med ekipama  $i$  in  $j$  izračunamo razliko v točkah, dobimo enačbo  $i - j = s$ ;  $i$  je število točk, ki jih je prejela ekipa  $i$  in  $j$  je število točk, ki jih je prejela ekipa  $j$ ,  $s$  pa je razlika v točkah. če je skupno odigranih  $m$  tekem med  $n$  ekipami in uporabimo za vsako tekmo zgornjo enačbo, je rešitev sistema enačb z  $m$  enačbami in  $n$  neznankami.

Iz tega lahko zgradimo  $m \times n$  matriko ( $m$  vrstic in  $n$  stolpcev). To naj bo matrika  $A$ . Za vsako vrstico kjer sta odigrali ekipi  $i$  in  $j$ , naj bo v  $i$ -tem stolpcu  $+1$  in v  $j$ -tem stolpcu  $-1$ , kjer je ekipa  $i$  premagala ekipo  $j$ . Na ostalih poljih naj bo  $0$ . Pod temi pogoji je  $A$  zelo redka matrika. S to matriko rešimo enačbo

$$Ar = y$$

$y$  je vektor razlik v točkah tekem ekip  $i$  in  $j$ .

Zaradi strukture matrike  $A$ , lahko namesto nje zapišemo  $M = A^T A$ . Še več. Namesto, da izračunamo matriko  $M$ , ji lahko zapišemo njene diagonalne elemente  $M_{ii}$  kot število odigranih tekem ekipe  $i$ , in ostale elemente  $M_{ij}$ , kjer  $i \neq j$ , minus število iger odigranih z ekipo  $i$  proti ekipi  $j$ . Tako pride Masseyev sistem enačb enak

$$Mr = p.$$

$M$  je Masseyeva matrika opisana zgoraj,  $p$  je desni vektor razlik v točkah in  $r$  je vektor rangiranja.

Tu pa naletimo na težavo. Po nekaj odigranih tekmah med ekipami, ima ta matrika rang  $n - 1$ . To pomeni, da sistem nima enolične rešitve, oz. jih je neskončno mnogo. Mi pa želimo eno samo rešitev, ki nam bo dala rangiranje vsake ekipe posebej. Massey je zato našel rešitev. Zadnji vrstici v matriki je spremenil vrednosti v 1 in zadnjo vrednost v vektorju, ki predstavlja razlike v točkah v 0. Ta sistem enačb pa je rešljiv in lahko najdemo range ekip.

## 2.4.2 Prednosti in slabosti

$M$  je kvadratna matrika za razliko od  $A$ . Zato je  $M$  mnogo lažja za obdelavo. Masseyeva metoda je precej bolj direktna v predstavitvi podatkov v matriko in vektor. Potrebujemo le število tekem ekipe in koliko točk je le-ta dosegla v posamezni tekmi. Pri tej metodi ni potrebno, da so ekipe med seboj odigrale enako število tekem, kar marsikatera metoda rangiranja zahteva za pravilen izračun. Da dobimo le eno rešitev in ne končno mnogo, moramo matriko  $A$  spremeniti v matriko  $M$ .

## 2.4.3 Primer

Rangirali bomo ekipe po odigranih tekmah na primeru 2.1.3.

Igralo je 5 ekip, vsaka z vsako, torej ima vsaka ekipa odigrane 4 tekme. V matriki  $M$  so diagonalni elementi 4, ostali pa -1. Elementi vektorja  $p$  pa so razlike v točkah ekip po odigranih tekmah.

$$\begin{bmatrix} 4 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & 4 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 4 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & 4 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \\ r_4 \\ r_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -14 \\ 19 \\ 2 \\ -4 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Rešitev, rang ekip:

$$r = \begin{bmatrix} -2.8000 \\ 3.8000 \\ 0.4000 \\ -0.8000 \\ -0.6000 \end{bmatrix} .$$

Izračunan vrstni red ekip je  $b, c, e, d, a$ .



# Poglavje 3

## Primerjava algoritmov

Na prvi pogled vidimo, da ne moremo primerjati med seboj vrednosti rangov izračunanih z različnimi metodami. Pri metodi PageRank je vrednost ranga verjetnost, da bo posamezna ekipa zmagala. Pri Masseyevi metodi in Colleyevi metodi pa so vrednosti rangov okrog  $1/2$ . Če je višje od  $1/2$ , potem je verjetnost za zmago višja, če pa je vrednost ranga nižja od  $1/2$ , pa je verjetnost za zmago manjša, ali je pa sploh ni.

### 3.1 PageRank in Keener

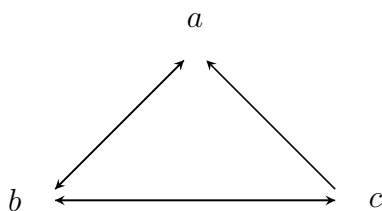
PageRank uporablja idejo markovskih verig, Keener pa Perronov-Frobeniusov izrek 2.1 na strani 10. Metodi sta si tako različni, da lahko z malo spremembo rezultatov iz dveh popolnoma enakih rangov dobimo različne vrstne rede ekip.

#### 3.1.1 Primer

Pet ekip igra vsaka z vsako po eno tekmo. Range bomo računali glede na pridobljene točke, npr. število doseženih golov. Rezultati po odigranih tekmah so bili naslednji:

**Tabela 3.1:** Tabela rezultatov po odigranih tekmah

izidi tekem	$a$	$b$	$c$
$a$	*	1 : 1	1 : 0
$b$	1 : 1	*	1 : 1
$c$	0 : 1	1 : 1	*



**Slika 3.1:** Graf zmag, ki da pri Keenerju in PageRanku različen vrstni red ekip.

V tem primeru dobimo izračunane range prikazane v tabeli 3.2.

**Tabela 3.2:** Izračunani rangi pri Keenerju in PageRanku, kjer je vrstni red različen

ekipa	Keener rang	Keener vrstni red	PageRank rang	PageRank vrstni red
<i>a</i>	0.3940	1	0.3333	2
<i>b</i>	0.3419	2	0.4327	1
<i>c</i>	0.2641	3	0.2339	3

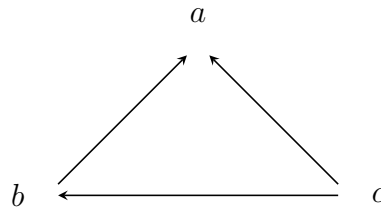
V zgornjem primeru je ekipa *a* zmagala proti ekipama *b* in *c*. Prav tako je ekipa *b* zmagala proti obema ekipama *a* in *c*. Torej sta ekipi *a* in *b* ter *b* in *c* izenačeni. Vendar je ekipa *a* premagala ekipo *c*, ki je izenačena z ekipo *b*. In obratno je ekipa *b* izenačena z ekipo *c*, ki ni premagala ekipe *a*. V tem primeru je metoda PageRank izračunala najvišjo vrednost ranga 0.4327 ekipi *b*, ekipi *a* pa vrednost 0.3333.

Keenerjeva metoda pa nam da nekoliko drugačen rezultat. Višjo vrednost rang ima ekipa *a* in sicer 0.3940, vrednost 0.3419 pa ima ekipa *b*. Pri Keenerjevi metodi sta obe vrednosti rang precej bližje po vrednostih kot pa pri metodi PageRank.

Zgornje rezultate nekoliko spremenimo. Namesto izenačenih tekem dobimo enega zmagovalca. Torej ekipa *a* premaga ekipo *c* in nista več izenačeni. Prav tako nista več izenačeni ekipi *b* in *c*, saj ekipa *b* premaga ekipo *c*.

**Tabela 3.3:** Tabela rezultatov po odigranih tekmah; enak vrstni red

izidi tekem	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
<i>a</i>	*	1 : 0	1 : 0
<i>b</i>	0 : 1	*	1 : 0
<i>c</i>	0 : 1	0 : 1	*



**Slika 3.2:** Graf zmag, ki da pri Keenerju in PageRanku enak vrstni red ekip.

V tem primeru se vrstni red ekip izračunan z metodo PageRank nekoliko spremeni.

**Tabela 3.4:** Izračunani rangi pri Keenerju in PageRanku, kjer je vrstni red enak

ekipa	Keener rang	Keener vrstni red	PageRank rang	PageRank vrstni red
<i>a</i>	0.4854	1	0.5209	1
<i>b</i>	0.3129	2	0.2816	2
<i>c</i>	0.2017	3	0.1976	3

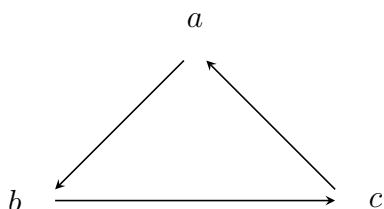
V tem primeru pa je ekipa *a* zmagala proti dvema ekipama, *b* in *c*. Ekipa *b* je zmagala le proti ekipi *c*, le-ta pa je izgubila proti obema drugima ekipama. Pri metodi PageRank se vrstni red vrednosti rangov spremeni. Ekipa *a* ima v tem primeru precej višjo vrednost ranga 0.5209. Drugo ekipa, ekipa *b*, pa precej nižjo vrednost kot v prejšnjem primeru in sicer 0.2816.

Pri Keenerjevi metodi sicer vrstni red ostane enak kot v zgornjem primeru, vendar se vrednosti rangov nekoliko spremenijo. Ekipa z najvišjim rangom, torej ekipa *a*, ima sedaj vrednost ranga 0.4854. Drugouvrščena ekipa *b* pa ima vrednost ranga 0.3129. Torej je razlika med vrednostmi rangov teh dveh ekip pri Keenerjevi metodi večja kot v prejšnjem primeru.

## 3.2 Keener in Colley

**Tabela 3.5:** Tabela rezultatov po odigranih tekmah; različen vrstni red

izidi tekem	$a$	$b$	$c$
$a$	*	2 : 3	1 : 0
$b$	3 : 2	*	0 : 3
$c$	0 : 1	3 : 0	*



**Slika 3.3:** Graf zmag, ki da pri Keenerju in Colleyu različen vrstni red ekip.

**Tabela 3.6:** Izračunani rangi pri Keenerju in Colleyu, kjer je vrsti red različen

ekipa	Keener rang	Keener vrstni red	Colley rang	Colley vrstni red
$a$	0.3650	1	0.4633	2
$b$	0.2934	3	0.4174	3
$c$	0.3416	2	0.6493	1

V zgornjem primeru, ko je vrstni red ekip pri obeh metodah različen, je ekipa  $a$  premagala ekipo  $c$ , ki je premagala ekipo  $b$ , ta pa je premagala ekipo  $a$ . Pri izračunu rangov s Keenerjevo metodo, ima najvišjo vrednost ranga ekipa  $a$  in sicer 0.3650. Druga ekipa  $c$  ima vrednost ranga 0.3416 in tretja ekipa  $b$  ima vrednost ranga 0.2934. Vse tri vrednosti rangov se med seboj ne razlikujejo dosti. Predvsem vrednosti rangov ekip  $a$  in  $c$  sta precej podobni.

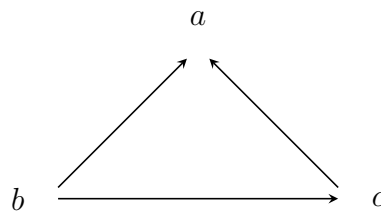
Pri izračunu rangov s Colleyevo metodo pa ima ekipa  $c$  najvišjo vrednost ranga 0.6493. Druga ekipa je ekipa  $a$  z vrednostjo ranga 0.4633 in tretja je ekipa  $b$  z vrednostjo 0.4174. Pri tej metodi pa imata podobne vrednosti rangov druga in tretja ekipa  $a$  in  $b$ .

Ko izide tekem nekoliko spremenimo, dobimo naslednje rezultate:

**Tabela 3.7:** Tabela rezultatov po odigranih tekmah; enak vrstni red

izidi tekem	$a$	$b$	$c$
$a$	*	1 : 0	1 : 0
$b$	0 : 1	*	1 : 2
$c$	0 : 1	2 : 1	*

Spremenili smo rezultate tekem tako, da je ekipa  $a$  zmagala proti ekipama  $b$  in  $c$ . Ekipa  $c$  pa je zmagala proti ekipi  $b$ .

**Slika 3.4:** Graf zmag, ki da pri Keenerju in Colleyu enak vrstni red ekip.

Ko izračunamo vrednosti rangov z obema metodama, dobimo naslednje rezultate.

**Tabela 3.8:** Izračunani rangi pri Keenerju in Colleyu, kjer je vrstni red enak

ekipa	Keener rang	Keener vrstni red	Colley rang	Colley vrstni red
$a$	0.4802	1	0.7000	1
$b$	0.2169	3	0.3444	3
$c$	0.3028	2	0.4556	2

Pri Keenerjevi metodi je vrstni red vrednosti izračunanih rangov ostal enak. Razlika pa je v vrednostih rangov. Prva ekipa  $a$  ima sedaj vrednost ranga 0.4802. Druga ekipa  $b$  pa ima vrednost 0.3028. Tretja ekipa  $c$  pa ima vrednost 0.2169. Sedaj so razlike v vrednostih rangov bolj različne kot so bile pa v prejšnjem primeru.

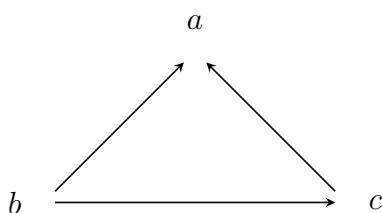
Pri Colleyevi metodi pa se je vrstni red spremenil. Prvouvrščena ekipa ima vrednost ranga 0.7. To je ekipa  $a$ . Ekipi  $c$  in  $b$  pa imata vrednosti 0.4556 in 0.3444. Torej je ekipa  $c$  padla iz prvega na drugo mesto in vrednost ranga se ji je precej znižala iz prejšnjih 0.6493 na sedajšnjih 0.4556. Občutno višja pa je vrednost ranga pri ekipi  $a$ .

### 3.3 PageRank in Colley

Pri metodah PageRang in Colleyevi metodi spet ne moremo primerjati izračunanih vrednosti rangov ene metode z drugo saj so vrednosti rangov pri metodi PageRank vrednosti, ki nam povejo s kakšno verjetnostjo bo dana ekipa zmagala. Pri Colleyevi metodi pa so vse izračunane vrednosti rangov okrog  $1/2$ . Če so vrednosti rangov večje od  $1/2$ , potem ima ekipa višji rang in večjo verjetnost za zmago, če pa so izračunane vrednosti rangov nižje od  $1/2$ , pa je njena verjetnost za zmago manjša.

**Tabela 3.9:** Tabela rezultatov po odigranih tekmah; različen vrstni red

izidi tekem	$a$	$b$	$c$
$a$	*	2 : 1	1 : 0
$b$	1 : 2	*	0 : 2
$c$	0 : 1	2 : 0	*



**Slika 3.5:** Graf zmag, ki da pri PageRanku in Colleyu različen vrstni red ekip.

V prvem primeru je ekipa  $a$  zmagala proti obema ekipama  $b$  in  $c$ . Ekipa  $c$  pa je zmagala proti ekipi  $b$ . Ekipa  $b$  v tem primeru nima zmag. Iz rezultatov prikazanih v tabeli 3.9 smo izračunali range z metodama PageRang in Colleyevo metodo.

**Tabela 3.10:** Izračunani rangi pri PageRangu in Colleyu, kjer je vrstni red različen

ekipa	PageRank rang	PageRank vrstni red	Colley rang	Colley vrstni red
$a$	0.3974	1	0.5984	1
$b$	0.3878	2	0.3443	3
$c$	0.2148	3	0.5574	2

Pri izračunanih rangih z metodo PageRank je ekipa  $a$  z najvišjo vrednostjo ranga 0.3974. Druga ekipa je ekipa  $b$  z vrednostjo ranga 0.3878. Opazimo, da sta vrednosti

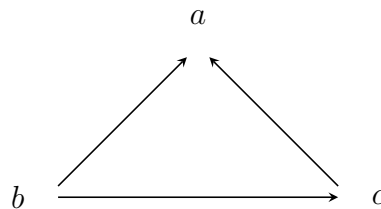
rangov precej podobni. Tretja ekipa je ekipa  $c$  z vrednostjo ranga 0.2148. Pri Colleyevi metodi je prav tako prva ekipa  $a$  z vrednostjo ranga 0.5984. Druga je ekipa  $c$  z izračunano vrednostjo ranga 0.5574. Tudi ti dve ekipi imata zelo podobni vrednosti rangov. Tretja pa je ekipa  $c$  z vrednostjo ranga 0.3443.

Če nekoliko spremenimo rezultate tekem, dobimo pri obeh metodah enak vrstni red rangov. V tem primeru nam ni bilo treba spremeniti izidov tekem, da smo dobili enake vrstne rede rangov. Spremenili smo le število točk pridobljenih na posamezni tekmi za posamezno ekipo. Spremenili smo izid tekme pri ekipah  $a$  in  $b$ . V prvem primeru sta igrali  $2 : 1$  za ekipo  $a$ , v drugem primeru pa  $1 : 0$  prav tako za ekipo  $a$ .

**Tabela 3.11:** Tabela rezultatov po odigranih tekmah; enak vrstni red

izidi tekem	$a$	$b$	$c$
$a$	*	$1 : 0$	$1 : 0$
$b$	$0 : 1$	*	$0 : 2$
$c$	$0 : 1$	$2 : 0$	*

Shema izidov tekem ostane ista kot v prvem primeru.



**Slika 3.6:** Graf zmag, ki da pri PageRanku in Colleyu enak vrstni red ekip.

Izračunane vrednosti rangov pa so prikazane v tabeli 3.12.

**Tabela 3.12:** Izračunani rangi pri PageRangu in Colleyu, kjer je vrstni red enak

ekipa	PageRank rang	PageRank vrstni red	Colley rang	Colley vrstni red
$a$	0.5047	1	0.7000	1
$b$	0.1930	3	0.2571	3
$c$	0.3023	2	0.5429	2

Vrednosti rangov in njihov vrstni red se spremeni pri metodi PageRang. Prva ekipa je ekipa  $a$ . Njena vrednost ranga je 0.5047. Druga je ekipa  $c$  z vrednostjo ranga 0.3023 in tretja je ekipa  $b$  z vrednostjo ranga 0.1930. Vse tri vrednosti rangov so precej različne.

