

**HYDRAULISESTI OHJATUN AKSELIN AUTOMAATTISEN KESKITYKSEN
SUUNNITTELU**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Maaseutuelinkeinot, Mustiala

Kevät, 2021

Jaakko Pihanperä

Tekijä	Jaakko Pihanperä	Vuosi 2021
Työn nimi	Hydraulisesti ohjatun akselin automaattisen keskityksen suunnittelu	
Ohjaajat	Timo Teinilä	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää traktorin peräkärryn ohjaavan akselin muuttaminen sähköisesti ohjatuksi, jotta akselien keskitys olisi mahdollista automatisoida. Nykyään akselia ohjataan suoraan traktorin hydraulilohkosta ja se on haastavaa etenkin huonoissa olosuhteissa.

Opinnäytetyössä selvitän projektiin tarvittavia komponentteja ja niiden hintaa. Onko projekti mahdollista toteuttaa itse vai tarvitaanko siihen ulkopuolisten apua.

Projektin yksinkertaisuus yllätti positiivisesti. Projektiin tarvittavat komponentit ovat hyvinkin tavallisia ja helposti saatavia. Kustannuksiltaan muutostyö pysyy myöskin järkevänä. Logiikan ohjelmointi on projektin ainoa ulkoistettava työvaihe, joka sekin olisi mahdollista opetella itse. Projekti on siis haastavuudeltaan ja kustannuksiltaan toteuttamiskelpoinen.

Avainsanat Maatalous, Hydrauliiikka, Sadonkorjuu

Sivut 13 sivua

Author Jaakko Pihanperä

Year 2021

Subject Planning automatic positioning of a hydraulically steered axle

Supervisors Timo Teinilä

ABSTRACT

The goal of this thesis was to find out a possibility of changing hydraulically steered axle to have electric control and to have automated centering of the axle. Now the axle is manually steered from the tractors hydraulic valve and it is challenging especially in bad conditions.

In this thesis I am looking for the components needed to this project and the price of these components. Is the project possible to do by myself or do I need some help from some professionals.

The simplicity of this project surprised me positively. The components to this project are commonly used and easy to find. The price of this project also stays reasonable.

Programming the logic controller is the only part of this project where I need help from some professional, but it could also be learned by myself for little bit of practice. This project is possible to do because it is not too challenging, and the price tag is also reasonable.

Keywords Agriculture, Hydraulics, Harvest

Pages 13 pages

Sisälllys

1	Johdanto	1
2	Toimeksiantajieni maatilasta ja sadonkorjuusta	1
	2.1 Pihanperän tila	1
	2.2 Varastonostot.....	2
3	Laatikkokärryt	4
4	Ohjauksen keskittämisen automatisointi	7
	4.1 Ongelma	7
	4.2 Tarvittavat komponentit	8
	4.2.1 Hydraulinen suuntaventtiili.....	9
	4.2.2 Ohjelmoitava logiikka.....	9
	4.2.3 Anturi.....	10
	4.2.4 Ohjaussauva	10
	4.3 Komponenttien kustannukset.....	11
5	Yhteenveto	12
	Lähteet.....	13

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1. Multiva laatikkokärryt (Kuva: Jaakko Pihanperä)

Kuva 2. Punajuuren nostoa (Kuva: Jaakko Pihanperä)

Kuva 3. Laatikkokärryt (Kuva: Jaakko Pihanperä)

Kuva 4. Akseli ja akselin ohjaussylinteri (Kuva: Jaakko Pihanperä)

Kuva 5. Sähköohjattu 4/3-suuntaventtiili (Kuva: Jaakko Pihanperä)

Kuva 6. Hydraulisylinteri lineaarianturilla (Kuva: Jaakko Pihanperä)

Taulukko 1. Komponenttien hinnat

1 Johdanto

Alati kasvavilla maatiloilla korjattavan sadon määrä lisääntyy jatkuvasti. Korjattavan pinta-alan kasvaessa tulee myös korjuukalustoon panostaa, jotta sato saadaan korjattua optimaaliseen aikaan. Toimeksiantajieni maatilalla viljellään porkkanaa ja muita laatikoihin nostettavia vihanneksia. Heillä onkin käytössään laatikkokärret, joissa pyörät ovat vasta lavan takana. Tämä mahdollistaa suurempien renkaiden käytön, mutta samalla aiheuttaa käytännön ongelmia käännöksissä, sillä kärre oikaisee todella paljon. Tämä ongelma on ratkaistu tekemällä akselista hydraulisesti ohjattava.

