

Lastikka Sami

TIESUOLAN LEVITTIMEN TIEDONKERUUJÄRJESTELMÄ

**Opinnäytetyö
KESKIPOHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2012**

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 TIESUOLAN LEVITYS	3
2.1 Tiesuolan levittämisen periaatteet	3
2.2 Tiesuolan levitysauto	5
2.3 Lautassirottelija	7
2.4 Levittimen käyttö	9
3 LOGIIKKAOHJELMOINTI	10
3.1 Ohjelmoitavat logiikat yleisesti	10
3.2 Logiikan valitseminen	11
3.3 Ohjauspäätteen valitseminen	12
3.4 Ohjelmointiin perehtyminen	13
3.5 Logiikan liitettävyys kuorma-autoon	14
3.6 Logiikan liittäminen levittimeen	15
3.7 Ohjelmointi	16
3.8 Anturit	19
3.9 Simulointi	21
4 ASENTAMINEN JA KÄYTTÖÖNOTTO	22
4.1 Järjestelmän asentaminen	22
4.2 Antureiden asentaminen	23
4.3 Käyttöpaneelin ja logiikan asentaminen ohjaamoon	25
4.4 Käyttöohjekirjan tekeminen	25
5 TULOKSET	27
6 YHTEENVETO	28
LÄHTEET	29
LIITTEET	31



TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Tekniikan toimipiste, Ylivieska	Aika Toukokuu 2012	Tekijä/tekijät Sami Lastikka
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma		
Työn nimi Tiesuolan levittimen tiedonkeruujärjestelmä		
Työn ohjaaja Tapio Malinen	Sivumäärä 30 + 17	
Työelämäohjaaja Janne Pisilä		
<p>Työ tehtiin maatalouskoneita ja tien kunnossapitokoneita valmistavalle Vama-Product Oy:lle. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda tiedonkeruujärjestelmä ohjelmoitavan logiikan avulla tiesuolan levittimellä varustettuun kuorma-autoon.</p> <p>Työ aloitettiin logiikan ohjelmoinnin opiskelulla ja tarvittavan logiikan, sekä anturoinnin valitsemisella. Yrityksen asiakkaalla oli käytössään tiesuolan levitin, joka täytyi saada nykyaikaistettua. Työssä asennettiin ajoneuvoon logiikka ja tarvittavat anturoinnit sekä tehtiin tarvittava ohjelma tiedonkeruujärjestelmää varten.</p> <p>Työssä käydään läpi ensin tiesuolan käytön periaatteita ja tiesuolan levittimen mekaniikkaa, jonka jälkeen käsitellään logiikkaa sekä sen ohjelmointia. Antureiden valinta ja niiden asentaminen käydään myös läpi työssä. Työn edetessä luotiin ohjelma logiikalle, joka lopuksi testattiin ja otettiin käyttöön.</p>		
Asiasanat Logiikka, ohjelmointi, tiesuola		

ABSTRACT

CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	Date May 2012	Author Sami Lastikka
Degree programme Mechanical and production engineering		
Name of thesis Data collection system for road salt spreader		
Instructor Tapio Malinen	Pages 30 + 17	
Supervisor Janne Pisilä		
<p>This work was done for Vama-Product Ltd, that manufactures farm machinery and road maintenance machinery. The aim of thesis was to create data collection system using programmable logic controller to truck equipped with road salt spreader.</p> <p>The work was started by studying logic programming and selecting needed logic and sensors. The company's customer was used in road salt spreader, which had to be modernized. In this thesis the vehicle was equipped with logic and necessary sensors and the needed program was made for the data collection system.</p> <p>The thesis first examines the use of road salt and road salt spreader principles of mechanics, after that deals with the logic and its programming. Sensor selection and their installation will also take place trough in this thesis. As work progresses established a logic program that finally was tested and introduced.</p>		
Key words Logic, programming, road salt		

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aihe tarjottiin minulle Vama-Product Oy:ltä Ylivieskan tehtaalta. Yritys on perustettu nimellä Pisilän konepaja Ky Kalajoella vuonna 1978, jonka tiloissa vielä nykyään tehdään osavalmistusta. Yrityksen päätoimipaikka on nykyään Ylivieskassa, jonne se siirtyi vuonna 1999. Ylivieskan toimipisteessä suoritetaan hitsaus, maalaus ja kokoonpanotöitä. Yrityksen tuomerkki on VAMA. Tuotanto on keskittynyt maatalouskoneiden ja tienhoitokoneiden valmistukseen. Valmistettavia tuotteita ovat takalanat, alueaurat, etukuormain varusteet, aurausviittojen pystytys- ja keräyskoneet sekä hiekottimet. Tässä työssä oli tarkoitus modernisoida Destian tiesuolanlevitintä.

Destia Oy on Suomen valtion omistuksessa oleva tienrakennuksen infrastruktuurialan yritys. Se aloitti toimintansa osakeyhtiönä vuonna 2008. Destia nimi on ollut käytössä vuodesta 2007 lähtien, sitä ennen yritys toimi nimellä Tieliikelaitos, joka on syntynyt 2001 Tielaitoksen jakauduttua kahdeksi erilliseksi organisaatioksi. Destia rakentaa, ylläpitää ja suunnittelee liikenneväylien sekä liikenne- ja teollisuusympäristöjen lisäksi kokonaisia elinympäristöjä.

Työ rajattiin tiedonkeruujärjestelmän luomiseen olemassa olevaan tiesuolanlevittimeen. Tiesuolanlevittimellä varustettuun autoon tuli asentaa logiikka, jonka avulla saadaan kuljettajalle tarkka informaatio levitettävän liukkauden torjunta aineksen määrästä. Logiikkaan tuli tehdä ohjelma jolla saadaan hetkellinen ja kokonaismäärä levitettävästä materiaalista.

Tavoitteena on myös modernisoida vanhaa levitintä kustannustehokkaasti nykyajan vaatimuksia vastaaviksi. Täysin kokonaan uuden automatisoidun levittimen hankinta on kallis investointi ja vanhoissa koneissa on kuitenkin yksinkertainen ja varma perustekniikka, jota kannattaa hyödyntää. Vanhoissa koneissa kuluvia osia on vähän ja suurimpana vaurion aiheuttajana on korroosio.

Tiesuolan levittimellä levitetään joko tiesuolaa, hiekkaa tai suolaliuosta. Talvella tiesuolaa käytetään teiden jääkerroksen ja lumen sulana pitämiseen ja kesällä vähentämään hiekkateiden pölyämistä. Tiesuolana käytetään natriumkloridia, jolla on pohjavesiä pilaava vaikutus. Kun kuljettajalle saadaan parempi informaatio levitettävän materiaalin määrästä voidaan tarkemmalla tiesuolan annostuksella minimoida siitä aiheutuvat haittatekijät.

Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisen raportointimallin mukaan. Logiikan ohjelmoinnissa käytin PL7 ohjelmointiohjelmaa. Työn tavoitteena oli rakentaa tiedonkeruujärjestelmä kuorma-autoon ohjelmoitavan logiikan avulla. Käytettäväksi logiikaksi valittiin Schneiderin TSX 37 ja ohjauspäätteeksi saman valmistajan XBTN400. Työn tuloksena syntyi logiikkaohjelma joka testattiin ja otettiin käyttöön autoon asennetussa logiikassa.

