



Aalto-yliopisto  
Perustieteiden  
korkeakoulu

# Salibandyn otteluasettelun optimointi Itä-Suomessa (valmiin työn esittely)

*Jaakko Paavilainen*

*22.11.2024*

*Ohjaaja: Leevi Olander*

*Valvoja: Ahti Salo*

Työn saa tallentaa ja julkistaa Aalto-yliopiston avoimilla verkkosivuilla. Muilta osin kaikki oikeudet pidätetään.

# Taustaa

- Palloilulajeissa otteluinformaatio koostetaan otteluohjelmiin
  - Ohjelma kertoo, ketkä pelaavat, milloin ja missä
- Otteluohjelman asettelu vie paljon aikaa
  - Mahdollisia ohjelmia on valtavasti
- Osa ohjelmista parempia kuin toiset
  - Joukkueiden matkustusajat, joukkueiden tasapuolinen kohtelu, paikallisotteluiden ajankohdat

# Taustaa, sarjatornaus

- Salibandyn alueellisissa harrastesarjoissa pelejä pelataan ”sarjatornauksina”
  - Lohkon joukkueet pelaavat samassa hallissa kaksi peliä, jolloin sarja etenee tehokkaammin
  - Sarjatornaus voidaan myös jakaa kahteen halliin
- Pääkaupunkiseudun ulkopuolella etäisyydet pelipaikalle voivat olla satoja kilometrejä

# Sarjatornaus, esimerkki

Lohko	Kotijoukkue	Vierasjoukkue	Vastuujoukkue	Kierros	Pelipaikka
A	AAA	CCC	AAA	1	Saimaa Stadiumi (Mikkeli)
A	BBB	DDD	AAA	1	Saimaa Stadiumi (Mikkeli)
A	CCC	EEE	AAA	1	Saimaa Stadiumi (Mikkeli)
A	DDD	AAA	AAA	1	Saimaa Stadiumi (Mikkeli)
A	EEE	BBB	AAA	1	Saimaa Stadiumi (Mikkeli)
				1	
A	FFF	HHH	FFF	1	Liikuntakeskus Areena (Lappeenranta)
A	GGG	III	FFF	1	Liikuntakeskus Areena (Lappeenranta)
A	HHH	JJJ	FFF	1	Liikuntakeskus Areena (Lappeenranta)
A	III	FFF	FFF	1	Liikuntakeskus Areena (Lappeenranta)
A	JJJ	GGG	FFF	1	Liikuntakeskus Areena (Lappeenranta)
	<b>Joukkue</b>	<b>Kotipaikkakunta</b>			
	AAA	Mikkeli			
	BBB	Savonlinna			
	CCC	Kärkölä			
	DDD	Lahti			
	EEE	Savitaipale			
	FFF	Lappeenranta			
	GGG	Imatra			
	HHH	Lappeenranta			
	III	Hollola			
	JJJ	Kouvola			

Kuva 1: Esimerkki 10-joukkueisen sarjan A-lohkon ensimmäisestä kierroksesta.

# Taustaa, kaksinkertainen kiertovuorottelu

- Salibandyliiton aikuisten harrastesarjoissa pelataan kaksinkertainen kiertovuorottelu (double round robin, DRR)
  - Joukkueet pelaavat kaksi kertaa toisiaan vastaan
- Itä-Suomen miesten 3. divisioonassa sarja jaetaan lisäksi syys- ja kevätkausiin
  - Ensimmäisillä kierroksilla ketään vastustajaa vastaan ei pelata uudestaan

# DRR, esimerkki

Kotijoukkue	Vierasjoukkue		Kierros	Vastuujoukkue
AAA	BBB		1	AAA
CCC	DDD		1	AAA
CCC	AAA		2	CCC
DDD	BBB		2	CCC
AAA	DDD		3	AAA
BBB	CCC		3	AAA
BBB	AAA		4	BBB
DDD	CCC		4	BBB
AAA	CCC		5	CCC
BBB	DDD		5	CCC
DDD	AAA		6	DDD
CCC	BBB		6	DDD

Kuva 2: Neljän joukkueen DRR-turnaus syys- ja kevätkausilla.