Kärrejen akselia on ohjattu suoraan traktorin hydraulikasta silmämääräisesti. Tämä on hankalaa kuskille, etenkin pimeässä ja märissä olosuhteissa. Tässä opinnäytetyössä tutkin mahdollisuuksia akselin automaattiseen keskitykseen. Tämä on tärkeää, jotta muutenkin kiireiset varastonostot saataisiin sujuvimiksi ja kuskien löytäminen hommaan tulisi helpommaksi työn kuormittavuuden laskemisen takia.

2 Toimeksiantajieni maatilasta ja sadonkorjuusta

2.1 Pihanperän tila

Toimeksiantajinani toimii Juha ja Päivi Pihanperän maatila Uudenkaupungin Kalannista. Tila sijaitsee Velluan kylässä joen varressa, joten edellytykset kasteluun ovat tilan pelloilla pääosin hyvät. Tilan pellot ovat olleet hyvin vaihtelevia maalajien suhteen, mutta nykyisen isäntäparin aikana savipaikkoihin on ajettu hiekkaa ja ojituksia parannettu, joten pelloista on tullut hyviä varhaisvihannesten kasvatukseen. Nykyään suuri osa viljelystä tapahtuu vuokramaille, joista kauimmat sijaitsevat yli 30 kilometrin päässä.

Tilalla on ollut pitkä historia sokerijuurikkaan viljelyssä, joka on aloitettu jo edellisten omistajien aikaan ja jatkui vielä noin 2000-luvun vaihteeseen, jolloin alettiin siirtymään kohti vihanneksien kasvattamista. Aluksi kasvatettiin esimerkiksi tilliä, mutta pian oikea suunta löytyi juureksista. Nykyään tilalla on tuotannossa porkkanaa, punajuurta ja naurista.

Naurista tilalla viljellään niputettavaksi. Niputukseen käytetään hunajanaurista, joka on valkoinen ja makeampi kuin tavallinen nauris. Nauriin kylvöt alkavat heti maaliskuussa, kun pellot ovat kylvökunnossa ja jatkuu aina heinäkuulle asti. Kylvöjä tehdään viikoittain, jotta niputukseen saadaan aina juuri oikean kokoista tavaraa. Porkkanaa ja punajuurta pyritään toimittamaan mahdollisimman aikaisin ja toisaalta mahdollisimman pitkälle kevääseen. Porkkana ja punajuuri nostetaan puulaatikoihin.

2.2 Varastonostot

Varastonostot ovat viimeisiä töitä, joita tilalla tehdään ennen talven tuloa. Nostoja yritetään viivyttää aina niin pitkään kuin on mahdollista, jotta juuresten varastossa oleva aika olisi mahdollisimman lyhyt ja tuotteet olisivat mahdollisimman kylmiä jo vietäessä varastoon. Tämä aiheuttaa ongelmia ja riskejä sadonkorjuulle. Suuret sateet ja yöpakkaset häiritsevät tavallisesti nostoa mitä pidemmälle lokakuussa päästään.

Tilalla on käytössä hinattava kaksirivinen Asa-lift-nostokone, jossa on elevaattori. Nostokoneen vierellä ajaa traktori, jonka takana on kärry, jossa ovat juureslaatikot. Kärrytraktorin ajaminen on haasteellista puuhaa, sillä elevaattorin tulee pysyä laatikon sisällä, jotta nosto olisi mahdollisimman hellävaraista, eikä esimerkiksi porkkanat tippuisi kovin korkealta ja siksi menisi poikki. Laatikkokärryissä olevien laatikoiden täytyttyä kärry ajetaan joko suoraan varastolle tai kuormauspaikalle, jossa täydet laatikot vaihdetaan tyhjiin ja kärry menee takaisin nostokoneelle.

