

Systemitieteet

Ahti Salo

Systemianalyysin laboratorio

Matematiikan ja systemianalyysin laitos

9.4.2024

Suuntautuminen systeemitieteisiin

- Opintojen suuntautuessa systeemitieteisiin tavoitteena on oppia systeemi-insinöörin tarvitsemat perusmenetelmät ja antaa perustiedot ylemmän tutkinnon pääaineopintoihin systeemi- ja operaatiotutkimuksessa.
- Opiskelijalla on valmius mallien laatimiseen ja käyttöön päätöksenteossa sekä teknistaloudellisten järjestelmien analyysissä, suunnittelussa ja optimoinnissa.

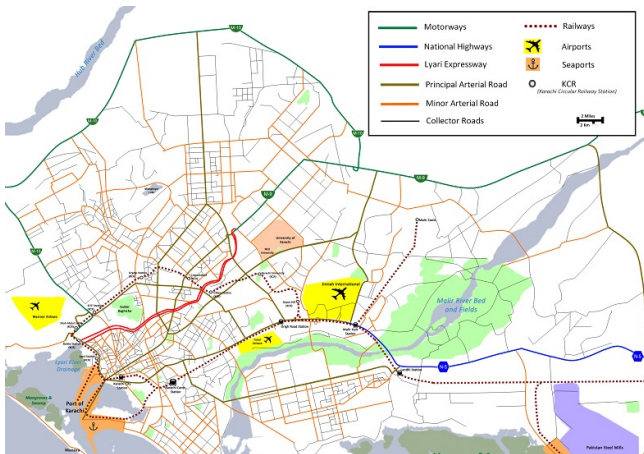
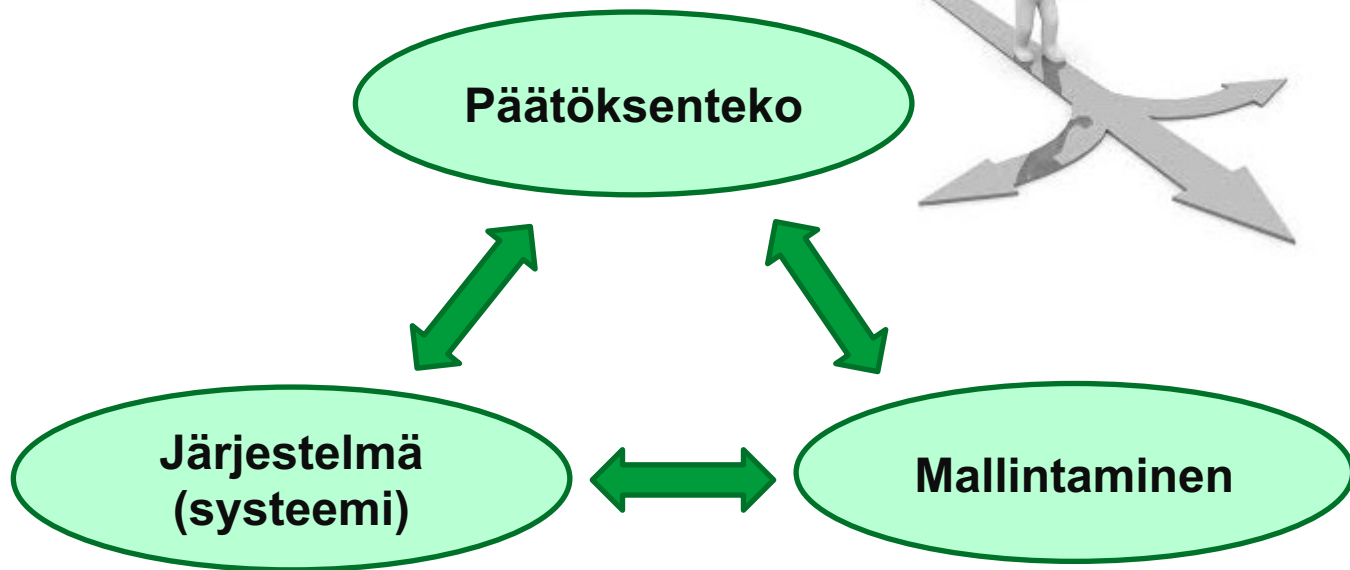
Systemitieteet ja operaatiotutkimus