2 TIESUOLANLEVITYS

2.1 Tiesuolan levittämisen periaatteet

Talvihoito takaa liikenteen turvallisuuden ja sujuvuuden kaikkina vuorokauden aikoina myös talvipakkasissa. Erityisesti on kiinnitettävä huomiota keliolosuhteisiin ja niiden ennakkointiin. Erittäin tärkeää on tehtyjen toimenpiteiden valitseminen ja niiden ajoittaminen oikein. Sää- ja keliolosuhteiden kehittymistä seurataan kelikeskuksissa, joissa ohjataan myös kaluston liikkeelle lähtöä. Suolauksen tarvetta voidaan vähentää ja ajokelin heikkenemistä ehkäistä ennakoimalla talvihoitoa. Toiminnan taloudellisuutta voidaan parantaa myös työtehtävien oikealla ajoituksella. (Destia Oy 2012)

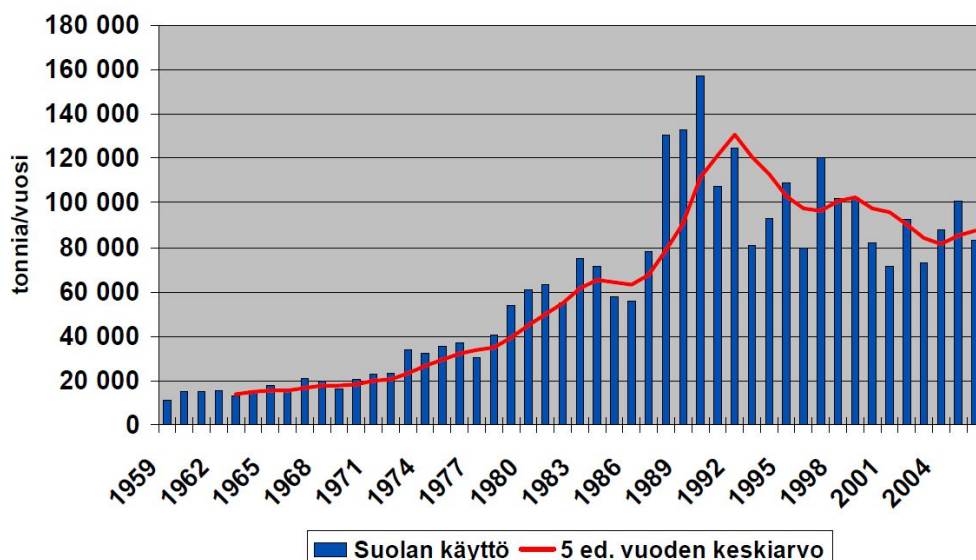
Vähäinenkin liukkauden torjunnan laiminlyöminen talviaikaan voi johtaa turvallisuuden merkittävään heikkenemiseen. Tehokas lumenpoisto vähentää käytettävän suolan ja hiekan määrää sekä pienentää kustannuksia ja ympäristökuormituksia. Tarkasti säädetyllä sirotteluautomaatilla voidaan myös pienentää tienhoidon ympäristövaikutuksia, minimoida kustannuksia sekä vähentää nousevan hiekkapölyn määrää. (Artic machine Oy 2012)

Lioussuolaus on päämenetelmänä ennakoivassa liukkauden torjunnassa. Märälle tienpinnalle tai jos sen lämpötilan odotetaan laskevan alle -2°C , käytetään kostutettua suolaa. Suola on levitettävä kostutettuna tai pelkkänä liuoksena. Levittimet on kalibroitava ennen levityskauden alkua syksyisin lokakuun loppuun mennessä ja muulloinkin mikäli tarvetta ilmenee. Kalibroinneista tehdään pöytäkirjat. Liukkauden torjuntaa ei saa keskeyttää sellaiseen paikkaan että se voi yllättää tielläliikkujan. Materiaalia levitetään linjahiekoituksessa 0,7...1,0 tonnia kilometriä kohden. Pistehiekoituksessa materiaalia levitetään 200...400g / m². Pistehiekoitusta tehdään etupäässä liittymiin. Liittymän hiekoituksessa on otettava huomioon riittävän pitkä hiekoitusmatka sekä tulo- että poistumissuunnassa. Liittymän pistehiekoituksessa täytyy ottaa huomioon tien luokka, nopeusrajoitus, geometria ja keliolosuhteet. (Tiehallinto 2001)

Tien pinnan kuvaus	Määrittys	Vettä g/m ²		Jäätämispisteet/ Liuossuola				Jäätämispisteet/ Kostutettu suola				°C	
				Liuos g/m ²				Suolaa g/m ²					
				5	10	20	40	2	5	10	20		30
Havaittavasti tumma päällyste	Vähän kostea	5 - 20	(10)	-5	-6	-10	-16	-16	-21	-21	-21	-21	°C
Selvästi tumma päällyste	Kostea	20 - 50	(30)	-1	-4	-5	-9	-3	-10	-21	-21	-21	°C
Sumuilmio alkaa	Märkä	50 - 200	(100)	0	-1	-2	-4	-1,5	-2,5	-7	-11	-21	°C
Pisaroita ilmassa	Hyvin märkä	200 - 400	(300)	0	0	0	-2	-0,4	-1	-2	-3,5	-5	°C
Vesi valuu kaltevuuden suuntaisesti	Valuva	400 -	(500)	0	0	0	0	-0,1	-0,4	-1,5	-2	-3	°C

KUVIO 1. Jäätämispisteet kosteustilan ja tiellä olevan suolamäärän mukaan. (Tiehallinto 2012).

Teiden liukkauden torjuntaan käytetään yleisesti natriumkloridia (NaCl). Pohjaveden kloridipitoisuuden on todettu nousseen paikoitellen tiesuolauksen vaikutuksesta. Natriumkloridia on käytetty 1950-luvulta lähtien, mutta suolan käyttömäärät ovat pysyneet melko alhaisina aina 1970-luvun loppuun saakka. Ennakoivaa teiden suolausta on käytetty vuodesta 1983 lähtien. Ennakkosuolauksessa suolaa levitetään aina kun säämuutosten takia on odotettavissa tienpinnan liukastumista. Vuodesta 1987 asti tavoitteena on ollut että päätiet ovat jäästä vapaana ympäri vuoden. Suolan käyttömäärät jatkoivat kasvuaan vuoteen 1990 saakka, jonka jälkeen käyttömääriä on pyritty vähentämään pohjavesille aiheutuneen riskin takia. (Kaarela 2003)



KUVIO 2. Suolan käyttö maanteiden liukkaudentorjunnassa 1959-2006 (Tiehallinto 2012)

2.2 Tiesuolan levitysauto

Destialla on käytössään Volvo FH12 420 mallinen tiesuolan levitysauto johon tiedonkeruujärjestelmä tuli rakentaa (kuvio 3). Auto oli varustettu teiden talvikunnossapitoon alueauralla, alusterällä, sivusiivellä ja hiekoituslaitteistolla johon kuului Salo 1500 lautassirottelulaite ja liuossäiliöt sekä suolakontti (kuviot 4,5 ja 6).



KUVIO 3. Volvo FH12 420 Tiesuolanlevitysauto.



KUVIO 4. Liuossäiliöt.



KUVIO 5. Suolakontti.

2.3 Lautassirottelija

Salon terästyön valmistamalla kuorma-auton takaosaan asennettavalla Salo 1500 lautassirottelijalla voidaan levittää hiekkaa ja suolaa (kuvio 6). Laite toimii hydraulikalla. Siroteltava materiaali siirretään ruuvikuljettimella säiliöstä levitinlautaselle. Kumpaakin pyörittää hydraulikkamoottori. Ruuville voima siirretään ketjувälityksellä ja lautaselle kiilahihnalla. Säiliössä on lisäksi sekoitusakselit jotka murskaavat paakut (kuvio 7). Sirottimen lautanen toimii samalla liuoslevittimenä kun siihen johdetaan suolaliuosta lavalla olevista säiliöistä putkea pitkin (kuvio 8).



KUVIO 6. Salo 1500 lautassirottelija. (Salon terästyö Oy, 2003).



KUVIO 7. Sirottelijan säiliö sisältä.



KUVIO 8. Sirottelijan lautanen.

