

# Huutokauppamekanismien arviointi infrastruktuurin korjausinvestointien hankinnassa

Toimeksiantaja: Pöyry Finland Oy

---

## Projektisuunnitelma

Juha Kännö, Janne Junes, Sandra Törmä, Arjo Laukia

19.2.2010



## 1 Tausta ja tavoitteet

Julkishallinto käyttää vuosittain suuria määriä rahaa erinäisiin investointeihin, joiden tarkoituksena on parantaa tai ylläpitää maan infrastruktuuria. Nämä investoinnit usein toteutetaan urakoina, jotka koostuvat yksittäisistä kohteista, ja jotka teetetään yksityisillä tahoilla. Urakat kilpailutetaan erinäisten mekanismien avulla, joissa julkishallinto pyrkii parhaalla mahdollisella tavalla jakamaan urakat. Urakoiden jakamisesta haastavaa tekee kuitenkin monipuoliset ja usein implisiittiset kriteerit parhaan urakoitsijakombinaation valitsemiseksi. Urakoitsijan hintakäyttäytymistä kuvaava hintajakauma ei ole stationaarinen vaan se voi riippua muun muassa kohteen sijainnista.

Yksi käytössä olevista mekanismeista on huutokauppaaminen, jossa kohteista muodostuvien urakoiden jakaminen tapahtuu urakoitsijoiden tarjoamien hintojen perusteella. Tavallisesti huutokaupassa voittaja on se taho, joka on tarjonnut halvimman hinnan urakasta. Aikaisemman tutkimuksen perusteella on kuitenkin oletettavaa että tällainen suora mekanismi ei ole tehokkain, sillä osa kohteista olisi voitu toteuttaa halvemmalla, mikäli urakka olisi pilkottu esimerkiksi kahdelle urakoitsijalle. Näin ollen käyttämällä muunneltuja huutokauppamekanismeja julkishallinto voisi saada säästöjä, jotka investointien suuruusluokasta johtuen olisivat huomattavia.

Tämän projektin tavoitteena on muodostaa erilaisia huutokaupamalleja ja tutkia niiden käyttäytymistä julkishallinnon urakoiden kontekstissa simuloinnin avulla. Simulointien perusteella tarkoituksena on löytää optimaalisia huutokaupamalleja erilaisiin tilanteisiin, joissa huutokaupattavien kohteiden, urakoiden tai urakoitsijoiden ominaisuudet vaihtelevat mahdollisimman realistisella tavalla. Näiden paranneltujen mekanismien avulla projekti pyrkii tehostamaan huutokaupprosessia ja tuomaan säästöjä sekä julkishallinnolle että urakoitsijoille.

Projekti on tehty konsultointi- ja suunnitteluyritys Pöyry Finland Oy:n toimeksiannosta.

## 2 Käytettäviä käsitteitä

Käsite	Selite
Huutokauppamekanismi	Joukko sääntöjä joiden perusteella ratkaistaan huutokaupan voittajat ja jaetaan huutokaupattavat kohteet.
Simulaatiomalli	Tietokoneella toteutettu huutokauppamekanismi, jota voidaan analysoida simuloimalla
Kohde	Pienin huutokaupattava yksikkö. Jokaisesta kohteesta tehdään yksittäinen tarjous, ja kohteista koostetaan urakoita.
Urakka	Yhden tarjoajan voittama joukko kohteita huutokaupassa
Urakoitsija	Nimitys tarjouskilpailuun osallistujalle

### 3 Tutkimuskysymykset

Projektin tutkimuskysymykset ovat:

1. Mitä perinteisiä ja kombinatorisia huutokauppamekanismeja on kirjallisuudessa esitelty? Kuinka mekanismit soveltuvat julkisiin tarjouskilpailuihin?
2. Millä huutokauppamekanismilla voidaan saavuttaa suurimmat säästöt julkishallinnolle?
  - a. Pöyryn ehdottamat skenaariot ja huutokauppamekanismit
  - b. Yksi tai useampi muu mahdollinen mekanismi

Aluksi tutustumme huutokauppamekanismeihin ja erityisesti kombinatorisiin huutokauppamekanismeihin olemassa olevan kirjallisuuden avulla. Tämän jälkeen tutkimme rakentamamme simulaatiomallin avulla Pöyryn ehdottamat tapaukset ja etsimme niistä edullisimman. Pohdimme ja testaamme lisäksi muutamia muita mahdollisia malleja. Pöyryn ehdotuksesta emme rakenna ja pelaa huutokauppapeliä, analysoimme kuitenkin mekanismien pohjalta peliasetelmia.

