



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO  
UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

# Parempia kompromissiratkaisuja ja päätöksiä monitavoiteoptimoinnin avulla

ROBOCOAST Lyhytkoulutukset

Giovanni Misitano

8.11.2024

# Kuka minä olen?

- Giovanni Misitano,  
tohtoritutkija (postdoc) Jyväskylän  
yliopistosta
- Työskentelen tällä hetkellä prof. Kaisa  
Miettisen johtamassa  
Monitavoiteoptimoinnin  
tutkimusryhmässä (eng. *Multiobjective  
optimization group*)
- Olen erikoistunut kehittämään ja  
tutkimaan työkaluja päätöksenteon tueksi  
ongelmiin, joissa on useampi ristiriitainen  
ja samanaikaisesti optimoitava tavoite



# Tämän lyhytkoulutuksen tarkoitus

- Tavoitteeni on esitellä teille **uutta työkalua**, jonka avulla voidaan **tukea päätöksentekoa haastavissa data-pohjisissa ongelmissa**.
- Työkalun tarkoitus on tukea **päätöksentekijää**, eli **asiantuntijaa**, eli **ihmistä**.
- Esittämäni työkalun **tarkoitus ei ole korvata** **päätöksentekijää**, vaan tukea heitä **parhaalla mahdollisella tavalla**, jotta he voivat löytää **parhaan mahdollisen kompromissiratkaisun** erilaisiin haastaviin **päätöksenteko-ongelmiin**.
- Työkalu, josta tulen tämän videon aikana puhumaan, on **monitavoiteoptimointi**.



**Videon jälkeen teille on syntynyt käsitys siitä,  
mitä monitavoiteoptimointi on, minkälaisiin  
ongelmiin sitä voi soveltaa, miten yrityksesi voi  
hyötyä siitä, ja mistä voit löytää lisätietoja ja  
apua aloittaaksesi monitavoiteoptimoinnin  
soveltamisen**



# Mihin tarvitsemme monitavoiteoptimointia?

- Me kaikki olemme varmasti jossain vaiheessa elämää joutuneet tekemään jos jonkinmoisia kompromisseja.
- Kompromisseja syntyy silloin, kun useampi kriteeri hyvälle päätökselle ovat samanaikaisesti ristiriidassa keskenään.
- Esimerkkejä ristiriitaista kriteereistä:
  - **Hinta** vastaan **laatu**
  - **Tuotto** vastaan **ympäristövaikutukset** vastaan **valmistusaika**
  - **Inventaarion taso** vastaan **tilausten täyttöaste** vastaan **varastointikustannukset** vastaan (**tuotteen vanhenemisriski**)
- Ainoastaan harvoissa erikoistapauksissa voidaan kaikissa kriteereissä saavuttaa paras mahdollinen arvo samanaikaisesti.



