

Mat-2.4177

Operaatiotutkimuksen projektityöseminaari

Kemira GrowHow: Paikallisen vaihtelun
korjaaminen kasvatuskokeiden tuloksissa

21.2.2008

Ilkka Anttila
Mikael Bruun
Antti Ritala
Olli Rusanen
Timo Tervola

1. Tausta

Kemira GrowHow on Euroopan toiseksi suurin lannoitteiden ja rehufosfaattien tuottaja. Yhtiö on maailman suurimman lannoitetuottajan, norjalaisen Yara International ASA:n tytäryhtiö. GrowHow:n Crop Cultivation -liiketoimintayksikkö tuottaa lannoitteita maatalouteen, kasvinviljelyyn ja puutarhanhoitoon.

Tutkimus- ja kehitystyötä tehdään agronomian, orgaanisen ja epäorgaanisen kemian ja prosessiteknologian aloilla. Tutkimushankkeet ovat usein pitkäkestoisia: uuden lannoitetuotteen kehitys ideasta tuotteeksi kestää yleensä kolmesta kuuteen vuotta. Tutkimusta tehdään muuan muassa kasvihuoneissa ja erilaisilla koeviljelmillä. Kenttäkokeita suoritetaan ympäri maailmaa eri maaperä- ja ilmasto-olosuhteissa.

Kasvatuskokeissa tarkastellaan eri käsittelyjen vaikutuksia satotasoon sijoittamalla käsittelyt koeruutuihin jonkin periaatteen mukaisesti. Koetulokset analysoidaan soveltuvan tilastollisen menetelmän avulla. Kaikki yleisesti käytössä olevat menetelmät perustuvat siihen, että residuaalit ovat riippumattomia ja normaalijakautuneita. Käytännössä residuaalit kuitenkin usein ovat paikallisesti riippuvaisia. Ongelma on vakava kahdesta syystä:

- (1) Paikallinen systemaattinen virhe johtaa luonnollisen vaihtelun yliarviointiin, eikä todellisia eroja käsittelyjen välillä havaita.
- (2) Saman käsittelyn useampi kerranne voi sijaita ongelma-alueella, ja näin kyseisen käsittelyn keskiarvo vääristyy.

Esitetyt ratkaisut perustuvat alkuperäisten tulosten korjaamiseen siten, että residuaalien paikallinen korrelaatio vähenee. Tässä projektissa tarkastellaan erästä tapaa ratkaista em. ongelma.

2. Työn lähtökohdat ja tavoitteet

Kasvatuskokeissa esiintyy systemaattista vaihtelua, jota ei voida poistaa normaalein tilastollisin menetelmin johtuen siitä, että kyseiset menetelmät ottavat huomioon aineiston vain yksiulotteisesti. Kerätty aineisto on kuitenkin alkuperäisin kaksiulotteisista XY-koordinaatistoon sovitetuista pelloista, joissa korrelaatioita voi esiintyä niin horisontaalisesti, kuin vertikaalisestikin. Nämä korrelaatiot tai residuaalien ”epäpuhtaudet” näkyvät helposti visuaalisesti, mutta eivät matemaattisesti. Tämän

ongelman johdosta on päätetty teettää projekti, jossa pyritään löytämään menetelmä kyseisten tilastollisten vääristymien poistamiseksi.

Projektityön päätavoite on kehittää matemaattinen algoritmi korjaamaan kasvatustesteissä saatuja paikallisia häiriöitä. Ongelman voi jakaa kahteen osaan, jonka ensimmäisenä tavoitteena on kehittää mittari sille, kuinka luonnollisia testeistä saatujen residuaalien sijoittuminen kartalle on. Tämä mittari indikoi sen, onko jatkokäsittely annetulle aineistolle tarpeen. Normaali tilastollinen analyysi ei tehtävässä päde, sillä se ei ota huomioon otosten sijoittumista kaksiulotteiseen koordinaatistoon ja niiden sisällä olevia alueellisia systemaattisia virheitä.

Tehtävän toinen tavoite on saada aikaan matemaattinen malli, joka korjaa kyseisen systemaattisen virheen mahdollisimman hyvin jättäen residuaaleihin jäljelle vain niiden luonnollisen poikkeaman. Kyseistä tavoitetta voidaan mitata aiemmin tehdyllä mittarilla, jonka pitäisi varmistaa se, että jäljelle on jäänyt vain satunnaisvaihtelua.

3. Toimintasuunnitelma

3.1. Toimenpiteet

Projektimme jakautuu pääpiirteissään viiteen erilliseen tehtävään. Nämä tehtävät on lueteltu alla ja tehtävien aikajärjestys noudattaa myös alla kuvattua järjestystä.

Aineistoon tutustuminen

Projektin ensimmäinen vaihe on tutkimuksen kohteena olevaan aineistoon tutustuminen. Tämän vaiheen tarkoituksena on ymmärtää, mitkä ovat toimeksiantajan tavoitteet ja mitä on mahdollista tehdä käytössä olevan aineiston pohjalta. Aineistoon tutustuminen tehdään yhdessä projektin toimeksiantajan kanssa ja keskusteluja käydään myös prof. Ahti Salon kanssa mahdollisuuksien kartoittamiseksi. Tämä vaihe on työmäärältään melko pieni, sillä sen tarkoituksena on lähinnä perehdyttää projektiryhmä aiheeseen.

Kirjallisuuskatsaus ja sopivien menetelmien kartoitus

Tutkittavaan aineeseen tutustumisen jälkeen kartoitetaan edelleen eri tapoja paikantaa ja korjata paikallisia häiriöitä ja korrelaatioita. Kirjallisuutena käytetään pääasiassa Systemianalyysilaboratorion kurssien kirjallisuutta, sekä mahdollisesti muuta aiheeseen soveltuvaa materiaalia. Tämän vaiheen tavoitteena on valita tutkittaviin tilanteisiin

parhaiten soveltuvat menetelmät seuraavia vaiheita varten. Työmäärältään tämä vaihe vastaa noin 10% koko projektin työmäärästä.

