



Aalto-yliopisto  
Perustieteiden  
korkeakoulu

# Työvuorosuunnittelun optimointi (valmiin työn esittely)

*Pekka Alli*

*1.12.2015*

Ohjaaja: *Tuuli Haahtela*

Valvoja: *Harri Ehtamo*

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

# Sisältö

- Tausta
- Työvuorosuunnittelun ongelma
- Työn tavoite
- Menetelmät
- Tulokset
- Pohdinta
- Tärkeimmät lähteet

# Tausta

- Työvuorosuunnittelu suurelle työntekijäjoukolle on haastavaa ja aikaa vievää.
- Työvuorosuunnittelun kustannustehokkuutta ja tasapuolisuutta on vaikeaa saavuttaa ilman matemaattista optimointia.
- Taustalla Haahtela HR:llä tehty optimointimoduuli osana Contactor-henkilöstönhallintapalvelua.

# Työvuorosuunnittelun ongelma

- **Tarkoitus:** Jakaa työvuorot työntekijöille siten, että tulos toteuttaa mahdollisimman hyvin yrityksen pehmeitä ja kovia arvoja.
  - Mm. Yritetään minimoida aiheutuvia kustannuksia ja samanaikaisesti maksimoida työntekijöiden työergonomiaa.
- **Ongelma:** Erilaisten työvuoro-työntekijä-kombinaatioiden eksponentiaalisesti kasvava määrä.
- **Historia:** Aihetta on tutkittu jo viime vuosisadan alussa, mutta vasta viime vuosikymmenellä tietokoneet ovat pystyneet käsittelemään aihetta kunnolla

# Työn tavoite

- Tutkia lineaarisia optimointimalleja työvoiman optimiin
- Muodostaa työvuorosuunnittelun optimointiin lineaarinen sekalukumalli, joka ratkaistaan kolmannen osapuolen ohjelmalla.
- Arvioida ratkaisun hyvyyttä ja tutkia soveltuuko menetelmä Suomen oloihin

# Menetelmät

- Mallintamismenetelmänä toimii lineaarinen sekalukumalli
- Muuttujat
  - Binäärimuuttujat vuoron ja työntekijän välillä. Ts suorittaako työntekijä vuoron.
  - Binäärimuuttujat vapaapäivän ja työntekijän välillä
  - Jatkuva muuttuja kuvaamaan ylityötä

# Menetelmät

- Rajoitusehdot peräisin työaikalaista ja matkailu-, ravitsemus- ja vapaa-ajanpalveluiden työehtosopimuksesta.
- Rajoitusehtoja yhteensä 13 erilaista
- Rajoitusehtoina mm:
  - Vain yksi vuoro per päivä
  - Vain yksi työntekijä per vuoro
  - Työntekijän tehtyjen tuntien rajoittaminen
  - Vapaapäivä ansaitaan viikoittain viidestä tehdystä työpäivästä
  - Vapaapäivän kesto vähintään 30 tuntia

# Menetelmät

- Kohdefunktiossa maksimoidaan tehtyjen työminuuttien määrää ottaen huomioon työntekijöiden toiveet sekä muut hierarkiaa aiheuttavat asiat
  - Yrityksellä prioriteetti, minkälaiset työntekijät menevät töihin
  - Työntekijän työtoiveet ja estot
  - Mieluummin pitkävuoro täyteen kuin lyhyt ..
- Ylityö huonontaa kohdefunktion arvoa.



# Menetelmät

- Perusmuotoisena sekaluluooptimointiongelmana:

$$\max \sum_{t \in T} \sum_{i \in TI} x_{ti} h_i c_t (1 + 0.5 t y_i - 0.5 e s_{ti}) - 0.5 y_t$$

s.e

$$\sum_{i \in PI_p \cap TI_t} x_{ti} \leq 1 \quad \forall p \in P, \forall t \in T$$

$$\sum_{t \in TII} x_{ti} \leq R_i \quad \forall i$$

⋮

$$x \in \{0, 1\}$$

# Tulokset

- Optimoitiin 687:n työvuoron tarve 27:lle työntekijälle
- Ratkaiseminen tehtiin kolmannen osapuolen ohjelmalla, jonka ratkaisualgoritmi perustuu Branch & Cut-algoritmiin, sekä lukuisiin heuristiikkoihin.
- Ratkaisut:
  - 367 työvuoroa täyttyi, sekä 98,5 % työntekijöiden toiveista
  - 370 työvuoroa täyttyi, sekä 64,6 % työntekijöiden toiveista
  - Kummassakin tapauksessa työntekijöiden tuntirajat estivät vuoroja lisäämästä

# Pohdinta

- Optimaalinen tulos on hyvin pitkälti mielipidekysymys
  - Alioptimaalisetkin tulokset usein kelpaavat loppukäyttäjälle
- Haastava ongelma Suomen oloissa
- Malli näyttäisi tuottaman kelvollisia tuloksia
- Testitapauksessa toiveiden täyttäminen näyttäisi kannattavalta
- Tulosten hyvyyden arvioiminen vaatii tulosten tarkastelua pitkältä aikaväliltä
- Testitapausten tyhjäksi jäänyt tarve pitäisi selvittää

# Tärkeimmät lähteet

- Ernst, A.T., Jiang, H., Krishnamoorthy, M., Owens, B. & Sier, D.. 2004(1). An Annotated Bibliography of Personnel Scheduling and Rostering. Annals of Operations Research Vol. 127, Issue 1-4: 21-144.
- Matkailu-, Ravitsemus- ja Vapaa-ajan palveluita koskeva työehtosopimus.  
<https://www.nlex./data/tes/stes4143-PT13Majoityont1405.pdf> (Tarkistettu 24.4.2014)
- Serap Ulusam Seckiner, Hadi Gökçen, Mustafa Kurt. 2007. An integer programming model for hierarchical workforce scheduling problem.