2.4 Levittimen käyttö

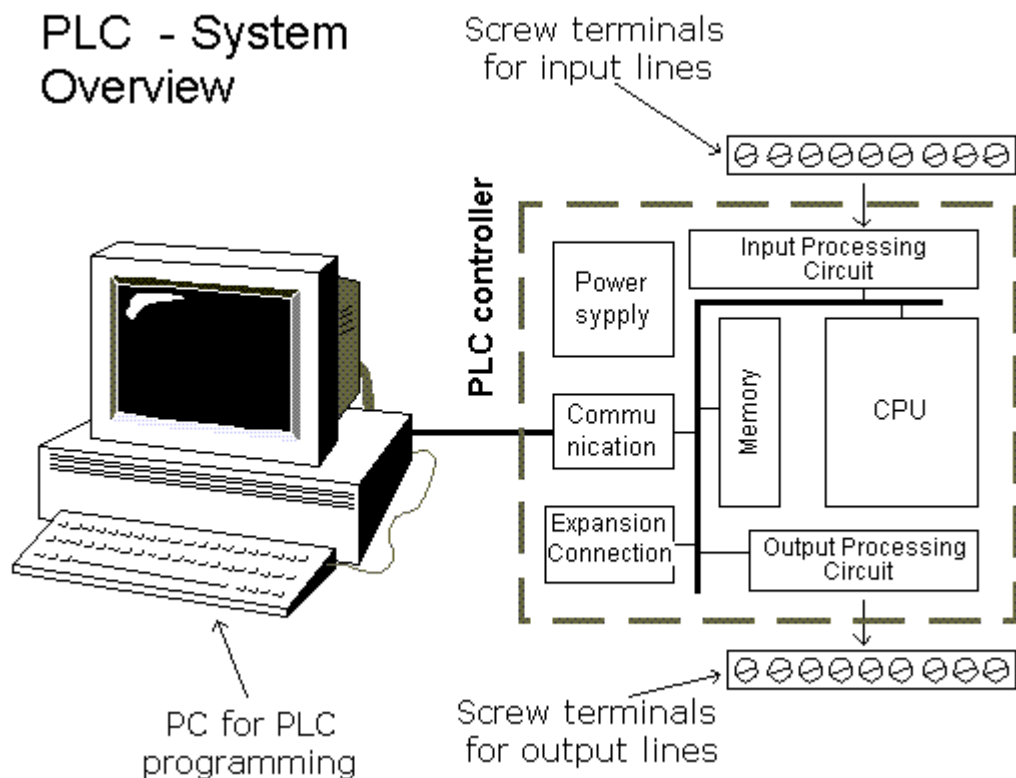
Yleensä suolaan lisätään nestettä suolan ominaispainosta 13-15%. Jos koko tien leveys levitetään kerralla niin levitysleveys voi olla silloin jopa 7m. Levitysleveys säädetään lautasen nopeutta säätämällä. Autossa on nopeusautomaatiikka josta saadaan nopeustieto logiikalle. Yleensä suolaa pyritään levittämään 40-50kg/km. Ajonopeus tiesuolaa levitettäessä on 25-50km/h ja suolaliuosta levitettäessä se voi olla jopa 70 km/h. Levitettävät materiaalit ovat hiekka, karkeasuola ja suolaliuos. Järjestelmän näyttöön tulisi saada levitysmäärätiedot kilometri ja neliömetrikohtainen grammamäärä. Levitys määrille pitäisi saada nollattavat trippimittarit sekä kokonaismäärän mittarit. Kuljettajan tulisi saada tieto myös materiaalin loppumisesta. Lisäksi käyttäjällä tulisi olla mahdollisuus mittarin kalibroimiseen levitettävien materiaalien mahdollisen vaihtumisen vuoksi.

3. LOGIikkaOHJELMOINTI

3.1 Ohjelmoitavat logiikat yleisesti

Ohjelmoitava logiikka on mikroprosessorilla varustettu laite, joka ohjaa ja säätää koneiden ja prosessien toimintoja logiikkaohjelman avulla. Siihen liitetyt kytkimet, koskettimet ja anturit välittävät tietoja laitteiden toimintatiloista ja prosessien mittausarvoista. Näiden tietojen perusteella logiikkaohjelma ohjaa mm. releitä, merkkilamppuja, magneettiventtiileitä, moottoreita ja työsylintereitä. Ohjelmoitavan logiikan englanninkielinen nimi (programmable controller) tarkoittaa sanatarkasti ohjelmoitavaa säädintä, mutta toiminnoltaan se on säädintä monipuolisempi ohjelmoitava ohjausjärjestelmä.

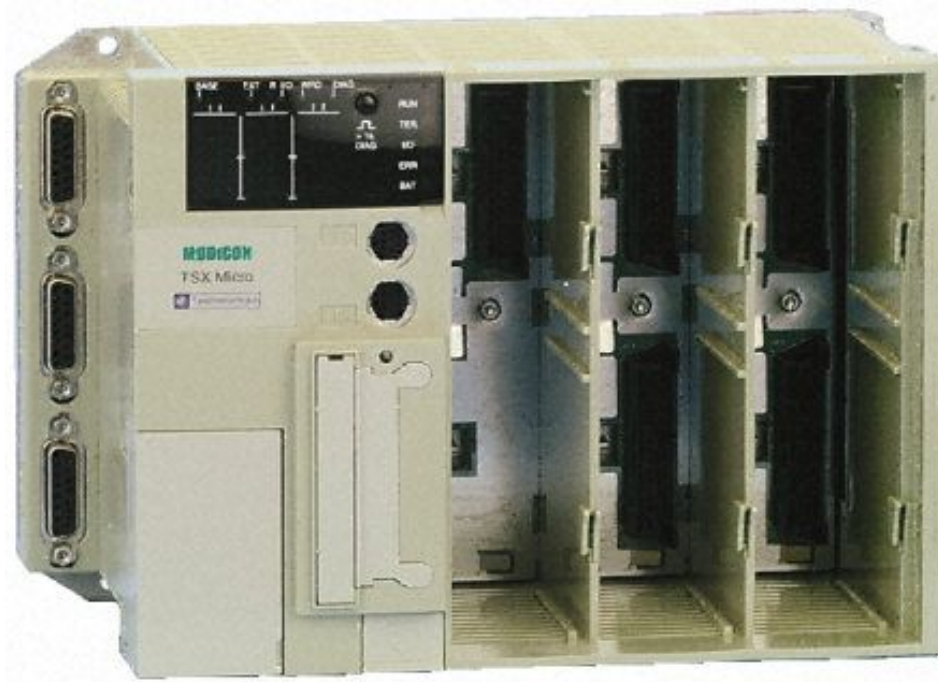
(Värjä, Mikkola 1996)



KUVIO 9. Logiikkajärjestelmän yleiskatsaus. (PAControl, 2012)

3.2 Logiikan valitseminen

Käytettäväksi logiikaksi valittiin Schneiderin Modicon TSX-37-22 (kuvio 10). Valintaan vaikutti se että yrityksellä oli aiempaa kokemusta tämän valmistajan logiikoista valmistamisissaan koneissa, muun muassa aurasviittojen pystytys ja keräily koneissa. Käytössä olleet logiikat ovat osoittautuneet luotettaviksi samantyyppisissä olosuhteissa Destialla, mihin kyseinenkin logiikka tultaisiin asentamaan. Logiikka käsittää laitteiston jossa on 24 V jännitelähde, keskusmuisti ja Flash muistikortti varmuuskopiointia varten. Logiikkaa ohjelmoidaan PL7-ohjelmistolla sarjaliitännä-kaapelin avulla.



KUVIO 10. Modicon TSX 37-22 logiikka. (RS delivers, 2012)

3.3 Ohjauspäätteen valitseminen

Ohjauspäätteeksi valittiin kompaktin kokoinen XBTN400 (kuvio 11). Tämä ohjauspääte on tarkoitettu nimenomaan pienien järjestelmien ohjaus ja säätö käyttöön. Valintaan vaikuttivat kompakti koko helppo yhteen liitettävyyden logiikan kanssa sekä riittävän yksinkertainen käyttöliittymä jossa on kuitenkin kaikki tarvittavat toiminnot. Ohjauspäätettä ohjelmoidaan XBT-L1000 ohjelmalla.



KUVIO 11. XBTN 400 Ohjauspääte. (Schneider Electric, 2012)

3.4 Ohjelmointiin perehtyminen

Työhön ryhdyttyäessä oli ensimmäiseksi perehdyttävä logiikkaan ja sen ohjelmoimiseen. Olin suorittanut aiemmin koulun puolesta logiikkaohjelmointikurssin, jonka ansiosta ei ihan tyhjästä tarvinnut aloittaa. Koska projekti vaikutti haasteelliselta ja aiempaa kokemusta oli melko vähän, niin lähdimme Janne Pisilän kanssa kahdeksi päiväksi automaatiokoulutukseen, jonka järjesti Schneider Electric Oy Espoossa. Ensimmäisenä päivänä koulutuksessa käytiin läpi ohjelmoitavan logiikan sarjaliikennetekniikkaa, muunnoksia, ASCII stringien purkamista ja taulukko-operaatioiden ohjelmointia sekä ohjelmoitavan logiikan liittämistä kenttäpääteeseen ja ajoneuvotietokoneeseen. Toisena kurssipäivänä vuorossa oli sovellusohjelman laatiminen TWIDO pienlogiikalle käyttäen Grafcet sekvenssiohjauskieltä, ohjelman simulointia ja testausta, sekä XBTN 400 ohjauspäätteen ohjelmointi ja liittäminen TWIDO pienlogiikkaan.

