



**Euroopan unionin
osarahoittama**

SeAMK
SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Simuloinmallin parametrisointi optimoinnin pohjana

OPLITE-Casebook

Toni Luomanmäki

27.1.2025

Seinäjoen ammattikorkeakoulu

Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	3
2	Parametrisuus optimoinnin pohjana	3
3	Parametrisoitu simulointimalli	5
4	Yhteenveto	7

1 Johdanto

OPLITE-hankkeen yhtenä tavoitteena oli tutkia ja kehittää menetelmiä, joilla voidaan integroida optimointialgoritmeja simulointiympäristöihin. Integraatio mahdollistaa parhaimmillaan hyvin moniulotteisten haasteiden ratkaisemisen ja edelleen tuotannollisten prosessien toiminnan tehostumisen. Simulointiteknologia tuo kokonaisuuteen ympäristön, johon tuotantoprosesseja voidaan mallintaa ja edelleen kehittää. Lisäksi simulaatiomalli on erinomainen tuotannollisen datan lähde, jota tarvitaan optimointialgoritmien kehittämisessä. Lopulta optimointialgoritmeja on mahdollista testata ja validoida simulointimallia vasten, jolloin voidaan arvioida niiden suorituskyykyä ja edellytyksiä toimia osana oikeita järjestelmiä.

2 Parametrisuus optimoinnin pohjana

Kun simulointimallia käytetään prosessien optimointiin ja tehostamiseen, parametrinen mallin luominen on keskeinen vaihe optimointialgoritmien tehokkaan toiminnan varmistamiseksi. Parametrinen malli mahdollistaa sen, että mallin eri muuttujia voidaan säätää dynaamisesti, jolloin voidaan laajasti tutkia erilaisten parametrikombinaatioiden vaikutuksia suhteessa suorituskyykyyn tai muuhun seurattavaan tavoitteeseen. Parametrinen mallin avulla algoritmit voivat systemaattisesti ja automaattisesti testata lukuisia vaihtoehtoisia skenaarioita (kuva 1), jolloin ne löytävät parhaan mahdollisen tai riittävän hyvän ratkaisun optimointiongelmalle. Tämä lähestymistapa ei ainoastaan paranna mallin tarkkuutta ja suorituskyykyä, vaan myös vähentää aikaa ja resursseja, jotka muuten kuluisivat manuaaliseen optimointiprosessiin. Parametrisointia toteutetaan ainakin seuraavista syistä:

- **Joustavuus ja mukautettavuus**

- Parametrisointi mahdollistaa simulointimallien mukauttamisen erilaisiin tuotantoprosesseihin, kuten eri tuotantolinjojen kapasiteettiin, työvoiman käyttöön ja materiaalivirtoihin. Tämä helpottaa mallin soveltamista eri tuotantoympäristöihin.

- **Realismin lisääminen**

- Parametreilla voidaan mallintaa tuotannon vaihtelua, kuten koneiden toimintanopeuksia, materiaalin saatavuutta tai vikaantumisten todennäköisyyttä. Tämä tekee simuloinneista realistisempia ja soveltuvampia käytännön päätöksentekoon.

- **Tulosten tarkkuus ja validointi**

- Tuotantodatan avulla voidaan kalibroida parametrit, kuten prosessien läpimenoajat tai kapasiteettirajoitukset, varmistaen simulointien tarkkuus ja reaalimaailman tuotannon vastaavuus.

- **Kokeellisen tutkimuksen mahdollistaminen**

- Parametrien avulla voidaan tutkia esimerkiksi tuotantolinjan pullonkauloja, kapasiteetin nostamisen vaikutuksia tai eri työvuorojärjestelmien tehokkuutta. Tämä mahdollistaa kokeiden tekemisen ilman riskiä tuotannon keskeytymisestä.