### 4 Toimintasuunnitelma

#### 4.1 Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsauksen pääasiallisena lähteenä käytetään Riikka-Leena Leskelän väitöskirjaa Bidder Support in Iterative, Multiple-Unit Combinatorial Auctions (2009). Väitöskirjan johdanto esittelee yhden ja usean kohteen huutokauppamekanismien teoriaa sekä tapauksia, joissa menetelmiä on käytetty oikeissa huutokaupoissa. Työn kappaleessa 3 on runsaasti viitteitä julkaisuihin, joissa on analysoitu julkisia tarjouskilpailuja, joissa on käytetty kombinatorisia huutokauppamekanismeja. Näitä viitteitä voidaan käyttää esimerkkeinä mekanismien käyttökohteista.

#### 4.2 Simulointimallin rakentaminen

Huutokauppamekanismien vertailua varten kehitetään simulointimalli, jolla voidaan vertailla eri mekanismeilla saavutettavaa kustannussäästöä sekä mekanismien herkkyyttä mekanismin parametrien valinnalle. Urakoitsijoiden tekemien tarjousten oletetaan noudattavan tunnettuja todennäköisyysjakaumia. Monte Carlo –simuloinnilla arvioidaan tilaajan kustannuksia erilaisilla huutokauppamekanismeilla. Tutkittavia mekanismeja verrataan kahteen ääripäähän:

- **Perinteinen huutokauppa:** Halvimman kokonaissumman tarjonnut huutaja voittaa kaikki kohteet. Tähän verrataan muiden mekanismien tuottamaa kustannussäästöä.
- **Ääritapaus:** Jokainen kohde menee kyseisestä kohteesta alimman tarjouksen tehneelle huutajalle. Huutokaupan järjestäjä saa suurimman kustannussäästön.

Tutkittavilla mekanismeilla saatavat kustannussäästöt sijoittuvat edellä kuvattujen ääripäiden väliin. Tutkimuskohteeksi otetaan asiakkaan suunnittelemaat mekanismit sekä yksi mekanismi, jonka projektiryhmä suunnittelee itse.

Asiakkaan mekanismien toiminta on esitetty liitteessä 1. Tarjouspyynnössä määritellään muodostettavien koosteurakoiden lukumäärä tai minimikokoluokka. Urakoitsijat antavat kohdekohtaiset tarjoukset urakassa olevista kohteista. Esivalinnassa kunkin kohteen voittaa siitä edullisimman tarjouksen tehnyt urakoitsija. Jaon perusteella muodostuvat esivalintaurakat.

Jos esivalintaurakat täyttävät tarjouspyynnössä määritetyt ehdot, valinnat ovat lopulliset ja urakat voidaan tilata niiden mukaisesti.

Jos esivalintaurakat eivät täytä tarjouspyynnössä määriteltyjä ehtoja, valitaan esivalintaurakoista lopulliset urakoitsijat. Muiden urakoitsijoiden voittamat kohteet jaetaan halvimman hinnan perusteella.

Projektiryhmän oma mekanismi suunnitellaan aikataulun mukaisesti.

### 4.3 Työkalun valinta

Simulointimallin toteuttamista varten tarkasteltiin kolmea vaihtoehtoista ohjelmistoa. Tarkastelua motivoi se, että suunnitteluvaiheessa ei ollut tietoa siitä, onko Palisade @RISK –ohjelmistoa saatavilla ATK-keskuksen koneilla.

#### 1. Excel 2007 + Palisade @RISK

@RISK on kaupallinen ohjelmisto, joka on suunniteltu erityisesti Monte Carlo –simulointia varten, ja joka integroituu Exceliin.

Hyvää	Huonoa
- Asiakas käyttää @RISK –ohjelmistoa ja toivoo, että sitä käytettäisiin projektissa	- Ei ole varmaa, voiko ohjelmalla automatisoida simulointeja, kun halutaan varioida parametreja
- Ohjelman tuntemisesta voi olla henkilökohtaista hyötyä tulevaisuudessa	- Laskennan hitaus monimutkaisilla malleilla
- Simuloinnin ja tulosten analyysin tekeminen onnistuu Excelin tutuilla työkaluilla	
- Ohjelma tarjoaa kattavan kirjaston eri todennäköisyysjakaumia	

#### 2. Excel 2007 + Visual Basic for Applications (VBA)

VBA on Microsoftin kehittämä ohjelmointikieli, jonka kehitysympäristö on integroitu Microsoft Office –ohjelmiin.