3.5 Logiikan liitettävyyys kuorma-autoon

Autossa on 24 voltin sähköjärjestelmä joten logiikka sopii siihen suoraan, koska sillä on sama käyttöjännite. Tiesuolan levitysausossa tärkeimmät ulostulot logiikan liittämistä varten selvittää ensiksi. Autossa oli ajopiirturi, josta saadaan nopeuden kertova tieto logiikalle (kuvio 12). Mittarihuolto Rami Ky Oulussa vastasi kyselyyni ajopiirturista ja sieltä minulle kerrottiin, että mittarista saa kanttipulssia 0,5-5 voltin jännitteellä. Lisäksi saatiin kuulla että pulssien määrä on 4 tai 8 metriä kohden. Kytkeäntä pitäisi tehdä B7 ulosmenoon. Mittarin kyljessä on lisäksi kytkentäkaava josta selviää missä kyseinen ulosmeno sijaitsee.



KUVIO 12. Ajopiirturi. (Piirla Oy, 2012)

3.6 Logiikan liittäminen levittimeen

Sirottelijassa ei valmista liitintä ole vaan siihen täytyy tehdä anturointi, että saadaan tietoa logiikalle. Materiaalin määrään sirottelijassa vaikuttaa siirtoruuvien pyöriminen, joten anturointi täytyy tehdä lukemaan sen pyörintää. Siirtoruuville voima siirretään ketjulla hydraulikkamoottorilta (kuvio 13). Ketjupyörältä voi anturin avulla mitata pulsseja, jolloin ei tarvitse tehdä erillisiä tunnistimia anturille. Liuos levittimeltä ei myöskään tule minkäänlaista tietoa ulos. Liuoksen mittaamiseen tarkoin ja varmin tapa on asentaa virtausmittari liuosputkeen.



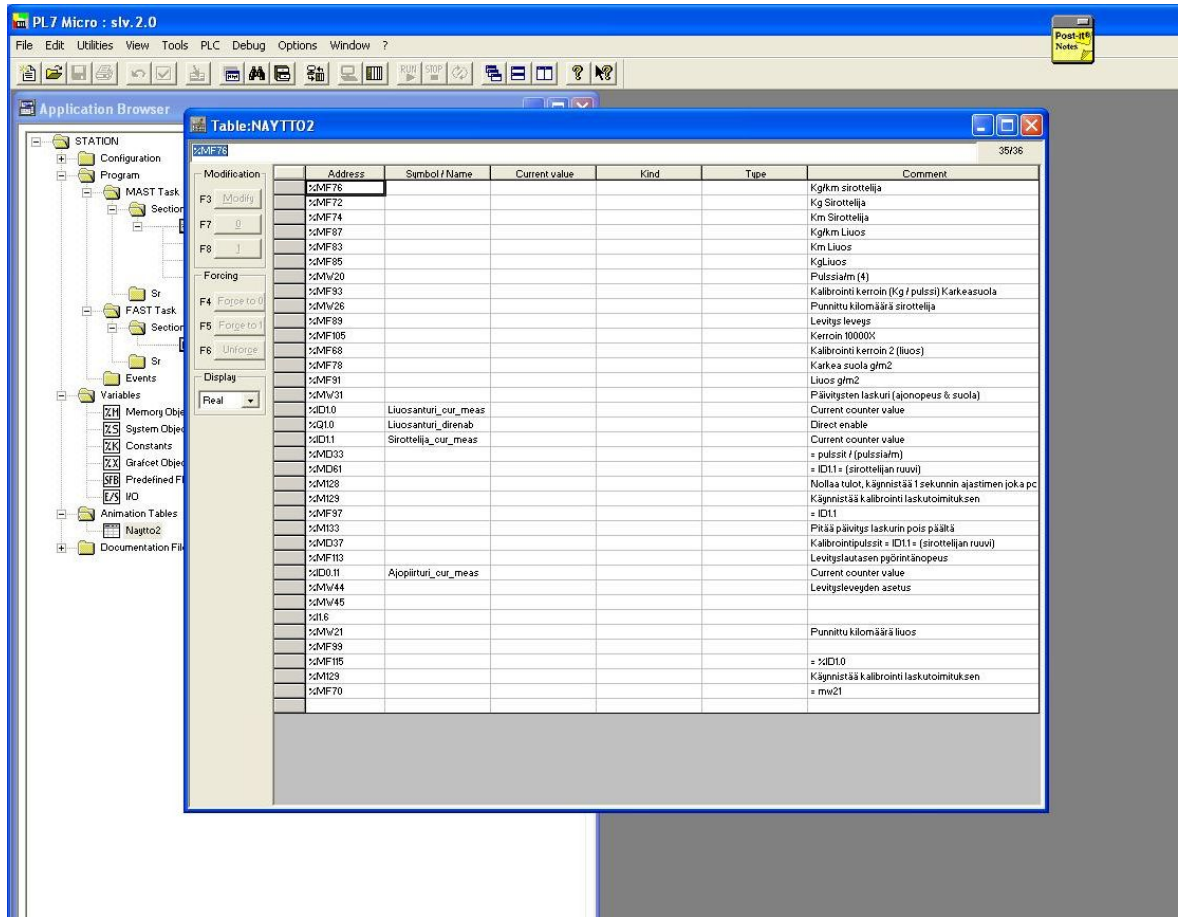
KUVIO 13. Siirtoruuvien voimansiirto.

3.7 Ohjelmointi

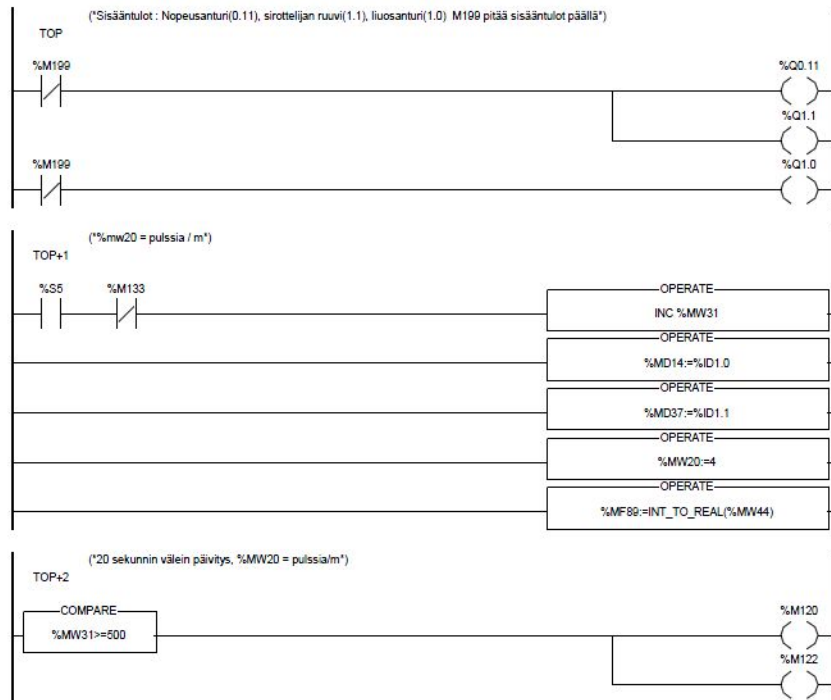
Logiikan ohjelmointi suoritettiin PL7-ympäristössä. Ohjelmointiohjelmana käytössä oli PL7 Micro (kuvio 14 ja 16). Ohjelma noudattaa IEC 61131-3 ohjelmointistandardia. Ohjelmointitavaksi voidaan valita relekaavio-ohjelmointi, strukturoitu teksti tai askeltava ohjaus.

Ohjelmassa on kaksi lohkoa, jotka ovat Master-lohko ja Fast-lohko. Kun ohjelma sijoitetaan Fast-lohkoon, siihen saadaan käyttöön nopeammin reagoivat tulot ja nopeampi ohjelman suorituskyky. Fast-lohkon käyttö mahdollistaa tarkempien ajastimien ja laskureiden käytön. Fast-lohkossa ohjelmointi tulee suorittaa ladderkaaviolla tai tekstimuodossa (kuvio 17). Tässä ohjelmassa Master-lohkoon tulivat kalibrointi, suolan loppumisen ilmoitus ja suolan valinnan ohjaus (liite 1). Ohjelman Fast-lohkoon tuli ajonopeuden käsittely ja suolan määrien laskenta (liite 2).