- **Optimointi**

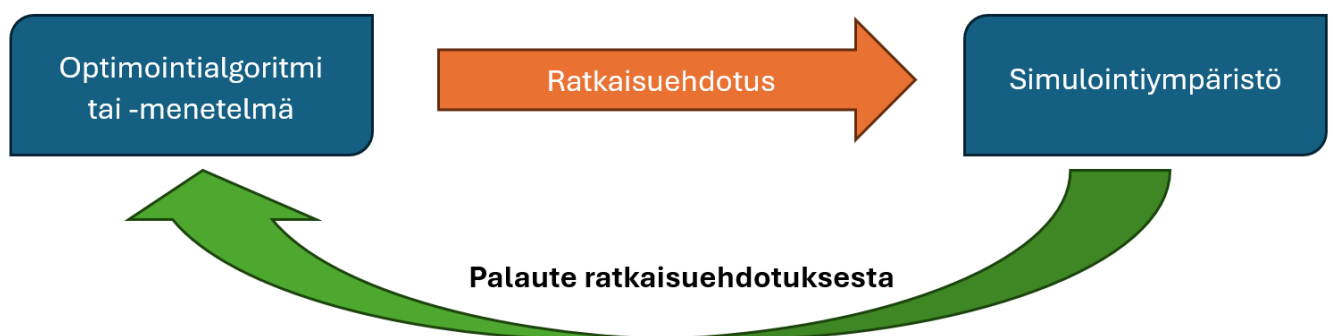
- Simuloinnit auttavat optimoimaan tuotannon suorituskykyä, kuten maksimikapasiteettia, vähimmäisvarastoja tai koneiden käyttöastetta. Parametreja säätämällä voidaan löytää tehokkain tapa käyttää resursseja.

- **Yleistettävyyys**

- Hyvin parametrisoidut simulointimallit ovat siirrettävissä muihin tuotantoympäristöihin, kuten erilaisiin tehtaisiin, prosesseihin tai tuotelinjoihin. Tämä vähentää tarvetta kehittää uusia malleja jokaiselle kohteelle.

- **Virheiden tunnistaminen ja herkkyysanalyysi**

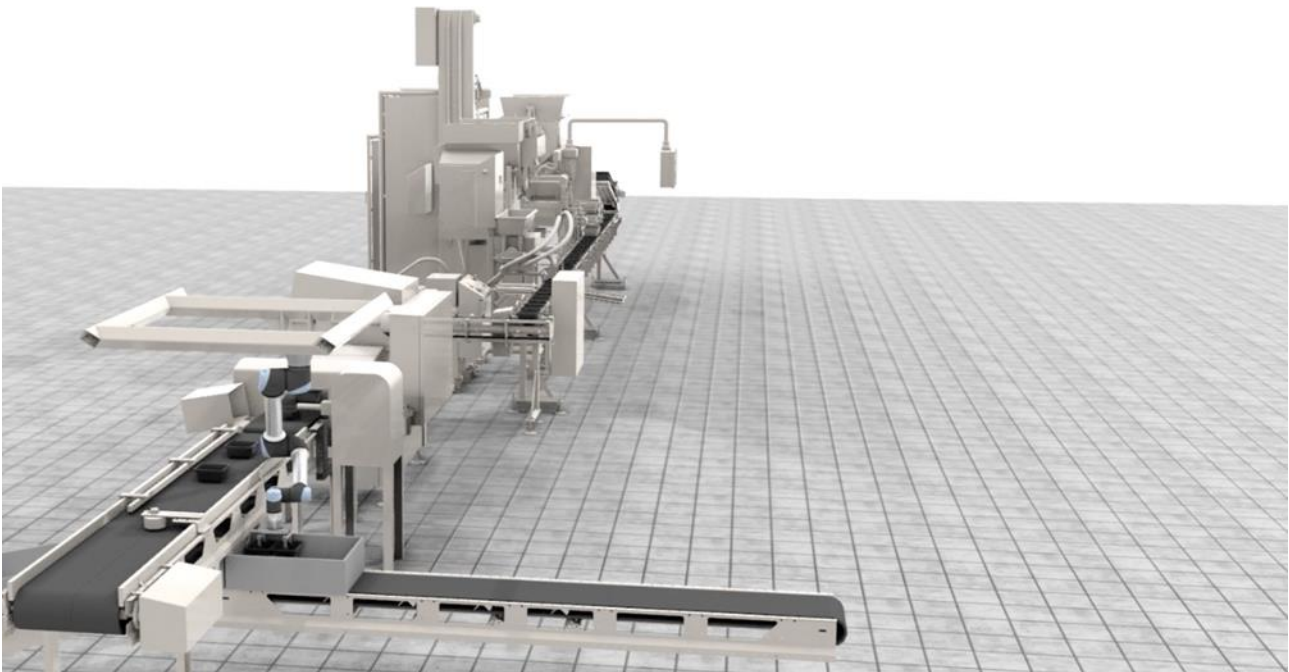
- Parametrien herkkyysanalyysi auttaa tunnistamaan kriittiset tekijät, kuten laitteiden luotettavuuden tai työvaiheiden väliset riippuvuudet, ja paljastaa mahdolliset virheet simulointimallissa ennen sen käyttöönottoa.