Hyvää	Huonoa
- Ei vaadi ylimääräisiä ohjelmia. Excel on käytettävissä lähes kaikkialla	- On testattava, ovatko Excelin jakauma- ja satunnaislukufunktiot riittävän hyvin implementoituja simulointia varten
- Hyvät mahdollisuudet automatisoida ajoja	- Laskennan hitaus monimutkaisilla malleilla
- Simuloinnin ja tulosten analyysin tekeminen onnistuu Excelin tutuilla työkaluilla	

#### 3. Matlab

Matlab on numeeriseen laskentaan tarkoitettu ohjelmisto ja siinä käytettävä ohjelmointikieli. Ohjelmisto on kaupallinen ja sitä kehittää yhtiö nimeltä The MathWorks.

Hyvää	Huonoa
- Käytettävissä ATK-keskuksen koneilla	- Huonosti saatavilla TTK:n ulkopuolella

- Tehokas laskenta sekä tulosten analysointi ja käsittely	- Asiakkaalla ei ole Matlab-lisenssejä
- Hyvät mahdollisuudet automatisoida ajoja	- Vaikea opetella käyttämään, jos on vain tarve ajaa simulointeja
- Jakauma- ja satunnaislukufunktiot on implementoitu laadukkaasti	

### Valinta ja perustelut

Ensisijainen ohjelmavaihto toimeksiantajan kannalta on Excel + @RISK. Kun selvisi, että ohjelmisto on käytettävissä TUAS-talon mikroluokassa, valinta oli selvä. @RISK on apuväline pelkästään Monte Carlo –simuloinnin tekemistä sekä tulosten analysointia varten. Siitä ei ole apua simuloitavan mallin määrittelyssä. Itse malli täytyy rakentaa laskentataulukon Excelin kaavoja hyväksikäyttäen. Alustavien kokeilujen perusteella ei ole vaikeaa toteuttaa Monte Carlo –rutiinia VBA-kielellä, joten se on myös varteenotettava vaihtoehto tilanteessa, jossa ei ole lisenssiä kaupalliseen @RISK-ohjelmistoon.

### 4.4 Analyysi

Simuloinnista saatujen tulosten perusteella tullaan vertailemaan eri huutokaupamalleilla saavutettuja säästöjä. Suurimmat säästöt saavutettaisiin huutokauppaamalla jokainen kohde erikseen. Tällaisesta toimintatavasta aiheutuisi kuitenkin muita kuluja, joten siihen ei haluta ryhtyä. Toisaalta kalleimmat sopimukset saadaan nykyisellä tavalla, eli huutokauppaamalla kaikki kohteet yhtenä isona urakkana. Onkin kiinnostavaa, minne näiden ääripäiden välille simuloinnissa kokeiltavat mekanismit sijoittuvat. Säästöprosentilla tarkoitetaan sitä, paljonko sopimusten hintojen loppusumma pienenee verrattuna nykyiseen tapaan.

Tutkittavia asioita olisivat ainakin huutokaupassa olevien kohteiden lukumäärän, tarjousjakauman keskijakauman, koosteurakoiden lukumäärärajoituksen ja koosteurakoiden minimihintarajoituksen vaikutukset säästöprosenttiin.