Pri Colleyevi metodi pa se vrstni red izračunanih vrednosti rangov ni spremenil, spremenile so se izračunane vrednosti rangov. Prva ekipa  $a$  ima sedaj vrednost 0.7 in je precej višja od vrednosti druge ekipe  $c$  0.5429. V prejšnjem primeru se vrednosti nista dosti razlikovali. Tretja ekipa  $b$  pa ima vrednost ranga 0.2571.

### 3.4 Massey in Colley

Masseyeva metoda in Colleyeva metoda sta precej različni po ideji, vendar obstaja med njima povezava. Pri Masseyu je ideja, da uporablja razlike v točkah ekip. Colley pa uporabi razmerje med točkami in zmagami.

Po formuli

$$C = 2I + M$$

sta si ti dve metodi sorodni. Masseyevo metodo  $Mr = p$  lahko pretvorimo v Colleyevo z naslednjo enačbo

$$(2I + M)r = p.$$

[1] [12]

# Poglavje 4

## Poskusi in rezultati

### 4.1 Pravila lige EBEL

V ligi EBEL [15] tekmuje vsako leto 12 ekip. V prvem delu igrajo vse ekipe, vsaka z vsako, 4 tekme - 2 tekmi sta na domačem igrišču, 2 pa gostujoči. Skupaj zneso 44 tekem. Po odigranem prvem delu lige, se razdelijo tekmovalne ekipe v dve skupini: skupina zmagovalcev in skupina poražencev. Ekipe posamezne skupine igrajo vsaka z vsako 2 tekmi, spet eno na domačem igrišču in drugo v gosteh. Skupno 10 tekem v skupini. Ekipe iz zmagovalne skupine gredo avtomatsko v t.i. *playoff*, oz. četrtfinale. V četrtfinale pa se uvrstita še dve najboljši ekipi iz skupine poražencev. Kateri pari ekip se bodo pomerili med seboj v četrtfinalu, določi žreb. Izračunali smo range ekip z vsemi štirimi algoritmi. Izračunali smo jih glede na doseženo število golov (točke) in glede na število do sedaj doseženih zmag. Računali smo jih po prvem rednem delu tekmovanja EBEL in sicer po eni odigrani tekmi, po dveh, po treh ter po vseh štirih odigranih tekmah.

Podatke o številu točk na odigranih tekmah in o zmagah smo dobili na uradni spletni strani<sup>1</sup> slovenske Hokejske zveze Slovenije. Pravilnost rezultatov smo evalvirali tako, da smo sešteli vsote razlik uvrstitev za vsako metodo posebej.

### 4.2 Evalvacija rezultatov sezone 2016/17

V tabeli 4.1 so izračunane vsote razlik med izračunanimi vrednostmi rangov in dejanskim mestom ekipe na koncu tekmovanja. Izkaže se, da na začetku, po le eni odigrani tekmi, najbolj pravilno napove rezultate Keenerjeva metoda iz podatkov o točkah in iz podatkov

---

<sup>1</sup><https://http://hokej.si/>

o zmagah. Najslabšo pa poda metoda PageRank iz podatkov o zmagah.

Po dveh odigranih tekmah pa najbolj pravilno napove Colleyeva metoda iz podatkov o točkah. Keener se glede na točke malo izboljša, glede na zmage pa precej poslabša. PageRank se glede na točke še poslabša, glede na zmage pa nekoliko izboljša.

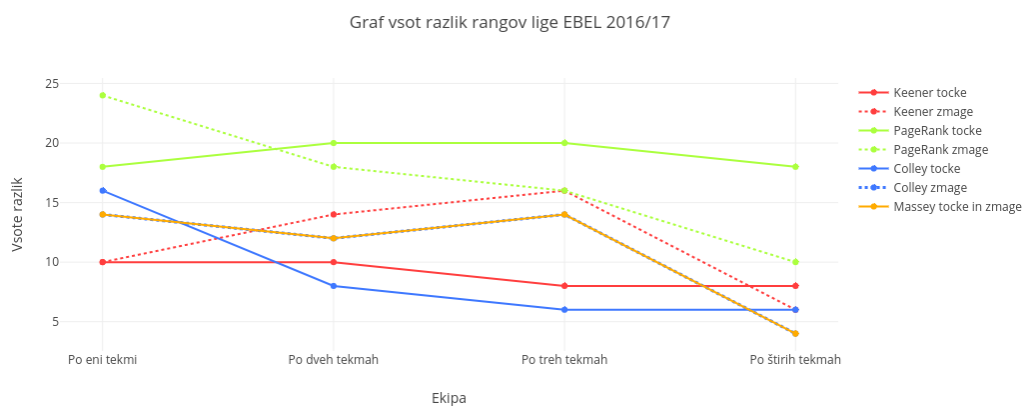
Po treh odigranih tekmah Massey napove enako kot pri eni odigrani tekmi, Colley se pa glede na točke še izboljša. Keener se glede na zmage še poslabša.

Po vseh štirih odigranih tekmah v prvem rednem delu tekmovanja najbolj pravilno napoveta rezultate Masseyeva metoda in Colleyeva metoda glede na zmage. Ti dve metodi vedno izračunata enake range. Precej dobro se obnese Colleyeva metoda iz podatkov o točkah in pa Keenerjeva metoda iz podatkov o zmagah. Sledi ji Keenerjeva metoda iz podatkov o točkah. PageRank iz podatkov o zmagah je naslednji, iz podatkov o točkah pa precej slabši.

**Tabela 4.1:** Tabela vsot razlik v izračunanih in dejanskih rezultatih vrstnih redov ekip tekmovanja EBEL 2016/17

Metoda	Po eni tekmi	Po dveh tekmah	Po treh tekmah	Po štirih tekmah
Keener točke	10	10	8	8
Keener zmage	10	14	16	6
PageRank točke	18	20	20	18
PageRank zmage	24	18	16	10
Colley točke	16	8	6	6
Colley zmage	14	12	14	4
Massey	14	12	14	4

Rezultati evalvacije so grafično predstavljeni na sliki 4.1.



**Slika 4.1:** Graf evalviranih rezultatov; kako so se izboljševali izračunani rangi ekip lige EBEL 2016/17 v primerjavi z dejanskimi

### 4.3 Evalvacija rezultatov sezone 2015/16

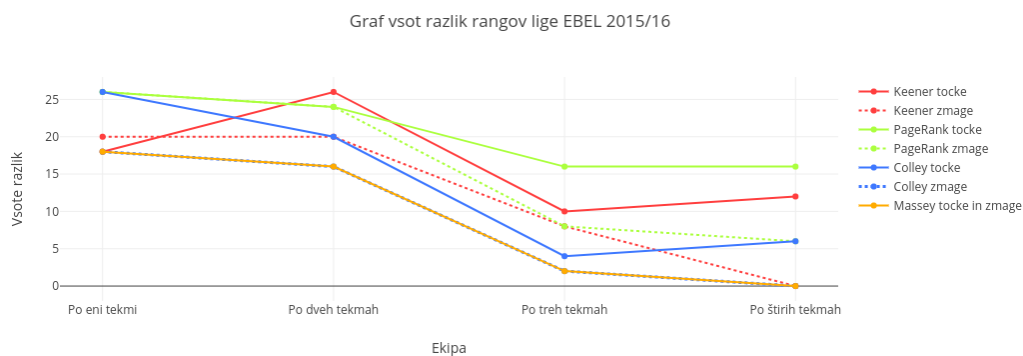
V tabeli 4.2 so izračunane vsote razlik med izračunanimi vrednostmi rangov in dejanskim mestom ekipe na koncu tekmovanja.

Po prvi odigrani tekmi najbolj napovejo rezultate Keenerjeva metoda glede na točke, Colleyeva metoda glede na zmage in Masseyeva metoda, po dveh tekmah se napoved Keenerjeve metode glede na točke precej poslabša, glede na zmage ostane enaka, pri ostalih metodah pa se napovedi nekoliko izboljšajo. Po treh tekmah se vse metode še nekoliko izboljšajo, po vseh štirih odigranih tekmah pa Keenerjeva metoda iz podatkov o zmagah, Colleyeva metoda iz podatkov o zmagah in Masseyeva metoda pravilno napovejo rezultate vseh ekip.

Rezultati evalvacije so grafično predstavljeni na sliki 4.2.

**Tabela 4.2:** Tabela vsot razlik v izračunanih in dejanskih rezultatih vrstnih redov ekip tekmovanja EBEL 2015/16

Metoda	Po eni tekmi	Po dveh tekmah	Po treh tekmah	Po štirih tekmah
Keener točke	18	26	10	12
Keener zmage	20	20	8	0
PageRank točke	26	24	16	16
PageRank zmage	26	24	8	6
Colley točke	26	20	4	6
Colley zmage	18	16	2	0
Massey	18	16	2	0



**Slika 4.2:** Graf evalviranih rezultatov; kako so se izboljševali izračunani rangi ekip lige EBEL 2015/16 v primerjavi z dejanskimi

## 4.4 Evalvacija rezultatov sezone 2014/15

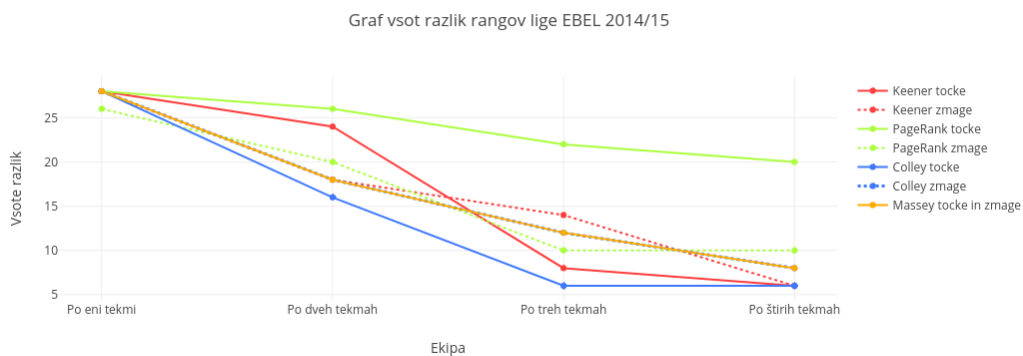
V tabeli 4.3 so izračunane vsote razlik med izračunanimi vrednostmi rangov in dejanskim mestom ekipe na koncu tekmovanja.

Kljub temu, da vsi izračuni metod za ligo EBEL 2014/15 pravilno napovejo zmagovalca, napovedi niso najbolj točne. Po prvi odigrani tekmi so napovedi metod približno enako (ne)pravilne. Po vsaki odigrani tekmi se napovedi nekoliko izboljšajo. Po vseh odigranih tekmah v prvem rednem delu tekmovanja se še najbolj odrežeta obe Keenerjevi metodi in Colleyeva metoda iz podatkov o točkah. Najslabše napovedi pa poda metoda PageRank iz podatkov o točkah.

**Tabela 4.3:** Tabela vsot razlik v izračunanih in dejanskih rezultatih vrstnih redov ekip tekmovanja EBEL 2014/15

Metoda	Po eni tekmi	Po dveh tekmah	Po treh tekmah	Po štirih tekmah
Keener točke	28	24	8	6
Keener zmage	28	18	14	6
PageRank točke	28	26	22	20
PageRank zmage	26	20	10	10
Colley točke	28	16	6	6
Colley zmage	28	18	12	8
Massey	28	18	12	8

Rezultati evalvacije so grafično predstavljeni na sliki 4.3.

**Slika 4.3:** Graf evalviranih rezultatov; kako so se izboljševali izračunani rangi ekip lige EBEL 2014/15 v primerjavi z dejanskimi

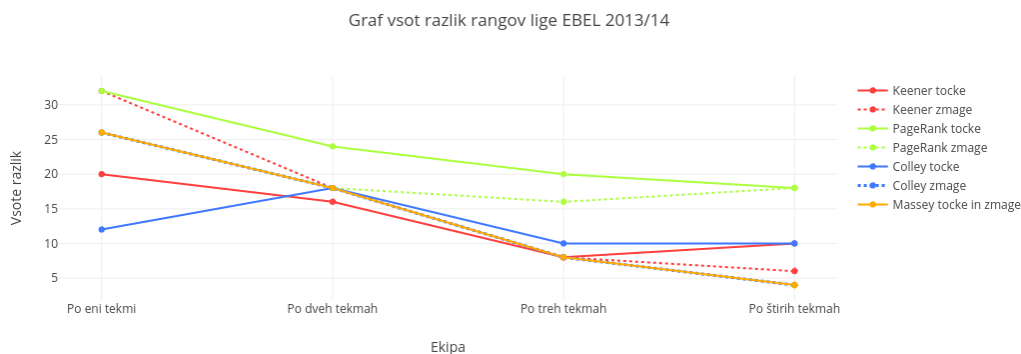
## 4.5 Evalvacija rezultatov sezone 2013/14

V tabeli 4.4 so izračunane vsote razlik med izračunanimi vrednostmi rangov in dejanskim mestom ekipe na koncu tekmovanja. Po prvi odigrani tekmi je najbolj pravilno napovedala izide tekem Colleyeva metoda iz podatkov o točkah. Ostale so napovedale precej slabše. Po vsaki odigrani tekmi so se napovedi izboljšale, po vseh štirih tekmah pa sta najbolj pravilno napovedali rezultate Colleyeva metoda iz podatkov o zmagah in Masseyeva metoda. Nekoliko slabša je Keenerjeva metoda iz podatkov o zmagah. Najslabše sta napovedali rezultate obe metodi PageRank.

**Tabela 4.4:** Tabela vsot razlik v izračunanih in dejanskih rezultatih vrstnih redov ekip tekmovanja EBEL 2013/14

Metoda	Po eni tekmi	Po dveh tekmah	Po treh tekmah	Po štirih tekmah
Keener točke	20	16	8	10
Keener zmage	32	18	8	6
PageRank točke	32	24	20	18
PageRank zmage	26	18	16	18
Colley točke	12	18	10	10
Colley zmage	26	18	8	4
Massey	26	18	8	4

Rezultati evalvacije so grafično predstavljeni na sliki 4.4.



**Slika 4.4:** Graf evalviranih rezultatov; kako so se izboljševali izračunani rangi ekip lige EBEL 2013/14 v primerjavi z dejanskimi

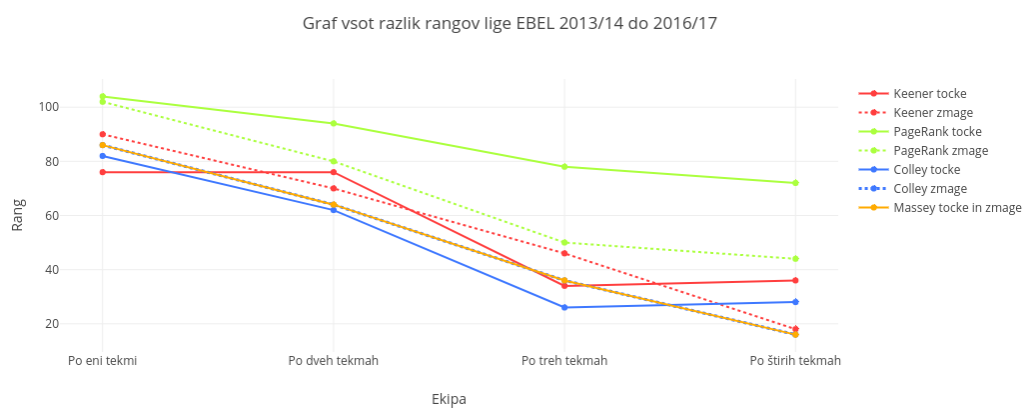
## 4.6 Evalvacija sezon 2013/14 do 2016/17

V tabeli 4.5 so izračunane vsote razlik med izračunanimi vrednostmi rangov in dejanskim mestom ekipe na koncu tekmovanja za sezone od 2013/14 do 2016/17 lige EBEL. Najbolj pravilno sta napovedali rezultate Colleyeva in Masseyeva metoda. Ti dve metodi po vsaki odigrani tekmi bolj natančno napovesta uvrstitev največ ekipam. Najslabša pri pravilnosti izračunanih rangih pa je metoda PageRank. Po prvih odigranih tekmah ima največ nepravilnih napovedi. Sicer se napovedi po vsaki odigrani tekmi nekoliko izboljšajo, vendar ne toliko kot pri ostalih metodah. Keenerjeva metoda pa je po uspešnosti napovedi nekje vmes.

Rezultati evalvacije so grafično predstavljeni na sliki 4.5.

**Tabela 4.5:** Tabela vsot razlik v izračunanih in dejanskih rezultatih vrstnih redov ekip tekmovanja EBEL sezon 2013/14 do 2016/17

Metoda	Po eni tekmi	Po dveh tekmah	Po treh tekmah	Po štirih tekmah
Keener točke	76	76	34	36
Keener zmage	90	70	46	18
PageRank točke	104	94	78	72
PageRank zmage	102	80	50	44
Colley točke	82	62	26	28
Colley zmage	86	64	36	16
Massey	86	64	36	16



**Slika 4.5:** Graf evalviranih rezultatov; kako so se izboljševali izračunani rangi ekip lige EBEL sezon 2013/14 do 2016/17 v primerjavi z dejanskimi

# Poglavje 5

## Sklepne ugotovitve

Kljub temu, da obstaja ogromno število različnih metod za rangiranje, nobena od njih ni popolna. Večina teh metod pokaže, katera ekipa izstopa v pozitivnem ali pa v negativnem smislu, v večini primerov pa ne dajo točnih rezultatov. Vsaka ima svoje prednosti in slabosti. V tem delu smo predstavili štiri različne metode za rangiranje. Najprej smo jih matematično analizirali in jih predstavili na istem primeru. Nato smo jih primerjali med seboj in ugotavljali, kakšni rezultati morajo biti, da dobimo enake range in različne. Na koncu pa smo poskušali napovedati izide tekmovanja EBEL z zgoraj omenjenimi metodami. Izračunane rezultate smo primerjal z dejanskimi vrstnimi redi ekip na tekmovanju po prvem rednem delu.

