

Juha Ikäheimo ja Antti Asikainen

Sahalaitoksen simulointimalli

Johdanto

Suomessa on tutkittu runsaasti sahausasetteiden vaikutusta saantoprosentteihin ja sahauksen taloudelliseen lopputulokseen. Tutkimuksessa on käytetty apuna eri tyyppisiä sahaussimulaattoreita sekä optimointialgoritmeja. Itse sahausprosessia ja sen materiaalivirran logistiikkaa on tutkittu Suomessa huomattavasti niukemmin. Useilla muilla tuotannon aloilla, kuten kappaletavarateollisuudessa, kemianteollisuudessa ja myös puunkorjuussa tutkimusvälineenä on käytetty diskreettiä simulointia, jonka avulla on pyritty määrittämään tuotannon pullonkaulat ja koneiden vuorovaikutusten vaikutus tuotantoon (Asikainen 1995). Simuloinnin käyttö sahateollisuuden tuotannon tutkimuksessa on laajentunut voimakkaasti kuluneella vuosikymmenellä erityisesti Pohjois-Amerikassa (Kline ja Araman 1990, Lin ym. 1995, Mendoza ym. 1991). Kaiken kaikkiaan arvioidaan vuosituhannen vaihteessa Pohjois-Amerikassa 40 %:n tuotantoinsinööreistä käytävän simulointia päätöksenteon tukityökaluna (Wiedebeck ja Kline 1994).

Tavoitteena on rakentaa veistosahaperiaatteella toimivan keskisuuren sahan simulointimalli. Mallia käytetään edelleen sahauksen opetuksen ja tutkimuksen työvälineenä.

Mallin aineisto sahan toiminnasta

Tutkimusta varten sahalta kerätään tietoa koneiden ominaisuuksista, energiankulutuksesta ja työvoim-

an käytöstä. Erityisesti tuottavuus- ja kustannustiedot ovat tärkeitä simulointimallin rakentamiseksi. Lisäksi simulointia varten on tiedettävä koneiden, puutavaravarojen ja työvoiman sijoittuminen sahalta. Tarpeen vaatiessa tehdään aikatutkimusta muun muassa trukin liikkumisesta puutavaran käsittelyalueella, jotta sen käyttäytyminen pystyttäisiin mallintamaan.

Aineiston kerääminen on yksi suurimpia tehtäviä simulointimallin rakentamisessa. Mallin pitäisi kuvata sahalaitosta mahdollisimman hyvin, mikä vaatii lähes kaiken tiedon sahan toiminnasta. Toisaalta aineiston kerääminen ei saa olla tutkimuksen päätehtävä, vaan varsinaisen mallin rakentamiseen on jätettävä riittävästi aikaa. Tutkimuksessa mallitettiin veistosahausperiaatteella toimivan Saha-Tapio Oy:n tuotantolinja tukkikentältä valmiin tavaran lähetykseen. Aineiston keruuta on auttanut sahan henkilökunnan myönteinen suhtautuminen hankkeeseen. Lisäksi aineiston keräämistyötä on helpottanut Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulussa lopputyötä varten samalta sahalta kerätty laaja tuottavuus- ja kustannusaineisto.

Simuloimalla jäljitetään sahan työvaiheita

Simuloinnilla tarkoitetaan imitointia, jäljittelyä ja toistamista. Simuloinnin avulla voidaan tutkia ole-massa olevan systeemin mahdollisia muutoksia ja ennustaa niiden vaikutuksia systeemin toimintaan (Asikainen 1995). Toinen merkittävä simuloinnin sovellusalue on uusien systeemien suunnitteluvai-



Kuva 1. Simulaattoripaketeissa rakennettu malli esitetään animaationa, jonka avulla mallin toimintaa voidaan tarkastella helpommin. Kuvassa osa sahasimulaattorin animaatiomallista, muun muassa sahan kuorinta- ja lajitteluyksiköt.

he. Nykyisin simulointia käytetään hyvin monenlaisten ongelmien ratkaisuun. Tyypillisiä sovelluksia ovat erilaiset kapasiteettitarpeen määrittelytilanteet, esimerkiksi lentokentillä ja pankeissa. Nykyisin simulointia käytetään yhä enemmän myös kappaleetavaran valmistusprosessien ja kokonaisten tehtaiden suunnittelussa.

Tähän tutkimukseen simulointi valittiin tutkimusmenetelmäksi useista eri syistä. Sahalaitos on niin monimutkainen kokonaisuus, että sen kuvaaminen muilla systeemeillä olisi erittäin vaikeaa. Useita koneita on sahalalla asetettu peräkkäin samaan linjaan ja siitä johtuen niiden tuottavuudet ovat tiukasti toisistaan riippuvia. Erilaisten kokeiden teke-

minen simulointimallilla on helpompaa kuin useilla muilla menetelmillä. Esimerkiksi koneiden tuottavuuksia ja työvoiman määrää voidaan simuloinnissa muuttaa nopeasti. Lisäksi satunnaistekijöiden, kuten koneiden rikkoutumisen ja muiden keskeytysten vaikutuksia on helpompi huomioida simuloinnin avulla kuin monilla muilla menetelmillä.