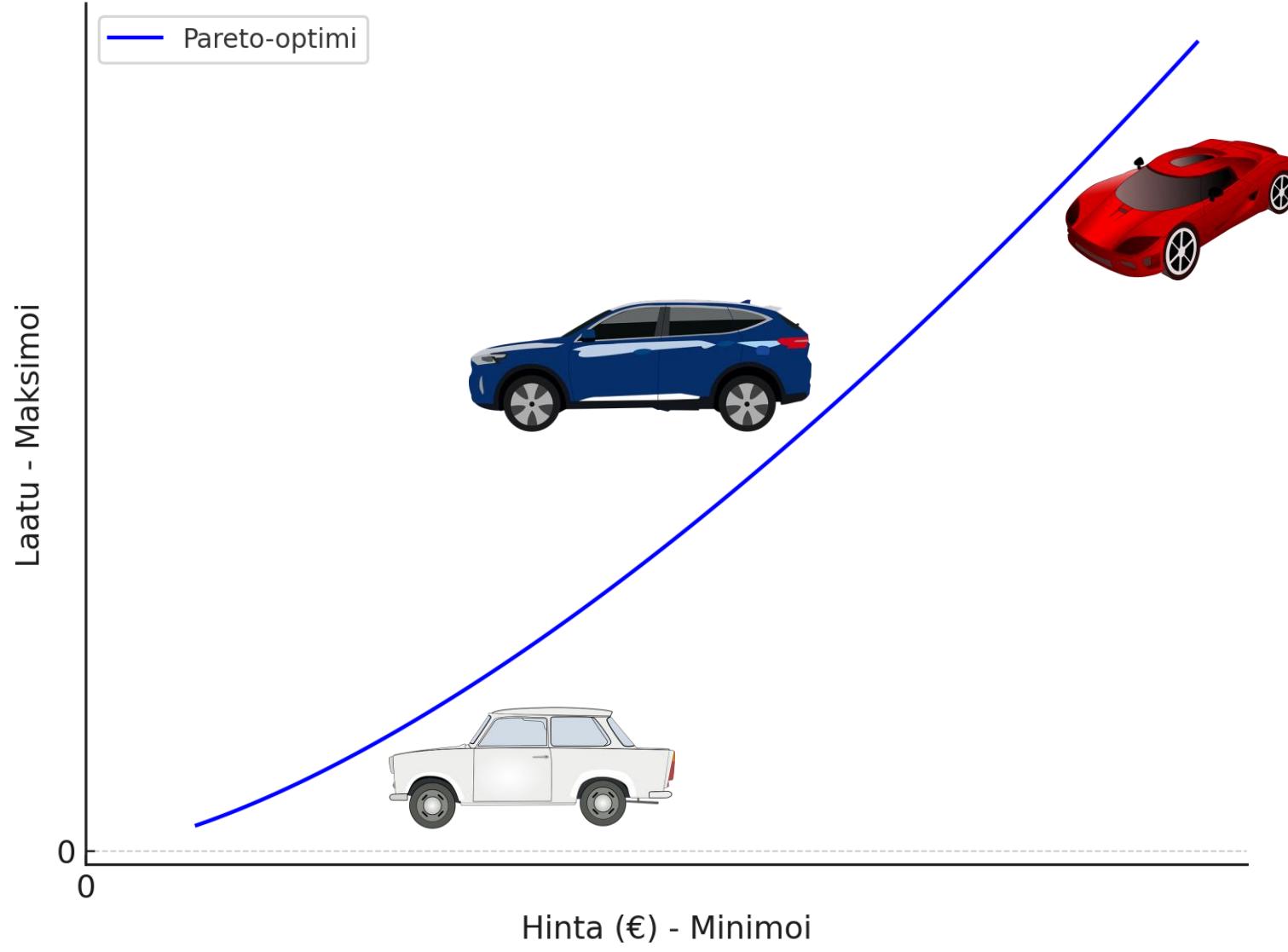


# Monitavoiteoptimointi

- Monitavoiteoptimoinnilla päätöksenteko-ongelmien kriteerejä **mallinnetaan tavoitefunktioina**, joita joko **minimoidaan** tai **maksimoidaan** samanaikaisesti.
- Tavoitefunktioita voidaan mallintaa esimerkiksi **data-pohjaisesti, simulaatioiden ja/tai koneopin avulla, asiantuntijan tietämykseen pohjautuen, tai matemaattisten funktioiden avulla.**
- Tavoitefunktiot ja ongelman muut mahdolliset rajoitteet muodostavat yhdessä **monitavoiteoptimointiongelman**.
- Koska tavoitefunktiot ovat keskenään ristiriidassa, **ei monitavoiteoptimointiongelmiin ole yleisesti olemassa yhtä optimaalista (parasta) ratkaisua.**
- Yhden ratkaisun sijaan, ongelmiin onkin olemassa useampi, usein lukematon määrä, niin kutsuttuja **Pareto-optimeja ratkaisuja.**



