



Aalto-yliopisto  
Perustieteiden  
korkeakoulu

# Salibandyn juniorisarjojen otteluohjelmien optimointi Länsi-Suomessa (valmiin työn esittely)

*Salomon Koivisto*

*29.8.2024*

Ohjaaja: *Leevi Olander*

Valvoja: *Ahti Salo*

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

# Tausta (1/2)

- Otteluohjelma määrittää pelien päivämäärät ja paikat
- Mahdollisten otteluohjelmien määrä kasvaa, kun joukkueiden lukumäärän kasvaa
- Rajoitukset ja –tavoitteet mahdollisia
  - Peräkkäisten vieraspelien välttäminen

# Kiertovuorottelu (round robin)

- Esim. yksinkertainen kiertovuorottelu (single round robin)
  - Joukkueet kohtaavat toisensa kerran yhden kauden/turnauksen aikana
- Voidaan ratkaista optimoinnilla
  - Tapaukset, joissa joukkueet pelaavat eri määrän pelejä toisiaan vastaan, ovat haastavampia mallinnettavaksi

# Tausta (2/2)

- Yhteistyö Suomen Salibandyliiton kanssa
- Nykyisin otteluohjelmat suunnitellaan käsin Excelissä
- Erityisesti juniorisarjojen suunnittelu vie aikaa
- Suunnittelutukea tarvitaan erityisesti sarjoihin, joissa joukkueet pelaavat eri määrän pelejä toisiaan vastaan
  - Joukkueet eivät esimerkiksi pelaa kahdesti toisiaan vastaan kauden aikana

1.turnaus, kierrokset 1-2					
Pvm	Kello	Sarja	Kotijoukkue	Vierasjoukkue	Pelipaikka
	10:00	M6D-01 ES	AAA	BBB	
	11:00	M6D-01 ES	GGG	CCC	
	12:00	M6D-01 ES	JJJ	BBB	
	13:00	M6D-01 ES	CCC	FFF	
	14:00	M6D-01 ES	DDD	GGG	
	15:00	M6D-01 ES	JJJ	EEE	
	16:00	M6D-01 ES	FFF	HHH	
	17:00	M6D-01 ES	EEE	DDD	
	18:00	M6D-01 ES	HHH	AAA	
MIESTEN VI-DIVISIOONAN 1.LOHKON OTTELUOHJELMA KAUDELLA 2021-22					
2.turnaus, kierrokset 3-4					
Pvm	Kello	Sarja	Kotijoukkue	Vierasjoukkue	Pelipaikka
	10:00	M6D-01 ES	BBB	HHH	
	11:00	M6D-01 ES	FFF	DDD	
	12:00	M6D-01 ES	EEE	HHH	
	13:00	M6D-01 ES	DDD	AAA	
	14:00	M6D-01 ES	JJJ	FFF	
	15:00	M6D-01 ES	EEE	GGG	
	16:00	M6D-01 ES	AAA	CCC	
	17:00	M6D-01 ES	GGG	JJJ	
	18:00	M6D-01 ES	CCC	BBB	

Kuva 1: Esimerkki otteluohjelmien suunnittelussa käytettävästä pohjasta.

# Tavoitteet

- Esitetään ratkaisuja Suomen Salibandyliitolle otteluohjelmien suunnittelun tueksi
  - Suunnitellaan optimointimalli
  - Pyritään vähentämään käsin tehtävän suunnittelun määrää ja samalla parantamaan otteluohjelmien laatua
- Optimoidaan otteluohjelma minimoiden seurojen matkustuskilometrit

# Optimointimalli

- Aineistona kortteliliigan kevään 2022 otteluohjelma
  - Mukana kuusi seuraa ja yhdeksän joukkuetta
  - Kaudella neljä turnausta
  - Turnaukset pelataan yhdessä kaupungissa
- Kaksitasoinen optimointi
  - Turnauskaupunkien valinta
  - Otteluissa pelaavien joukkueiden valinta
- MATLAB intlinprog –ratkaisin
  - Excelin mahdollisuuksia tutkittu myös