Vse metode uporabijo premalo podatkov za napoved bolj točnih rezultatov. Predvsem v ligi EBEL, kjer najboljših 8 ekip igra za zmago v končnici (ang. *playoff*), kjer igrajo ekipe po razporedu in tista, ki zmagaja med dvema, napreduje. Izkaže se, da je glede na evalvacijo najslabša metoda za takšno računanje rangov metoda PageRank. Najslabše se je izkazala iz podatkov o točkah, nekoliko boljše je bila iz podatkov o zmagah. Najbolj točne rezultate pa je napovedala Masseyeva metoda in njej sorodna Colleyeva metoda iz podatkov o zmagah. Tudi Keenerjeva metoda je dokaj pravilno napovedala uvrstitve. Kako so bile napovedi točne, je bilo odvisno tudi od sezone. V sezoni lige EBEL 2015/16 so bile napovedi po treh in štirih odigranih tekmah najbolj točne. To sezono so bile ekipe čez tekmovanje lepo razvrščene, ni bilo presenečenj in tesnih izidov. Zmagovalna ekipa je bila res najboljša in zadnja je precej zaostajala za ostalimi ekipami. Pri ostalih sezonah lige EBEL so si bile ekipe precej izenačene. Tudi zmagovalci v finalu niso bila ista ekipa, kot pa po štirih odigranih tekmah. Še najbolj pravilno so napovedale rezultate, ko je bil zmagovalec res izrazito boljši od ostalih in ko je bila zadnja ekipa res zelo slaba. Vmesne rezultate pa je težje napovedati. Metoda PageRank v primerjavi z drugimi metodami ni najbolj primerna za rangiranje ekip. Druge metode so bile bolj primerne in zato so bile

napovedi z njimi bolj točne. Ta rezultat ni presenetljiv, saj so Keenerjeva, Colleyeva in Masseyeva metoda bile že od začetka namenjene rangiranju športnih rezultatov, medtem ko je bila metoda PageRank razvita z namenom rangiranja spletnih strani.

V tem delu smo upoštevali le zmage in število danih točk - golov. Mogoče bi dobili boljše rezultate, če bi upoštevali še zunanje dejavnike, npr. prednost domačega igrišča, poškodbe ključnih igralcev in podobno. Vendar ne vemo, kako bi upoštevali še te parametre v matrikah, s katerimi računamo range, da bi bili rezultati pravični. Bolj točne napovedi bi mogoče tudi dobili, če bi kombinirali dve ali več metod za izračun vrednosti rangov; najprej bi delno izračunali z eno metodo, na primer s Keenerjevo metodo, in na teh delnih rezultatih izračunali range z metodo PageRank.

# Dodatek A

## Izračuni lige EBEL 2016/17 2015/16, 2014/15, 2013/14

### A.1 Izračuni in analiza sezone 2016/17

#### A.1.1 Ugotovitve sezone 2016/17, prva odigrana tekma

Že takoj v tabeli A.1 opazimo, da so izračunani rangi pri Masseyevi metodi in pr Colleyevi metodi, kjer upoštevamo zmage, identični. Ta rezultat je bil pričakovan, saj lahko pretvorimo Masseyevo metodo v Colleyevo, kar smo opisali na strani 26.

#### Izračun rangov iz podatkov o točkah

Pri Keenerjevi metodi iz podatkov o točkah je prvouvrščena ekipa EC Red Bull Salzburg z vrednostjo ranga 0.1096. Drugouvrščena ekipa ne UPC Vienna Capitals z vrednostjo ranga 0.1091 in tretja je EHC Liwest Linz z vrednostjo ranga 0.1. Ekipe, ki bi imela vrednost ranga med 0.09 in 0.1 ni, imajo pa ekipe od četrte do osme vrednost ranga višjo od 0.08. Višjo od 0.7 ima ekipa 9. Deseta in enajsta ekipa imata vrednost ranga višjo od 0.06. Zadnja ekipa pa ima vrednost ranga 0.0573.

Pri metodi PageRank imajo prve tri ekipe vrednosti rangov višje od 0.1. Četrta ekipa ima vrednost ranga 0.0957, peta pa ima vrednost ranga 0.0863. Ekipe od šeste do devete imajo vrednosti rangov višje od 0.07, od desete do dvanajste pa imajo vrednosti rangov višje od 0.06.

Pri Colleyevi metodi iz podatkov o točkah ima prva ekipa vrednost ranga 0.6364.

Ekipe od druge do osme imajo vrednosti rangov višje od 0.5, deveta in deseta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.4, zadnji dve ekipi pa imata vrednosti rangov višji od 0.3.

### **Izračun rangov iz podatkov o zmagah**

Po prvi odigrani tekmi nekoliko izstopa prvouvrščena ekipa UPC Vienna Capitals, saj je glede na izračunane range po zmagah prvouvrščena. Prav tako lahko iz podatkov o zmagah določimo, da bo HDD Olimpija nekje pri dnu lestvice. Po Keenerju imajo prve tri uvrščene ekipe izračunano vrednost ranga višjo od 0.1, ostale pa nižjo od 0.08. Ekipe od četrte do desete imajo range približno enake, od 0.0719 do 0.088. Predzadnja ekipa HDD Olimpija ima vrednost ranga 0.0632, zadnja EC Dornbirn pa 0.0622.

Prav tako imajo pri PageRang vse prve tri ekipe vrednost ranga večjo od 0.1, prvouvrščena ekipa UPC Vienna Capitals občutno prevladuje z rangom 0.01349. Ekipe od 4. do 6. imajo rang vrednost med 0.0925 in 0.0939. Zadnji dve ekipi pa imata ranga okrog 0.04, medtem ko imajo vmes uvrščene ekipe razporejene med vrednostmi od 0.0656 do 0.0831.

Colleyeva metoda glede na podatke o zmagah nam da identične rezultate kot Masseyeva metoda, ki upošteva točke in zmage hkrati.

Masseyeva metoda, ki upošteva pridobljene točke in zmage hkrati, po prvi tekmi v prvem delu še najbolj točno napove rezultat. Pravilno napove prvouvrščenega UPC, Vienna Capitals, drugo in tretje uvrščena po izračunu EHC Liwest Linz in EC Red Bull Salzburg sta na koncu tekmovanja tretji in drugi. Ekipo na četrtem mestu HC Bolzano Südtirol napove pravilno. Ekipe med 5. in 10. mestom pa niso točno napovedane, vendar so tudi njihove izračunane vrednosti rangov precej podobne. So med 0.4643 in 0.3929. Ekipi na zadnjih dveh mestih, EC Dornbirn in HDD Olimpija, pa imata po izračunih enaki vrednosti ranga.

Tabela A.1: Tabela izračunanih vrstnih redov ekip po prvi tekma v rednem delu

Ime Ekipe	Izračunan vrstni red ekip EBEL 2016/17 po prvi tekmi v rednem delu														Dejansko mesto po prvem delu
	Keener točke	Keener točke vrstni red	Keener zmage	Keener zmage vrstni red	Page Rank točke	Page Rank točke vrstni red	Page Rank zmage	Page Rank zmage vrstni red	Colley točke	Colley točke vrstni red	Colley zmage	Colley zmage vrstni red	Massey točke in zmage	Massey točke in zmage vrstni red	
EHC Liwest Linz	0.1	3	0.1013	3	0.1051	2	0.0939	4	0.5714	3	0.6786	2	0.6786	2	3
EC Dornbirn	0.0637	11	0.0622	12	0.0648	11	0.0423	12	0.3957	11	0.3214	11	0.3214	11	10
EC Red Bull Salzburg	0.1096	1	0.1026	2	0.0957	4	0.1038	2	0.6364	1	0.6786	3	0.6786	3	2
Moser Medical Graz 99ers	0.0846	5	0.0781	8	0.0762	7	0.0678	9	0.5594	4	0.4643	5	0.4643	5	8
UPC Vienna Capitals	0.1091	2	0.115	1	0.1007	3	0.1349	1	0.5885	2	0.75	1	0.75	1	1
Sapa Fehervar AV19	0.0654	10	0.0719	10	0.0663	10	0.0935	5	0.4066	10	0.3929	10	0.3929	10	11
HC TWK Innsbruck	0.0845	6	0.0805	5	0.1135	1	0.0831	7	0.5111	7	0.4643	6	0.4643	6	5
HC Orli Znojmo	0.0762	9	0.0795	7	0.0724	9	0.0763	8	0.4264	9	0.4643	7	0.4643	7	9
HC Bolzano Stdtirol	0.0869	4	0.088	4	0.0758	8	0.0925	6	0.5006	8	0.5357	4	0.5357	4	4
EC VSV	0.0821	7	0.0802	6	0.0863	5	0.1017	3	0.5172	6	0.4643	8	0.4643	8	7
HDD Olimpija	0.0573	12	0.0632	11	0.0647	12	0.0447	11	0.3543	12	0.3214	12	0.3214	12	12
EC KAC	0.0806	8	0.0776	9	0.0784	6	0.0656	10	0.5325	5	0.4643	9	0.4643	9	6

## Prvi in drugi

V ligi EBEL sezone 2016/17 je bila prva ekipa UPC Vienna Capitals, druga pa ekipa EC KAC. Po prvi tekmi v prvem rednem delu tekmovanja prvouvrščenega pravilno napovejo Keenerjeva metoda iz podatkov o zmagah, metoda PageRank iz podatkov o zmagah, Colleyeva metoda iz podatkov o zmagah in pa Masseyeva metoda. Na drugo mesto uvrstijo to ekipo Keenerjeva metoda iz podatkov o točkah in pa Colleyeva metoda iz podatkov o točkah. Na tretje mesto pa jo postavi metoda PageRank iz podatkov o točkah.

Drugouvrščeno ekipo, EC KAC, na peto mesto postavi Colleyeva metoda iz podatkov o točkah. Šesto mesto ji napove metoda PageRank iz podatkov o točkah, osmo mesto ji napove Keenerjeva metoda iz podatkov o točkah, deveto mesto ji napovejo Keenerjeva metoda iz podatkov o zmagah, Colleyeva metoda iz podatkov o zmagah in Masseyeva metoda. Metoda PageRank iz podatkov o zmagah ji napove deseto mesto. Ta ekipa je bila po prvem rednem delu tekmovanja na šestem mestu.

### A.1.2 Ugotovitve sezone 2016/17, druga odigrana tekma

Podobno kot pri tabeli A.1, podatki o zmagah v tabeli A.2 napovejo zmagovalca

#### Izračun rangov iz podatkov o točkah

Iz podatkov o pridobljenih točkah o posamezni ekipi v ligi EBEL sezone 2016/17 pri Keenerjevi metodi vidimo, da sta prvi dve ekipi po izračunanih vrednostih rang EC Red Bull Salzburg z 0.1071 in UPC Vienna Capitals z 0.1062. Tretja, četrta in peta ekipa imajo vrednosti ranga višje od 0.09. Šesto in sedmo uvrščeni ekipi imata po izračunih vrednost ranga višjo od 0.08. Osmo in deveta ekipa imata vrednost ranga višjo od 0.06. Enajsta, EC Dornbirn, ima vrednost ranga 0.0512 in zadnja, HDD Olimpija, ima vrednost ranga komaj 0.0498.

Pri PageRangu je ekipa z najvišjo izračunano rang vrednostjo HC TWK Innsbruck in sicer z 0.1051. Sledijo ji UPC Vienna Capitals z 0.0991, EC Red Bull Salzburg z 0.098 in EHC Liwest Linz z 0.0969. Peta in šesta ekipa imata rang vrednost višjo od 0.08. Ekipe od 8 do 10 imajo vrednost ranga višjo od 0.07. Zadnji dve ekipi imata vrednosti rangov višji od 0.06.

Pri Colleyevi metodi smo iz podatkov točk dobili na prvem mestu ekipo EC Red Bull Salzburg z vrednostjo rang 0.6014. Od drugega do sedmega mesta imajo vse ekipe vrednost rang višjo od 0.5. Od osmega do enajstega mesta imajo vse vrednosti rangov višje od 0.4. Na zadnjem mestu je HDD Olimpija z vrednostjo rang 0.3471.

### **Izračun rangov iz podatkov o zmagah**

Pri Keenerju glede na zmage precej izstopa prvouvrščena ekipa UPC Vienna Capitals, ki pa je dejanska zmagovalka lige EBEL sezone 2016/17. Izračunana vrednost ranga je 0.1156. Tudi drugo in tretjevrščeni ekipi EHC Lwest Linz in EC Red Bull Salzburg imata izračunani vrednosti rangov višji od 0.1. Četrta in peta ekipa imata vrednosti rangov 0.0998 in 0.0919. To sta HC Bolzano Südtirol in HC TWK Innsbruck. Ekipe med mesti 7 in 9 imajo vrednosti rang med 0.0717 in 0.786. Zadnji dve ekipi pa imata vrednosti rangov med 0.0521 in 0.054.

Pri PageRangu izrazito izstopa prva ekipa UPC Vienna Capitals z vrednostjo ranga 0.1243. Druga in tretja ekipa imata tudi vrednosti rangov višje od 0.1, prav tako četrta ekipa. Ekipe 5 in 10 imajo vrednosti rangov od 0.0637 in 0.0974. Zadnji dve ekipi imata vrednosti rangov med 0.0416 in 0.0428.

Izračunani rangi pri Colleyevi metodi iz podatkov o zmagah pravilno napovejo prvouvrščeno ekipo turnirja, to je UPC Vienna Capitals z vrednostjo ranga 0.7308. Mesta od 2 do 4 imajo izračunane vrednosti rangov višje od 0.6, peto in šesto mesto pa imata vrednosti višje od 0.5. Ekipe na mestih 7, 8 in 9 imajo vrednosti rangov višje od 0.4, deseta ekipa Sapa Fehervar AV19 pa ima vrednost ranga 0.3846. Zadnji dve ekipi imata enaki vrednosti rangov in sicer 0.2692.

Podatki pri Masseyevi metodi so enaki kot pri Colleyevi metodi, kjer upoštevamo izračunane vrednosti rangov iz podatkov o zmagah.

Tabela A.2: Tabela izračunanih vrstnih redov ekip po dveh tekmah v rednem delu

Ime Ekipe	Izračunani vrstni red ekip EBEL 2016/17 po drugi tekmi v rednem delu															
	Keener točke	Keener točke vrstni red	Keener zmage	Keener zmage vrstni red	Page Rank točke	Page Rank točke vrstni red	Page Rank zmage	Page Rank zmage vrstni red	Colley točke	Colley točke vrstni red	Colley zmage	Colley zmage vrstni red	Massey točke in zmage	Massey točke in zmage vrstni red	Dejansko mesto po prvem delu	
EHC Livest Linz	0.0989	3	0.1053	2	0.0969	4	0.0974	5	0.5593	3	0.6923	2	0.6923	2	3	
EC Dornbirn	0.0597	11	0.0521	12	0.0688	11	0.0416	12	0.4151	11	0.2692	11	0.2692	11	10	
EC Red Bull Salzburg	0.1071	1	0.1048	3	0.098	3	0.1152	2	0.6014	1	0.6538	3	0.6538	3	2	
Moser Medical Graz 99ers	0.0807	8	0.0786	7	0.0795	7	0.0768	7	0.5222	6	0.4615	7	0.4615	7	8	
UPC Vienna Capitals	0.1062	2	0.1156	1	0.0991	2	0.1243	1	0.5743	2	0.7308	1	0.7308	1	1	
Sapa Fehervar AV19	0.0661	10	0.0676	10	0.0764	8	0.0686	9	0.4384	10	0.3846	10	0.3846	10	11	
HC TWK Innsbruck	0.09	5	0.0919	5	0.1051	1	0.1058	4	0.524	5	0.5385	5	0.5385	5	5	
HC Orli Znojmo	0.0816	7	0.0831	6	0.0705	10	0.0815	6	0.4666	9	0.5	6	0.5	6	9	
HC Bolzano Sirdirol	0.0974	4	0.0998	4	0.0813	6	0.1101	3	0.5521	4	0.6154	4	0.6154	4	4	
EC VSV	0.0833	6	0.0756	8	0.0853	5	0.072	8	0.4984	8	0.4615	8	0.4615	8	7	
HDD Olimpija	0.0498	12	0.054	11	0.0649	12	0.0428	11	0.3471	12	0.2692	12	0.2692	12	12	
EC KAC	0.079	9	0.0717	9	0.0743	9	0.0637	10	0.501	7	0.4231	9	0.4231	9	6	

## Prvi in drugi

Prvouvrščenemu pravilno napovejo rezultat Keenerjeva metoda, metoda PageRank in pa Colleyeva metoda vse tri iz podatkov o zmagah in pa Masseyeva metoda. Vse metode iz podatkov o točkah pa napovejo ekipi UPC Vienna Capitals drugo mesto.

Ekipa EC KAC, ki je bila na koncu tekmovanja druga, je dobila napoved za sedmo mesto od Colleyeve metode iz podatkov o točkah. Ostale metode so ji napovedale deveto mesto, z izjemo metode PageRank iz podatkov o zmagah, ki ji je napovedala deseto mesto.

### A.1.3 Ugotovitve sezone 2016/17, tretja odigrana tekma

Če gledamo le podatke o zmagah v tabeli A.3, lahko napovemo, da bo zmagala ekipa UPC Vienna Capitals, ki ima po vseh metodah najvišji rang. Če pa gledamo podatke v tabeli A.3 glede na točke, pa rezultat ni tako enoličen. Pri metodi PageRank je prva ekipa UPC Vienna Capitals na tretjem mestu, na prvem pa je HC TWK Innsbruck. Za zadnjo ekipo, HDD Olimpija, pa lahko s kar precejšnjo gotovostjo napovemo, da bo zadnja, saj so vse izračunane vrednosti rangov pri tej ekipi nižje v primerjavi z ostalimi vrednostmi rangov.