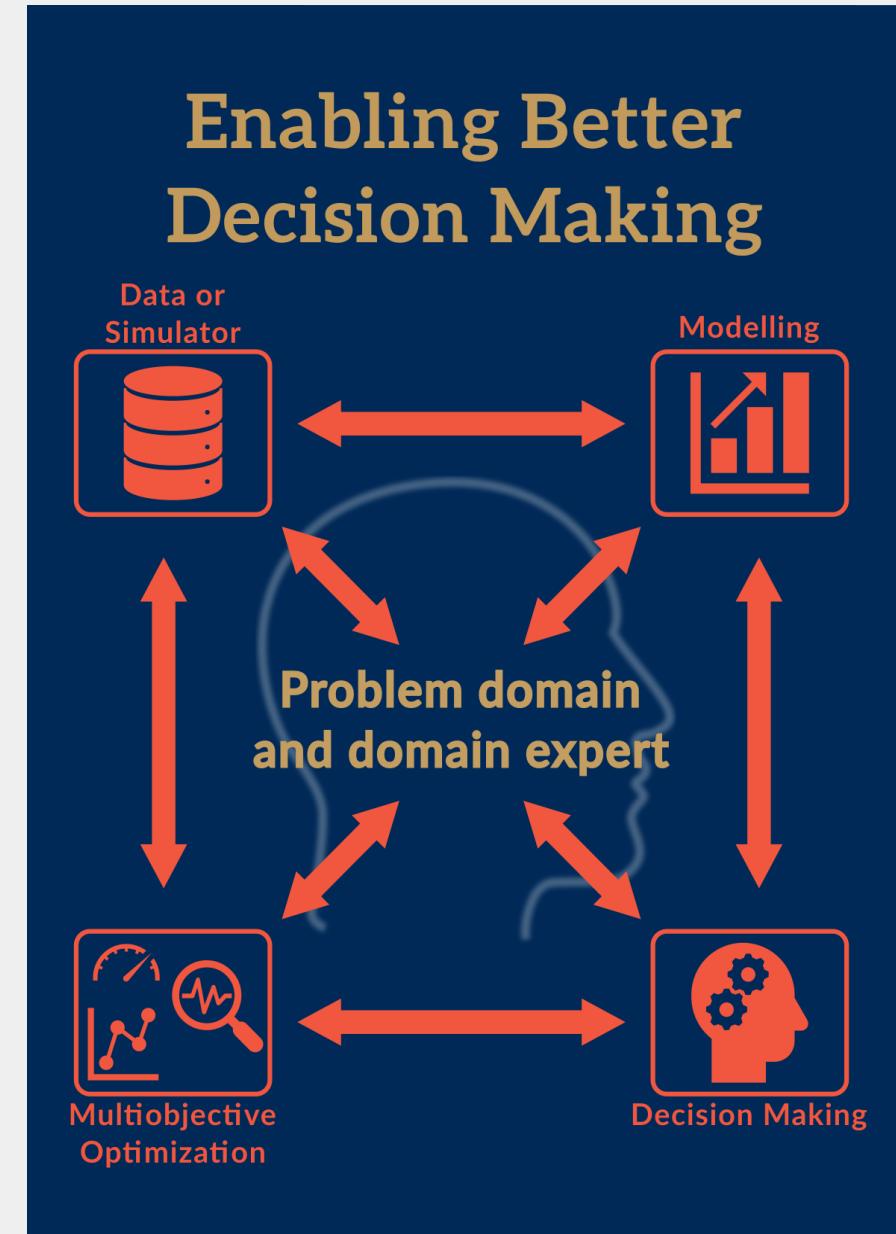
## Pareto-optimi kahden tavoitteen ongelmassa: Hinta vs. Laatu