- Kehittävät ja soveltavat menetelmiä, jotka parantavat monimutkaisia järjestelmiä (=systeemejä) koskevaa päätöksentekoa.
 - Järjestelmä = Tuotantoprosessi, liikenneverkosto, ekosysteemi, ...
 - Parempi = Tehokkaampi, turvallisempi, puhtaampi, ...
- Erityispiirteenä matemaattinen mallintaminen, jotta päätösvaihtoehtoja voidaan vertailla perustellusti.
- Menetelmät keskeisiä yrityksissä ja julkisella sektorilla.



Smarter Decisions
for a Better World

Operaatiotutkimuksen kulmakivet



$$\min \sum_{i \in \mathcal{R}} \sum_{j \in D_i} c_{ij} x_{ij} + \sum_{k \in \mathcal{R}} M y_k$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i \in \mathcal{R}_k} \sum_{j \in D_i} x_{ij} + y_k = 1,$$

$$\sum_{i \in \mathcal{R}} x_{ij} \leq 1,$$

What is Operational Research?

Operational research (OR) is a scientific approach to the solution of problems in the management of complex systems that enables decision makers to make better decisions.

Who uses operational research?

OR is used by organisations of all sizes, including businesses across all industry sectors, government and other public sector bodies, charities, communities and even individuals. OR helps inform strategic, tactical and operational decisions as well as assisting in the design of public policy.

Most of the problems OR tackles are messy and complex, often involving considerable uncertainty. OR uses advanced analytics, modelling, problem structuring, simulation, optimisation and data science to determine the best solution to the problem and the best practical course of action.