# Tavoitteet

- Kartoittaa yhdessä Suomen Salibandyliiton kanssa mahdollisuuksia otteluasettelun
  1. automatisointiin
    - Ottelut asetellaan nykyään käsin
  2. optimointiin
    - Vähennetään matkustuskilometrejä
- Luoda kokonaislukuoptimointimalli
  - Verrataan otteluohjelmia Salibandyliiton sarjoissa toteutuneisiin ohjelmiin

# Rajaukset

- Rajataan työ yhteen Salibandyliiton alueista
  - Itä-Suomi
- Keskitytään yhteen sarjaan
  - Miesten 3. divisioona, jossa
    - vakiomäärä joukkueita
    - joukkueet lähes samoista kaupungeista vuodesta toiseen



# Optimointimalli

- Kokonaislukuoptimointimalli, missä
  - ratkaistaan otteluohjelma kahdessa osassa
    - Ensin syyskauden ottelut ja vasta sen jälkeen kevätkausi
  - $n_j$  = joukkueiden lukumäärä
  - $n_{sk}$  = syyskauden kierrosten lukumäärä
  - $n_k$  = koko kauden kierrosten lukumäärä
  - $D_{jh}$  = joukkueen  $j$  etäisyys hallille  $h$
- Ratkaistaan MATLAB intlinprog -ratkaisimen avulla

# Optimointimalli

- Päätösmuuttujina joukkueiden kohtaamiset

$$x_{ijhk} = \begin{cases} 1 & \text{jos pelataan } i \text{ vs } j \text{ hallissa } h \text{ kierroksella } k, \\ 0 & \text{muutoin} \end{cases}$$

- Sekä indikaattorimuuttujat

$$y_{hk} = \begin{cases} 1 & \text{jos hallissa } h \text{ pelataan kierroksella } k, \\ 0 & \text{muutoin} \end{cases}$$

$$z_{ihk} = \begin{cases} 1 & \text{jos joukkue } i \text{ pelaa hallissa } h \text{ kierroksella } k, \\ 0 & \text{muutoin} \end{cases}$$

# Optimointimalli, syyskausi

$$\min \sum_{k=1}^{n_{sk}} \sum_{h=1}^{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} z_{ihk} \cdot D_{jh} \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \sum_{k=1}^{n_{sk}} \sum_{h=1}^{n_j} x_{ijhk} \leq 2 \quad i, j = 1, \dots, n_j \quad (2)$$

$$\sum_{h=1}^{n_j} \sum_{i=1}^{n_j-1} \sum_{j=i+1}^{n_j} x_{ijhk} = n_j \quad k = 1, \dots, n_{sk} \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^{n_j-1} \sum_{j=i+1}^{n_j} x_{ijhk} \geq \frac{n_j}{2} \cdot y_{hk} \quad h = 1, \dots, n_j, \quad k = 1, \dots, n_{sk} \quad (4)$$

$$\sum_{h=1}^{n_j} y_{hk} = 2 \quad k = 1, \dots, n_{sk} \quad (5)$$

# Optimointimalli, syyskausi

$$\sum_{j=1}^{i-1} x_{jihk} + \sum_{j=i+1}^{n_j} x_{ijhk} = 2 \cdot z_{ihk} \quad i, h = 1, \dots, n_j, \quad k = 1, \dots, n_{sk} \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^{n_j} z_{ihk} \geq \frac{n_j}{2} \cdot y_{hk} \quad h = 1, \dots, n_j, \quad k = 1, \dots, n_{sk} \quad (7)$$

$$\sum_{h=1}^{n_j} z_{ihk} \leq 1 \quad i = 1, \dots, n_j, \quad k = 1, \dots, n_{sk} \quad (8)$$

$$\sum_{k=1}^{n_{sk}-1} \sum_{h=1}^{n_j} x_{ijhk} \leq 1 \quad i = 1, \dots, n_j - 1, \quad j = i + 1, \dots, n_j \quad (9)$$