Kuva 1. Simulointiympäristön ja optimointialgoritmien suhde.

3 Parametrisoitu simulointimalli

Ensimmäisellä simulointiin ja optimointiin liittyvällä pilotilla haluttiin testata parametrisen mallin rakentamista simulointiympäristössä. Yrityscase löytyi kauhajokisen Kometos Oy:n valmistamasta annostelu- ja rasiapakkauslinjasta (kuva 2). Linjassa voidaan annostella ja pakata useita erilaisia annoksia, useilla erilaisilla tuotantoresursseilla. Tällöin on tarvetta luoda simulointimalliin säädettäviä parametreja, joilla simulointimallin toiminnallisuutta voidaan säätää joustavasti ilman syvempiä muutoksia koodiin tai mallin toiminnallisuuksiin.

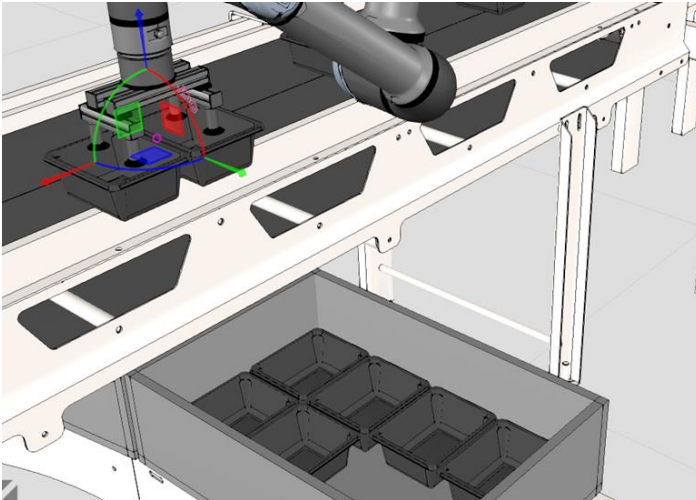


Kuva 2. Simuloitu tuotantolinja.

Simulointimallin parametrisointi lisää helposti tekemisen laajuutta, mutta usein se on perusteltua, että simulointimallista tulee aidosti käytettävä. Vain hyvin tarkoin määritellyn tavoitteen osalta voidaan rakentaa parametrisoimaton malli.

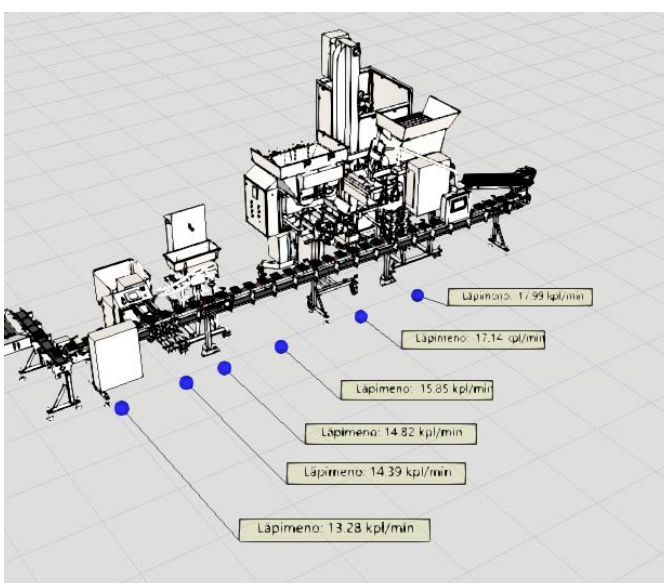
Tässä tapauksessa rakennettiin malli, jossa parametrisoitiin rasiakoko, aktiivisten resurssien valinta, resurssien prosessiaika ja rasiamäärä. Näiden parametrien pohjalta pakkausrobotin ohjelma valikoituu automaattisesti oikeaksi, oikealle rasiakoolle (kuva 3). Usein parametrisointi tehdään niin, että jos esimerkiksi rasiakoko vaihtuu, niin vaihtuu sen 3D-mallikin simulaatiossa. Toisaalta, jos 3D-malli ei vaikuta simulointimallin toimintaan, vaan se on enemmän visuaalinen asia, voidaan muutos huomioida pelkästään datassa tai muuttamalla esimerkiksi rasian väriä.