Viimeisissä varastonostoissa ongelmana on yleensä peltojen märkyys, joka aiheuttaa ongelmia kalustolle. Varsinkin hieman raskaammilla mailla veden läpäisykyky ei ole niin hyvä kuin tavallisimmilla porkkanan- tai punajuurenviljelymailla. Ensimmäiseksi pellon kastuessa ongelmaksi tulee pellolta renkaiden mukana siirtyvä maa, joka aiheuttaa yleensä tunteita kyläläisissä ja muissa tienkäyttäjissä. Kun pelto kastuu vielä hieman lisää, ongelmaksi tulee kärryjen liikkuminen märässä pellossa. Tilalla onkin alettu käyttämään pellolla toisia kärryjä, joiden jälkeen laatikot kuormataan tiellä käytettävään kalustoon. Tämä mahdollistaa myös pienempien rengaspaineiden käytön peltokärryissä, sillä niiden ajonopeus pysyy maltillisena. Märällä maalla rengaspaineiden tulisi pysyä alle 50 kPa, jotta suurimmilta tiivistymisiltä vältyttäisiin. (Karhumaa, 2019, s. 15)

Ennen käytössä oli 6-metrisiä telikärryjä. Näihin kärryihin mahtuu 6 kappaletta juureslaatikoita, kolme peräkkäin ja kaksi rinnakkain. Näissä kärryissä ongelmana on ollut märissä olosuhteissa se, että pyörät lakkaavat pyörimästä. Kun pyörät lakkaavat pyörimästä, alkaa kärry tulla perässä kuin pulkka ja silloin traktorin vetoteho loppuu. Ongelmana tällaisissa telikärryissä on myös se, että kärryn lava sijaitsee suhteellisen korkealla ja näkyvyys 1,10 m korkeaan laatikkoon on huono.

Hollannissa on yleisesti käytössä kärrytyyppi, jossa ei ole kuin yksi akseli ja se sijaitsee laatikkotason takana. Tekemällä tällainen kärry ratkaistaisiin molemmat edellä mainituista ongelmista: saataisiin telikärryjen 22-tuumaisten renkaiden tilalle 38-, tai jopa 42-tuumaiset renkaat, jolloin pyörät pyörisivät vielä huonoissakin olosuhteissa ja samalla laatikkotaso saataisiin alemmas ja näkyvyys laatikkoon paremmaksi.

Kuva 1. Multiva laatikkokärryt (Kuva: Jaakko Pihanperä)



3 Laatikkokärryt

Vuonna 2019 kesällä tilalla alettiin rakentamaan kahta hollantilaistyyppistä kärryä. Lavapituudeksi päädyttiin 8 metriin. Kärrylle mahtuu siis neljä laatikkoa, sillä laatikko on 2 metriä pitkä. Tällaisissa kärryissä tulee ottaa huomioon se, että jäykällä akselilla kärry oikaisee todella paljon käännoksissä. Kärryihin onkin yleensä tehty aina ohjattava taka-akseli, jotta kärryjen käyttäminen tulee mahdolliseksi.

Kärryn runkona toimii noin 10 metriä pitkä iso rautapalkki. Rautapalkin toisessa päässä on vetolenkki ja toisessa päässä käytetty kuorma-auton etuakseli, jota ohjataan hydraulisyliinterillä. Akselin ja vetosilmukan väliin tehtiin 1,2 metriä leveä ja 8 metriä pitkä taso, johon mahtuu 4 kappaletta isoja juureslaatikoita.

Kustannuksiltaan kärry jäi yllättävän edulliseksi, sillä kalliita komponentteja projektissa ei juuri ole. Kalleimmat yksittäiset hankinnat projektiin olivat rautapalkki, etuakseli ja renkaat vanteineen. Rautapalkin hinta oli noin 1500 euroa ja käytetty etuakseli 200 euroa. Renkaiksi valittiin paikalliselta rengasliikkeeltä löydetyt käytetyt traktorin 38-tuumaiset takapyörät. Lisäksi tarvittiin rautaa lavarakenteen tekemiseen, hieman sähkötarvikkeita valojen rakentamiseen ja muuta pientä. Kärryn materiaalien hinnaksi tuli noin 4000 euroa. Lisäksi tietysti paljon työtunteja, mutta niistä ei ole mitään kirjanpitoa enää jäljellä.