#### Izračun rangov iz podatkov o točkah

Pri Keenerju je iz podatkov o točkah najvišja izračunana rang vrednost 0.1151 pri ekipi UPC Vienna Capitals. Tudi drugouvrščena ekipa ima vrednost ranga višjo od 0.1, in sicer 0.1024 EC Red Bull Salzburg. Tretja ekipa ima vrednost ranga 0.995. Od četrte do osme ekipe imajo vrednost rangov višjo od 0.08. Ekipe z višjim rangom od 0.07 sta deveta in deseta po mestu v izračunanih višinah vrednosti rangov. Enajsta ekipa EC Dornbirn ima vrednost rang 0.0645, zadnja HDD Olimpija, pa le 0.0434.

Pri PageRangu imajo prve tri ekipe rang višji od 0.09. Najvišjega ima ekipa HC TWK Innsbruck in sicer 0.0993. Četrta do osma ekipa imajo vrednost ranga višjo od 0.08. Od devete do enajste ekipe pa imajo vrednosti rang višje od 0.07. Zadnja ekipa HDD Olimpija ima vrednost ranga le 0.061.

Pri Colleyu je pri podatkih iz točk ekipa z najvišjo izračunano vrednostjo ranga UPC Vienna Capitals z 0.597. Vrednost ranga nad 0.5 imajo še ekipe od druge do sedme. Od osme do enajste ekipe po vrsti pa imajo vrednosti rangov višje od 0.4. Zadnja ekipa, HDD Olimpija, pa ima vrednost ranga le 0.333.

### Izračun rangov iz podatkov o zmagah

Pri izračunanih vrednostih rangov je pri Keenerjevi metodi, ko gledamo izračune iz podatkov o zmagah, najvišje na lestvici UPC Vienna Capitals z vrednostjo ranga 0.1282. Nad mejo 0.1 ima še drugouvrščena ekipa EHC Liwest Linz z vrednostjo ranga 0.1023. Tretja in četrta ekipa imata vrednost ranga višjo od 0.09, nad vrednostjo 0.08 pa imajo ekipe 5, 6 in 7. Osmo in deveta ekipa imata vrednosti rangov višjo od 0.07. Deseta ekipa Moser Medical Graz 99ers ima vrednost ranga 0.0697, enajsta ekipa, EC Dornbirn, ima vrednost ranga 0.052, zadnja ekipa, HDD Olimpija, pa ima vrednost ranga 0.0465.

Pri metodi PageRank ima najvišjo izračunano vrednost ranga ekipa UPC Vienna Capitals in sicer 0.1154. Druga in tretja imata prav tako vrednost rang višjo od 0.1. Četrta ekipa EHC Liwest Linz ima vrednost ranga 0.099. Ekipe od pete pa do devete imajo vrednosti rangov višje od 0.08. Ekipa na desetem mestu po izračunanih vrednostih rangov iz podatkov o zmagah pri metodi PageRank je Moser Medical Graz 99ers z vrednostjo rang 0.0704. Enajsta ekipa, EC Dornbirn, ima vrednost ranga 0.0501. Zadnja ekipa pa ima vrednost ranga komaj 0.0394, to je ekipa HDD Olimpija.

Izračunane vrednosti rangov s Colleyevo metodo iz podatkov o zmagah so enake kot pri izračuni z Masseyevo metodo, ki upošteva v izračunu zmage in točke hkrati

Pri Masseyevi metodi in izračunih vrednosti rangov najbolj pri vrhu izstopa ekipa UPC Vienna Capitals z vrednostjo ranga 0.7237. Sledita ji ekipi EHC Liwest Linz in EC Red Bull Salzburg z vrednostjo 0.6184. Četrta ekipa ima vrednost ranga 0.5921. Peta in šesta ekipa pa imata spet enako izračunano vrednost ranga, to je 0.5132. Sedma in osma ekipa imata vrednosti rangov 0.4868. Deveta in deseta imata prav tako rang višji od 0.4. Predzadnja, enajsta ekipa EC Dornbirn, ima vrednost ranga 0.3289 in zadnjevrščena ekipa po izračunih, HDD Olimpija, ima vrednost ranga 0.25

Tabela A.3: Tabela izračunanih vrstnih redov ekip po treh tekmah v rednem delu

Ime Ekipe	Izračunan vrstni red ekip EBEL 2016/17 po tretji tekmi v rednem delu														Dejansko mesto po prvem delu
	Keener točke	Keener točke vrstni red	Keener zmage	Keener zmage vrstni red	Page Rank točke	Page Rank točke vrstni red	Page Rank zmage	Page Rank zmage vrstni red	Colley točke	Colley točke vrstni red	Colley zmage	Colley zmage vrstni red	Massey točke in zmage	Massey točke in zmage vrstni red	
EHC Liwest Linz	0.0995	3	0.1023	2	0.0984	2	0.099	4	0.5472	3	0.6184	2	0.6184	2	3
EC Dornbirn	0.0645	11	0.052	11	0.073	10	0.0501	11	0.4453	11	0.3289	11	0.3289	11	10
EC Red Bull Salzburg	0.1024	2	0.0991	3	0.0894	4	0.1001	3	0.5639	2	0.6184	3	0.6184	3	2
Moser Medical Graz 99ers	0.0814	7	0.0697	10	0.0773	9	0.0704	10	0.5028	7	0.4079	10	0.4079	10	8
UPC Vienna Capitals	0.1151	1	0.1282	1	0.0939	3	0.1154	1	0.597	1	0.7237	1	0.7237	1	1
Sapa Fehervar AV19	0.0742	10	0.0793	8	0.0829	7	0.0831	8	0.4684	10	0.4605	9	0.4605	9	11
HC TWK Innsbruck	0.0816	6	0.085	6	0.0993	1	0.0879	5	0.5061	6	0.4868	7	0.4868	7	5
HC Orli Znojmo	0.0786	9	0.0864	5	0.0711	11	0.0863	6	0.4703	9	0.5132	5	0.5132	5	9
HC Bolzano Sittitrol	0.089	5	0.0957	4	0.0887	5	0.1013	2	0.5417	4	0.5921	4	0.5921	4	4
EC VSV	0.0809	8	0.0747	9	0.0835	6	0.081	9	0.4978	8	0.4868	8	0.4868	8	7
HDD Olimpija	0.0434	12	0.0465	12	0.061	12	0.0394	12	0.333	12	0.25	12	0.25	12	12
EC KAC	0.0893	4	0.081	7	0.0814	8	0.086	7	0.5267	5	0.5132	6	0.5132	6	6

## Prvi in drugi

Prvouvrščeno ekipo, UPC Vienna Capitals, po treh odigranih tekmah pravilno napovejo vse metode, razen metode PageRank iz podatkov o točkah. Ta metoda ji napove tretje mesto.

Drugouvrščeni ekipi, EC KAC, Keenerjeva metoda iz podatkov o točkah napove četrto mesto. Peto mesto ji napove Colleyeva metoda iz podatkov o točkah, šesto mesto pa ji napove Colleyeva metoda iz podatkov o zmagah in Masseyeva metoda. Metodi PageRank iz podatkov o zmagah in Keenerjeva metoda iz podatkov o zmagah ji napove sedmo mesto, metoda PageRank iz podatkov o točkah pa ji napove osmo mesto.

### A.1.4 Ugotovitve sezone 2016/17, vse štiri odigrane tekme

Po štirih odigranih tekmah v prvem delu lige EBEL v sezoni 2016/17 se v tabeli A.4 že nekoliko vidi, katera ekipa bi lahko zmagala in katera bo zadnjeuvrščena. Tudi za ostala mesta se počasi že nakazuje, katera ekipa bi lahko bila na določenem mestu, vendar vrednosti rangov pri različnih metodah niso na istem mestu.

#### Izračun rangov iz podatkov o točkah

Ko gledamo izračunane vrednosti rangov pri Keenerju iz podatkov o točkah, vidimo, da imajo prve tri uvrščene ekipe vrednosti rangov višje od 0.1. Prouvrščena ekipa, UPC Vienna Capitals, nekoliko izstopa z vrednostjo ranga 0.1171. Ekipe od 4. do 9. imajo vrednosti rangov višje od 0.08, deseta in enajsta ekipa pa imata vrednosti rangov 0.0717 in 0.0652. Zadnjeuvrščena ekipa HDD Olimpija pa precej izstopa z najnižjim rangom 0.0401.

Pri PageRangu ima prvouvrščena ekipa, EHC Liwest Linz, izračunano vrednost ranga višjo od 0.1 in sicer 0.1006. Ekipe od drugega do četrtega mesta imajo vrednosti rangov višje od 0.09, od petega pa do sedmega mesta imajo vrednosti rangov višje od 0.08. Ekipe od osmega do enajstega mesta imajo rang višji od 0.07, zadnja ekipa pa ima vrednost ranga le 0.06.

Pri izračunanih rangih iz podatkov o točkah pri Colleyevi metodi nekoliko izstopa prvouvrščena ekipa, ki ima edina vrednost rang višjo od 0.6, to je UPC Vienna Capitals z rangom 0.6061. Ekipe od druge pa do šeste imajo range med 0.5082 in 0.5752. Ekipe od sedme do predzadnje imajo range višje od 0.4, le zadnja ekipa pa ima vrednost ranga manjšo od 0.4, in sicer je z vrednostjo 0.329 to ekipa HDD Olimpija.

PageRank nam mogoče ne da za ekipo UPC Vienna Capitals najvišjega ranga, ker je v matriki, s katero računamo vrednosti rang preveč podatkov ali pa so vrednosti matrike previsoke, saj je za to metodo predpostavljeno, da imamo redko 0-1 matriko.

### Izračun rangov iz podatkov o zmagah

Izračunani rangi iz podatkov o zmagah nam vsi napovejo pravilno zmagovalca lige EBEL sezone 2016/17, to je UPC Vienna Capitals. Pri Keenerjevi metodi ima prvouvrščena ekipa precej višjo izračunano vrednost ranga od ostalih ekip, in sicer 0.1282. Sledita ji drugouvrščena ekipa EC Red Bull Salzburg z 0.1087 in tretjevrščena EHC Liwest Linz z vrednostjo ranga 0.1049. Četrta ekipa je edina, ki ima izračunano vrednost ranga višjo od 0.09, peta pa edina, ki ima vrednost ranga višjo od 0.08. Ekipe uvrščene med šestim in desetim mestom imajo vrednosti rangov med 0.0722 in 0.0787. Predzadnja ekipa, EC Dornbirn, ima vrednost rang 0.0586 in zadnja, HDD Olimpija, 0.0414.

Pri metodi PageRang izstopa prvouvrščena ekipa UPC Vienna Capitals z izračunano vrednostjo ranga 0.1185. Drugouvrščena ima tudi vrednost ranga višjo od 0.1, to je ekipa EC Red Bull Salzburg z 0.1041. Tretja in četrta ekipa imata vrednost rang višjo od 0.09, peta, šesta in sedma pa višje od 0.08. Ekipe od osme pa do enajste imajo vrednosti rangov višje od 0.07. Zadnja ekipa pa ima vrednost ranga le 0.0402.

Prav tako nekoliko izstopa po vrednosti rang prvouvrščena ekipa UPC Vienna Capitals pri izračunu rangov po Colleyevi metodi. Le-ta ima namreč vrednost ranga 0.72. Druga in tretja ekipa imata vrednosti rangov 0.66 in 0.64, četrta pa 0.56. Ekipe od šeste pa do desete imajo range med 0.44 in 0.48. Zadnji dve ekipi pa imata vrednosti rangov 0.36 predzadnja ekipa EC Dornbirn in zadnja HDD Olimpija 0.24.

Masseyeva metoda, ki upošteva točke in zmage hkrati, ima izračunane vrednosti rangov enake kot Colleyeva metoda iz podatkov o zmagah.



## Prvi in drugi

Prvovrščeni ekipi, UPC Vienna Capitals, pravilno napovejo prvo mesto vse metode, le metoda PageRank iz podatkov o točkah ji napove četrto mesto.

Drugovrščeni ekipi, EC KAC, peto mesto napove Colleyeva metoda iz podatkov o zmagah in Masseyeva metoda, šesto mesto pa ji napove Keenerjeva metoda iz podatkov o zmagah in Colleyeva metoda iz podatkov o točkah. Obe metodi PageRank ji napove sedmo mesto, Keenerjeva metoda iz podatkov o točkah pa ji napove osmo mesto.

## A.2 Izračuni in analiza sezone 2015/16

### A.2.1 Ugotovitve sezone 2015/16, prva odigrana tekma

V ligi EBEL v sezoni 2015/16 po prvi odigrani tekmi v tabeli A.5 pravilno napove prvovrščeno ekipo metoda PageRank glede na točke in pa Colleyeva metoda glede na zmage. Ker izračunata Colleyeva metoda iz podatkov o zmagah in Masseyeva metoda enake vrednosti rangov, prav tako pravilno napove rezultat Masseyeva metoda.

#### Izračun rangov iz podatkov o točkah

Prvovrščena ekipa HC Orli Znojmo je edina ekipa pri rangiranju s Keenerjevo metodo iz podatkov o točkah, ki ima vrednost ranga višjo od 0.1. Ta ekipa je na koncu tekmovanja druga. Ekipa EC Red Bull Salzburg, na koncu zmagovalna ekipa, je po prvi tekmi po Keenerjevi metodi glede na točke druga, z vrednostjo rang 0.0979. Ekipe od druge do četrte imajo vrednosti rangov višje od 0.09, ekipe od pete pa do osme pa imajo vrednosti rangov višje od 0.08. Deveta ekipa, EHC Liwest Black Wings Linz, je edina ekipa, ki ima vrednost ranga med 0.07 in 0.08. Zadnje tri ekipe, od desete do dvanajste pa imajo vrednosti rangov višje od 0.06.

Pri metodi PageRank glede na točke, je prva ekipa EC Red Bull Salzburg z vrednostjo rang 0.1174. Druga ekipa, HC Orli Znojmo, ima tudi izračunano rang vrednost višjo od 0.1 in sicer 0.1017. Tretja in četrta ekipa imata vrednosti rangov višje od 0.09, od pete do sedme ekipe pa imajo vrednosti rangov višje od 0.08. Ekipe od osme do desete imajo vrednost rangov višje od 0.07. Predzadnja ekipa, HC TWK Innsbruck, ima vrednost ranga 0.0609, zadnja ekipa, HDD Telemach Olimpija, pa ima vrednost ranga le 0.0552.

Pri Colleyevi metodi iz podatkov o točkah je prvovrščena ekipa HC Orli Znojmo z vrednostjo ranga 0.6377, druga je UPC Vienna Capitals (na koncu četrta) z vrednostjo ranga 0.5756, tretja pa je EC Red Bull Salzburg z vrednostjo ranga 0.5517. Range višje od

0.5 imajo še ekipe od četrte do šeste. Od sedme do enajste ekipe imajo vrednosti rangov višje od 0.4, zadnja ekipa, HDD Telemach Olimpija, pa ima vrednost ranga le 0.3824.

### **Izračun rangov iz podatkov o zmagah**

Pri Keenerjevi metodi iz podatkov o zmagah imata prvi dve ekipi izračunani vrednosti rangov višji od 0.1. Tretja in četrta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.09. Ekipe od pete do sedme imajo vrednosti rangov višje od 0.08, osma in deveta ekipa pa imata vrednosti rangov višjo od 0.07. Deseta in enajsta ekipa imata vrednosti rangov višjo od 0.06, zadnja ekipa, HDD Telemach Olimpija, pa ima vrednost ranga le 0.0552.

Pri metodi PageRank iz podatkov o zmagah je ekipa z najvišjo vrednostjo ranga 0.1154 UPC Vienna Capitals. Ta ekipa je na koncu na četrtem mestu. Druga ekipa je EC KAC z vrednostjo ranga 0.1095. Tretja ekipa je HC Orli Znojmo z vrednostjo ranga 0.1087, četrta pa EC Dornbirn z vrednostjo ranga 0.1016. Šele na petem mestu je ekipa EC Red Bull Salzburg z vrednostjo ranga 0.995. Na šestem mestu je ekipa HC Bolzano z vrednostjo ranga 0.0931 in na sedmem EC VSV z vrednostjo ranga 0.0916. Ekip z rang vrednostmi med 0.08 in 0.09 ni. Na osmem mestu je ekipa SAPA Fehervar AV19 z vrednostjo ranga 0.0749. Na devetem mestu je ekipa EHC Liwest Black Wings Linz z vrednostjo ranga 0.0622, na desetem mestu HC TWK Innsbruck z vrednostjo ranga 0.052 in na enajstem mestu Moser Medical Graz 99ers z vrednostjo ranga 0.0492. Na zadnjem mestu je HDD Telemach Olimpija z vrednostjo ranga 0.0423.

Prva ekipa po vrednosti izračunanih rangov s Collejevo metodo iz podatkov o zmagah je ekipa EC Red Bull Salzburg z vrednostjo ranga 0.6786. Vrednosti rangov višje od 0.6 imajo še ekipe od druge do četrte. Peta in šesta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.5. Ekipe od sedme do devete imajo vrednosti rangov višje od 0.04, ekipe od desete do enajste pa vrednosti rangov višje od 0.03. Zadnja ekipa, ekipa HDD Telemach Olimpija, ima vrednost ranga 0.25.

Vrednosti rangov izračunane z Masseyevo metodo so enake kot vrednosti rangov izračunane s Colleyevo metodo iz podatkov o zmagah.