Paikallista korrelaatiota ja häiriötä mittaava menetelmä

Tässä vaiheessa luodaan toimeksiantajan Excel-muotoista dataa käyttävä menetelmä, jonka avulla voidaan tutkia löytyykö yksittäisestä otoksesta paikallista korrelaatiota tai paikallisia häiriötekijöitä. Tämän mallin tarkoituksena on erilaisia tilastollisia menetelmiä käyttäen antaa viitteitä siitä, löytyykö otoksesta näitä virhetekijöitä. Vaihe edustaa työmäärältään noin 25 prosenttia projektin kokonaistyömäärästä.

Menetelmä koetulosten korjaamiseen

Edellisen menetelmän pohjalta kehitetään tässä vaiheessa aineistoihin soveltuva menetelmä, jonka avulla aiemmin löydettyjä paikallisia korrelaatioita ja häiriöitä voidaan korjata koetulosten parantamiseksi. Tämä vaihe on projektin toimeksiantajan kannalta tärkein, ja osittain myös siitä syystä työmäärältään suurin osa projektia.

Menetelmien suunnittelussa ja kehittämisessä kiinnitetään myös huomiota siihen, että menetelmät ovat käytettävyydeltään toimeksiantajalle soveltuvia. Tämä varmistetaan riittävällä kommunikaatiolla toimeksiantajan kanssa heti projektin alkumetreistä alkaen.

Raportointi ja tulosten kommunikointi

Raportoinnin tarkoituksena on koota projektin tavoitteiden saavuttamiseksi tehty työ muotoon, josta se on helposti saatavilla toimeksiantajalle. Projektista kirjoitetaan kirjallinen raportti, mutta suurin anti on kuitenkin työkalu, jolla toimeksiantaja voi tehokkaasti tutkia ja korjata koetuloksiaan.

3.2. Resurssointi

Projektityöryhmä koostuu viidestä, systeemianalyysiä ja operaatiotutkimusta sivuaineenaan lukevasta opiskelijasta. Ryhmälle on lisäksi valittu projektipäällikkö, joka vastaa yhteydenpidosta toimeksiantajaan sekä kurssihenkilökuntaan. Projektin toteuttamiseen on budjetoitu resursseja projektityöryhmältä seuraavanlaisesti;

Kurssin tärkeät päivämäärät:

29.2. Projektisuunnitelmien esittely, ekskursio Nordealle (Vallila)

28.3. Väliraporttien esittely, ekskursio

25.4. Loppuraportin jättöpäivä (ei kokoontumista)

2.5. Loppuseminaari

4. Riskit ja niiden hallinta

Projektin toteutuksen kannalta olennaisimmat riskit ovat

- Projekti on sisällöltään liian laaja
- Projekti ei pysy aikataulussa
- Asiakkaan ongelman ratkaisevaa tilastollista mallia ei löydetä
- Tutkimusongelman ratkaisevaa tilastollista mallia ei pystytä toteuttamaan
- Asiakas ei pysty ottamaan tutkimusongelman ratkaisevaa tilastollista mallia käyttöön

Projektin liian laaja sisältö, johtaa aikatauluongelmiin ja ongelmiin työn tieteellisen tason kanssa. Täten projektin onnistumisen kannalta on äärimmäisen tärkeää pyrkiä minimoimaan sisällön laajuuteen liittyvä riski. Projektin tavoite määriteltiin selkeästi jo asiakkaan alustavassa tehtävänannossa, mutta keinoja tavoitteen saavuttamiseksi ei rajattu. Keinojen rajaamattomuus lisää luonnollisesti sisällön liialliseen laajenemiseen liittyvää riskiä, mutta ko. riski pyritään minimoimaan kommunikoimalla asiakkaan kanssa aktiivisesti projektin eri vaiheissa.

Aikatauluviiveet heikentävät asiakastyytyväisyyttä ja vaikeuttavat seminaarikurssin suoritusta. Viiveet johtuvat joko projektin puutteellisesta rajauksesta, projektin haasteellisuudesta, tai ryhmädynamiikkaongelmista (projektin haasteellisuuden viitataan tuonnempana). Projektin aikatauluviiveet ovat kuitenkin melko epätodennäköisiä, koska projekti on aikataulutettu tarkasti, ja projektipäällikkö seuraa säännöllisesti projektin edistymistä. Ryhmädynamiikkaongelmat pyritään minimoimaan selvällä vastuujaoilla ja ryhmän sisäisellä kommunikaatiolla.

Tutkimusongelmaan on haettu ratkaisua kirjallisuudessa jo pitkään, joten riski tilastollisen mallin sopimattomuudesta asiakkaan tarpeisiin on merkittävä. Mikäli tutkimusongelmaan ei löydetä asiakkaan tarpeisiin sopivaa ratkaisua, ryhmämme pyytää neuvoja kurssin

vastaavalta professorilta tai assistentilta. Kurssin henkilökunnalta kysytään neuvoja myös silloin, jos tutkimusongelman ratkaisevaa tilastollista mallia ei pystytä toteuttamaan.

Vaikeudet tutkimusongelman ratkaisevan mallin käyttöönotossa ovat melko epätodennäköisiä, sillä asiakas ymmärtää tilastotiedettä varsin hyvin. Riskiä pyritään kuitenkin minimoimaan kattavalla dokumentoinnilla. Lisäksi asiakkaalle annetaan ratkaisumallin käyttökoulutusta viimeisessä tapaamisessa.