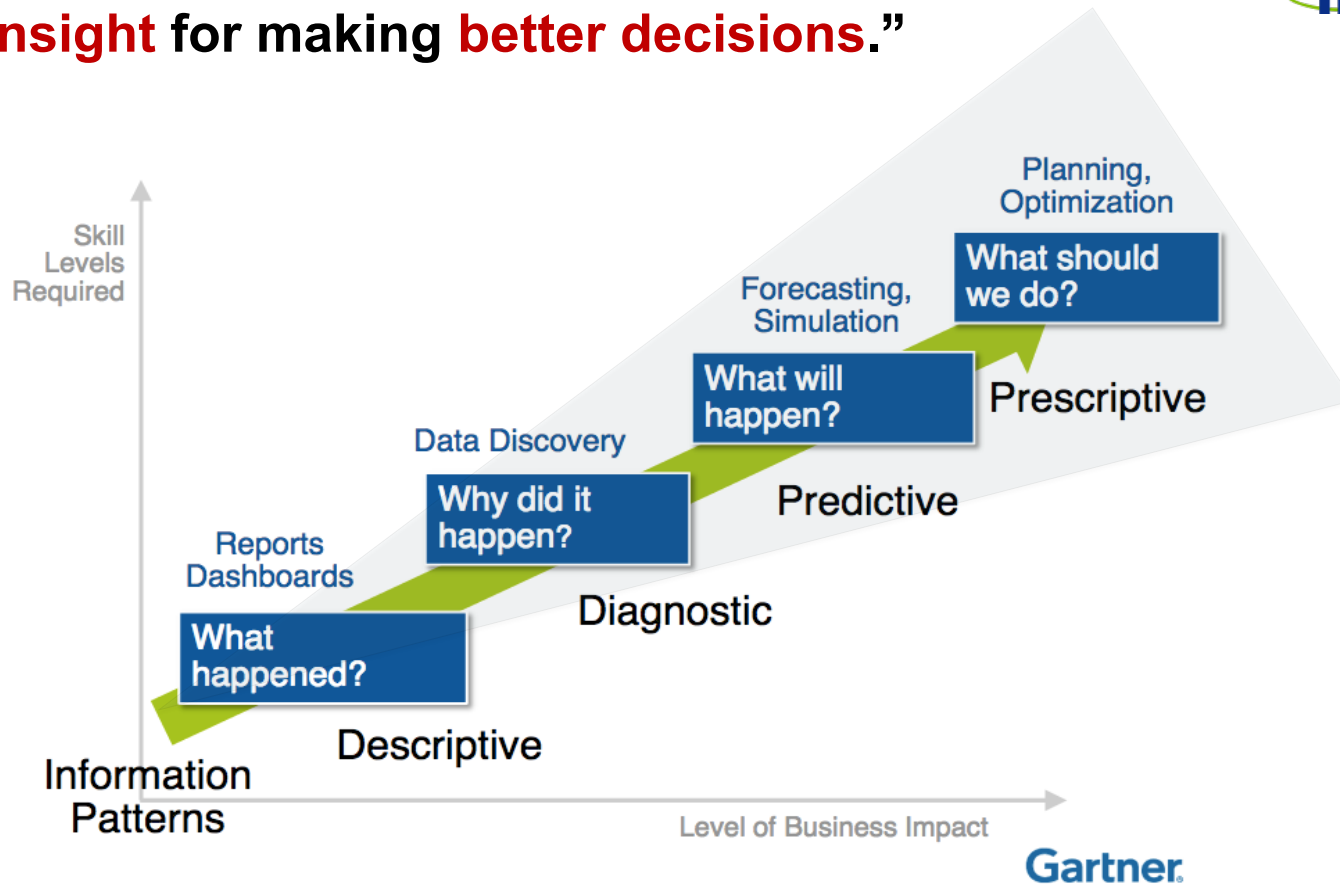


<https://www.theorsociety.com/about-or/>

<https://www.youtube.com/watch?v=ILWbaWrjgU4>

Analytiikka ja operaatiotutkimus

“The **scientific** process of transforming **data** into **insight** for making **better decisions**.”



Lähde: Lisa Kart: Advancing Analytics (Gartner).

Henkilökuntaa

<http://sal.aalto.fi/>



Prof. Ahti Salo
Päätös- ja
riskianalyysi



Prof. Philine Schiewe
Liikennesuunnittelu



Prof. Kai Virtanen
OR maanpuolus-
tuksessa



Prof. Risto Lahdelma
Energiasysteemit, optimointi



Prof. Fabricio Oliveira
Stokastinen optimointi



Prof. Afzal Siddiqui
Sähkö- ja
energiamarkkinat



Dr. Fernando Dias
Bioinformatiikka ja
optimointi



Dr. Tuomas Raivio
Riskienhallinta,
kriittiset infrastruktuurit

Missä operaatiotutkimusta tarvitaan?

- Rahoitus- ja vakuutussektori
 - Sijoitustuoton **optimointi**, luottoriskien **arviointi**
- Logistiikka ja tuotannosuunnittelu
 - Liikenne- ja toimitusverkostojen **suunnittelu**, työvuorojen **aikataulutus**
- Innovaatiojohtaminen
 - Tutkimus- ja kehitysprojektien **valinta**, kasvustrategioiden **rakentaminen**
- Energiajärjestelmät ja ympäristöpäätöksenteko
 - Tuotannon **optimointi**, ympäristövaikutusten **arviointi**
- Puolustusvoimat
 - Kaluston suorituskyvyn **arviointi**, varautumissuunnitelmien **laatiminen**
- Terveystieteet
 - Palvelujen tehokkuus**vertailu**, diagnostiikka- ja hoitomenetelmien **valinta**
- Opinnäytteet verkossa: <http://sal.aalto.fi/en/publications/theses/>

Suuntautuminen systeemi- ja operaatiotutkimukseen

- Keskeiset kurssit
 - MS-C2105 Introduction to Operations Research
 - MS-C2111 Stochastic Processes
 - MS-C2128 Prediction and Time Series Analysis
 - MS-C2133 Operaatiotutkimuksen laboratoriotyöt I
 - MS-C1620 Statistical Inference
- Muita suositeltavia kursseja esim.
 - MS-E2114 Investment Science
 - MS-E2117 Riskianalyysi
 - MS-E2155 System Dynamics Simulation
- MS-E2XXX kursseja pääaineen professorin suostumuksella