Tabela A.5: Tabela izračunanih vrstnih redov ekip po prvi tekma v rednem delu EBEL lige 2015/16

Ime Ekipe	Izračunan vrstni red ekip EBEL 2015/16 po prvi tekmi v rednem delu														Dejansko mesto po prvem delu
	Keener točke	Keener točke vrstni red	Keener zmage	Keener zmage vrstni red	Page Rank točke	Page Rank točke vrstni red	Page Rank zmage	Page Rank zmage vrstni red	Colley točke	Colley točke vrstni red	Colley zmage	Colley zmage vrstni red	Massey točke	Massey točke in zmage vrstni red	
EC Dornbirn	0.0861	6	0.0895	5	0.0749	9	0.1016	4	0.4929	7	0.5357	5	0.5357	5	6
EC Red Bull Salzburg	0.0979	2	0.1017	2	0.1174	1	0.0995	5	0.5517	3	0.6786	1	0.6786	1	1
HC Bolzano	0.0877	5	0.0875	6	0.0847	5	0.0931	6	0.5156	6	0.5357	6	0.5357	6	5
HC TWK Innsbruck	0.0645	10	0.0684	10	0.0609	11	0.052	10	0.4083	11	0.3929	10	0.3929	10	11
Moser Medical Graz 99ers	0.0615	11	0.0638	11	0.0552	12	0.0492	11	0.3824	12	0.3214	11	0.3214	11	10
HC Orli Znojmo	0.107	1	0.1032	1	0.1017	2	0.1087	3	0.6377	1	0.6786	2	0.6786	2	3
EC VSV	0.0857	7	0.0806	7	0.0823	7	0.0916	7	0.522	5	0.4643	7	0.4643	7	7
HDD Telemach Olimpija	0.0604	12	0.0552	12	0.077	8	0.0423	12	0.4235	10	0.25	12	0.25	12	12
EC KAC	0.0943	4	0.0962	4	0.0929	4	0.1095	2	0.5261	4	0.6071	3	0.6071	3	8
Sapa Fehervar AV19	0.0821	8	0.0788	8	0.084	6	0.0749	8	0.4884	8	0.4643	8	0.4643	8	9
EHC Liwest Black Wings Linz	0.0767	9	0.0769	9	0.0731	10	0.0622	9	0.4807	9	0.4643	9	0.4643	9	2
UPC Vienna Capitals	0.0961	3	0.0981	3	0.0959	3	0.1154	1	0.5756	2	0.6071	4	0.6071	4	4

## Prvi in drugi

V ligi EBEL 2015/16 je zmagala ekipa EC Red Bull Salzburg, druga pa je bila HC Orli Znojmo. Ekipi EC Red Bull Salzburg so pravilno napovedale zmago po prvih odigranih tekmah metoda PageRank iz podatkov o točkah, Colleyeva metoda iz podatkov o zmagah in pa Masseyeva metoda. Drugo mesto ji je napovedala Keenerjeva metoda glede na točke in glede na zmage. Tretje mesto ji je dodelila Colleyeva metoda iz podatkov o točkah, metoda PageRank iz podatkov o zmagah pa ji je napovedala peto mesto.

Drugouvrščeni ekipi, HC Orli Znojmo, so po prvi tekmi zmago napovedale Keenerjeva metoda iz podatkov o točkah in iz podatkov o zmagah ter Colleyeva metoda iz podatkov o točkah. Vse ostale metode so ji napovedale drugo mesto, razen metoda PageRank iz podatkov o zmagah, ki ji je napovedala tretje mesto.

### A.2.2 Ugotovitve sezone 2015/16, druga odigrana tekma

V tabeli A.6, ki predstavlja izračunane range EBEL lige 2015/16 po drugi odigrani tekmi v prvem rednem delu tekmovanja, sta prvuvrščeno ekipo pravilno napovedali Colleyeva metoda iz podatkov o zmagah in Masseyeva metoda.

### Izračun rangov iz podatkov o točkah

Pri Keenerjevi metodi iz podatkov o točkah je prvuvrščena ekipa po izračunanih vrednostih rangov ekipa HC Orli Znojmo. Ta ekipa je edina, ki ima izračunano vrednost ranga višjo od 0.1. Ekipe od druge do šeste imajo izračunane vrednosti rangov višje od 0.09. Sedma in osma ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.08, deveta in deseta pa vrednosti rangov višji od 0.07. Enajsta ekipa, HC TWK Innsbruck, ima izračunano vrednost ranga 0.0609, zadnja ekipa, HDD Telemach Olimpija, pa vrednost ranga 0.0478.

Pri metodi PageRank imajo prve tri ekipe vrednosti rangov višje od 0.1. Ekip z vrednostmi rangov med 0.09 in 0.1 ni. Ekipe od četrte do sedme imajo vrednosti rangov višje od 0.08, od osme do desete pa vrednosti rangov višje od 0.07. Zadnji dve ekipi imata vrednosti rangov višjo od 0.06.

Pri Colleyevi metodi iz podatkov o točkah imajo ekipe od prve do osme vse vrednosti rangov višje od 0.5. Ekipe od devete do enajste imajo vrednosti rangov višjo od 0.04, zadnja ekipa, HDD Telemach Olimpija pa ima vrednost ranga 0.3399.

### **Izračun rangov iz podatkov o zmagah**

Pri Keenerjevi metodi iz podatkov o zmagah ima prvih šest ekip vrednosti rangov višje od 0.09. Sedma in osma ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.08, deveta in deseta ekipa pa vrednosti rangov višji od 0.7. Enajsta ekipa, HC TWK Innsbruck, ima vrednost ranga 0.0657, zadnja ekipa, HDD Telemach Olimpija, pa ima vrednost ranga le 0.0432.

Pri metodi PageRank imata prva ekipa, HC Orli Znojmo, in druga ekipa, EC KAC, vrednosti rangov višji od 0.1. Ekipe od tretje do šeste imajo vrednosti rangov višje od 0.09. Sedma in osma ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.08, deveta in deseta pa višjo od 0.07. Enajsta ekipa ima vrednost ranga 0.0588, zadnja ekipa pa vrednost ranga 0.032.

Pri Colleyevi metodi imajo ekipe od prve do četrte vrednosti rangov višje od 0.6. Ekipe od pete do osme pa imajo vrednosti rangov višje od 0.5. Deveta in deseta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.4, enajsta ekipa ima vrednost ranga 0.3846. To je ekipa HC TWK Innsbruck. Zadnja ekipa, HDD Telemach Olimpija, ima vrednost ranga le 0.1923.

Vrednosti rangov izračunane z Masseyevo metodo so enake kot vrednosti rangov izračunane s Colleyevo metodo iz podatkov o zmagah.

Tabela A.6: Tabela izračunanih vrstnih redov ekip po dveh tekmah v rednem delu EBEL lige 2015/16

Ime Ekipe	Izračunan vrstni red ekip EBEL 2015/16 po drugi tekmi v rednem delu															
	Keener točke	Keener točke vrstni red	Keener zmage	Keener zmage vrstni red	Page Rank točke	Page Rank točke vrstni red	Page Rank zmage	Page Rank zmage vrstni red	Colley točke	Colley točke vrstni red	Colley zmage	Colley zmage vrstni red	Massey točke in zmage	Massey točke in zmage vrstni red	Dejansko mesto po prejem delu	
EC Dornbirn	0.0958	2	0.0944	5	0.078	8	0.0992	3	0.5403	5	0.5769	5	0.5769	5	6	
EC Red Bull Salzburg	0.0923	6	0.097	3	0.1017	2	0.0966	4	0.543	4	0.6154	1	0.6154	1	1	
HC Bolzano	0.0898	7	0.0842	7	0.0803	7	0.0851	8	0.5179	8	0.5	7	0.5	7	5	
HC TWK Innsbruck	0.0609	11	0.0657	11	0.0731	10	0.0588	11	0.4344	10	0.3846	11	0.3846	11	11	
Moser Medical Graz 99ers	0.0709	9	0.0741	9	0.0643	12	0.0732	9	0.4088	11	0.4231	9	0.4231	9	10	
HC Orli Znojmo	0.1062	1	0.0996	1	0.1012	3	0.1051	1	0.5897	1	0.6154	2	0.6154	2	3	
EC VSV	0.0951	4	0.0838	8	0.0882	4	0.0863	7	0.5367	6	0.5	8	0.5	7	7	
HDD Telenach Olimpija	0.0478	12	0.0432	12	0.0656	11	0.032	12	0.3399	12	0.1923	12	0.1923	12	12	
EC KAC	0.0945	5	0.0992	2	0.1055	1	0.1045	2	0.5552	3	0.6154	3	0.6154	3	8	
Sapa Fehervar AV19	0.0702	10	0.0729	10	0.0751	9	0.0728	10	0.4457	9	0.4231	10	0.4231	10	9	
EHC Liwest Black Wings Linz	0.0953	3	0.0957	4	0.0858	5	0.091	6	0.5687	2	0.6154	4	0.6154	4	2	
UPC Vienna Capitals	0.0815	8	0.0902	6	0.0813	6	0.0954	5	0.5198	7	0.5385	6	0.5385	6	4	

## Prvi in drugi

Prvo mesto sta pravilno napovedali ekipi EC Red Bull Salzburg Colleyeva metoda iz podatkov o zmagah in pa Masseyeva metoda. Drugo mesto ji je napovedala metoda PageRank iz podatkov o točkah, tretje pa Keenerjeva iz podatkov o zmagah. Metoda PageRank iz podatkov o zmagah in pa Colleyeva metoda iz podatkov o točkah sta ji napovedali četrto mesto, Keenerjeva metoda iz podatkov o točkah pa šesto mesto.

Drugouvrščeni ekipi so pravilno napovedale izid metoda PageRank iz podatkov o točkah, Colleyeva metoda iz podatkov o zmagah in Masseyeva metoda. Tretje mesto ji je dodelila metoda PageRank iz podatkov o zmagah, ostale metode so ji napovedale prvo mesto.

### A.2.3 Ugotovitve sezone 2015/16, tretja odigrana tekma

Po tretji tekmi lige EBEL v sezoni 2015/16 pravilno napovejo prvouvrščeno ekipo vse metode na podatkih o zmagah kot je prikazano v tabeli A.7. Iz podatkov o točkah pa pravilno napove prvouvrščenega le metoda PageRank.

#### Izračun rangov iz podatkov o točkah

Iz podatkov o točkah pri Keenerjevi metodi ima prvo mesto ekipa HC Orli Znojmo z vrednostjo ranga 0.1131. Druga ekipa je EC Red Bull Salzburg z vrednostjo ranga 0.1053. Tretja, četrta in peta ekipa imajo vrednosti rangov višje od 0.09, šesta in sedma ekipa pa vrednosti rangov višji od 0.08. Osmo in deveta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.07, deseta ekipa, Moser Medical Graz 99ers, ima vrednost ranga 0.0638, enajsta, HC TWK Innsbruck, ima vrednost ranga 0.056, zadnja ekipa, HDD Telemach Olimpija, pa ima vrednost ranga 0.0518.

Pri metodi PageRank iz podatkov o točkah je prva ekipa EC Red Bull Salzburg. Njena vrednost izračunanega ranga je 0.1043. Vrednost ranga višjo od 0.1 ima tudi drugouvrščena ekipa HC Orli Znojmo. Tretja ekipa ima vrednost ranga višjo od 0.09, ekipe od četrte pa do sedme pa imajo vrednosti rangov višje od 0.08. Vrednosti rangov višje od 0.07 imajo ekipe od osme do desete. Zadnji dve ekipi imata vrednosti rangov višji od 0.06.

Pri Colleyevi metodi ima prvih osem ekip vrednosti rangov višjo od 0.5. Ekipe od devete do enajste imajo vrednosti rangov višje od 0.4. Zadnja ekipa ima vrednost ranga 0.3634. To je ekipa HDD Olimpija.

### **Izračun rangov iz podatkov o zmagah**

Pri Keenerjevi metodi imajo prve tri ekipe višje vrednosti rangov od 0.1. Četrta in peta ekipa pa imata vrednosti rangov višji od 0.09. Šesta, sedma in osma ekipa imajo vrednosti rangov višje od 0.08. Ekip, ki bi imele vrednosti rangov med 0.07 in 0.08 ni. Imata pa vrednosti rangov višji, od 0.06 deveta in deseta ekipa. Enajsta ekipa ima vrednost ranga 0.0697, zadnja ekipa pa ima vrednost ranga 0.0647.

Vrednosti rangov, izračunane z metodo PageRank iz podatkov o zmagah, so pri prvih treh ekipah višje od 0.1. Četrta, peta in šesta ekipa imajo vrednosti rangov višje od 0.09, sedma in osma ekipa pa imata vrednosti rangov višjo od 0.08. Deveta ekipa ima vrednost ranga 0.0731, to je ekipa Sapa Fehervar AV19. Deseta ekipa, Moser Medical Graz 99ers, ima vrednost ranga 0.0657, enajsta ekipa, HC TWK Innsbruck, ima vrednost ranga 0.0523 in ekipa HDD Telemach Olimpija je z vrednostjo ranga 0.041 na zadnjem mestu.

Pri Colleyevi metodi imajo prve tri ekipe vrednosti rangov višje od 0.6. Ekipe od četrte do sedme imajo vrednosti rangov višjo od 0.5, ekipa od osme do desete pa imajo vrednost rangov višjo od 0.4. Enajsta ekipa ima vrednost ranga 0.3553 in zadnja ekipa ima vrednost ranga 0.2237.

Masseyeva metoda, ki upošteva točke in zmage hkrati, ima izračunane vrednosti rangov enake kot Colleyeva metoda iz podatkov o zmagah.

Tabela A.7: Tabela izračunanih vrstnih redov ekip po drugih treh tekmah v rednem delu EBEL lige 2015/16

Ime Ekipe	Izračunan vrstni red ekip EBEL 2015/16 po tretji tekmi v rednem delu												Dejansko mesto po prvem delu		
	Keener točke	Keener točke vrstni red	Keener zmage	Keener zmage vrstni red	Page Rank točke	Page Rank točke vrstni red	Page Rank zmage	Page Rank zmage vrstni red	Colley točke	Colley točke vrstni red	Colley zmage	Colley zmage vrstni red		Massey točke in zmage	Massey točke in zmage vrstni red
EC Dornbirn	0.0955	3	0.0965	5	0.0819	6	0.099	4	0.5228	6	0.5132	6	0.5132	6	6
EC Red Bull Salzburg	0.1053	2	0.1147	1	0.1043	1	0.1097	1	0.5707	2	0.6974	1	0.6974	1	1
HC Bolzano	0.0891	6	0.0896	6	0.0803	7	0.0907	6	0.5256	5	0.5395	5	0.5395	5	5
HC TWK Innsbruck	0.056	11	0.0581	11	0.0717	10	0.0523	11	0.4109	11	0.3553	11	0.3553	11	11
Moser Medical Graz 99ers	0.0638	10	0.0667	9	0.0647	12	0.0657	10	0.4248	10	0.4079	10	0.4079	10	10
HC Orli Znojmo	0.1131	1	0.111	2	0.1032	2	0.1068	2	0.584	1	0.6184	3	0.6184	3	3
EC VSV	0.0857	7	0.0772	8	0.0796	8	0.0781	8	0.5152	7	0.4605	8	0.4605	8	7
HDD Telemach Olimpija	0.0518	12	0.0424	12	0.0697	11	0.041	12	0.3634	12	0.2237	12	0.2237	12	12
EC KAC	0.079	8	0.0822	7	0.0978	3	0.0834	7	0.5027	8	0.5132	7	0.5132	7	8
Sapa Fehervar AV19	0.0717	9	0.0645	10	0.0737	9	0.0731	9	0.4701	9	0.4342	9	0.4342	9	9
EHC Liwest Black Wings Linz	0.0945	4	0.1001	3	0.0889	4	0.1016	3	0.5649	3	0.6447	2	0.6447	2	2
UPC Vienna Capitals	0.0944	5	0.097	4	0.0841	5	0.0985	5	0.5449	4	0.5921	4	0.5921	4	4

## Prvi in drugi

Po treh odigranih tekmah prvouvrščeni ekipi pravilno napovejo prvo mesto Keenerjeva metoda iz podatkov o zmagah, metoda PageRank iz podatkov o točkah in iz podatkov o zmagah ter Colleyeva metoda iz podatkov o zmagah in Masseyeva metoda. Ostale metode ji napovejo drugo mesto, to sta Keenerjeva metoda iz podatkov o točkah in Masseyeva metoda iz podatkov o točkah.

Drugouvrščeno ekipo pravilno napovejo Keenerjeva metoda iz podatkov o zmagah in obe metodi PageRank. Keenerjeva metoda iz podatkov o točkah in Colleyeva metoda iz podatkov o točkah ji napovesta prvo mesto, Colleyeva metoda iz podatkov o zmagah in Masseyeva metoda pa ji napovesta tretje mesto.

### A.2.4 Ugotovitve sezone 2015/16, vse štiri odigrane tekme

Po vseh štirih tekmah v prvem rednem delu pravilno napovejo zmagovalca vse metode. To lahko vidimo v tabeli A.8.

#### Izračun rangov iz podatkov o točkah

Pri Keenerjevi metodi iz podatkov o točkah sta prva in druga ekipa z izračunanimi vrednostmi rangov višjimi od 0.1. Od tretje do sedme ekipe imajo vrednosti rangov višje od 0.09, osma ekipa pa ima vrednost ranga višjo od 0.08. Deveta ekipa ima vrednost ranga višjo od 0.07, deseta in enajsta pa imata vrednosti rangov višji do 0.05. Zadnja ekipa ima vrednost ranga 0.0456.

Pri metodi PageRank imata prvi dve ekipi izračunani vrednosti rangov višji od 0.1. Tretja ekipa ima vrednost ranga 0.0936, od četrte ekipe do osme pa imajo vrednosti rangov višje od 0.08. Deveta in deseta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.07, predzadnja in zadnja ekipa pa višji od 0.06.

Pri Colleyevi metodi je prvih sedem izračunanih vrednostih rangov iz podatkov o točkah višjih od 0.5. Od osme do enajste ekipe imajo vrednosti rangov višje od 0.4, zadnja ekipa pa ima vrednost ranga 0.3527.

#### Izračun rangov iz podatkov o zmagah

Pri Keenerjevi metodi iz podatkov o zmagah so na prvih treh mestih ekipe z vrednostmi rangov večjimi od 0.1. Četrta, peta in šesta ekipa imajo vrednosti rangov višje od 0.09, sedma in osma pa večji od 0.08. Deveta ekipa, SAPA Feherwar AV19, ima vrednost ranga 0.0723, deseta ekipa, Moser Medical Graz 99ers, ima vrednost ranga 0.0688, enajsta, HC

TWK Innsbruck, 0.052 in zadnja, dvanajsta ekipa, HDD Telemach Olimpija, ima vrednost ranga 0.0406.