# Monitavoiteoptimointi

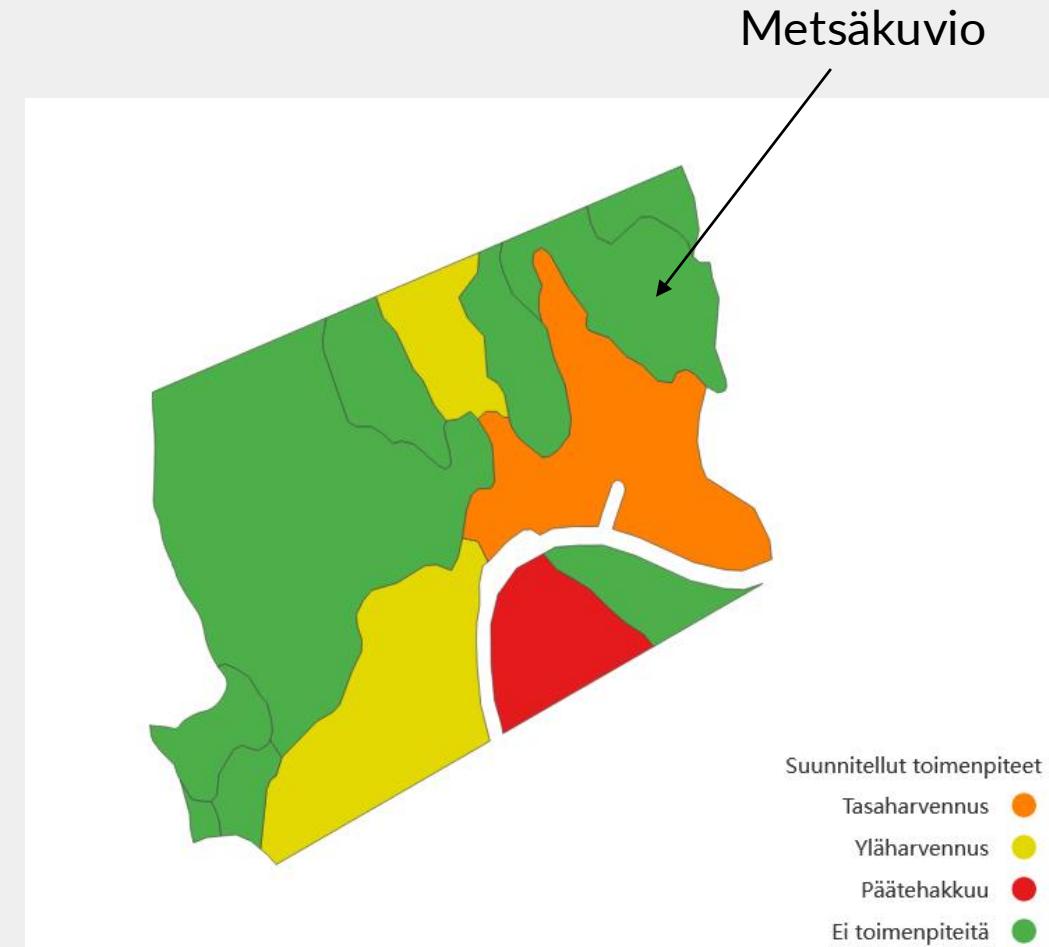
- Paras ratkaisu on **yksilöllinen ja riippuu päätöksentekijän mieltymyksistä** (preferensseistä).
- Miten voimme auttaa päätöksentekijää löytämään **hänen sopivimman ratkaisun** kaikkien olemassa olevien ratkaisujen joukosta?
- Tutkimusryhmämme **missio** on tutkia ja kehittää **monitavoiteoptimointimenetelmiä**, jotka tukevat erilaisia päätöksentekijöitä erilaisten ongelmien ratkaisemisessa **parhaalla mahdollisella tavalla**.
- Suhtaudumme ongelman mallintamiseen, ratkaisemiseen ja päätöksentekijän tukemiseen **kokonaisvaltaisesti**.





# Esimerkki: metsänhoito-ongelma

- Päätöksentekijä on metsänomistaja, joka haluaa tehdä päätöksiä sen suhteen, miten hänen tulisi hoitaa omistamaansa metsää seuraavan 15 vuoden aikana.
- Jokaisen metsäkuvion kohdalla on tehtävä päätös siitä, miten metsää tulisi hoitaa kolmen eri ajanjakson aikana (joka 5. vuosi).
- Päätöksen laatua koko metsän näkökulmasta kuvaavat seuraavat kolme maksimoitavaa tavoitefunktiota:
  - Metsän nettonykyarvo
  - Puiston tilavuus
  - Hakkuiden tuotto
- Ongelma on mallinnettu simulaation tuottaman datan perusteella.

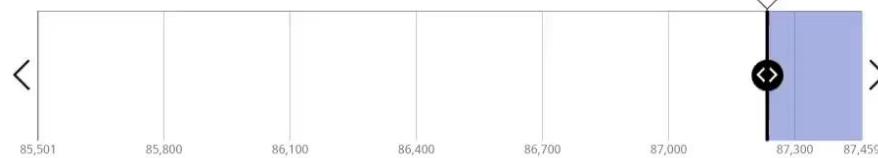


**Päätöksentekijän tavoitteet****Aseta tavoitteet****Tallenna ratkaisuita**

Aseta tavoitteesi joko siirtäen palkkeja tai syöttämällä lukuarvot. Sinun on annettava tavoitetaso jokaiselle tavoitteelle. Menetelmä tuottaa ainostaan ratkaisuita, joita ei voi parantaa tinkimättä muista tavoitteista, joten jonkin tavoitetason on laskettava, jos haluat nostaa joitain toista. Voit myös valita näytettävien ratkaisuiden lukumäärän. Klikkaa sitten "Etsi uusia ratkaisuita"-nappia.