KORTTELILIIGAN 2012 SATAKUNNAN OTTELUOHJELMA KEVÄT 2022								
Pvm	Kello	Sarja	Kotijoukkue	Vierasjoukkue	Pelipaikka	Kenttä	Paikkakunta	Vastuujoukkue
30.1.2022	10:30	KL_2012_SK_LR	KK-V	SBS Rupu	Tulkkila-Sali	1	Kokemä	KK-V
30.1.2022	11:15	KL_2012_SK_LR	KaKo	Karhut white	Tulkkila-Sali	1	Kokemä	KK-V
30.1.2022	12:00	KL_2012_SK_LR	SBS Rupu	Karhut blue	Tulkkila-Sali	1	Kokemä	KK-V
30.1.2022	12:45	KL_2012_SK_LR	Karhut white	Satabandy	Tulkkila-Sali	1	Kokemä	KK-V
30.1.2022	13:30	KL_2012_SK_LR	Karhut black	KaKo	Tulkkila-Sali	1	Kokemä	KK-V
30.1.2022	14:15	KL_2012_SK_LR	Karhut blue	SalBa valkoinen	Tulkkila-Sali	1	Kokemä	KK-V
30.1.2022	15:00	KL_2012_SK_LR	Satabandy	SalBa sininen	Tulkkila-Sali	1	Kokemä	KK-V
30.1.2022	15:45	KL_2012_SK_LR	SalBa valkoinen	Karhut black	Tulkkila-Sali	1	Kokemä	KK-V
30.1.2022	16:30	KL_2012_SK_LR	SalBa sininen	KK-V	Tulkkila-Sali	1	Kokemä	KK-V
6.2.2022	10:30	KL_2012_SK_LR	KaKo	SBS Rupu	Säkylähalli	1	Säkylä	KaKo
6.2.2022	11:15	KL_2012_SK_LR	SalBa valkoinen	Karhut white	Säkylähalli	1	Säkylä	KaKo
6.2.2022	12:00	KL_2012_SK_LR	SBS Rupu	Karhut black	Säkylähalli	1	Säkylä	KaKo
6.2.2022	12:45	KL_2012_SK_LR	Karhut white	KK-V	Säkylähalli	1	Säkylä	KaKo
6.2.2022	13:30	KL_2012_SK_LR	Karhut blue	SalBa valkoinen	Säkylähalli	1	Säkylä	KaKo
6.2.2022	14:15	KL_2012_SK_LR	Karhut black	SalBa sininen	Säkylähalli	1	Säkylä	KaKo
6.2.2022	15:00	KL_2012_SK_LR	KK-V	Satabandy	Säkylähalli	1	Säkylä	KaKo
6.2.2022	15:45	KL_2012_SK_LR	SalBa sininen	Karhut blue	Säkylähalli	1	Säkylä	KaKo
6.2.2022	16:30	KL_2012_SK_LR	Satabandy	KaKo	Säkylähalli	1	Säkylä	KaKo
12.3.2022	11:00	KL_2012_SK_LR	Karhut black	KK-V	Momentum	1	Pori	Karhut
12.3.2022	11:40	KL_2012_SK_LR	Satabandy	Karhut blue	Momentum	1	Pori	Karhut
12.3.2022	12:20	KL_2012_SK_LR	KK-V	KaKo	Momentum	1	Pori	Karhut
12.3.2022	13:00	KL_2012_SK_LR	Karhut blue	SBS Rupu	Momentum	1	Pori	Karhut
12.3.2022	13:40	KL_2012_SK_LR	Karhut white	Satabandy	Momentum	1	Pori	Karhut
12.3.2022	14:20	KL_2012_SK_LR	KaKo	SalBa valkoinen	Momentum	1	Pori	Karhut
12.3.2022	15:00	KL_2012_SK_LR	SBS Rupu	SalBa sininen	Momentum	1	Pori	Karhut
12.3.2022	15:40	KL_2012_SK_LR	SalBa valkoinen	Karhut white	Momentum	1	Pori	Karhut
12.3.2022	16:20	KL_2012_SK_LR	SalBa sininen	Karhut black	Momentum	1	Pori	Karhut
huhtikuu		KL_2012_SK_LR	SBS Rupu	SalBa valkoinen	Tahto-Areena	1	Huittinen	SBS Rupu
huhtikuu		KL_2012_SK_LR	Karhut white	KK-V	Tahto-Areena	1	Huittinen	SBS Rupu
huhtikuu		KL_2012_SK_LR	SalBa valkoinen	Karhut black	Tahto-Areena	1	Huittinen	SBS Rupu
huhtikuu		KL_2012_SK_LR	KK-V	Karhut blue	Tahto-Areena	1	Huittinen	SBS Rupu
huhtikuu		KL_2012_SK_LR	SalBa sininen	Karhut white	Tahto-Areena	1	Huittinen	SBS Rupu
huhtikuu		KL_2012_SK_LR	Karhut black	Satabandy	Tahto-Areena	1	Huittinen	SBS Rupu
huhtikuu		KL_2012_SK_LR	Karhut blue	KaKo	Tahto-Areena	1	Huittinen	SBS Rupu
huhtikuu		KL_2012_SK_LR	Satabandy	SBS Rupu	Tahto-Areena	1	Huittinen	SBS Rupu
huhtikuu		KL_2012_SK_LR	KaKo	SalBa sininen	Tahto-Areena	1	Huittinen	SBS Rupu