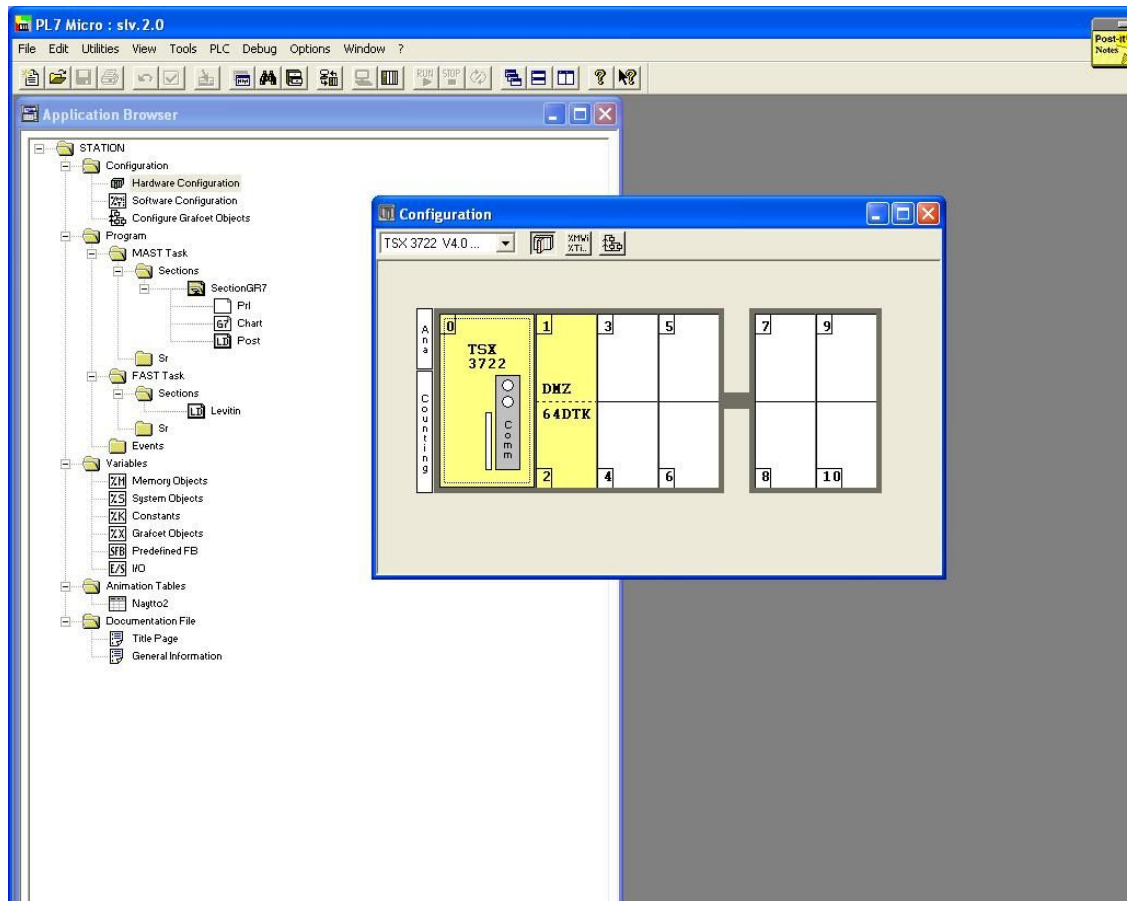
Ohjelmoinnin ensimmäinen vaihe on tulo ja lähtö listauksen luominen. Luodaan taulukko käytettävistä tulo ja lähtö osoitteista että voidaan kohdistaa käskyt oikeille toimilaitteille ja lukea niiden arvoja. Tulot merkitään tunnuksella I ja lähdöt tunnuksella Q. Kirjaimen perässä on numerotunnus, jonka ensimmäinen osa kertoo käytettävän laitekortin ja toinen osa portin. Analogisissa porteissa on tunnuksessa lisänä W. Ohjauspäätteen ohjelmointi suoritetaan erillisellä ohjelmalla. Ohjauspäätteen ohjelmointiin käytössä on XBT-L1000 ohjelma (kuvio 17).



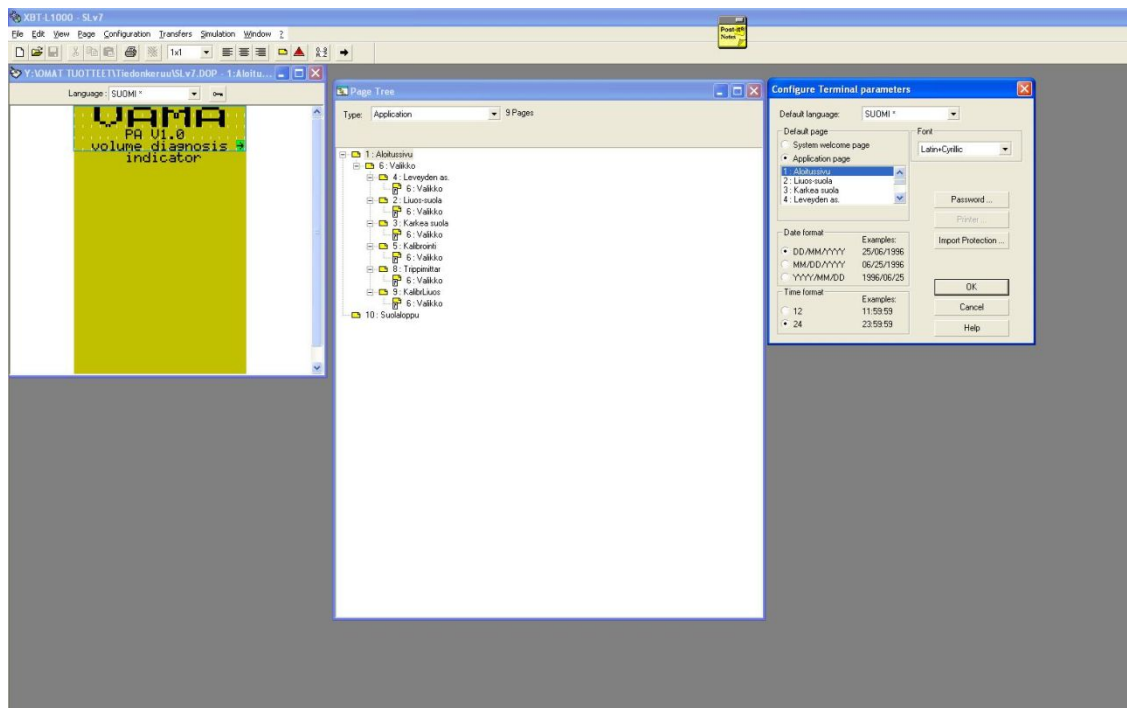
KUVIO 14. Muistipaikat PL7 Micro ohjelmassa.



KUVIO 15. Ladder-kaavion ohjelmointi PL7 Micro ohjelmalla.



KUVIO 16. Laitteisto näkymä PL7 Micro ohjelmassa.



KUVIO 19. Ohjauspäätteen ohjelmointi XBT-L1000 ohjelmalla.

3.8 Anturit

Anturin tehtävänä on muuttaa ohjattavan prosessin tai laitteen jokin mitattavissa oleva suure digitaali- tai analogia viestiksi. Suure on vaikkapa pyörimisnopeus, kiertymäkulma, paine, lämpötila, kappaleen paikka tai muoto, kappaleiden lukumäärä, kytkimen asento tms. mitattava tieto.

(Värjä, Mikkola 1996)

Anturien valinta suoritettiin Janne Pisilän kokemuksiin perustuen. Sirottelijan säiliön sisäiseen pinnan tunnistukseen valittiin Schneider XS1N18PC410 induktiivinen anturi (kuvio 18). Tunnistin on iskunkestävä ja suojausluokaltaan IP68. Tunnistimessa on 5mm tunnistus etäisyys ja 0-4mm toiminta alue. Ulkopuolisella M18x1 kierteellä on 2kpl muttereita kiinnitystä varten.



KUVIO 18. Induktiivinen anturi XS1N18PC410. (Schneider Electric, 2012)

Liuoksen mittaamiseen valittiin Bürkert 8030 virtausanturi joka on suojausluokaltaan IP65 (kuvio 19). Anturi kestää 10bar paineen ja kattaa mittausalueen 8,8-294l/min. Anturissa on PVDF materiaalista valmistettu siipipyörä, joka on keraamisesti laakeroitu. Kiinnitystä varten tilattiin samalta valmistajalta PVC-muovista valmistettu virtausyhde, jolla sensori kiinnitetään 32mm liuosputkeen. Anturin litrakohtainen pulssimäärä mitattiin pumppaamalla sata litraa liuosta sen läpi ja laskemalla litrakohtaisen pulssien määrän saadun tuloksen perusteella. Tulokseksi tuli 5291 pulssia sadalla litralla.

