

Systemitieteet

Ahti Salo

Systemianalyysin laboratorio

Matematiikan ja systemianalyysin laitos

25.4.2023

Suuntautuminen systeemitieteisiin

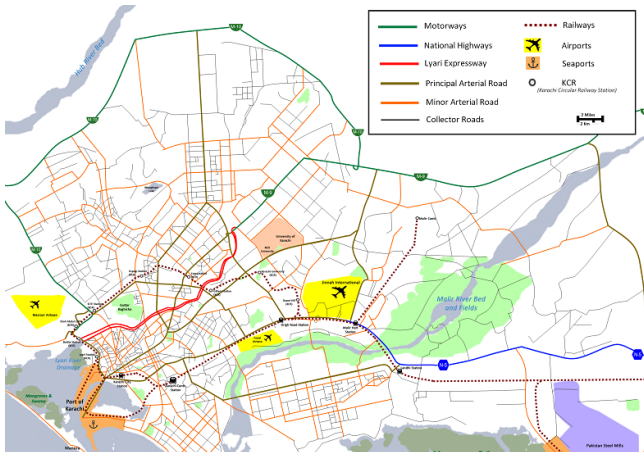
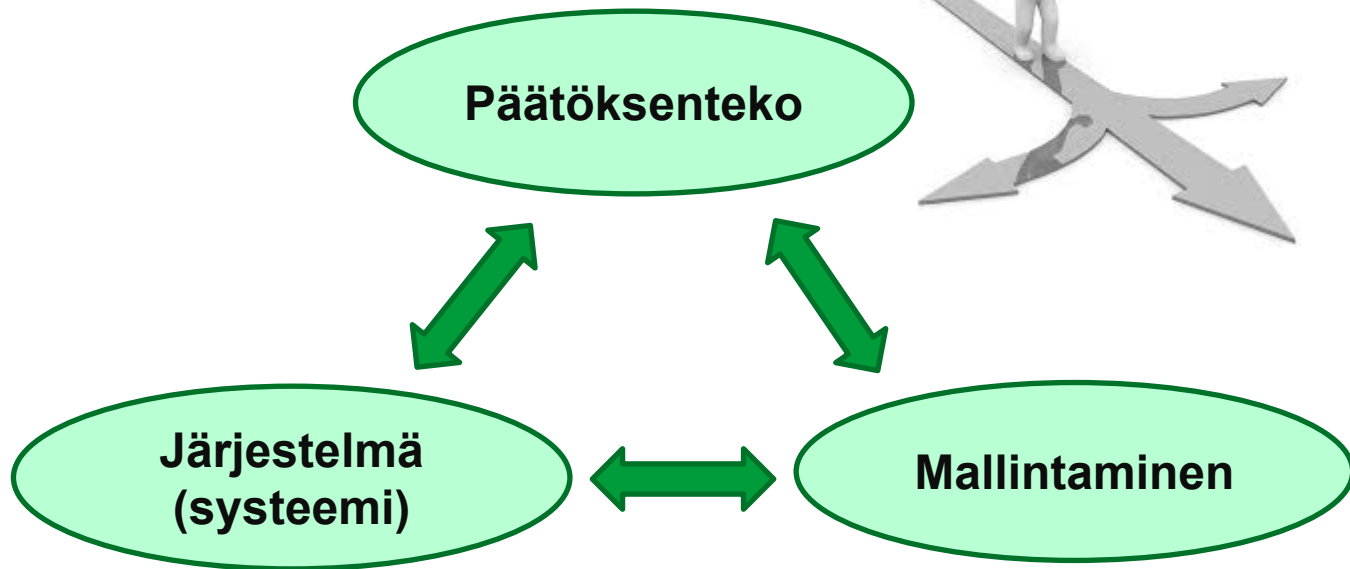
- Opintojen suuntautuessa systeemitieteisiin tavoitteena on oppia systeemi-insinöörin tarvitsemat perusmenetelmät ja antaa perustiedot ylemmän tutkinnon pääaineopintoihin systeemi- ja operaatiotutkimuksessa.
- Opiskelijalla on valmius mallien laatimiseen ja käyttöön päätöksenteossa sekä teknistaloudellisten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

Systemitieteet ja operaatiotutkimus

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

OPERATIONS RESEARCH: THE SCIENCE OF BETTER®
HOW TIME-STARVED EXECUTIVES MAKE BETTER DECISIONS WITH LESS RISK

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.