Kuva 2: Kortteliliigan kevään 2022 otteluohjelma.



# Turnauskaupunkien valinta

- Oletus: Kunkin seuran joukkueet matkustavat turnaukseen yhdellä kyydillä
- Binäärinen päätösmuuttuja  $x_{ts}$

$$x_{ts} = \begin{cases} 1, & \text{jos seura } s \text{ järjestää turnauksen } t \\ 0, & \text{muuten} \end{cases}$$

- Rajoitukset
  - Kaikki seurat pelaavat turnauksen samassa kaupungissa
  - Jokaisella seuralla vähintään/enintään yksi kotiturnaus

# Optimointimalli turnauskaupungeille

- Datana seurojen kotikaupunkien väliset etäisyydet  $d_{sr}$
- Matkustuskilometrit minimoidaan

$$\begin{aligned} \min \quad & \sum_{t,s,r} x_{ts} d_{sr} \\ \text{s.t.} \quad & \sum_t x_{ts} \leq 1, \forall s = 1, \dots, n_s \\ & \sum_s x_{ts} = 1, \forall t = 1, \dots, n_t \\ & x_{ts} \in \{0, 1\} \end{aligned}$$

- $n_s$  = seurojen lkm.,  $n_t$  = turnausten lkm.

# Turnauksissa pelattavien otteluiden optimointi

- Oletus: joukkue saa kohdata saman vastustajan korkeintaan kahdesti
- Binääriset päätösmuuttujat

$$y_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{jos joukkue } i \text{ pelaa kotijoukkueena joukkuetta } j \text{ vastaan kierroksella } k \\ 0, & \text{muuten} \end{cases}$$

$$v_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jos joukkueet } i \text{ ja } j \text{ kohtaavat kauden aikana enemmän kuin kerran} \\ 0, & \text{muuten} \end{cases}$$

- Kotijoukkue ei kerro, missä kaupungissa joukkue on kierroksen aikana

# Turnauksissa pelattavien otteluiden optimointi

- Rajoitukset
  - Ottelussa on kaksi eri joukkuetta
  - Joukkueella kaksi peliä jokaisessa turnauksessa
  - Mikään joukkue ei kohtaa samaa vastustajaa samassa turnauksessa
  - Joukkueella sama vastustaja korkeintaan kahdesti kaudella
  - Joukkue ei pelaa kahdesti kotijoukkueena samaa vastustajaa vastaan
  - Seuran omat joukkueet eivät kohtaa toisiaan

- Binäärinen parametri  $z_{ij}$

$$z_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jos joukkueet } i \text{ ja } j \text{ ovat samasta seurasta} \\ 0, & \text{muuten} \end{cases}$$