Liuoksen määrä litroina yhtä pulssia kohden = $100 \div 5291$



KUVIO 19. Bürkert 8030 virtausanturi. (Bürkert, 2012)

Karkean suolan ja hiekan määrän mittaamiseen valittiin Schneider XS1N12PC410D anturi (kuvio 20). Anturia varten piti laskea pulssien määrä grammaa kohden. Koska anturi laskee pulssit sirottelijan akselin hammaspyörältä, oli yhden kierroksen pulssimäärä sama kuin hammaspyörän hammasluku. Anturia vasten oleva hammaspyörä oli 30-hampainen. Suolan määrä kierrosta kohti saatiin punnitsemalla yhden täyden kierroksen tuoma suola. Suolaa tuli 3,2kg.

$$\text{Suolan määrä grammoina yhtä pulssia kohden} = \frac{3,2}{30} \times 1000$$

Tämä lukema saatiin käyttämällä tiesuolaa. Kun käytetään esimerkiksi hiekkaa on sirottelijan kierrosta kohden tulevan materiaalin ominaispaino paino eri. Tämän takia päätettiin että kierrosta kohden tuleva määrä on muutettavissa logiikkaan käyttäjän toimesta. Ohjelmaan päätettiin tehdä kalibrointisivu jolla käyttäjä voi muuttaa mitatun painon logiikkaan itse.



KUVIO 20. Induktiivinen anturi XS1N12PC410D. (Schneider Electric, 2012)

3.9 Simulointi

Ohjelmaa simuloitiin ensiksi toimistotiloissa logiikan, pulssigeneraattorin ja tietokoneen avulla. Kun ohjelma oltiin saatu tarpeeksi pitkälle jalostettua voitiin simulointi suorittaa sisätiloihin tuodun sirottelijan avulla, johon logiikka ja tarvittavat anturit oli kytketty. Simuloinnilla voitiin eliminoida mahdolliset virheet ohjelmassa.

4. Asentaminen ja käyttöönotto



KUVIO 21. Hiekoitusauto varusteltava.

4.1. Järjestelmän asentaminen

Tiedonkeruujärjestelmän asentaminen suoritettiin Vama-Product:n tehtaalla Ylivieskassa (kuvio 21). Asentamisessa ensimmäinen vaihe oli antureiden kytkentä ja kaapeloinnin asentaminen. Sirottelijan anturit oli asennettu jo simulointi vaiheessa. Toisena vuorossa oli logiikan kytkeminen ja viimeisenä käyttöpaneelin asennus.

4.2. Antureiden asentaminen

Antureita asennettaessa niille valmistettiin tarvittavat kiinnikkeet ja niille asennettiin tarvittavat kaapeloinnit. Säiliön pinta-anturi asetettiin varmuudeksi suojaan tiivistettyyn koteloon (kuvio 22). Sirottelijan ruuvin anturille hitsattiin lattateräksestä kiinnike johon porattiin läpivienti anturille (kuvio 23). Liuosmäärän anturi ei tarvitse erikseen kiinnikkeitä sillä se asennettiin riittävän tukevasti liuosputkeen kiinni (kuvio 24). Sirottelijan voimansiirron puoleiseen pätyyn asennettiin kytkentärasia jossa anturien ja logiikan kaapeloinnit yhdistettiin (kuvio 25).



KUVIO 22. Sirottelijan säiliön pinta-anturi.



KUVIO 23. Siirtoruuvin anturointi.



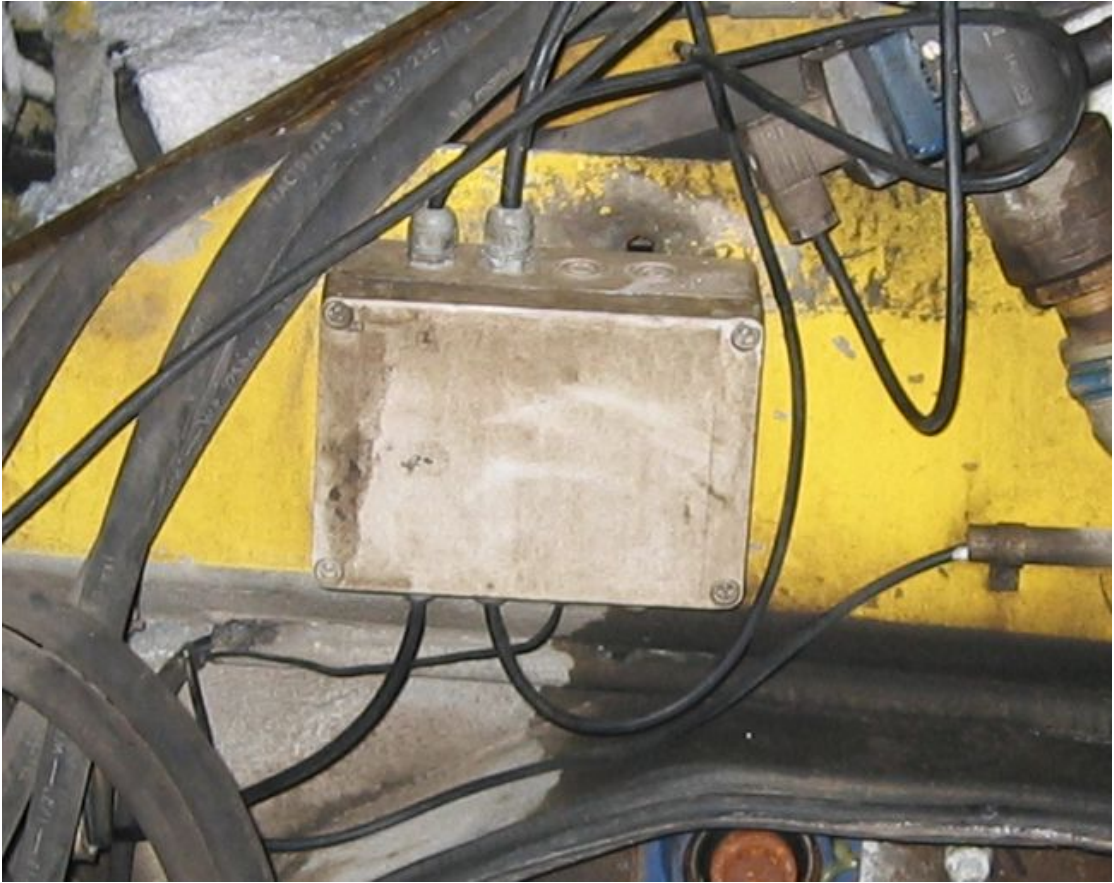
KUVIO 24. Liuosmäärän anturi pakalleen asennettuna.

4.3. Käyttöpaneelin ja logiikan asentaminen ohjaamoon

Käyttöpaneeli asennettiin kytkentärasian sisään auton ohjaamoon kojelaudalle (kuvio 27). Paneelin lisäksi rasiaan asennettiin hätä-seis katkaisija. Katkaisijan viereen asennettiin valintakytkin josta voidaan valita kumpaa käytetään, sirottelijaa vai liuoslevitintä. Logiikalle löytyi asennuspaikka ohjaamosta kuljettajan istuimen takaa (kuvio 26). Istuimen taakse asennettiin aluksi läpinäkyvällä suojakannella varustettu kytkentärasia jonka sisään logiikka asennettiin. Läpinäkyvän kannen ansiosta nähdään logiikan merkkivalot kantta aukaisematta. Logiikan tulo- ja lähtöliitännöihin tehtiin tarvittavat kytkennät antureilta. Lopuksi käyttöpaneelilta tuleva kaapeli sekä logiikan virransyöttökaapeli laitettiin paikoilleen.

4.4. Käyttöohjekirjan tekeminen

Asennustyön valmistuttua tein tiedonkeruujärjestelmän käyttöohjekirjan (liite 3). Ohjekirjassa käydään läpi kaikki näytön painikkeet ja niiden toiminnot. Ohjeessa on kuvat jokaisesta sivusta. Näytön sivujen vaihtaminen ja niissä näkyvät tiedot käydään ohjeessa läpi. Levitys leveyden asettaminen ja kalibrointi käydään vaiheittain läpi.