Nyt kahtena vuotena kertyneillä kokemuksilla kärryihin on oltu erittäin tyytyväisiä. Kärryjen etenemiskyky märällä pellolla on aivan uskomaton verrattuna tavallisiin telikärryihin. Asiaan vaikuttaa kaksi asiaa: toinen on edelläkin mainittu renkaiden pyöriminen märissäkin olosuhteissa ja toinen on traktorin taka-akselille tuleva paino, joka kasvaa laatikoiden täytyttyä. Viime vuonna kärrytraktoreihin asennettiin vielä levikepyörät taka-akselille, jolloin traktorin ilmanpaineet voitiin laskea todella mataliksi. Nostokoneen vieressä ajamisesta on tullut helpompaa, pellot ovat noston jäljiltä siistimmässä kunnossa, nosto onnistuu märemmästä pellostä ja koneiden aiheuttamat pintapaineet ovat laskeneet.

Kuva 2. Punajuuren nostoa (Kuva: Jaakko Pihanperä)



Ongelmia kÄrryissÄ on myös. Yhden kÄrryn kapasiteetti ei ole kovin suuri, sillÄ siihen ei mahdu kuin neljÄ laatikkoa, jolloin tarvitaan useita kÄrryjÄ ja traktoreita pellolle. Toisaalta tÄmÄ aiheuttaa

hyvän etenemisen määrälläkin pellolla, koska painot ovat pieniä. Toinen ongelma on akseleiden käyttö. Akseleita on käytetty suoraan traktorin hydraulilohkosta, jolloin varsinkin keskittäminen on todella haastavaa. Renkaiden ollessa asteen väärässä kulmassa tulee kääryn takapää jo noin 20 senttimetriä väärässä linjassa. Tämä ongelma korostuu etenkin pimeällä ja huonoissa olosuhteissa.

Kuva 3. Laatikkokärryt (Kuva: Jaakko Pihanperä)



4 Ohjauksen keskittämisen automatisointi

4.1 Ongelma

Kääryjen ohjaaminen ajon aikana on yllättävän hankalaa. Etenkin pimeällä tai liikenteessä kääryjen ohjaaminen on todella haastavaa. Pellolla taas pitää pystyä pitämään elevaattori laatikossa, samalla kun ohjaat traktoria ja kääryjen renkaita. Ratkaisuksi tähän olisi renkaiden automaattinen keskitys. Silloin kääryn renkaiden ollessa aina samassa asennossa voisi opetella ajamaan aina samalla tavalla ja keskittymään pelkästään traktorin ohjaamiseen. Esimerkiksi tilan hinattavassa

nostokoneessa ja monissa perunannostokoneissa on myös ohjauksen automaattinen keskitys, eli mahdottomasta projektista ei olisi kyse.

Kuva 4. Akseli ja akselin ohjaussylinteri (Kuva: Jaakko Pihanperä)