# Optimointimalli ottelupareille

- Minimoidaan niiden otteluiden lukumäärä, joissa joukkue pelaa toistamiseen samaa vastustajaa vastaan
- $n_k$  = kierrosten lkm.

$$\begin{aligned} & \min \sum_{i,j} v_{ij} \\ \text{s.t. } & \sum_h (y_{ijk} + y_{jik} + y_{ij(k+1)} + y_{ji(k+1)}) = 2, \forall i, k = 1, 3, \dots, n_k - 1 \\ & y_{ijk} + y_{jik} + y_{ij(k+1)} + y_{ji(k+1)} \leq 1, \forall i, j, k = 1, 3, \dots, n_k - 1 \\ & \sum_k (y_{ijk} + y_{jik}) \leq 1 + v_{ij}, \forall i, j \\ & \sum_k y_{ijk} \leq 1, \forall i \neq j \\ & y_{ijk} + y_{jik} \leq 1 - z_{ij}, \forall i, j, k \\ & y_{iik} = 0, \forall i, k \\ & y_{ijk} \in \{0, 1\} \\ & v_{ij} \in \{0, 1\} \end{aligned}$$

# Tulokset

- Turnauskaupunkien optimointi pystyttiin toteuttamaan myös Excelissä,  $n_t = 4$  ja  $n_s = 6$ 
  - Rajoituksia  $n_t + n_s = 10$ , päätösmuuttujia  $n_s * n_t = 24$
  - Ei riittävän tehokas otteluparien optimointiin

Taulukko 1: Optimointimallin antamat vastuuseurat ja kaupungit, joissa turnaukset järjestetään keväällä 2022.

	Turnaus 1	Turnaus 2	Turnaus 3	Turnaus 4
Vastuuseura	KK-V	Karhut	Satabandy	KaKo
Kotilaupunki	Kokemäki	Pori	Pori	Säkylä

- Seurojen yhteenlaskettu matkustus yhteensä 1753,8 km
  - 50 km vähemmän kuin käytetyssä aineistossa

# Tulokset

- Kuusi ottelua toistuu kahdesti kauden aikana
- Tämä toteutettu jo aineistossa

Turnaus 1			Turnaus 3		
Kotijoukkue		Vierasjoukkue	Kotijoukkue	Vierasjoukkue	
SBS Rupu	vs	KK-V	KK-V	vs	SalBa sininen
Karhut white	vs	KaKo	KaKo	vs	SalBa valkoinen
Karhut black	vs	KK-V	SBS Rupu	vs	KaKo
Karhut blue	vs	KaKo	Karhut white	vs	KK-V
Karhut blue	vs	SalBa valkoinen	Karhut blue	vs	SBS Rupu
Satabandy	vs	SBS Rupu	Karhut blue	vs	SalBa sininen
Satabandy	vs	SalBa valkoinen	Satabandy	vs	Karhut white
SalBa sininen	vs	Karhut white	Satabandy	vs	Karhut black
SalBa sininen	vs	Karhut black	SalBa valkoinen	vs	Karhut black
Turnaus 2			Turnaus 4		
Kotijoukkue		Vierasjoukkue	Kotijoukkue	Vierasjoukkue	
KK-V	vs	Karhut black	KK-V	vs	Karhut white
KK-V	vs	SalBa valkoinen	KaKo	vs	Karhut blue
KaKo	vs	Satabandy	SBS Rupu	vs	SalBa valkoinen
SBS Rupu	vs	Karhut white	SBS Rupu	vs	SalBa sininen
Karhut white	vs	SalBa valkoinen	Karhut black	vs	KaKo
Karhut black	vs	SBS Rupu	Karhut black	vs	Satabandy
Satabandy	vs	Karhut blue	Karhut blue	vs	KK-V
SalBa sininen	vs	KaKo	Satabandy	vs	SalBa sininen
SalBa sininen	vs	Karhut blue	SalBa valkoinen	vs	Karhut white

Kuva 3: Optimointimallin tuottama otteluohjelma keväälle 2022.