KUVIO 25. Kytöntärasia.



KUVIO 26. Logiikka asennettuna autoon.

5 TULOKSET

Työn tavoitteena oli tiesuolan levittimen modernisointi tiedonkeruujärjestelmän avulla. Työssä valittiin tarvittava logiikka ja anturointi tiedonkeruujärjestelmää varten. Logiikkaan tehtiin tarvittava ohjelma. Ohjelmaa simuloitiin ja koeajettiin, jonka jälkeen tehtiin tarvittavat parannukset. Lopullisen ohjelman tekemiseen meni aikaa ja ohjelmia tehtiin useita versioita ennen kuin löydettiin toimivin ratkaisu. Ohjelman tekemiseen meni suurin osa ajasta. Antureiden valinta ja asennus olivat vähän aikaa vieviä töitä, koska vastaavia oli yrityksessä käytettyä ennenkin.

Ohjelman avulla saatiin toteutettua kaikki vaaditut toiminnot. Näytölle saatiin näkymään suolan levitysmäärät matka- ja pinta-alakohtaisesti. Järjestelmä ilmoittaa suolan loppumisesta ja käyttäjä pystyy itse kalibroimaan järjestelmää levitettävän materiaalin vaihduttua. Kun tiedonkeruujärjestelmä oli saatu valmiiksi tein sitä varten ohjekirjan.



KUVIO 27. Tiedonkeruujärjestelmän käyttöpaneeli ohjaamoon asennettuna.

6 YHTEENVETO

Työn alussa piti opiskella logiikan ohjelmointia. Opiskelusta oli hyötyä sillä ohjelmointi onnistui hyvin loppujenlopuksi hyvin. Työ oli mielenkiintoinen koska siinä oppi paljon, erityisesti logiikkaohjelmoinnista. Suurimmat haasteet olivat logiikan ohjelman luomisessa, mutta mitään ylitsepääsemätöntä ei tullut vastaan. Valmistettua tiedonkeruujärjestelmää käyttäen ajoneuvon kuljettajat sekä Destia pystyvät tarkkailemaan käytettyjä levitysmääriä ja vertailemaan niitä saavutettuihin tuloksiin teiden talvikunnossapidossa. Järjestelmä etu on se että sillä saadaan lisää käyttöikää hyvällä perustekniikalla oleviin tiesuolan ja hiekan levityslaitteisiin. Levitysmäärien tarkentumisesta ja sitä kautta turhan levityksen vähenemisen ansiosta tulee hyötyä kustannussäästöinä ja pohjavesien sekä ympäristön vähemmällä kuormittamisella. Olen itse tähän työhön tyytyväinen, koska Destia tilasi tätä prototyyppiä käytettyään viiteen laitteeseen samanlaisen tiedonkeruujärjestelmän. Vama-Product valmisti ja asensi nämä järjestelmät. Työn rajaamalla pelkästään logiikkaohjelmointia koskevaksi olisi voitu siihen perehtyä nykyistä tarkemmin ilman että se olisi laajentunut liiaksi. Järjestelmän seuraava kehitys olisi logiikan muuttaminen levitintä ohjaavaksi.

LÄHTEET

Destia Oy, 2012. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.destia.fi/infrahoito/teiden-ja-katujen-talvihoito.html> Luettu 18.4.2012

Outi Kaarela , Teiden suolaus ja pohjavesi, 2003

Artic Machine Oy, 2012. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.arcticmachine.fi/tuotteet/liukkaudentorjunta> Luettu 16.4.2012

Pentti Värjä, Jukka-Matti Mikkola ja Mikro-oppi Ky. Ohjelmoitavat logiikat. 1996.

Joutsa: Nettopaino Oy

Tiehallinto., Teiden talvihoito - Laatuvaatimukset. 2001. Helsinki: Edita Oy

Tiehallinto 2012. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2230018-01i.pdf> Luettu 16.4.2012

Tiehallinto 2012. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.vesiyhdistys.fi/Ajankohtaista/tuula.pdf> Luettu 18.4.2012

PAControl 2012. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.pacontrol.com/PLC.html> Luettu 20.4.2012

RS delivers 2012. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<http://ly.rsdelivers.com/product/telemecanique/tsx3722101/modicon-micro-plc-tsx37-22-9i-o-24vdc/3239065.aspx#header> Luettu 22.4.2012

Schneider Electric 2012. WWW-dokumentti. Saatavissa: [http://www.global-download.schneider-](http://www.global-download.schneider-electric.com/mainRepository/EDMS_CORP1.nsf/ac76cce3e9f59e7c852569f500636026/02cb3c403bf92fad8525759f0069343e?OpenDocument)

[electric.com/mainRepository/EDMS_CORP1.nsf/ac76cce3e9f59e7c852569f500636026/02cb3c403bf92fad8525759f0069343e?OpenDocument](http://www.global-download.schneider-electric.com/mainRepository/EDMS_CORP1.nsf/ac76cce3e9f59e7c852569f500636026/02cb3c403bf92fad8525759f0069343e?OpenDocument) Luettu 24.4.2012

Piirla Oy 2012. WWW-dokumentti. Saatavissa:

http://www.piirla.fi/product_pictures/original/25-41-2006.01.31kienzle1314-27piirturitaustattapieni.jpg Luettu 26.4.2012

Scheider Electric 2012. WWW-dokumentti. Saatavissa:

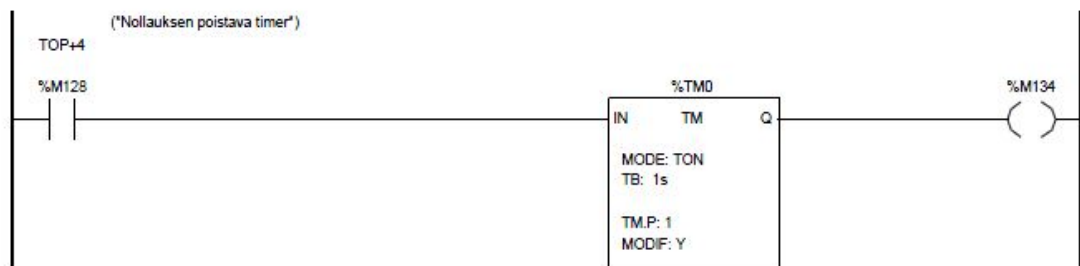
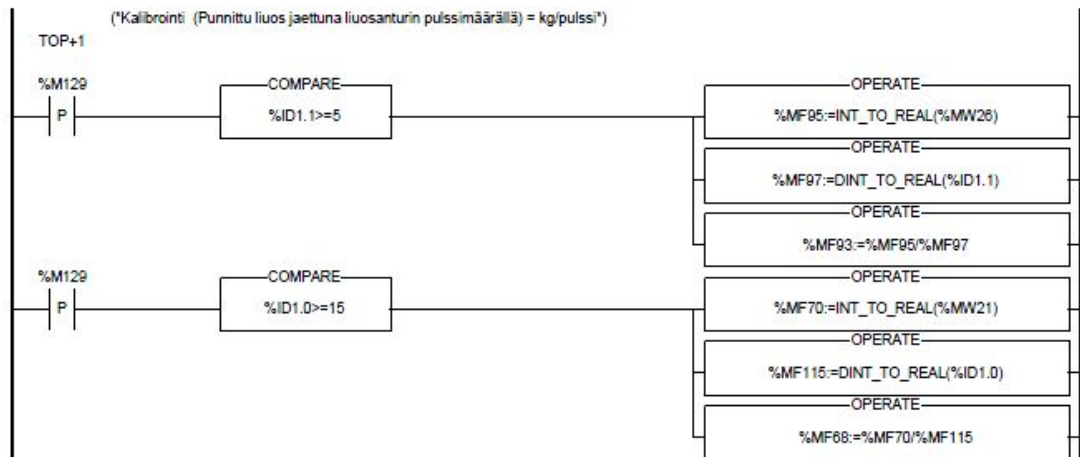
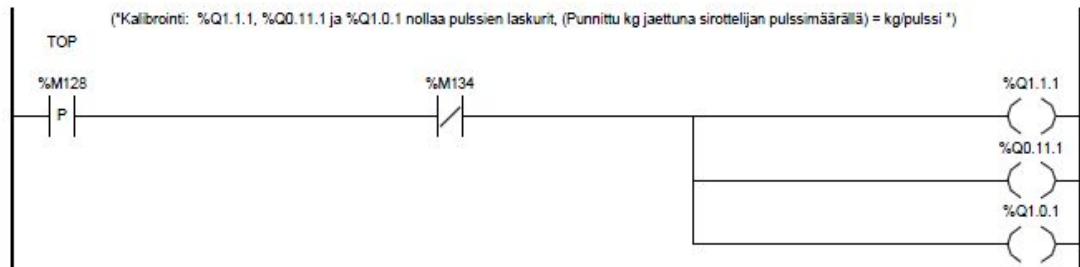
<http://ecatalog.squared.com/fulldetail.cfm?partnumber=XS1N18PC410> Luettu 28.4.2012