Kuinka monta ratkaisua NIMBUS tuottaa?

3

**Nettonykyarvo / € (max)****Puoston tilavuus / m³ (max)****Hakkuiden tuotto / € (max)**

Aseta tavoitetasot ohjeiden mukaan.

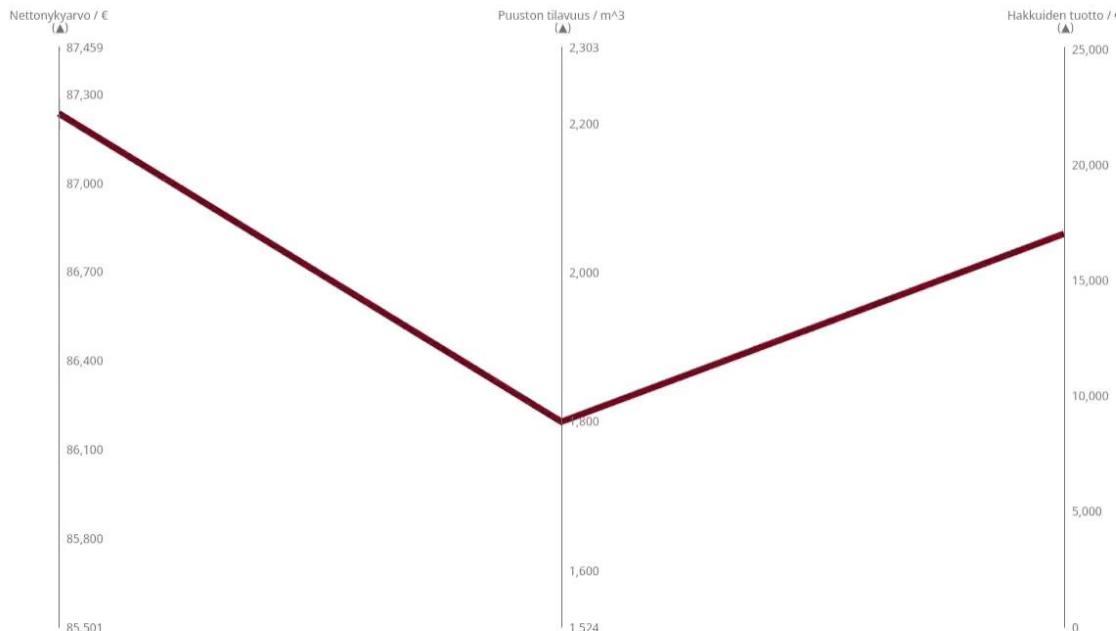
**Ratkaisut taulukossa**

Tavoitteiden arvot taulukossa. Klikkaa riviä valitaksesi tarkasteltava suunnitelma.

Nettonykyarvon ja hakkuiden tuoton laskennassa on käytetty 3% diskonntauskerrointa. Puoston tilavuus kuvailee tilannetta suunnittelujaksolla lopussa.

**Valitse näytettävä ratkaisut****Tämänhetkiset ratkaisut****Tallennetut ratkaisut****Kaikki ratkaisut**

Näytä NIMBUS-menetelmän ratkaisut viimeisimmältä laskentakerralta.

**Ratkaisujen tarkastelu****Arvopolku** **Pylväsdiagrammi** **Kaikki****Metsänhoitosuunnitelma kartalla**

Tuotto hakkuita ensimmäisellä ajanjaksolla on 3024€.