Joka tapauksessa parametrien muutos ja niiden arvo tulee olla tiedossa, että malli toimii parametrien mukaan.



Kuva 3. Robottiohjelmien parametrisointi oikealle rasiakoolle.

Simulointimalli ei automaattisesti tuota dataa, vaan datan keräys ja käsittely pitää rakentaa malliin. Simulointiohjelmistoissa on olemassa valmiita työkaluja data keräämiseen ja visualisointiin, mutta myös mahdollisuuksia kustomoida datan keräys ja käsittely ohjelmointirajapintojen kautta. Tässä tapauksessa malliin rakennettiin räätälöity tiedonkeräys, joka ilmoittaa resurssikohtaisen läpimenon ja visualisoi sen simulointimalliin (kuva 4).



Kuva 4. Statistiikkaa visualisoituna simulointimalliin.

4 Yhteenveto

Simulointiteknologia ja optimointialgoritmit yhdessä muodostavat tehokkaan työkalupaketin, jolla voidaan kehittää, testata ja optimoida monimutkaisia järjestelmiä ja prosesseja. Parametrisoidut simulointimallit ovat keskeinen elementti tässä kokonaisuudessa, sillä ne muodostavat pohjan ja vastinparin optimointialgoritmien soveltamiselle simulointiteknologian

Casepilotti käsittelee simulointimallien parametrisoimista optimoinnin pohjana Kometos Oy:n annostelu- ja rasiapakkauslinjan simulointimallin kautta. Parametrisoidun simulointimallin avulla voidaan dynaamisesti säätää mallin muuttujia ja tutkia erilaisten parametrikombinaatioiden vaikutuksia suorituskykyyn. Tämä lähestymistapa parantaa mallin tarkkuutta ja suorituskykyä sekä vähentää manuaaliseen optimointiprosessiin kuluvaan aikaa ja resursseja. Parametrisoidut mallit ovat joustavia ja mukautettavia, mikä mahdollistaa niiden soveltamisen erilaisiin tuotantoympäristöihin ja parantaa simulointien realismia ja tarkkuutta.

Parametrisoidut simulointimallit tarjoavat erinomaisen alustan optimointialgoritmien testaamiseen ja validointiin, mikä mahdollistaa algoritmien suorituskyvyn arvioinnin ennen niiden käyttöönottoa oikeissa järjestelmissä. Myös simulointimallissa tehtävät optimoinnit esimerkiksi tuotantojonon järjestyksen suhteen tuottaa jo sellaisenaan arvokasta tietoa. Lisäksi simulointimallien avulla voidaan luoda synteettistä tuotantodataa, jota voidaan hyödyntää optimointialgoritmien kehittämisessä ja parantamisessa. Tulevaisuudessa optimointialgoritmien integrointi simulointimalleihin voi johtaa entistä tehokkaampiin ja joustavampiin tuotantoprosesseihin, joissa resurssien käyttö optimoidaan automaattisesti ja tuotannon suorituskyky paranee merkittävästi. Tämä voi myös vähentää tuotannon keskeytyksiä ja parantaa päätöksenteon laatua, kun simulointimallit tarjoavat realistisia ja tarkkoja ennusteita tuotantoprosessien toiminnasta.