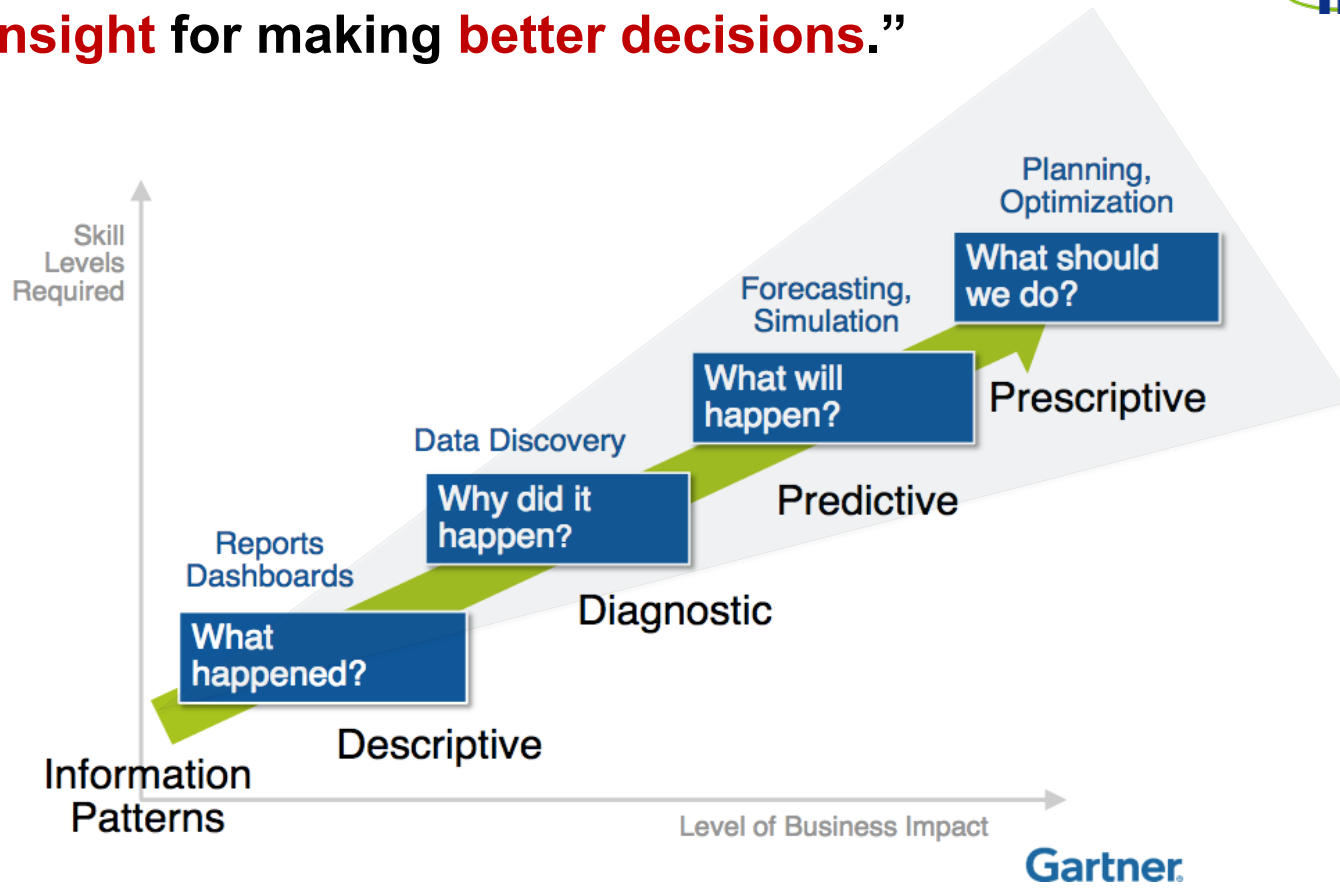
Most of the problems OR tackles are messy and complex, often involving considerable uncertainty. OR uses advanced analytics, modelling, problem structuring, simulation, optimisation and data science to determine the best solution to the problem and the best practical course of action.



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

Analytiikka ja operaatiotutkimus

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



Lähde: Lisa Kart: Advancing Analytics (Gartner).