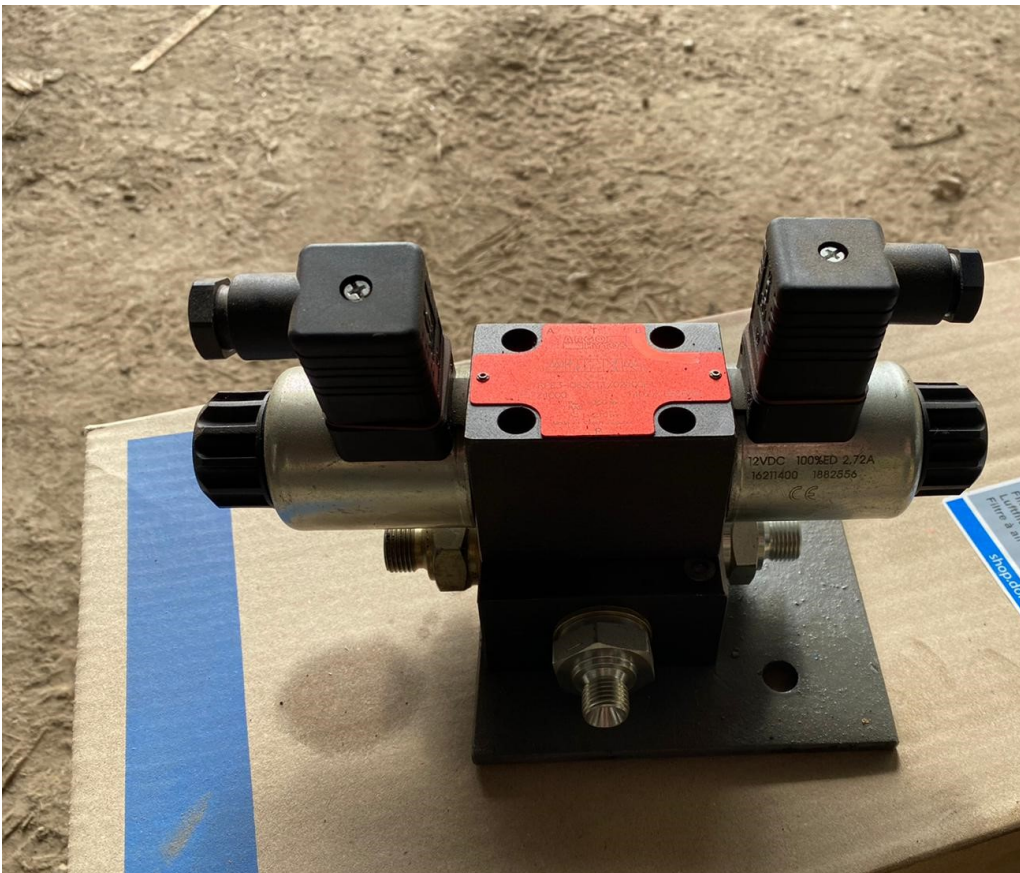
4.2 Tarvittavat komponentit

Kärryn keskitykseen täytyy saada logiikka, joka ohjaa hydraulista suuntaventtiiliä akselilla olevan anturin tiedon perusteella. Renkaiden vasemmalle ja oikealle kääntäminen tapahtuisi jatkossakin käsin, mutta öljyn täytyy kulkea saman suuntaventtiilin kautta. Ohjaamoon tulisi siis jonkinlainen ohjaussauva, josta kääntämällä vasemmalle pyörät kääntyisivät vasemmalle ja vastaavasti oikealle käännettäessä oikealle. Lisäksi sauvassa tulisi olla kolmas suunta tai jokin nappula, josta keskittäminen tapahtuisi. Traktorin hydrauliiikasta paineen tulee siis olla aina päällä ja logiikka ohjaa suuntaventtiilin kautta akseleita.

4.2.1 Hydraulinen suuntaventtiili

Projektiin tarvitaan sähköohjattu suuntaventtiili, jotta logiikka pystyy ohjaamaan venttiiliä. Suuntaventtiilin tulee olla 4/3-suuntaventtiili, jotta siinä on neljä liitäntää ja kolme toiminta-asentoa. (Brax, Hurmelinna, 2013, s. 12) Liitännöistä kaksi kiinnitetään traktorin hydraulijärjestelmään, toinen paineeseen ja toinen paluupuolelle. Toiset kaksi menevät akselille, sylinterin molempiin päihin yksi.

Kuva 5. Sähköohjattu 4/3-suuntaventtiili (Kuva: Jaakko Pihanperä)



4.2.2 Ohjelmoitava logiikka

PLC eli programmable logic controller. Sitä käytetään esimerkiksi koneiden tai tuotantolinjojen ohjaukseen. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi, 2007, s. 212) Logiikka saa olla hyvin yksinkertainen tässä projektissa, sillä se ei ohjaa kuin suuntaventtiiliä. Logiikkaa taas ohjaa vain anturi, sekä ohjaussauva.

4.2.3 Anturi

Pyörien asennon tunnistamiseen tarvitaan jonkinlainen anturi. Markkinoilla on olemassa erilaisia kulma-antureita, jotka muuttavat kiertoliikkeen digitaalseksi tai analogiseksi arvoksi. Kulma-anturin suojausluokka esimerkiksi kosteudelta valitaan käyttökohteen mukaan. Toinen vaihtoehto on hydraulisynteriin asennettava lineaarianturi. Lineaarianturit mittaavat lineaariliikettä kosketuksettomasti ja ovat siksi kulumattomia ja hyvin pitkäikäisiä.

Kuva 6. Hydraulisynteri lineaarianturilla (Kuva: Jaakko Pihanperä)



4.2.4 Ohjaussauva

Ohjaussauvalla ohjataan ohjelmoitavaa logiikkaa. Ohjaussauvassa tulee olla vähintään kolme suuntaa, joista yksi on keskitykselle ja pyörien kääntämiselle kumpaankin suuntaan yksi.