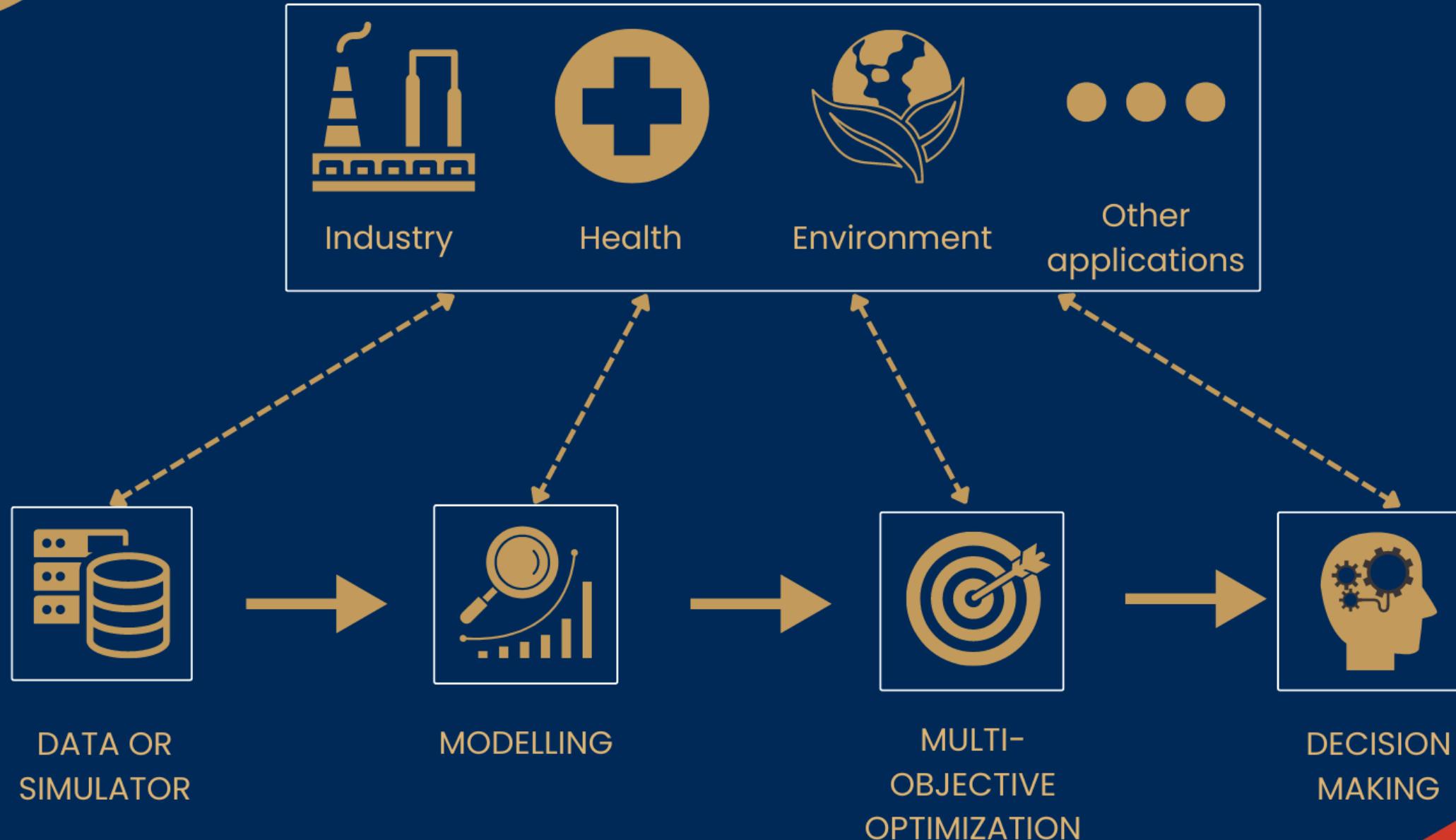
Tuotto hakkuita toisella ajanjaksolla on 3934€.

Tuotto hakkuita kolmannella ajanjaksolla on 16627€.