Professorit

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



Fabricio Oliveira

- Stokastinen optimointi
- Toimitusverkot
- Energiajärjestelmät



Philine Schiewe

- Liikennejärjestelmät
- Aikataulutustehtävät
- Logistiikkaoptimointi



Ahti Salo

- Riski- ja päätös-analyysi
- Investointiteoria



Kai Virtanen

- (yhteisprofessori MPKK:n kanssa)
- OR puolustusvoimissa



Afzal Siddiqui

- Adj. Professor
- Energiatalous
- Tasapainomallit



Risto Lahdelma
(ENG yhteisprofessori)

- Lineaarinen optimointi
- Energiamallit



Raimo Hämäläinen
(emeritus)

- Ympäristöpäätökset
- Systeemiäly



Harri Ehtamo
(emeritus)

- Optimointimallit
- Peliteoria

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 ympäristöpäättöksenteko
 - 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/>
(username: SAL password: SAL)

Suuntautuminen systeemi- ja operaatiotutkimukseen

- Keskeiset kurssit
 - MS-C2105 Introduction to Optimization
 - 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-E2170 Simulointi
 - MS-E2114 Investment Science
 - MS-E2117 Riskianalyysi
- MS-E2XXX kursseja sisällytettävissä 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 +

Systemitieteiden kandidaattiseminaari

Systemitieteiden 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 Systemi- ja operaatiotutkimuksen sovelluksista ja niissä käytettävistä menetelmistä.

Systemitieteiden 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.

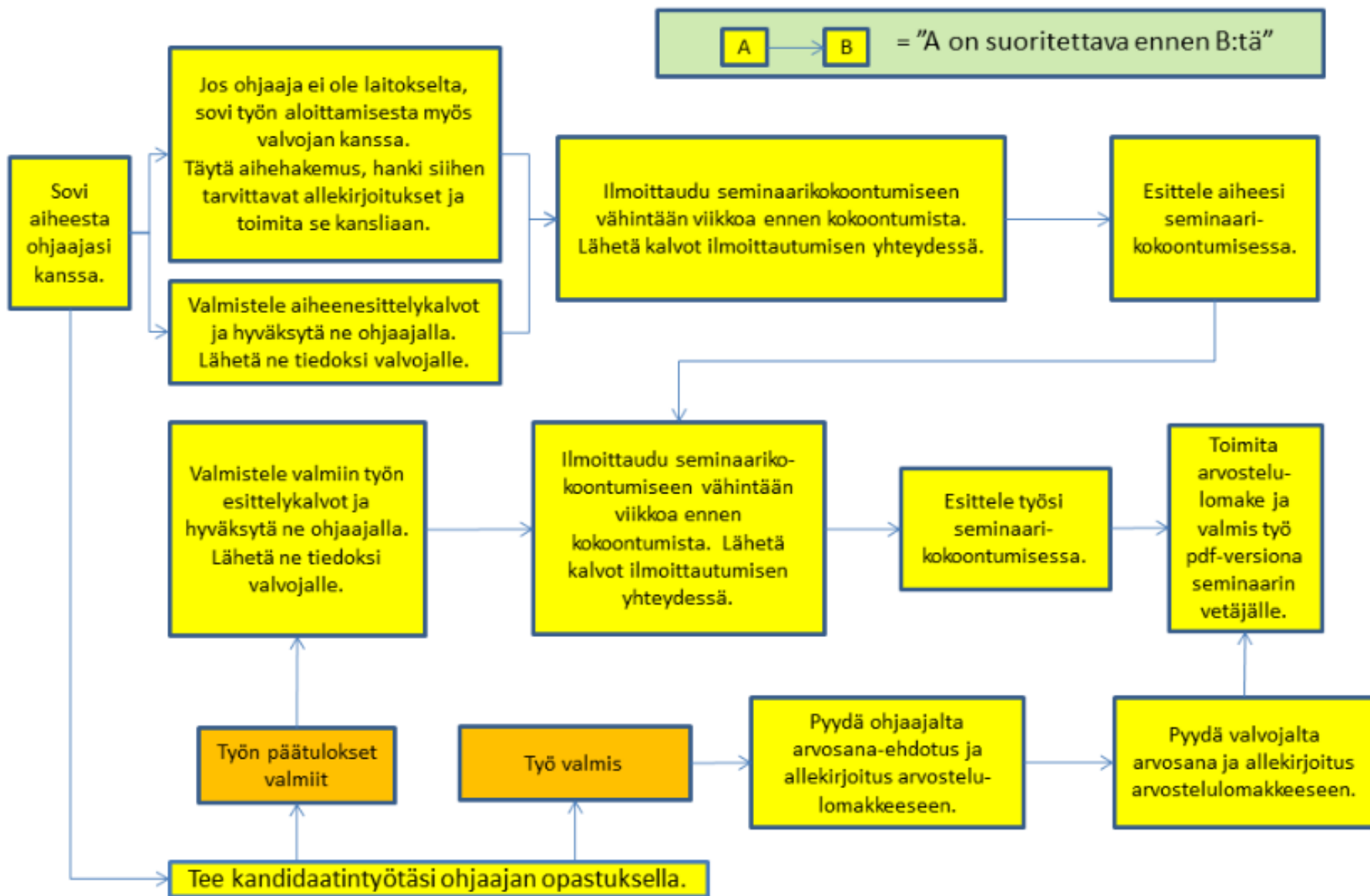
Osallistujat ja suoritustapa:

Kandidaattiseminaari on pakollinen osa kandidaatintutkintoa, ja kaikkien systemitieteisiin suuntautuvien opiskelijoiden suositellaan osallistuvan systemitieteiden 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/>

Kandidaatinseminaarin suorittamisen vaiheet



Ohjeita kandidaatintyön kirjoittamiseen

Systemianalyysin laboratorio

Matematiikan ja systemianalyysin laitos

The document can be stored and made available to the public on the open internet pages of Aalto University. All other rights are reserved.

<https://sal.aalto.fi/files/opinnot/kurssit/mat-2.kandi/Kirjoitusohjeet%20-%202021-01-19.pdf>

Mitä koulutuksemme tarjoaa?

- ① Erinomaiset menetelmälliset lähtökohdat ja tärkeitä työelämätaitoja.
 - Ongelmien täsmentäminen, systeemien mallintaminen
 - Optimointi, simulointi, ennustaminen, päätös- ja riskianalyysi
 - Esitustaidot: 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:

> 520 diplomi-insinööriä
> 82 tekniikan tohtoria

Master's Theses

2023

[T\[EKL23\]](#)**Tomas Eklund (2023)** Impact of air passengers on COVID-19 transmission[T\[LUN23\]](#)**Oliver Lundqvist (2023)** A robust optimization approach against adversarial attacks on medical images[T\[SAA23\]](#)**Lauri Sääsilahti (2023)** Modelling of Uncertainties in Wind Power Forecasts

2022

[T\[ALA22\]](#)**Kalle Alaluusua (2022)** Consistent Bayesian community detection (Aalto University)[T\[AXE22a\]](#)**Elias Axelsson (2022)** Mittausepäätarkkuuden määrittäminen radantarkastusvaunun validointitestauksessa (Ramboll)[T\[BJO22\]](#)**Emil af Björkensten (2022)** Price verification of interest rate options under market uncertainty (OP Group)[T\[ELF22\]](#)**Vikke Elfving (2022)** Scenario selection in probabilistic cross-impact analysis (Aalto University)[T\[HON22\]](#)**Marianne Honkasaari (2022)** On optimization of the logistics related to recycling of nutrients in wastewater sludges

Esimerkkejä alumneista



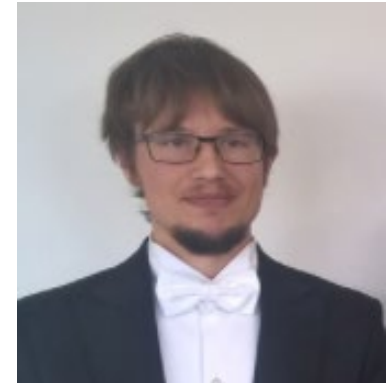
TkT Tommi Ekholm
Tutkimusprofessori
Ilmatieteen laitos



DI Teemu Nyholm
CEO
Fellow Finance Oy



DI Ella Warras
Consultant
RELEX Solutions



TkT Tero Tyrväinen
Research Scientist
VTT



Esimerkkejä alumneista



DI Joonas Ollila
Toimitusjohtaja
Weoptit Oy



DI Mariko Landström
Asiantuntija,
ilmasto- ja luontoratkaisut
Sitra



DI Santtu Saijets
Portfolio Manager
Elo



DI Joonas Kaivosoja
Senior Analyst
UPM



Esimerkkejä alumneista



DI Visa Linkö
Data Scientist
Intito Oy



DI Joonas Lanne
Senior Risk Analyst
Nordea Markets



TkT Yrjänä Hynninen
Tiedolla johtamisen
päällikkö, Espoo



TkT Eeva Vilkkumaa
Assistant Professor
Aalto BIZ