# Vaihtoehtoinen ratkaisu

- Ensimmäisessä ratkaisussa Pori kaksi kertaa turnauskaupunkina

Taulukko 2: Optimointimallin antamat vaihtoehtoiset turnauskaupungit.

	Turnaus 1	Turnaus 2	Turnaus 3	Turnaus 4
Vastuuseura	KK-V	KaKo	SBS Rupu	Karhut
Kaupunki	Kokemäki	Säkylä	Huittinen	Pori

- Sama seurojen yhteenlaskettu matkustus kuin aineistossa



# Vaihtoehtoinen ratkaisu

- Kotijoukkueena pelaamista samaa vastustajaa vastaan ei ole välttämätöntä rajoittaa
- Rajoitus (1) voidaan poistaa

$$\begin{aligned} & \min \sum_{i,j} v_{ij} \\ \text{s.t. } & \sum_h (y_{ijk} + y_{jik} + y_{ij(k+1)} + y_{ji(k+1)}) = 2, \forall i, k = 1, 3, \dots, n_k - 1 \\ & y_{ijk} + y_{jik} + y_{ij(k+1)} + y_{ji(k+1)} \leq 1, \forall i, j, k = 1, 3, \dots, n_k - 1 \\ & \sum_k (y_{ijk} + y_{jik}) \leq 1 + v_{ij}, \forall i, j \\ & \sum_k y_{ijk} \leq 1, \forall i \neq j \quad (1) \\ & y_{ijk} + y_{jik} \leq 1 - z_{ij}, \forall i, j, k \\ & y_{iik} = 0, \forall i, k \\ & y_{ijk} \in \{0, 1\} \\ & v_{ij} \in \{0, 1\} \end{aligned}$$

# Vaihtoehtoinen ratkaisu

- Myös tässä kuusi ottelua toistuu kahdesti kauden aikana

Turnaus 1			Turnaus 3		
Kotijoukkue		Vierasjoukkue	Kotijoukkue	Vierasjoukkue	
SBS Rupu	vs	KaKo	KaKo	vs	KK-V
Karhut white	vs	SBS Rupu	Karhut black	vs	KK-V
Karhut black	vs	KaKo	Karhut black	vs	SBS Rupu
Karhut blue	vs	KK-V	Satabandy	vs	Karhut white
Satabandy	vs	Karhut blue	Satabandy	vs	Karhut blue
SalBa valkoinen	vs	Karhut white	SalBa valkoinen	vs	KaKo
SalBa valkoinen	vs	Satabandy	SalBa valkoinen	vs	SBS Rupu
SalBa sininen	vs	KK-V	SalBa sininen	vs	Karhut white
SalBa sininen	vs	Karhut black	SalBa sininen	vs	Karhut blue
Turnaus 2			Turnaus 4		
Kotijoukkue		Vierasjoukkue	Kotijoukkue	Vierasjoukkue	
SBS Rupu	vs	KK-V	Karhut white	vs	KK-V
Karhut white	vs	SBS Rupu	Karhut white	vs	KaKo
Karhut black	vs	KaKo	Karhut blue	vs	SBS Rupu
Karhut blue	vs	KaKo	Satabandy	vs	KK-V
Satabandy	vs	Karhut black	Satabandy	vs	Karhut black
SalBa valkoinen	vs	KK-V	SalBa valkoinen	vs	Karhut black
SalBa valkoinen	vs	Karhut blue	SalBa valkoinen	vs	Karhut blue
SalBa sininen	vs	Karhut white	SalBa sininen	vs	KaKo
SalBa sininen	vs	Satabandy	SalBa sininen	vs	SBS Rupu

Kuva 4: Optimointimallin tuottama vaihtoehtoinen otteluohjelma.

# Seuraavia tutkimusaiheita

- Kauimmaisoin seura ei pelaa ensimmäisiä tai viimeisiä pelejä turnauksessa
  - Hallilla mahdollisimman vähän aikaa
- Seurojen sisäisten joukkueiden viettämä aika bussissa
- Turnausten jako kahteen kaupunkiin
- Muuttujien uudelleenmuotoilu
- Hallivarauksien ja aikarajoitusten sisällyttäminen malliin