Opinnot

Systeemiteekkari? +

Kurssit

Opettajat

Postilistat

Kandidaatintyön tekeminen
ja valmistuminen -

Kandidaatintyön vaiheet

Kandidaatintöiden aiheita

Tieteellinen kirjoittaminen

Seminaarin ohjelmat +

Diplomityö +

Väitöskirjan tekeminen ja
väittelemine +

Tohtorikoulutusverkosto +

Systeemitieteiden kandidaattiseminaari

Systeemitieteiden kandidaattiseminaari tukee opiskelijoita kandidaatintyön laatimisessa. Se kehittää opiskelijoiden valmiuksia tieteelliseen raportointiin sekä systeemi- ja operaatiotutkimuksen menetelmien hallintaan ja vastuulliseen soveltamiseen. Seminaarissa opiskelijat esittelevät kandidaatintyönsä työsuunnitelmat sekä päätulokset seminaarin muille suorittajille ja vastaavalle opettajalle. Seminaariin osallistumalla saa hyvän kuvan Systeemi- ja operaatiotutkimuksen sovelluksista ja niissä käytettävistä menetelmistä.

Systeemitieteiden kandidaatintöissä pyritään pääsääntöisesti siihen, että opiskelija perehtyy johonkin systeemi- ja operaatiotutkimuksen menetelmään, ratkaisee rajatun ongelman menetelmän avulla ja raportoi saadut tulokset perustellusti. Myös kirjallisuuskatsaustyyppiset kandidaatintyöt voivat tulla kyseeseen.

Voit tutustua Teknillisen fysiikan ja matematiikan koulutusohjelman ohjeisiin kandidaattiseminaarista ja -työstä [täällä](#). Pääsääntöisesti noudatetaan kuitenkin näiltä sivuilta löytyviä ohjeita.

Osallistujat ja suoritustapa:

Kandidaattiseminaari on pakollinen osa kandidaatintutkintoa, ja kaikkien systeemitieteisiin suuntautuvien opiskelijoiden suositellaan osallistuvan systeemitieteiden kandidaattiseminaariin.

Seminaarilaisuuksia järjestetään lukuvuoden aikana vähintään neljä kertaa ja tarvittaessa useamminkin. Opiskelijoiden edellytetään osallistuvan seminaariin ainakin kaksi kertaa. Näistä ensimmäinen kerta ajoittuu kandidaatintyön alkuvaiheeseen siten, että opiskelija esittelee valvojan kanssa sovitun kandidaatintyön aiheen sekä suunnitelman työn laatimiseksi. Toisella kerralla esitellään valmiin kandidaatintyön päätulokset. Suoritusmerkintä edellyttää niin aiheen ja työsuunnitelman kuin tulostenkin esittelyä, mutta opiskelijoiden suositellaan osallistuvan seminaariin ainakin kerran ennen kuin pitävät itse esitelmän. Katso tarkat ohjeet seminaarin suorittamisesta kohdasta [Kandidaatintyön vaiheet](#).

<https://sal.aalto.fi/fi/opinnot/bachelors/>

Ohjeita kandidaatintyön kirjoittamiseen

Systemianalyysin laboratorio

Matematiikan ja systemianalyysin laitos

Mitä koulutuksemme tarjoaa?

- ① Erinomaiset menetelmälliset lähtökohdat ja tärkeitä työelämätaitoja.
 - Ongelmien täsmentäminen, systeemien mallintaminen
 - Optimointi, simulointi, ennustaminen, päätös- ja riskianalyysi
 - Esitekstaidot: Kandidaatti- ja muut seminaarit
 - Ryhmä- ja yhteistyökyvyt: Operaatiotutkimuksen laboratoriotyöt I & II, operaatiotutkimuksen projektityöseminaari
- ② Valmiudet mallien vastuulliseen hyödyntämiseen.
 - Ongelmien hahmottaminen, rajaaminen ja jäsentäminen
 - Tarkoituksenmukaisten mallien rakentaminen
 - Päätösehdotusten tuottaminen, vertailu ja esittäminen
 - Muiden laatimien analyysien hyödyntäminen
- ③ Vahvan ponnahduslautan jatko-opintoihin.