Prve tri ekipe pri metodi PageRank iz podatkov o zmagah imajo vse vrednosti rangov višje od 0.1. Vrednosti rangov višje od 0.09 pa imajo ekipe od četrte do sedme. Ekip, ki bi imele vrednosti rangov med 0.08 in 0.09 ni, imajo pa ekipe na osmem in devetem mestu vrednosti rangov višje od 0.07. Deseta ekipa ima vrednost ranga 0.0666, enajsta 0.0528 in zadnja ekipa 0.043.

Pri Colleyevi metodi iz podatkov o zmagah imata najvišji range, višje od 0.6 prvi dve ekipi. Od tretje do osme ekipe imajo vrednosti rangov višje od 0.5. Deveta in deseta ekipa imata vrednosti rangov višjo od 0.4, enajsta ekipa ima izračunano vrednost ranga 0.32, dvanajsta pa 0.24.

Vrednosti rangov izračunane z Masseyevo metodo so enake kot vrednosti rangov izračunane s Colleyevo metodo iz podatkov o zmagah.

**Tabela A.8:** Tabela izračunanih vrstnih redov ekip po vseh štirih tekmah v rednem delu EBEL lige 2015/16

Izračunani vrstni red ekip EBEL 2015/16 po vseh štirih tekmah v rednem delu															
Ime Ekipe	Keener točke	Keener točke vrstni red	Keener zmage	Keener vrstni red	Page Rank točke	Page Rank vrstni red	Page Rank zmage	Page Rank vrstni red	Colley točke	Colley točke vrstni red	Colley zmage	Colley zmage vrstni red	Massey točke in zmage	Massey točke in zmage vrstni red	Dejansko mesto po prejem delu
EC Dornbirn	0.0923	7	0.0927	6	0.083	7	0.0933	5	0.5296	6	0.52	6	0.52	6	6
EC Red Bull Salzburg	0.1047	1	0.1092	1	0.1043	1	0.1044	1	0.5856	1	0.68	1	0.68	1	1
HC Bolzano	0.096	4	0.0929	5	0.0841	5	0.0904	7	0.5261	7	0.54	5	0.54	5	5
HC TWK Innsbruck	0.0549	11	0.052	11	0.0714	10	0.0528	11	0.4057	11	0.32	11	0.32	11	11
Moser Medical Graz 99ers	0.0586	10	0.0688	10	0.0646	12	0.0666	10	0.4337	10	0.42	10	0.42	10	10
HC Orli Znojmo	0.1035	2	0.1014	3	0.1016	2	0.1033	2	0.5672	2	0.58	3	0.58	3	3
EC VSV	0.0994	3	0.0887	7	0.0828	8	0.0907	6	0.5302	5	0.52	7	0.52	7	7
HDD Telenach Olimpija	0.0456	12	0.0406	12	0.0668	11	0.043	12	0.3527	12	0.24	12	0.24	12	12
EC KAC	0.0829	8	0.0814	8	0.0936	3	0.0799	8	0.4992	8	0.5	8	0.5	8	8
Sapa Fehervar AV19	0.0735	9	0.0723	9	0.075	9	0.0766	9	0.4729	9	0.46	9	0.46	9	9
EHC Liwest Black Wings Linz	0.0951	5	0.1046	2	0.0889	4	0.1029	3	0.554	3	0.64	2	0.64	2	2
UPC Vienna Capitals	0.0937	6	0.0954	4	0.0838	6	0.096	4	0.543	4	0.58	4	0.58	4	4

## Prvi in drugi

Po vseh štirih tekmah v prvem rednem delu lige EBEL 2015/16 pravilno napovejo zmagovalca vse metode, ne glede na podatke. Drugouvrščeni ekipi, HC Orli Znojmo, pa pravilno napovejo drugo mesto Keenerjeva metoda iz podatkov o točkah, obe metodi PageRank in pa Colleyeva metoda iz podatkov o točkah. Ostale metode ji napovejo tretje mesto.

## A.3 Izračuni in analiza sezone 2014/15

### A.3.1 Ugotovitve sezone 2014/15, prva odigrana tekma

#### Izračun rangov iz podatkov o točkah

Prvouvrščena ekipa, EC Red Bull Salzburg, ima pri Keenerjevi metodi iz podatkov o točkah vrednost ranga 0.121. Ekipa, ki imajo vrednosti rangov višje od 0.1, so še druga ekipa, UPC Vienna Capitals, in pa tretja ekipa, EHC Liwest Linz. Četrta ekipa je edina, ki ima vrednost ranga višjo od 0.09. Vrednosti rangov višje od 0.08 imajo ekipe od pete do sedme. Osmo in deveta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.07, deseta in enajsta pa višji od 0.05. Zadnja ekipa ima vrednost ranga 0.048.

Pri metodi PageRank iz podatkov o točkah imajo najvišje vrednosti rangov, višje od 0.1, prve štiri ekipe. Peta in šesta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.09. Ekipa, ki bi imela vrednost ranga med 0.08 in 0.09 ni. Sedma in osma ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.07, deveta ekipa vrednost ranga višjo od 0.06, deseta enajsta in pa dvanajsta pa višji od 0.05.

Pri Colleyevi metodi ima najvišji rang prva ekipa, kar 0.7076, kar je precej višja vrednost od naslednje ekipe, druge, ki ima vrednost ranga 0.5934. Vrednosti rangov višje od 0.5 imajo še ekipe od tretje do sedme. Osmo in deveta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.4, deseta, enajsta in dvanajsta pa višji od 0.3.

#### Izračun rangov iz podatkov o zmagah

Iz podatkov o zmagah imajo vrednosti rangov izračunane s Keenerjevo metodo višjo od 0.1 prvi dve ekipi. Ekipa od tretje do pete imajo vrednosti rangov višje od 0.09. Šesta ekipa ima vrednost ranga višjo od 0.08, ekipe od sedme do devete pa vrednost ranga višjo od 0.07. Deseta ekipa ima vrednost ranga višjo od 0.06, enajsta višjo od 0.05, zadnja ekipa pa vrednost ranga višjo od 0.04.

Pri metodi PageRank iz podatkov o zmagah ima prvih pet ekip vrednosti rangov višje

od 0.1. Ekip, ki bi imele izračunane vrednosti rangov med 0.09 in 0.1 ni. Šesta ekipa ima vrednost ranga višjo od 0.08, ekipe od sedme do devete pa vrednosti rangov višje od 0.07. Deseta ekipa, EC Dornbirn, ima vrednost ranga 0.0331, enajsta ekipa, EC KAC, ima vrednost ranga 0.0283, dvanajsta, HDD Telemach, Olimpija, pa le 0.0214.

Pri Colleyevi metodi iz podatkov o zmagah imata prvi dve ekipi enaki izračunani vrednosti rangov 0.75. Ekipe od tretje do pete imajo tudi enake izračunane vrednosti rangov, 0.6071. Šesta ekipa ima vrednost ranga višjo od 0.5, sedma in pa višjo od 0.4. Ti dve ekipi imata spet enaki izračunani vrednosti rangov. Ekipe od devete do enajste imajo vrednosti rangov višje od 0.3, zadnja ekipa pa ima vrednost ranga 0.1786.

Ker lahko Masseyevo metodo pretvorimo v Colleyevo, imata Colleyeva metoda iz podatkov o zmagah in Masseyeva metoda enake izračunane range.

Tabela A.9: Tabela izračunanih vrstnih redov ekip po prvih tekmi v rednem delu EBEL lige 2014/15

Ime Ekipe	Izračunan vrstni red ekip EBEL 2014/15 po prvi tekmi v rednem delu												Dejansko mesto po prvem delu		
	Keener točke	Keener točke vrstni red	Keener zmage	Keener zmage vrstni red	Page Rank točke	Page Rank točke vrstni red	Page Rank zmage	Page Rank zmage vrstni red	Colley točke	Colley točke vrstni red	Colley zmage	Colley zmage vrstni red		Massey točke	Massey točke in zmage vrstni red
EHC Liestal Black Wings Linz	0.1015	3	0.0975	3	0.1013	4	0.1331	2	0.5788	4	0.6071	3	0.6071	3	2
EC Red Bull Salzburg	0.121	1	0.1143	1	0.1164	1	0.1411	1	0.7076	1	0.75	1	0.75	1	1
EC Dornbirn	0.0564	11	0.0607	10	0.0547	10	0.0331	10	0.3494	11	0.3214	10	0.3214	10	10
HC Orli Znojmo	0.0836	7	0.0792	7	0.1041	2	0.0736	7	0.5403	5	0.4643	7	0.4643	7	4
HC TWK Innsbruck "Die Haie"	0.0881	5	0.0881	6	0.1029	3	0.1142	4	0.5122	6	0.5357	6	0.5357	6	11
EC KAC	0.0597	10	0.0593	11	0.0545	11	0.0283	11	0.3799	10	0.3214	11	0.3214	11	8
Sapa Fehervar AV19	0.0868	6	0.0934	5	0.0982	6	0.0874	6	0.5104	7	0.6071	4	0.6071	4	6
HC Bolzano	0.0761	8	0.0788	8	0.0618	9	0.0701	9	0.444	9	0.4643	8	0.4643	8	7
UPC Vienna Capitals	0.1035	2	0.1119	2	0.0776	7	0.1164	3	0.5834	2	0.75	2	0.75	2	5
Moser Medical Graz 99ers	0.0999	4	0.0956	4	0.0985	5	0.1082	5	0.5866	3	0.6071	5	0.6071	5	9
HDD Telemach Olimpija	0.048	12	0.0472	12	0.0532	12	0.0214	12	0.3388	12	0.1786	12	0.1786	12	12
EC VSV	0.0754	9	0.0739	9	0.0767	8	0.0731	8	0.4586	8	0.3929	9	0.3929	9	3

## Prvi in drugi

Po prvi odigrani tekmi v prvem rednem delu EBEL lige 2014/15 pravilno napovejo prvo ekipo, EC Red Bull Salzburg, vse metode.

Drugi ekipi, UPC Vienna Capitals, so pravilno napovedale končno uvrstitev Keenerjeva metoda iz podatkov o točkah in iz podatkov o zmagah, Collejeva metoda iz podatkov o točkah in iz podatkov o zmagah ter Masseyeva metoda. Metoda PageRank iz podatkov o točkah ji je napovedala sedmo mesto, metoda PageRank iz podatkov o zmagah pa je tej ekipi napovedala tretje mesto.

### A.3.2 Ugotovitve sezone 2014/15, druga odigrana tekma

V tabeli A.9 so prikazani izračunani rangi za ligo EBEL 2014/15 po prvi odigrani tekmi v prvem rednem delu tekmovanja. Po drugi tekmi vse metode pravilno napovejo zmagovalno in zadnjo ekipo.

#### Izračun rangov iz podatkov o točkah

Izračunane vrednosti rangov s Keenerjevo metodo iz podatkov o točkah napovejo za zmagovalca, ekipo EC Red Bull Salzburg, z vrednostjo ranga 0.1242. Tudi druga ekipa ima vrednost ranga višjo od 0.1. Tretja in četrta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.09, peta in šesta pa vrednosti rangov višji od 0.08. Ekipe od sedme do devete imajo vrednosti rangov višje od 0.07, deseta in enajsta pa vrednosti rangov višji od 0.06. Zadnja ekipa ima vrednost ranga 0.0564.

Pri metodi PageRank imajo prve tri ekipe vrednosti rangov višje od 0.1. Četrta in peta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.09. Ekip, z vrednostmi rangov med 0.08 in 0.09 ni. Ekipe od šeste do devete imajo vrednosti rangov višje od 0.07, deseta in enajsta pa imata vrednosti rangov višji od 0.06. Zadnja ekipa ima vrednost ranga 0.0563.

Pri Colleyevi metodi iz podatkov o točkah ima prva ekipa precej višjo vrednost ranga od druge ekipe. Prva ekipa ima vrednost ranga višjo od 0.6, od druge ekipe do šeste pa imajo vrednosti rangov višje od 0.5. Ekipe od sedme do enajste imajo vrednosti rangov višje od 0.4, zadnja ekipa pa ima vrednost ranga 0.3672.

#### Izračun rangov iz podatkov o zmagah

Prvi dve ekipi pri Keenerjevi metodi iz podatkov o zmagah imata vrednosti rangov višji od 0.1. Ekipe od tretje do pete imajo vrednosti rangov višje od 0.09, šesta pa vrednost ranga

višjo od 0.08. Sedma in osma ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.07, devete, deseta in enajsta pa vrednosti rangov višje od 0.06. Zadnja ekipa ima vrednost ranga 0.0593.

Pri metodi PageRank imajo prve tri ekipe vrednosti rangov višje od 0.1, četrta in peta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.09, šesta in sedma pa vrednosti rangov višji od 0.08. Osmo ekipa ima vrednost ranga 0.0714, deveta in deseta ekipa pa imata vrednosti rangov višji od 0.06. Zadnji dve ekipi imata vrednosti rangov višji od 0.05.

Iz podatkov o zmagah napove Colleyeva metoda prvi ekipi, EC Red Bull Salzburg, vrednost ranga 0.7308. Druga ekipa ima vrednost ranga 0.6638. Ekipe od četrte do šeste imajo vrednosti rangov višje od 0.5, sedma in osma ekipa pa vrednosti rangov višji od 0.4. Ekipe od devete do dvanaajste imajo vrednosti rangov vošje od 0.3.

Masseyeva metoda vrne enake vrednosti rangov kot Colleyeva metoda iz podatkov o zmagah.

**Tabela A.10:** Tabela izračunanih vrstnih redov ekip po drugi tekmi v rednem delu EBEL lige 2014/15

Ime Ekipe	Izračunan vrstni red ekip EBEL 2014/15 po drugi tekmi v rednem delu															
	Keener točke	Keener točke vrstni red	Keener zmage	Keener zmage vrstni red	Page Rank točke	Page Rank točke vrstni red	Page Rank zmage	Page Rank zmage vrstni red	Colley točke	Colley točke vrstni red	Colley zmage	Colley zmage vrstni red	Massey točke in zmage	Massey točke in zmage vrstni red	Dejansko mesto po prvem delu	
EHC Liwest Black Wings Linz	0.0968	4	0.0943	4	0.1012	3	0.1026	3	0.5732	2	0.5769	3	0.5769	3	2	
EC Red Bull Salzburg	0.1242	1	0.115	1	0.11	1	0.1204	1	0.6451	1	0.7308	1	0.7308	1	1	
EC Dornbirn	0.065	11	0.0661	11	0.0697	10	0.0562	11	0.4018	11	0.3846	9	0.3846	9	10	
HC Orli Znojmo	0.0979	3	0.0951	3	0.1083	2	0.1045	2	0.5615	4	0.5769	4	0.5769	4	4	
HC TWK Innsbruck "Die Halle"	0.0739	7	0.0688	10	0.0776	6	0.0714	8	0.4558	9	0.3846	10	0.3846	10	11	
EC KAC	0.0729	8	0.0695	9	0.0718	9	0.0687	9	0.4488	10	0.3846	11	0.3846	11	8	
Sapa Fehervar AV19	0.0826	6	0.0857	6	0.0964	4	0.0846	6	0.5003	6	0.5385	6	0.5385	6	6	
HC Bolzano	0.0673	10	0.0746	8	0.0693	11	0.0802	7	0.4633	8	0.4231	8	0.4231	8	7	
UPC Vienna Capitals	0.0893	5	0.1021	2	0.0738	8	0.0978	4	0.5476	5	0.6538	2	0.6538	2	5	
Moser Medical Graz 99ers	0.1015	2	0.0936	5	0.0903	5	0.0921	5	0.5626	3	0.5769	5	0.5769	5	9	
HDD Telernach Olimpija	0.0564	12	0.0593	12	0.0563	12	0.0536	12	0.3672	12	0.3077	12	0.3077	12	12	
EC VSV	0.0722	9	0.0759	7	0.0754	7	0.0678	10	0.4727	7	0.4615	7	0.4615	7	3	

## Prvi in drugi

Ekipi EC Red Bull Salzburg so pravilno napovedale zmago vse metode. Ekipi UPC Vienna Capitals, ki je bila v finalu druga, so pravilno napovedale drugo mesto Keenerjeva metoda iz podatkov o zmagah, Colleyeva metoda iz podatkov o zmagah in Masseyeva metoda. Metoda PageRank iz podatkov o zmagah ji je napovedala četrto mesto, Colleyeva metoda iz podatkov o točkah in Keenerjeva metoda iz podatkov o točkah pa sta ji napovedali peto mesto. Metoda PageRank iz podatkov o točkah ji je napovedala osmo mesto. Ta ekipa je bila po vseh odigranih tekmah v prvem rednem delu na petem mestu.

### A.3.3 Ugotovitve sezone 2014/15, tretja odigrana tekma

#### Izračun rangov iz podatkov o točkah

Pri Keenerjev metodi iz podatkov o točkah imata vrednosti rangov višji od 0.1 prvi dve ekipi. Tretja ekipa ima vrednost ranga 0.0935. Ekipe od četrte do sedme imajo vrednosti rangov višje od 0.08. Osma in deveta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.07, zadnje tri ekipa pa imajo vrednosti rangov višje od 0.06.

Pri metodi PageRank iz podatkov o točkah imata prvi dve ekipi vrednosti rangov višji od 0.1. Tretja in četrta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.09, peta in šesta pa vrednosti rangov višji od 0.08. Ekipe od devete do enajste imajo vrednosti rangov višje od 0.07, zadnja ekipa pa ima vrednost ranga 0.0631.

Pri Colleyevi metodi ima prva ekipa izračunano vrednost ranga 0.6051. Ekipe od druge do pete imajo vrednosti rangov višje od 0.5. Ostale ekipe, od šeste do dvanajste, imajo izračunane vrednosti rangov višje od 0.04.

#### Izračun rangov iz podatkov o zmagah

Pri Keenerjevi metodi iz podatkov o zmagah imata prvi dve ekipi vrednosti rangov višji od 0.1. Tretja in četrta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.09, peta, šesta in sedma ekipa pa imajo vrednosti rangov višje od 0.08. Osma ekipa ima vrednost ranga 0.0716. Ekipe od devete do enajste imajo vrednosti rangov višje od 0.06, zadnja ekipa pa ima vrednost ranga 0.0586.