4.3 Komponenttien kustannukset

Projektiin tarvittavat komponentit ovat yllättävän tavallisia ja yksinkertaisia. Ainoastaan hydraulisynterinin sisään asennettava lineaarianturi oli minulle uusi tuttavuus. Koska tarvittavat komponentit ovat suhteellisen tavallisia, niin hinnatkin ovat siedettävällä tasolla.

Taulukko 1 Komponenttien hinnat

Suuntaventtiili	250e
Logiikka	150e
Ohjaussauva	80e
Asentoanturi/Lineaarianturi	100e/600e
Yhteensä	580e/1080e

Projektiin tarvittavien komponenttien hinta käytännössä tuplaantuu, mikäli käytetään hydraulisynterinin sisällä olevaa lineaarianturia. Toisaalta mitään ylimääräisiä telineitä eikä suoja kulma-anturille ei tarvita. Lineaarianturi on myös täysin suojassa säältä.

Näistä hinnoista puuttuu vielä logiikan suunnittelu ja tekokustannukset. En kuitenkaan usko niiden olevan kovin merkittävät, sillä ainakin minusta tämän projektin logiikka vaikuttaa kovin yksinkertaiselta. Uskon, että pienellä opiskelulla logiikka olisi mahdollista tehdä myös itse.

Kärryn komponenttien hinnaksi tuli siis noin 4000 euroa ja keskityksen automatisoinnin hinnaksi lineaarianturilla 1100 euroa eli yhteensä reilut 5000 euroa. Tästä hinnasta puuttuu vielä kaikki

työt, joita kärryn ja ohjauksen tekemisessä on tai tulee olemaan, mutta hinta jää varmasti alle 10 000 euroon.

5 Yhteenveto

Kärryn valmistamisen kilpailuttaminen ei ole kovin yksinkertainen tehtävä. Tällaisten kärryjen valmistajia en tiedä kuin yhden hollantilaisen, ja niidenkin laatikot ovat hieman eri kokoisia kuin meidän, joten heidänkin tulisi käyttää tätä ainakin hieman suunnittelupöydän kautta. Sen voin kuitenkin sanoa, että jo pelkästään näin erikoisen kokoisen kuljetuksen tuominen Hollannista tänne Suomeen ei ole kovin edullista. Pelkästään rahdeiksi arvioin vähintään 2000 euroa, jopa enemmän. Kyseessä kuitenkin yli 12 metriä pitkä ja 2,5 metriä leveä kuljetus. Lisäksi tekemällä nämä itse, tulevaisuudessa mahdollinen korjaaminen ja tuotekehittely on helpompaa, koska tunnet koneesi paljon paremmin.

Keskittämisen automatisointi on siis yllättävänkin yksinkertainen projekti. Kaikki tarvittavat komponentit ovat suhteellisen tavallisia ja pitkälti ihan hyllytavaraa. Ainoana esteenä projektin tekemiselle omilla, nykyisillä taidoilla on logiikan ohjelmointi. Siihenkin uskon internetin olevan täynnä ohjeita ja opetusvideoita tällaisiin suhteellisen yksinkertaisiin projekteihin.

Tämän parannuksen tekeminen jo olemassa oleviin kärryihin maksaa siis noin 1000 euroa, mikäli opettelen itse tekemään logiikan. Muutostyö tulee siis olemaan hyvin järkevä ratkaisu varsinkin jo olemassa oleviin kärryihin verrattuna uusiin tehdastekoisiiin. Projektin valmistuttua uskon kärrykuskiin olevan hyvin tyytyväisiä investointiin, sillä ajaminen helpottuu huomattavasti.

Lähteet

Brax, J. Hurmelinna, A. (2013). *Hydrauliikkajärjestelmän suunnittelu*. Centria ammattikorkeakoulu.

Karhumaa, J. (2019). *Lietekaluston vaikutus maan tiivistymiseen*. Oulun ammattikorkeakoulu.

Keinänen, T. Kärkkäinen, P. Lähetkangas, M. & Sumujärvi, M. (2007). *Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat*. Sanoma Pro oy.