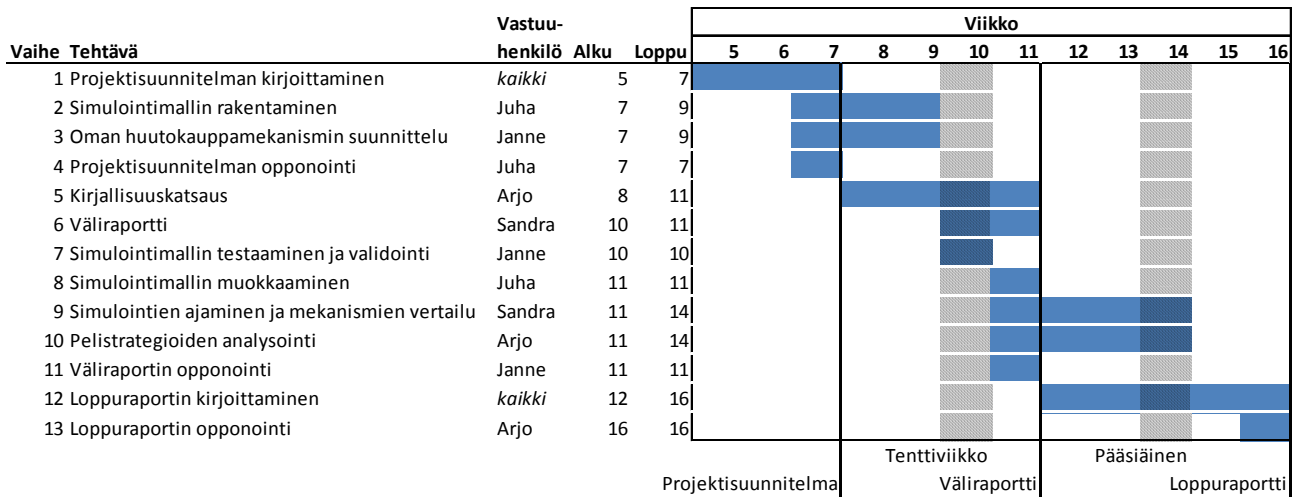
### 4.5 Rajoitukset

Huutokaupan vaatimuksena on, että kaikista huutokaupattavista kohteista on saatava sopimus. Käytettävän mekanismin huutokaupan voittajan määrittämiseksi täytyy olla niin yksinkertainen, että se voidaan helposti selvittää tarjouspyynnössä. Tutkittavissa mekanismeissa jokaisesta kohteesta tehdään tarjous erikseen, joten kyse ei ole aidoista kombinatorisista huutokaupoista. Voittaja määritetään puhtaasti tarjousten perusteella, sillä kyseessä ovat hankintalain (Laki julkisista hankinnoista 30.3.2007/348) alaiset julkiset hankinnat. Käytettävät mekanismit ovat sellaisia, että tarvitaan vain yksi tarjouskierros. Tulemme kehittämään myös oman huutokaupamekanismin, jossa saatetaan käyttää kahta tarjouskierrosta.

Simulointimallissa urakoitsijat eivät ns. pelaa, vaan tarjoukset ovat todennäköisyysjakaumista arvottuja satunnaislukuja. Urakoitsijoita on maksimissaan kymmenen ja kohteita 500.



















## 5 Projektiryhmä, aikataulu ja työnjako

Projektiryhmässä on neljä jäsentä, jotka ovat kaikki 4.-5. vuosikurssin opiskelijoita Aalto-yliopiston teknillisestä korkeakoulusta. Sandra Törmä ja Arjo Laukia ovat yritysstrategian pääaineopiskelijoita ja lukevat systeemi- ja operaatiotutkimusta sivuaineenaan. Janne Junes ja Juha Kännö opiskelevat pääaineenaan systeemi- ja operaatiotutkimusta. Projektipäällikönä toimii Juha Kännö. Projektin aikataulu ja vastualueet on esitetty alla olevassa taulukossa.