Prvi dve ekipi pri metodi PageRank imata vrednosti rangov višji od 0.1. Ekipe od tretje do pete imajo vrednosti rangov višje od 0.09, šesta in sedma ekipa pa imata vrednosti rangov višji od 0.08. Ekipe od osme do desete imajo vrednosti rangov višje od 0.07, enajsta ekipa ima vrednost ranga 0.0625, zadnja ekipa pa ima vrednost ranga 0.0576.

Pri Colleyevi metodi iz podatkov o zmagah imata prvi dve ekipi vrednosti rangov višji od 0.6. Ekipe od tretje do šeste imajo vrednosti rangov višje od 0.5, od sedme do desete pa vrednosti rangov višje od 0.4. Zadnji dve ekipi imata vrednosti rangov višji od 0.3.

Podatki pri Masseyevi metodi so enaki kot pri Colleyevi metodi, kjer upoštevamo izračunane vrednosti rangov iz podatkov o zmagah.

Tabela A.11: Tabela izračunanih vrstnih redov ekip po drugih dveh tekmah v rednem delu EBEL lige 2014/15

Ime Ekipe	Izračunan vrstni red ekip EBEL 2014/15 po tretji tekmi v rednem delu														Dejansko mesto po prvem delu
	Keener točke	Keener točke vrstni red	Keener zmage	Keener zmage vrstni red	Page Rank točke	Page Rank točke vrstni red	Page Rank zmage	Page Rank zmage vrstni red	Colley točke	Colley točke vrstni red	Colley zmage	Colley zmage vrstni red	Massey točke	Massey točke in zmage vrstni red	
EHC Liest Black Wings Linz	0.1082	2	0.1047	2	0.0991	3	0.1009	2	0.5844	2	0.6184	2	0.6184	2	2
EC Red Bull Salzburg	0.1144	1	0.1166	1	0.1017	1	0.1057	1	0.6051	1	0.6711	1	0.6711	1	1
EC Dornbirn	0.0713	9	0.0694	10	0.0784	7	0.0774	8	0.4521	10	0.4605	8	0.4605	8	10
HC Orli Znojmo	0.0935	3	0.0847	6	0.1011	2	0.0904	5	0.5415	3	0.5132	6	0.5132	6	4
HC TWK Innsbruck "Die Haie"	0.0673	11	0.0586	12	0.0736	10	0.0576	12	0.4444	11	0.3553	12	0.3553	12	11
EC KAC	0.069	10	0.0674	11	0.0736	11	0.0755	9	0.455	9	0.4079	10	0.4079	10	8
Sapa Fehervar AV19	0.0814	6	0.0869	5	0.0926	4	0.0867	6	0.4978	6	0.5395	5	0.5395	5	6
HC Bolzano	0.0813	7	0.0839	7	0.0778	8	0.0818	7	0.4964	7	0.4868	7	0.4868	7	7
UPC Vienna Capitals	0.0881	4	0.0954	3	0.0806	5	0.094	3	0.5229	4	0.5658	3	0.5658	3	5
Moser Medical Graz 99ers	0.0764	8	0.0716	8	0.0806	6	0.0739	10	0.4815	8	0.4342	9	0.4342	9	9
HDD Telemach Olimpija	0.0673	12	0.0696	9	0.0631	12	0.0625	11	0.4106	12	0.3816	11	0.3816	11	12
EC VSV	0.0818	5	0.0912	4	0.0778	9	0.0936	4	0.5082	5	0.5658	4	0.5658	4	3

## Prvi in drugi

Po tretji tekmi v prvem rednem delu zmagovalno ekipo EC Red Bull Salzburg napovejo vse metode.

Drugi ekipi, UPC Vienna Capitals, napovejo tretje mesto Keenerjeva metoda, metoda PageRank in Colleyeva metoda iz podatkov o zmagah ter Masseyeva metoda. Keenerjeva metoda iz podatkov o točkah in Colleyeva metoda iz podatkov o točkah napoveta tej ekipi četrto mesto, metoda PageRank iz podatkov o točkah pa ji napove peto mesto.

### A.3.4 Ugotovitve sezone 2014/15, vse štiri odigrane tekme

V tabeli A.12 pravilno napovejo prvo ekipo vse metode. Ostale ekipe niso tako enolično določene, vendar so napovedi še kar točne.

#### Izračun rangov iz podatkov o točkah

Pri Keenerjevi metodi iz podatkov o točkah imata prvi dve ekipi vrednosti rangov višji od 0.1. Tretja in četrta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.09, peta in šesta ekipa pa vrednosti rangov višji od 0.08. Ekipe od sedme do desete imajo vrednosti rangov višje od 0.07, zadnji dve ekipi pa imata vrednosti rangov višji od 0.06.

Pri metodi PageRank iz podatkov o točkah ima le prvouvrščena ekipa vrednost ranga višjo od 0.1. Ekipe od druge do četrte imajo vrednosti rangov višje od 0.09, peta in šesta ekipa pa imata vrednosti rangov višji od 0.8. Ekipe od sedme do enajste imajo vrednosti rangov višje od 0.07, zadnja ekipa pa ima vrednost ranga 0.0656.

Pri Colleyevi metodi iz podatkov o točkah ima prvih šest ekip vrednosti rangov višje od 0.5, ostale ekipe, od sedme do dvanaajste, pa imajo vrednosti rangov višje od 0.4.

#### Izračun rangov iz podatkov o zmagah

Pri Keenerjevi metodi iz podatkov o zmagah imata prvi dve ekipi vrednosti rangov višji od 0.1. Ekipe od tretje do šeste imajo vrednosti rangov višje od 0.09. Ekip z vrednostmi rangov med 0.08 in 0.09 ni. Sedma in osma ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.07, deveta, deseta in enajsta ekipa pa imajo vrednosti rangov višje od 0.06. Zadnja ekipa ima vrednost ranga 0.0574.

Pri metodi PageRank imata prvi dve ekipi vrednosti rangov višji od 0.1. Ekipe od tretje do šeste imajo vrednosti rangov višje od 0.09. Vrednosti rangov med 0.08 in 0.09 nima nobena ekipa. Vrednosti rangov višje od 0.07 imajo ekipe od sedme do devete, ekipe od desete do dvanaajste pa imajo vrednosti rangov višje od 0.06.

Pri Colleyevi metodi iz podatkov o zmagah imata prvi dve ekipe vrednosti rangov višji od 0.6. Ekipe od tretje do šeste imajo vrednosti rangov višje od 0.5, ekipe od sedme do desete pa imajo vrednosti rangov višje od 0.4. Enajsta in dvanajsta ekipa imata vrednosti rangov 0.38.

Izračunane vrednosti rangov pri Masseyevi metodi so enake kot pri Colleyevi metodi iz podatkov o zmagah.

**Tabela A.12:** Tabela izračunanih vrstnih redov ekip po drugih dveh tekmah v rednem delu EBEL lige 2014/15

Izračunan vrstni red ekip EBEL 2014/15 po vseh štirih tekmah v rednem delu															
Ime Ekipe	Keener točke	Keener točke vrstni red	Keener zmage	Keener zmage vrstni red	Page Rank točke	Page Rank točke vrstni red	Page Rank zmage	Page Rank zmage vrstni red	Colley točke	Colley točke vrstni red	Colley zmage	Colley zmage vrstni red	Massey točke in zmage	Massey točke in zmage vrstni red	Dejansko mesto po prvem delu
EHC Liwest Black Wings Linz	0.106	2	0.1088	2	0.0948	3	0.1021	2	0.5701	2	0.62	2	0.62	2	2
EC Red Bull Salzburg	0.1127	1	0.1128	1	0.1004	1	0.1026	1	0.5881	1	0.66	1	0.66	1	1
EC Dornbirn	0.0712	10	0.0683	9	0.0809	6	0.0744	8	0.4592	10	0.44	8	0.44	8	10
HC Orli Znojmo	0.0992	3	0.0929	4	0.098	2	0.091	5	0.5415	3	0.54	5	0.54	5	4
HC TWK Innsbruck "Die Halle"	0.0692	11	0.0574	12	0.0734	11	0.0637	12	0.4534	11	0.38	11	0.38	11	11
EC KAC	0.0713	9	0.0651	10	0.0757	10	0.0684	10	0.4599	9	0.4	10	0.4	10	8
Sapa Fehervar AV19	0.0824	6	0.0923	6	0.0902	4	0.0917	4	0.5071	5	0.56	4	0.56	4	6
HC Bolzano	0.075	8	0.0782	7	0.0777	9	0.0797	7	0.4959	7	0.48	7	0.48	7	7
UPC Vienna Capitals	0.0831	5	0.0925	5	0.0786	8	0.0907	6	0.5071	6	0.54	6	0.54	6	5
Moser Medical Graz 99ers	0.0756	7	0.07	8	0.0798	7	0.0718	9	0.483	8	0.42	9	0.42	9	9
HDD Telernach Olimpija	0.0632	12	0.0627	11	0.0656	12	0.0662	11	0.4079	12	0.38	12	0.38	12	12
EC VSV	0.091	4	0.099	3	0.0849	5	0.0976	3	0.5268	4	0.58	3	0.58	3	3

## Prvi in drugi

Kot pri prejšnjih izračunih, napovejo vse metode po štirih odigranih tekmah v rednem delu lige EBEL 2014/15 zmagovalca EC Red Bull Salzburg.

Drugi ekipi, UPC Vienna Capitals, napoveta obe Keenerjevi metodi peto mesto, metoda PageRank iz podatkov o točkah ji napove osmo mesto, ostale metode pa ji napovejo šesto meto.

## A.4 Izračuni in analiza sezone 2013/14

### A.4.1 Ugotovitve sezone 2013/14, prva odigrana tekma

V tabeli A.13 so prikazani izračuni za ligo EBEL 2013/14 po eni odigrani tekmi.

#### Izračun rangov iz podatkov o točkah

Pri Keenerjevi metodi iz podatkov o točkah ima prvouvrščena ekipa vrednost ranga 0.1004. Ekipe od druge do četrte imajo vrednosti rangov višje od 0.09, od pete do osme ekipe pa vrednosti rangov višje od 0.08. Deveta in deseta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.07, enajsta ima vrednost ranga 0.0691, zadnja ekipa pa 0.052.

Pri metodi PageRank iz podatkov o točkah nima nobena ekipa vrednosti ranga višje od 0.1. Prvih pet ekip ima vrednosti rangov višje od 0.09, šesta in sedma ekipa pa imata vrednosti rangov višji od 0.08. Ekipe od osme do desete imajo vrednosti rangov višje od 0.07, enajsta ima vrednost ranga 0.0695 in dvanaajsta ekipa ima vrednost ranga 0.0575.

Pri Colleyevi metodi iz podatkov o točkah ima prvouvrščena ekipa vrednost ranga 0.6073. Ekipe od druge do sedme imajo vrednosti rangov višje od 0.5, od osme do enajste pa imajo vrednosti rangov višje od 0.4. Zadnja ekipa ima vrednost ranga 0.3593.

#### Izračun rangov iz podatkov o zmagah

Pri Keenerjevi metodi iz podatkov o zmagah ima prva ekipa vrednosti ranga 0.1038. Druga in tretja ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.09, od četrte do osme ekipe pa imajo vrednosti rangov višje od 0.08. Deveta in deseta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.07, enaksta ima vrednost ranga 0.0696, zadnja ekipa pa ima vrednost ranga le 0.0475.

Pri metodi PageRank iz podatkov o zmagah imajo prve štiri ekipe vrednosti rangov višje od 0.1. Nobena ekipa nima vrednosti rangov med 0.09 in 0.08. Ekipe od pete do devete imajo vrednosti rangov višje od 0.08, deseta ekipa ima vrednost ranga 0.0738, enajsta 0.0573 in dvanaajsta ekipa ima vrednost ranga 0.03.

Pri Colleyevi metodi iz podatkov o zmagah imata prvi dve ekipi vrednosti rangov višji od 0.6. Ekipe od tretje do osme imajo vrednosti rangov višje od 0.5, deveta in deseta ekipa pa imata vrednosti rangov višji od 0.4. Enajsta ekipa ima vrednost ranga 0.3929, dvanajsta pa ima vrednost ranga le 0.1786.

Izračunane vrednosti rangov pri Masseyevi metodi so enake vrednostim izračunanim s Colleyevo metodo iz podatkov o zmagah.

Tabela A.13: Tabela izračunanih vrstnih redov ekip po prvih tekmih v rednem delu EBEL lige 2013/14

Ime Ekipe	Izračunan vrstni red ekip EBEL 2013/14 po prvi tekmi v rednem delu														Dejansko mesto po prvem delu
	Keener točke	Keener točke vrstni red	Keener zmage	Keener zmage vrstni red	Page Rank točke	Page Rank točke vrstni red	Page Rank zmage	Page Rank zmage vrstni red	Colley točke	Colley točke vrstni red	Colley zmage	Colley zmage vrstni red	Massey točke in zmage	Massey točke in zmage vrstni red	
EC Dornbirn	0.0855	8	0.0869	5	0.0967	2	0.0843	8	0.5049	7	0.5357	3	0.5357	3	8
UPC Vienna Capitals	0.0936	3	0.0865	7	0.0888	6	0.0872	5	0.6073	1	0.5357	4	0.5357	4	1
HDD Telemach Olimpija	0.052	12	0.0475	12	0.0575	12	0.03	12	0.3593	12	0.1786	12	0.1786	12	12
EHC Liwest Black Wings Linz	0.1004	1	0.1038	1	0.0824	7	0.1074	1	0.5531	3	0.6786	1	0.6786	1	2
M. Medical Graz 99ers	0.0764	10	0.0784	10	0.0695	11	0.0738	10	0.4562	9	0.4643	9	0.4643	9	9
HC Orli Znojmo	0.09	4	0.0888	4	0.0926	4	0.1026	4	0.5385	4	0.5357	5	0.5357	5	5
EC VSV	0.0945	2	0.0954	2	0.0999	1	0.1037	2	0.57	2	0.6071	2	0.6071	2	6
EC Red Bull Salzburg	0.0856	7	0.0855	8	0.0908	5	0.0808	9	0.5168	6	0.5357	6	0.5357	6	3
Sapa Fehervar AV19	0.087	6	0.0914	3	0.0792	8	0.1029	3	0.4524	10	0.5357	7	0.5357	7	10
HC TWK Innsbruck "die Häre"	0.0691	11	0.0696	11	0.0734	10	0.0573	11	0.4499	11	0.3929	11	0.3929	11	11
EC KAC	0.0778	9	0.0792	9	0.075	9	0.0844	7	0.4666	8	0.4643	10	0.4643	10	7
HC Bolzano	0.088	5	0.0868	6	0.0943	3	0.0855	6	0.525	5	0.5357	8	0.5357	8	4

## Prvi in drugi

Po prvi odigrani tekmi so metode napovedale ekipi EHC Liwest Black Wings Linz prvo mesto in ekipi EC VSV drugo mesto. Po končanem prvem delu sta bili ti dve ekipi na drugem in šestem mestu. Zmagovalni ekipi, HC Bolzano, je metoda PageRank iz podatkov o točkah napovedala tretje mesto, peto mesto sta ji napovedali Keenerjeva metoda iz podatkov o točkah in Colleyeva metoda iz podatkov o točkah. Šesto mesto sta ji napovedali Keenerjeva metoda iz podatkov o zmagah in pa metoda PageRank iz podatkov o zmagah. Ostali metodi sta ji napovedali osmo mesto.

Drugouvrščeni ekipi, EC Red Bull Salzburg, je peto mesto napovedala metoda PageRank iz podatkov o točkah. Šesto mesto so ji napovedale Colleyevi metodi in Masseyeva metoda. Keenerjeva metoda iz podatkov o točkah ji je napovedala sedmo mesto, Keenerjeva metoda iz podatkov o zmagah ji je napovedala osmo mesto in metoda PageRank iz podatkov o zmagah ji je napovedala deveto mesto.

### A.4.2 Ugotovitve sezone 2013/14, druga odigrana tekma

V tabeli A.14 so prikazani izračuni za ligo EBEL 2013/14 po dveh odigranih tekmah.

#### Izračun rangov iz podatkov o točkah

Pri Keenerjevi metodi iz podatkov o točkah imata prvi dve ekipi vrednosti rangov višji od 0.1. Ekipe od tretje do pete imajo vrednosti rangov višje od 0.09, ekipe od šeste do osme pa imajo vrednosti rangov višje od 0.08. Deveta ekipa ima vrednost ranga 0.0707, deseta ekipa ima vrednost ranga 0.0673, enajsta ima vrednost ranga 0.0599, dvanajsta pa 0.0489.

Pri metodi PageRank ima prvi pet ekip vrednosti rangov višje od 0.09, šesta in sedma ekipa pa imata vrednosti rangov višji od 0.08. Ekipe od osme do desete imajo vrednosti rangov višje od 0.07, enajsta in dvanajsta ekipa pa imata vrednosti rangov višji od 0.06.

Pri Colleyevi metodi je prva ekipa edina, ki ima vrednost ranga višjo od 0.6. Ekipe od druge do sedme imajo vrednosti rangov višje od 0.5, ekipe od osme do desete pa imajo vrednosti rangov višje od 0.4. Enajsta in dvanajsta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.3.

#### Izračun rangov iz podatkov o zmagah

Pri Keenerjevi metodi iz podatkov o zmagah ima prva ekipa vrednost ranga 0.1085. Ekipe od druge do šeste imajo vrednosti rangov višje od 0.09, sedma in osma ekipa pa imata

vrednosti rangov višji od 0.08. Deveta in deseta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.07, enajsta in dvanajsta ekipa pa imata vrednosti rangov višji od 0.06.

Pri metodi PageRank imajo prve tri ekipe vrednosti rangov višje od 0.1. Ekipe od četrte do sedme imajo vrednosti rangov višje od 0.09, osma pa ima vrednost ranga višjo do 0.08. Deveta ekipa ima vrednost ranga 0.0736, deseta ekipa ima vrednost ranga 0.0635, enajsta ima vrednost ranga 0.0385 in dvanajsta ekipa ima vrednost ranga le 0.0355.