$$\sum_{k=1}^{n_{sk}} y_{hk} \geq 1 \quad h = 1, \dots, n_j \quad (10)$$

# Optimointimalli, rajoitteet

- Rajoitteet (2)-(10) varmistavat muun muassa, että
  - Joukkueet pelaavat kaksi ottelua kierroksessa (3), (6)
  - Kierroksen ottelut jaetaan kahteen halliin (4), (5)
  - Mikään joukkue ei ole kahdessa hallissa samalla kierroksella (8)
  - Ensimmäisten kierrosten aikana sama ottelupari ei toistu (9)
  - Jokaiselle joukkueelle vähintään yksi vastuuturnaus (10)
- Kevätkautta ratkaistaessa rajoitteet (9) ja (10) voidaan jättää pois

# Tulokset, kohdefunktio

Taulukko 1: Kokonaismatkustuksen tulokset

Kausi	Paras ratkaisu	Alaraja	Toteutunut	Parannus
18-19	13 780 km	13 632 km	14 562 km	782 km
19-20	14 342 km	14 120 km	17 222 km	2 880 km
20-21	12 940 km	12 722 km	12 966 km	26 km
23-24	12 690 km	12 690 km	14 216 km	1 526 km

# Tulokset, tasapuolisuus

Taulukko 2:  
Joukkueiden matkustuskilometrit

Joukkue	Malli	Toteutunut
Obelix	1 724 km	1 486 km
PuU	2 530 km	2 278 km
Jäppärä	1 268 km	1 620 km
Pelicans SB II	1 364 km	1 518 km
StU	568 km	1 240 km
Pesupallo	538 km	984 km
Butchers IBK	1 500 km	1 612 km
Snato	882 km	1 018 km
HoSB	970 km	1 180 km
Sudet SB II	1 346 km	1 280 km

Taulukko 3:  
Joukkueiden vastuuturnaukset

Joukkue	Malli	Toteutunut
Obelix	2	3
PuU	1	1
Jäppärä	1	2
Pelicans SB II	3	1
StU	2	2
Pesupallo	3	2
Butchers IBK	1	2
Snato	2	1
HoSB	1	2
Sudet SB II	2	2

# Seuraavia tutkimusaiheita

- Vaihtoehtoiset lähestymistavat rajoitteiden vähentämiseksi ja ratkaisuavaruuden pienentämiseksi
  - Ratkaiseminen kierros kerrallaan
    - Ongelma: DRR-sarja ja kahteen halliin jako: Miten käypä ratkaisu varmistetaan? Erityisesti viimeiset kierrokset
  - Päätösmuuttujien lukumäärän vähentäminen
    - Esimerkiksi, ensin ratkaistaan pelipaikat ja vasta sitten, mitkä joukkueet pelaavat, millä kierroksella ja ketä vastaan
    - Sama viimeisten kierrosten ongelma



# Seuraavia tutkimusaiheita

- Otteluohjelmien tasapuolisuus
  - Malli hieman syrjii reunimmaisista, muista kaupungeista kaukana olevia joukkueita
    - Kokonaiskilometrien kannalta ei ole edullista, että monen joukkueen keskittymästä matkustetaan alueen reunalle
  - Mahdolliset ratkaisut
    - Pakotetaan alueen reunalla sijaitseville joukkueille useampi vastuuturnaus
    - Kohdefunktioon sakkotermi joukkueiden matkustuskilometrien erotuksesta

# Yhteenveto

- Tavoitteena oli kartoittaa mahdollisuuksia
  - otteluasettelun työtaakan helpottamisessa
  - otteluohjelmien kokonaismatkustuksen vähentämisessä
- Luotu optimointimalli vähensi matkustuskilometrejä
  - Hieman reunajoukkueiden kustannuksella
- Mallin suorituskyvyssä kehitettävää
- Optimointi otteluasettelussa lupaava lähestymistapa