# Muita esimerkkejä sovellusalueista

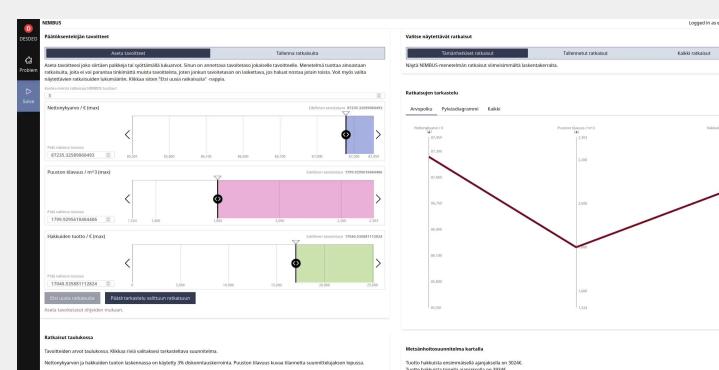
- **Terveydenhuolto:**
  - **Hoidon sunnittelua polven nivelrikkoon** (maksimoidaan kivunlievennystä, minimoidaan hoidon kuluja sekä kestoa)
  - **Säteilyhoidon suunnittelua** (maksimoidaan kasvaimeen kohdistettu säteilyannos, minimoidaan terveeseen kudokseen sekä herkkiin elimiin kohdistettua annosta)
- **Logistiikka:**
  - **Inventaarion hallinta** (minimoidaan kustannuksia, maksimoidaan täytöaste sekä kiertonopeus)
  - **Reititys ja toimitus** (minimoidaan kuljetuskustannuksia sekä päästöjä, maksimoidaan palvelutasoa)
- **Teollisuus:**
  - **Liikekiinteistökokonaisuuden energiatehokkuus** (minimoidaan sijoitus- ja vuosikustannuksia sekä hiilidioksidipäästöjä, maksimoidaan resilienssiä)
  - **Jäteveden käsittely** (minimoidaan energiatarvetta, typen määrää vedessä, sekä metanoliaannosta; maksimoidaan biokaasun tuotantoa)





- DESDEO on tutkimusryhmämme kehittämä avoimen lähdekoodin ohjelmistokehikko.
- DESDEOlla voidaan monipuolisesti mallintaa sekä ratkaista monitavoiteoptimointiongelmia.
- DESDEOssa painopiste on päätöksentekijän tukemisessa.
- Kehitämme DESDEOta tällä hetkellä aktiivisesti, joten jos olet kiinnostunut sen soveltamisesta, on suositeltavaa, että olet ensin yhteydessä tutkimusryhmäämme!

DESDEOn hedelmiä!





# Yhteenveto

- Monitavoiteoptimointia on suositeltavaa soveltaa silloin, kun yritykselläsi on (data-pohjaisia) päätöksenteko-ongelmia, joissa on useampi samanaikaisesti optimoitava ristiriitainen tavoite, sekä tarve vankalle päätösenteon tuelle.
- Monitavoiteoptimointi mahdollistaa esimerkiksi kustannuksien, tehokkuuden sekä ympäristövaikutusten samanaikaisen huomioinnin.
  - Useamman tavoitteiden samanaikainen optimointi voi tuoda esille uusia näkökulmia ja **johtaa myös innovatioihin!**
  - Monitavoiteoptimointi voi toimia myös **puuttuvana linkkinä tekoälysovelluksen ja päätösenteon välillä.**
- Tutkimusryhmämme tutkii ja kehittää erilaisia monitavoiteoptimointimenetelmiä, joissa keskiössä on päätöksentekijä ja tämän tukeminen.
- Tutkimusryhmämme kehittää avoimen lähdekoodin monitavoiteoptimointityökaluja.
- Tutkimusryhmämme on alansa huippua maailmanlaajuisesti!



# Ollaan yhteydessä!

- Yhteistietomme ja lisätietoja löydät tutkimusryhmästämme ja tutkimuksestamme ryhmämme kotisivulta:
  - <https://optgroup.it.jyu.fi>
- Meihin voi olla yhteydessä esimerkiksi sähköpostitse:
  - [optim@jyu.fi](mailto:optim@jyu.fi)
- Minuun voit olla yhteydessä myös sähköpostitse:
  - [giovanni.a.misitano@jyu.fi](mailto:giovanni.a.misitano@jyu.fi)
- Ryhmämme uutisia ja kuulumisia voi seurata myös LinkedIn-alustalla:
  - <https://www.linkedin.com/company/multiobjective>

**Jos yhtään epäilet, että yrityksesi voisi hyötyä monitavoiteoptimoinnista, ole rohkeasti yhteydessä! Mietitään yhdessä, miten yrityksesi voi hyötyä kehittämistä menetelmistämme ja osaamisestamme!**