Pri Colleyevi metodi iz podatkov o točkah imajo prve tri ekipe vrednosti rangov višje od 0.6, ekipe od četrte do osme pa imajo vrednosti rangov višje od 0.5. Deveta ekipa ima vrednost ranga 0.4231, deseta ima vrednost ranga 0.3846, enajsta ima vrednost ranga 0.2692 in dvanajsta ima vrednost ranga 0.2308.

Podatki pri Masseyevi metodi so enaki kot pri Colleyevi metodi, kjer upoštevamo izračunane vrednosti rangov iz podatkov o zmagah.

**Tabela A.14:** Tabela izračunanih vrstnih redov ekip po dveh tekmah v rednem delu EBEL lige 2013/14

Izračunan vrstni red ekip EBEL 2013/14 po drugi tekmi v rednem delu															
Ime Ekipa	Keener točke	Keener točke vrstni red	Keener zmage	Keener zmage vrstni red	Page Rank točke	Page Rank točke vrstni red	Page Rank zmage	Page Rank zmage vrstni red	Colley točke	Colley točke vrstni red	Colley zmage	Colley zmage vrstni red	Massey točke in zmage	Massey točke in zmage vrstni red	Dejansko mesto po prvem delu
EC Dornbirn	0.0707	9	0.0709	10	0.0809	7	0.0635	10	0.4558	9	0.4231	9	0.4231	9	8
UPC Vienna Capitals	0.1073	1	0.0983	2	0.0936	5	0.1025	3	0.5912	2	0.6154	2	0.6154	2	1
HDD Telernach Olimpija	0.0599	11	0.047	12	0.0654	11	0.0355	12	0.3976	11	0.2308	12	0.2308	12	12
EHC Liwest Black Wings Linz	0.0897	6	0.0961	3	0.0863	6	0.1077	2	0.53	6	0.5769	4	0.5769	4	2
M. Medical Graz 99ers	0.0867	7	0.0946	5	0.0719	10	0.0977	4	0.5236	7	0.5769	5	0.5769	5	9
HC Orli Znojmo	0.0989	3	0.0882	7	0.0942	4	0.0936	6	0.5418	4	0.5385	7	0.5385	7	5
EC VSV	0.0917	4	0.096	4	0.0985	2	0.092	7	0.5561	3	0.6154	3	0.6154	3	6
EC Red Bull Salzburg	0.1039	2	0.1085	1	0.0996	1	0.1107	1	0.6	1	0.6923	1	0.6923	1	3
Sapa Fehervar AV19	0.0673	10	0.0766	9	0.0751	8	0.0898	8	0.4172	10	0.3846	10	0.3846	10	10
HC TWK Innsbruck "die Halle"	0.0489	12	0.0513	11	0.0638	12	0.0385	11	0.3794	12	0.2692	11	0.2692	11	11
EC KAC	0.0844	8	0.0801	8	0.0743	9	0.0736	9	0.4769	8	0.5	8	0.5	8	7
HC Bolzano	0.0904	5	0.0923	6	0.0963	3	0.0949	5	0.5304	5	0.5769	6	0.5769	6	4

## Prvi in drugi

Po dveh odigranih tekmah v prvem delu so vse metode napovedale prvo mesto ekipi EC Red Bull Salzburg, razen Keenerjeve metode iz podatkov o točkah, ki ji je napovedala drugo mesto. Ta ekipa je bila po odigrani finalni tekmi druga.

Zmagovalni ekipi HC Bolzano pa je metoda PageRank iz podatkov o točkah napovedala tretje mesto, peto mesto so ji napovedale Keenerjeva metoda iz podatkov o točkah, metoda PageRank iz podatkov o zmagah in pa Colleyeva metoda iz podatkov o točkah. Ostale so ji napovedale šele šesto mesto. Ta ekipa je bila po prvem rednem delu četrta.

### A.4.3 Ugotovitve sezone 2013/14, tretja odigrana tekma

V tabeli A.15 so prikazani izračuni za ligo EBEL 2013/14 po treh odigranih tekmah.

#### Izračun rangov iz podatkov o točkah

Pri Keenerjevi metodi iz podatkov o točkah imajo prve tri ekipe vrednosti rangov višje od 0.1. Ekipa od četrte do šeste imajo vrednosti rangov višje od 0.09. Sedma ekipa ima vrednost ranga 0.0813, osma pa ima vrednost ranga 0.0763. Deveta in deseta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.06, enajsta in dvanajsta ekipa pa imata vrednosti rangov višji od 0.05.

Pri metodi PageRank iz podatkov o točkah ima prvih pet ekip vrednosti rangov višje od 0.09. Šesta in sedma ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.08, osma, deveta in deseta ekipa pa imajo vrednosti rangov višje od 0.07. Enajsta in dvanajsta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.06.

Pri Colleyevi metodi ima prvih šest ekip vrednosti rangov višje od 0.5. Ekipa od sedme do desete imajo vrednosti rangov višje od 0.4, zadnji dve ekipi pa imata vrednosti rangov višji od 0.3.

#### Izračun rangov iz podatkov o zmagah

Pri Keenerjevi metodi iz podatkov o zmagah imajo prve tri ekipe vrednosti rangov višje od 0.1. Četrta in peta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.09, šesta, sedma in osma ekipa pa imajo vrednosti rangov višje od 0.08. Deveta ekipa ima vrednost ranga 0.0701, deseta ekipa ima vrednost ranga 0.0685, enajsta ekipa ima vrednost ranga 0.0695 in dvanajsta ekipa ima vrednost ranga 0.064.

Pri metodi PageRank imajo prve tri ekipe vrednosti rangov višje od 0.1. Od četrte do sedme ekipe imajo vrednosti rangov višje od 0.09, osma ekipa ima vrednost ranga 0.0827,

deveta ekipa ima vrednost ranga 0.0765, deseta ekipa ima vrednost ranga 0.0675, enajsta ekipa ima vrednost ranga 0.0409 in dvanajsta ekipa ima vrednost ranga 0.0408.

Pri Colleyevi metodi iz podatkov o zmagah imajo prve tri ekipe vrednosti rangov višje od 0.6. Ekipe od četrte do šeste imajo vrednosti rangov višje od 0.5, od sedme do devete pa vrednosti rangov višje od 0.4. Deseta in enajsta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.3, zadnja ekipa pa ima vrednost ranga 0.25.

Pri Masseyevi metodi so vrednosti izračunanih rangov enake kot pri Colleyevi metodi iz podatkov o zmagah.

Tabela A.15: Tabela izračunanih vrstnih redov ekip po treh tekmah v rednem delu EBEL lige 2013/14

Ime Ekipe	Izračunan vrstni red ekip EBEL 2013/14 po tretji tekmi v rednem delu												Dejansko mesto po prvem delu		
	Keener točke	Keener točke vrstni red	Keener zmage	Keener zmage vrstni red	Page Rank točke	Page Rank točke vrstni red	Page Rank zmage	Page Rank zmage vrstni red	Colley točke	Colley točke vrstni red	Colley zmage	Colley zmage vrstni red		Massey točke in zmage	Massey točke in zmage vrstni red
EC Dornbirn	0.0693	9	0.0685	10	0.083	7	0.0675	10	0.4597	9	0.4342	9	0.4342	9	8
UPC Vienna Capitals	0.1093	1	0.1127	1	0.0908	5	0.1073	2	0.5877	1	0.6711	1	0.6711	1	1
HDD Telemach Olimpija	0.0576	11	0.042	12	0.064	12	0.0408	12	0.3893	12	0.25	12	0.25	12	12
EHC Liwest Black Wings Linz	0.1029	2	0.1124	2	0.0927	3	0.1087	1	0.555	3	0.6447	2	0.6447	2	2
M. Medical Graz 99ers	0.0763	8	0.0802	8	0.073	10	0.092	6	0.4826	7	0.4868	7	0.4868	7	9
HC Orli Znojmo	0.0994	4	0.0916	5	0.092	4	0.0957	5	0.5484	5	0.5395	6	0.5395	6	5
EC VSV	0.0925	5	0.0968	4	0.0976	1	0.0959	4	0.5522	4	0.5921	4	0.5921	4	6
EC Red Bull Salzburg	0.1013	3	0.1007	3	0.0965	2	0.1005	3	0.586	2	0.6447	3	0.6447	3	3
Sapa Fehervar AV19	0.0675	10	0.0701	9	0.0772	8	0.0827	8	0.4365	10	0.3816	10	0.3816	10	10
HC TWK Innsbruck "die Häre"	0.0521	12	0.0543	11	0.0695	11	0.0409	11	0.39	11	0.3026	11	0.3026	11	11
EC KAC	0.0813	7	0.0809	7	0.0747	9	0.0765	9	0.4766	8	0.4868	8	0.4868	8	7
HC Bolzano	0.0904	6	0.0899	6	0.0888	6	0.0915	7	0.536	6	0.5658	5	0.5658	5	4

## Prvi in drugi

Po končanem finalu je zmagala ekipa HC Bolzano, druga pa je bila ekipa EC Red Bull Salzburg. Po treh odigranih tekmah so metode prvo in drugo mesto napovedale ekipama UPC Vienna Capitals in EHC Liwest Black Wings Linz.

Ekipi HC Bolzano sta peto mesto napovedali Colleyeva metoda iz podatkov o zmagah in Masseyeva metoda. Ostale metode so ji napovedale šesto mesto, razen metode PageRank iz podatkov o zmagah, ki ji je napovedala sedmo mesto.

Ekipi EC Red Bull Salzburg sta metodi PageRank iz podatkov o točkah in Colleyeva metoda iz podatkov o točkah napovedali drugo mesto, ostale metode pa so ji napovedale tretje mesto.

### A.4.4 Ugotovitve sezone 2013/14, vse štiri odigrane tekme

V tabeli A.16 so prikazani izračuni za ligo EBEL 2013/14 po vseh štirih odigranih tekmah.

#### Izračun rangov iz podatkov o točkah

Pri Keenerjevi metodi iz podatkov o točkah imajo prve tri ekipe vrednosti rangov višje od 0.1. Četrta ekipa ima vrednost ranga višjo od 0.09, peta in šesta ekipa pa imata vrednosti rangov višji od 0.08. Ekipe od sedme do desete imajo vrednosti rangov višje od 0.07, enajsta in dvanajsta ekipa pa imata vrednosti rangov višji od 0.05.

Pri metodi PageRank iz podatkov o točkah ima prvih šest ekip vrednosti rangov višje od 0.09. Sedma in osma ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.08, deveta in deseta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.07, enajsta in dvanajsta ekipa pa imata vrednosti rangov višji od 0.06.

Pri Colleyevi metodi ima prva ekipa vrednost ranga višjo do 0.6. Ekipe od druge do šeste imajo vrednosti rangov višje od 0.5, od sedme do desete pa imajo vrednosti rangov višje od 0.4. Zadnji dve ekipi imata vrednosti rangov višji od 0.3.

#### Izračun rangov iz podatkov o zmagah

Pri Keenerjevi metodi iz podatkov o zmagah imajo prve štiri ekipe vrednosti rangov višje od 0.1. Peta ekipa ima vrednost ranga višjo do 0.09. Šesta in sedma ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.08, deveta in deseta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.07, enajsta in dvanajsta ekipa pa imata vrednosti rangov višji od 0.06.

Pri metodi PageRank iz podatkov o zmagah imajo prve tri ekipe vrednosti rangov višje od 0.1. Četrta in peta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.09, ekipe od šeste do

devete pa imajo vrednosti rangov višje od 0.08. Deseta ekipa ima vrednost ranga višjo od 0.07, enajsta in dvanajsta ekipa pa imata vrednosti rangov višji od 0.03.

Pri Colleyevi metodi imajo prve tri ekipe vrednosti rangov višje od 0.6. Ekipe od četrte do sedme imajo vrednosti rangov višje od 0.5, ekipe od osme do desete pa imajo vrednosti rangov višje od 0.4. Enajsta in dvanajsta ekipa imata vrednosti rangov višji od 0.2.

Pri Masseyevi metodi so vrednosti izračunanih rangov enake kot pri Colleyevi metodi iz podatkov o zmagah.

**Tabela A.16:** Tabela izračunanih vrstnih redov ekip po vseh štirih tekmah v rednem delu EBEL lige 2013/14

		Izračunan vrstni red ekip EBEL 2013/14 po vseh štirih tekmah v rednem delu															
Ime Ekipa	Keener točke	Keener točke vrstni red	Keener zmage	Keener zmage vrstni red	Page Rank točke	Page točke vrstni red	Page Rank zmage	Page zmage vrstni red	Colley točke	Colley točke vrstni red	Colley zmage	Colley zmage vrstni red	Massey točke in zmage	Massey točke in zmage vrstni red	Dejansko mesto po prvem delu		
EC Dornbirn	0,0786	8	0,0788	8	0,0877	6	0,0749	10	0,4864	7	0,48	8	0,48	8	8		
UPC Vienna Capitals	0,1121	1	0,1131	2	0,0962	2	0,1077	2	0,6011	1	0,66	1	0,66	1	1		
HDD Telernach Olimpija	0,0558	11	0,0395	12	0,065	12	0,0397	11	0,3907	11	0,24	12	0,24	12	12		
EHC Liwest Black Wings Linzi	0,1049	2	0,1132	1	0,0963	1	0,1086	1	0,568	3	0,66	2	0,66	2	2		
M. Medical Graz 99ers	0,0721	10	0,0738	9	0,0708	10	0,0819	8	0,4645	9	0,44	9	0,44	9	9		
HC Orli Znojmo	0,1007	3	0,1013	4	0,0903	4	0,1043	3	0,5391	4	0,56	5	0,56	5	5		
EC VSV	0,0846	5	0,0936	5	0,0956	3	0,0932	5	0,5368	5	0,58	4	0,58	4	6		
EC Red Bull Salzburg	0,0994	4	0,1029	3	0,0903	5	0,0994	4	0,5824	2	0,64	3	0,64	3	3		
Sapa Fehervar AV19	0,0771	9	0,0729	10	0,0795	8	0,0827	7	0,4537	10	0,42	10	0,42	10	10		
HC TWK Innsbruck "die Halle"	0,0509	12	0,0429	11	0,0695	11	0,0388	12	0,3779	12	0,26	11	0,26	11	11		
EC KAC	0,0794	7	0,0804	7	0,0753	9	0,0814	9	0,4813	8	0,5	7	0,5	7	7		
HC Bolzano	0,0844	6	0,0874	6	0,0834	7	0,0874	6	0,5182	6	0,56	6	0,56	6	4		

### Prvi in drugi

Po vseh štirih odigranih tekmah v prvem rednem delu ne bi mogli pravilno napovedati zmagovalci niti finalista. Prvo mesto so Keenerjeva metoda iz podatkov o točkah in Colleyeva metoda iz podatkov o točkah in iz podatkov o zmagah, kot tudi Masseyeva metoda napovedale ekipi UPC Vienna Capitals, ostale metode pa so prvo mesto napovedale ekipi EHC Liwest Black Wings Linz. Po končanem finalu pa je zmagala ekipa HC Bolzano, druga pa je bila ekipa EC Red Bull Salzburg.

Ekipi HC Bolzano so vse metode, razen metode PageRank, iz podatkov o točkah napovedale šesto mesto, metoda PageRank iz podatkov o točkah pa ji je napovedala sedmo mesto. Ekipa EC Red Bull Salzburg je imela nekoliko boljše napovedi. Pravilno drugo mesto ji je napovedala Colleyeva metoda iz podatkov o točkah. Keenerjeva metoda iz podatkov o zmagah in Colleyeva metoda iz podatkov o zmagah kot tudi Masseyeva metoda so ji napovedal tretje mesto. Četrto mesto sta ji napovedali Keenerjeva metoda iz podatkov o točkah in metoda PageRank iz podatkov o zmagah. Metoda PageRank iz podatkov o točkah pa ji je napovedala peto mesto.



# Literatura

- [1] A. N. Langville, C. D. Meyer, *Who's #1? The Science of Rating and Ranking*, Princeton University Press, 2012.
- [2] M. Branscombe, *Learning to rank: A key information retrieval tool for machine learning search*, 2018, <https://thenewstack.io/letor-machine-learning-web-search-technique-thats-turned-key-information-retrieval-tool/>.
- [3] S. Brin, L. Page, *The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine*, 1998.
- [4] T.-Y. Liu, *Learning to Rank for Information Retrieval*, 2009.
- [5] L. Page, S. Brin, R. Motwani, T. Winograd, *The pagerank citation ranking: Bringing order to the web.*, Technical Report 1999-66, Stanford InfoLab, previous number = SIDL-WP-1999-0120 (November 1999).
- [6] J. P. Keener, *The Perron-Frobenius theorem and the ranking of football teams*, SIAM Review, 1993.
- [7] W. N. Colley, *Colley's bias free college football ranking method: The colley matrix explained*, 2002.  
URL <https://www.colleyrankings.com/matrate.pdf>
- [8] K. Massey, *Statistical models applied to the rating of sports teams*, Bachelor's thesis, 1997.
- [9] A. Y. Govan, C. D. Meyer, R. Albright, *Generalizing google's pagerank to rank national football league teams*, SAS Global Forum 2008, Paper 151-2008.
- [10] A. London, J. Nemeth, T. Nemeth, *Ranking in sports*, Acta Cybernetica 21 (2014) 495 – 506.
- [11] M. G. Kendall, *A new measure of rank correlation*, Biometrika, 30 (1938) 81–93.

- [12] R. Gooch, Calculating massey and colley ratings on NCAA basketball data, 2017.  
URL <https://ryangooch.github.io/Calculating-Massey-and-Colley/>
- [13] A. N. Langville, C. D. Meyer, The Science of Search Engine Rankings, Princeton University Press, 2006.
- [14] C. Wessell, Massey's method, 2013.  
URL <http://public.gettysburg.edu/~cwessell/RankingPage/massey.pdf>
- [15] E. B. E. Liga, Fundamental rules for the erste bank eishockey liga, the erste bank young stars league and the erste bank juniors league, 2014.  
URL <https://www.erstebankliga.at/liga/downloads/send/7-regeln-rules/2-fundamental-rules-eng>