Publications and theses

All

Papers +

Conference presentations
and slides

Reports

Theses -

Doctoral dissertations

Licentiate theses

Masters' theses

Bachelors' theses

Student projects

Copyright

Masters' theses

Year: Contains:

Master's Theses

2024

[T\[HEI24\]](#)**Pontus Heir (2024)** On forecast calculation levels and observation granularities[T\[JAL24\]](#)**Jarkko Jalovaara (2024)** Line planning with multiple modalities: Performance analysis of cost-oriented approaches[T\[JAR24\]](#)**Emma Järvinen (2024)** Long-input summarization using large language models[T\[KUM24\]](#)**Avashesh Kumar (2024)** Optimising the hybrid energy system: A mathematical modelling approach considering uncertainties[T\[LYL24\]](#)**Andrea Lyly (2024)** Macroeconomic calibration methods in loss given default modelling[T\[TAA24\]](#)**Miio Taarna (2024)** Optimization of learning paths for individualized phishing training[T\[UUS24\]](#)**Viljami Uusihärkälä (2024)** Optimization approaches for line planning in linear railway systems

2023

[T\[AUN23\]](#)**Jerry Aunula (2023)** Models for Solving Multi-Agent Decision Problems[T\[EKL23\]](#)**Tomas Eklund (2023)** Impact of air passengers on COVID-19 transmission[T\[HAA23\]](#)**Eetu Haavisto (2023)** Model optimization for diffuse reflection spectroscopy[T\[HAK23\]](#)**Riina Hakkarainen (2023)** Drift detection methods for data streams (Wapice Oy)

> 540 diplomi-insinööriä
> 85 tekniikan tohtoria

<https://sal.aalto.fi/fi/julkaisut/opinnaytetyot/mas/>

Esimerkkejä alumneista



TkT **Tommi Ekholm**
Tutkimusprofessori
Ilmatieteen laitos



DI **Teemu Nyholm**
CEO
Alisa Pankki Oyj



DI **Ella Warras**
Solution Architect
RELEX Solutions



TkT **Tero Tyrväinen**
Research Scientist
VTT



Esimerkkejä alumneista



DI Joonas Ollila
COE & Co-Founder
PlainComplex



DI Mariko Landström
Johtava asiantuntija,
Luonto- ja talous, Sitra



DI, KTT Lassi Ahlvik
Apulaisprofessori
Helsingin yliopisto



DI Joonas Kaivosoja
Manager, Decision Support
UPM

Esimerkkejä alumneista



DI Visa Linkö
AI Lead, YIT



DI Joonas Lanne
Development Manager,
Risk Analytics
Ilmarinen



TkT Yrjänä Hynninen
Tiedolla johtamisen päällikkö,
Länsi-Uudenmaan
hyvinvointialue



TkT Eeva Vilkkumaa
Assistant Professor
Aalto BIZ





TASAVALLAN PRESIDENTTI

Rauhanvälityksen neuvonantaja

Ville Brummer

Tekniikan tohtori, Aalto-yliopisto, 2010

Diplomi-insinööri, Teknillinen korkeakoulu 2005

Tasavallan presidentin rauhanvälityksen neuvonantaja ja kabinetin jäsen, 2024–

Ohjelmajohtaja ja johtoryhmän jäsen, CMI – Martti Ahtisaari Peace Foundation sr (aikaisemmin Crisis Management Initiative ry), 2013–2024

Tutkimus- ja kehityspäällikkö ja johtoryhmän jäsen, Crisis Management Initiative ry, 2010–2013

Projektiassistentti, neuvonantaja ja projektipäällikkö, Crisis Management Initiative ry, 2008–2010

Tutkija, Teknillinen korkeakoulu, 2005–2008