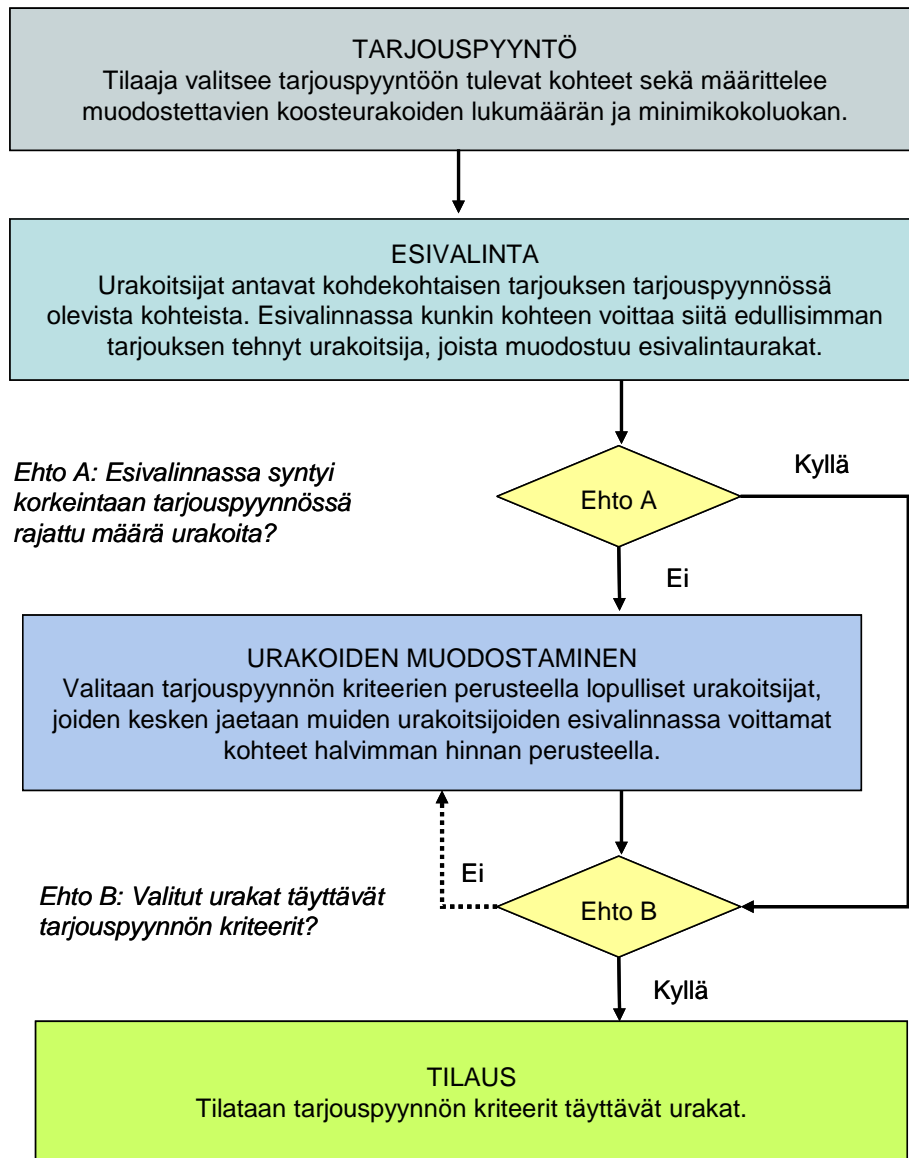


## 6 Riskit

Projektin tärkeimmät riskit sekä niiden suhteelliset todennäköisyydet ja vaikutukset on kuvailtu alla olevassa taulukossa.

Riski	Todennäköisyys	Vaikutus toteutuessaan	Varautuminen
Mallista ei hyötyä jatkossa Pöyrylle			Projektin tavoitteet määritellään yhdessä toimeksiantajan kanssa ja simulaatiomalli kehitetään helppokäyttöiseksi ja mielellään sellaisella ohjelmalla joka on toimeksiantajalla käytössä
Projekti ei pysy aikataulussa			Työ aikataulutetaan niin että työt tehdään hyvissä ajoin ja ennen palautusta on pelivaraa.
Simulaatiomallissa on bugeja			Simulaatiomalli rakennetaan yhdessä ja testataan
Saatu data (tarjousjakaumat ym.) ei kuvaa todellista tarjouskilpailua			Simulaatiomalliin on helppo vaihtaa käytettävä datajoukko
Työmäärät eivät jakaudu tasaisesti			Alussa määritellään sopiva tehtäväjako ja projektin kuluessa sitä tarkistetaan, jotta työmäärät jakautuisivat mahdollisimman tarkasti ja ryhmadynamiikka pysyisi hyvänä
Katkokset viestinnässä toimeksiantajan kanssa			Pyritään tasaisin väliajoin pitämään yhteyttä toimeksiantajaan
Projektin laajuus jää liian suppeaksi käsiteltävien mallien kannalta			Toimeksiantajan kanssa pyritään löytämään oleellimmat tapaukset jotta työ olisi tarpeeksi kattava
Projektin laajuus ylittää suunnitellun laajuuden			Projektin laajuus määritellään alussa tarkasti ja siinä pyritään pysymään
Simulaatiomalli on liian raskas ajettavaksi Excelissä			Malli toteutetaan Matlabilla tai asiakkaan kanssa sovitaan mallinnettavan systeemin koon pienentämisestä

# Liite 1



Kuva 1. Asiakkaan suunnitteleman huutokauppamekanismin toimintaperiaate