Sahalaitoksen simulointimalli rakennettiin Witness-simulaattoripaketilla, joka on Windows-pohjainen ohjelma. Witnessin avulla simulointimalli on helpompi rakentaa kuin perinteisillä ohjelmointikielillä. Witnessissä se tapahtuu ns. graafisen ohjelmoinnin avulla. Mallin rakentamiseksi Witness

sisältää erilaisia elementtejä, kuten esimerkiksi tiet, varastot, koneet, liukuhihnat ja työntekijät. Näistä elementeistä mallin rakentaja valitsee simuloinnissa tarvittavat osat. Sen jälkeen elementtien toiminta määritellään parametreilla, kuten funktioilla ja jakaumilla. Simulointimallin eri osien välisten vuorovaikutusten mallittaminen on mallin realistisen toiminnan kannalta ratkaiseva vaihe.

Witnessillä on mahdollista simuloida mm. tehtaan tuotantoprosesseja, kuljetussysteemejä ja ihmisvirtoja erilaisissa palvelutilanteissa. Simulaattoripaketin etuihin kuuluu monipuolisten raporttien saatavuus ja valmiin mallin yksinkertainen käyttö. Se ei vaadi käyttäjältään ohjelmointikoulutusta. Lisäksi valmiita simulointimalleja voidaan muuttaa nopeasti erilaisia päätöksentekotilanteita vastaaviksi. Witness-simulaattoripaketin heikkoudet liittyvät ohjelman tavoitteeseen, jossa mallin rakentaminen on pyritty tekemään mahdollisimman yksinkertaiseksi. Tällöin joidenkin monimutkaisempien kokonaisuuksien mallintaminen hankaloituu. Simulaattoripaketin toimivuus erilaisten ongelmien ratkaisussa on kuitenkin havaittu hyväksi useissa tutkimuksissa.

Simulointimallin käyttö

Kun koko simulointimalli on saatu rakennettua ja sen toimivuus on testattu, Witnessin avulla voidaan tehdä erilaisia simulointiajoja. Ajoja varten määritellään muun muassa toistojen pituus ja lukumäärä. Simulointiajojen avulla on mahdollista tehdä laajempia tutkimuksia ja erilaisia herkkyysanalyysyjä eri muuttujien välillä. Tulosten analysointia varten Witness-paketti sisältää erillisen tilasto-ohjelman, Witness XA:n. Tässä ohjelmassa käyttäjä pystyy valitsemaan halutut tulokset tarkastelun kohteeksi, esimerkiksi sahan kustannukset ja tekemään niiden avulla tarvittavia analyysyjä. Saha-simulaattorin yhteydessä erilaisten ajojen avulla on tarkoitus tutkia muun muassa erikois- ja bulkkituotannon vaikutuksia sahalaitoksen tuottavuuteen ja kustannuksiin.

Ohjelmoinnin helpottamiseksi mallin toiminta esitetään Witnessissä myös animaationa, jolloin käyttäjän on helpompi tarkastella systeemin toimintaa ja tehdä siihen tarvittavia korjauksia. Ani-



Kuva 2. Sahan simulointimalli perustuu Saha-Tapio Oy:n Kiihtelysvaraassa sijaitsevalta sahalla kerättyihin tietoihin.

maation avulla voidaan koko tehtaan tuotantoprosessi esittää kuvaruudulla. Animaatiotoiminta on hyödyllinen erityisesti simulointimallin rakentamisvaiheessa, jolloin voidaan tarkastella mallissa olevia virheitä helpommin. Lisäksi mallia esiteltäessä on animaation avulla helppo havainnollistaa eri toimintoja. Animaatiotoiminto on kuitenkin vain apuväline ja sen perusteella ei simulointimallin toimivuudesta voida tehdä lopullisia johtopäätöksiä.

Mallin rakentaminen on aloitettu syyskuussa 1996 ja mallin ensimmäinen versio valmistuu keväällä 1997, minkä jälkeen mallin testaaminen ja validointi käynnistetään. Mallia käytetään mm. erikoistuotannon ja bulkkituotannon kustannusten vertailuun ja läpimenoaikojen tarkasteluun tutkittavalla sahalla. Tarkoituksena on jatkuvasti parantaa ja kehittää mallin toimivuutta, jotta sillä pystyttäisiin kuvaamaan todellista sahalaitosta mahdollisimman hyvin. Tällä tavoin mallista saataisiin hyvä apuväline tutkimukseen ja opetukseen. Lisäksi yhteistyökumppanina oleva saha voisi käyttää mallia omissa tuotantoa koskevissa ratkaisuisaan.

Kirjallisuus

- Asikainen, A. 1995. Discrete-event simulation of mechanized wood-harvesting systems. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta, Tiedonantoja 38. 94 s.

- Kline, D. & Araman, P. 1990. Computer simulation of a hardwood processing plant. Proceedings of Process control/production management of wood products: Technology for the '90s: 41–49.
- Lin, W., Kline, D., Araman, P. & Wiedenbeck, J. 1995. Design and evaluation of log-to-dimension manufacturing systems using system simulation. Forest Products Journal 45 (3): 37–44.
- Mendoza, G., Meimban, R., Araman, P. & Luppold W. 1991. Combined log inventory and process simulation models for the planning and control of sawmill operations. 23rd CIRP international seminar on manufacturing systems, Nancy, France. 8 s.
- Wiedebeck, J. & Kline, D. 1994. System simulation modeling: A case study illustration of the model development life cycle. Wood and Fibre Science 26(2): 192–204.

■ Kirjoittajat työskentelevät Joensuun yliopiston metsätieteellisessä tiedekunnassa.