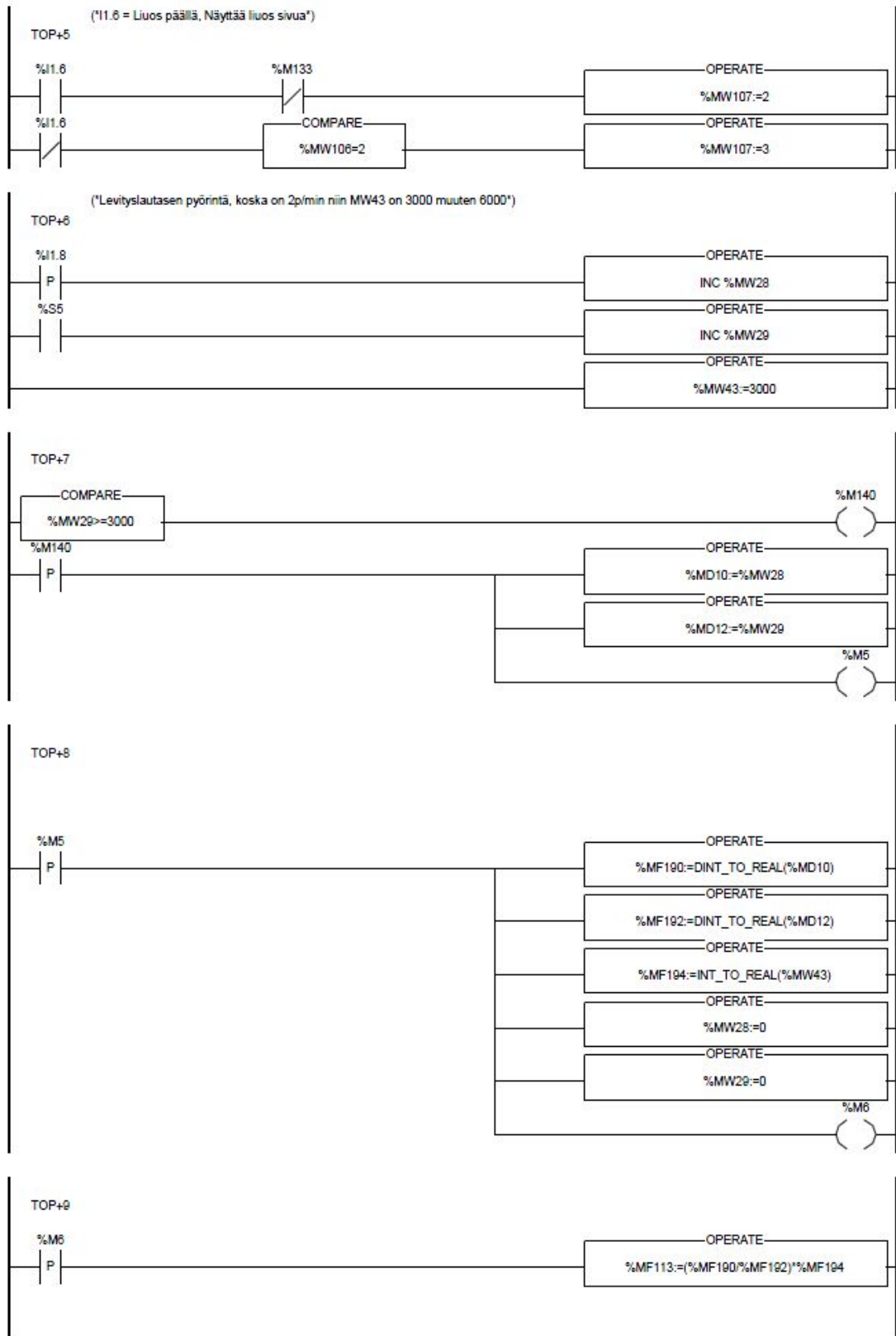
Bürkert 2012. WWW-dokumentti. Saatavissa:

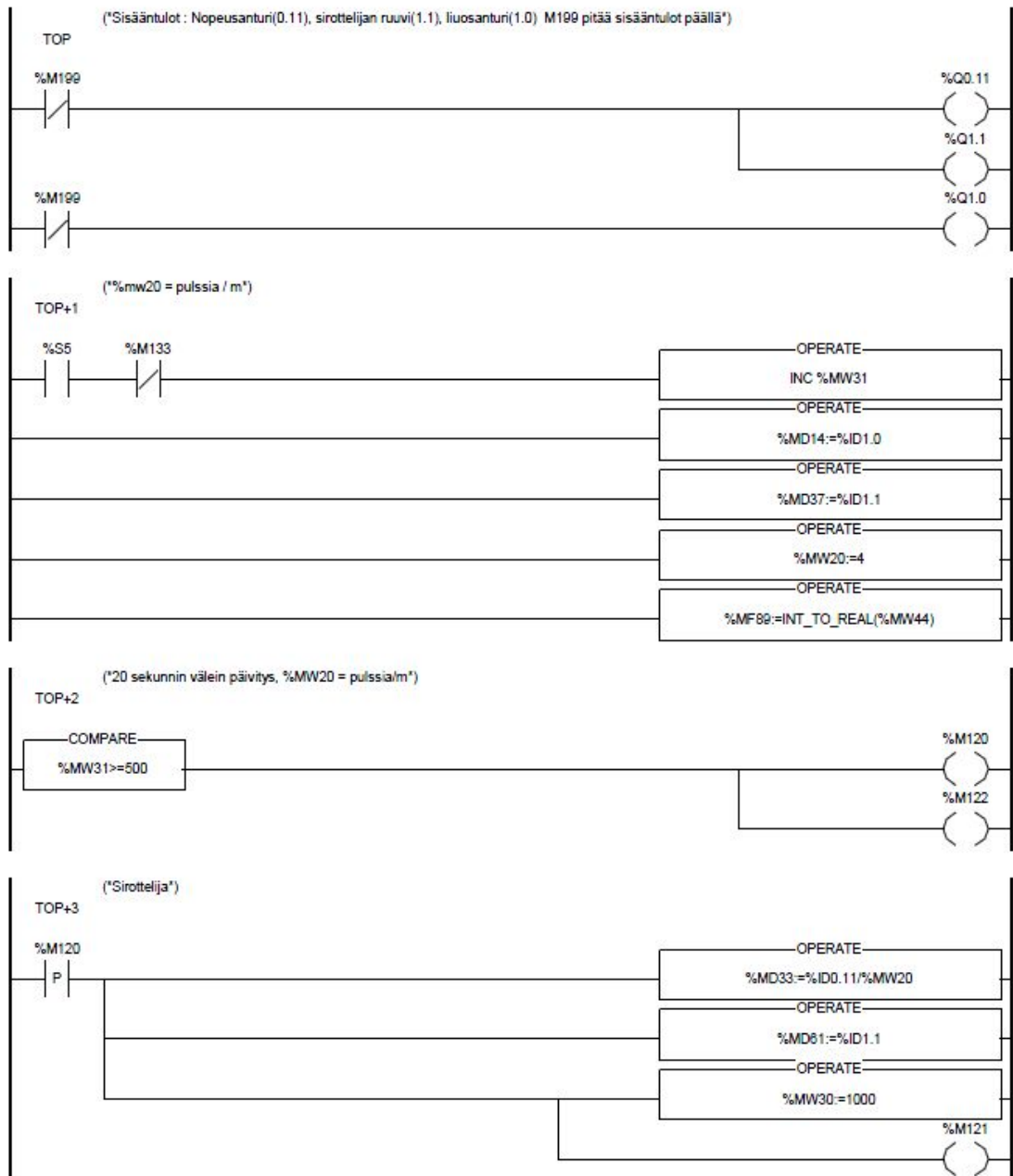
http://www.burkert.fi/FIN/buerkert_manuals.php?type=8030 Luettu 30.4.2012

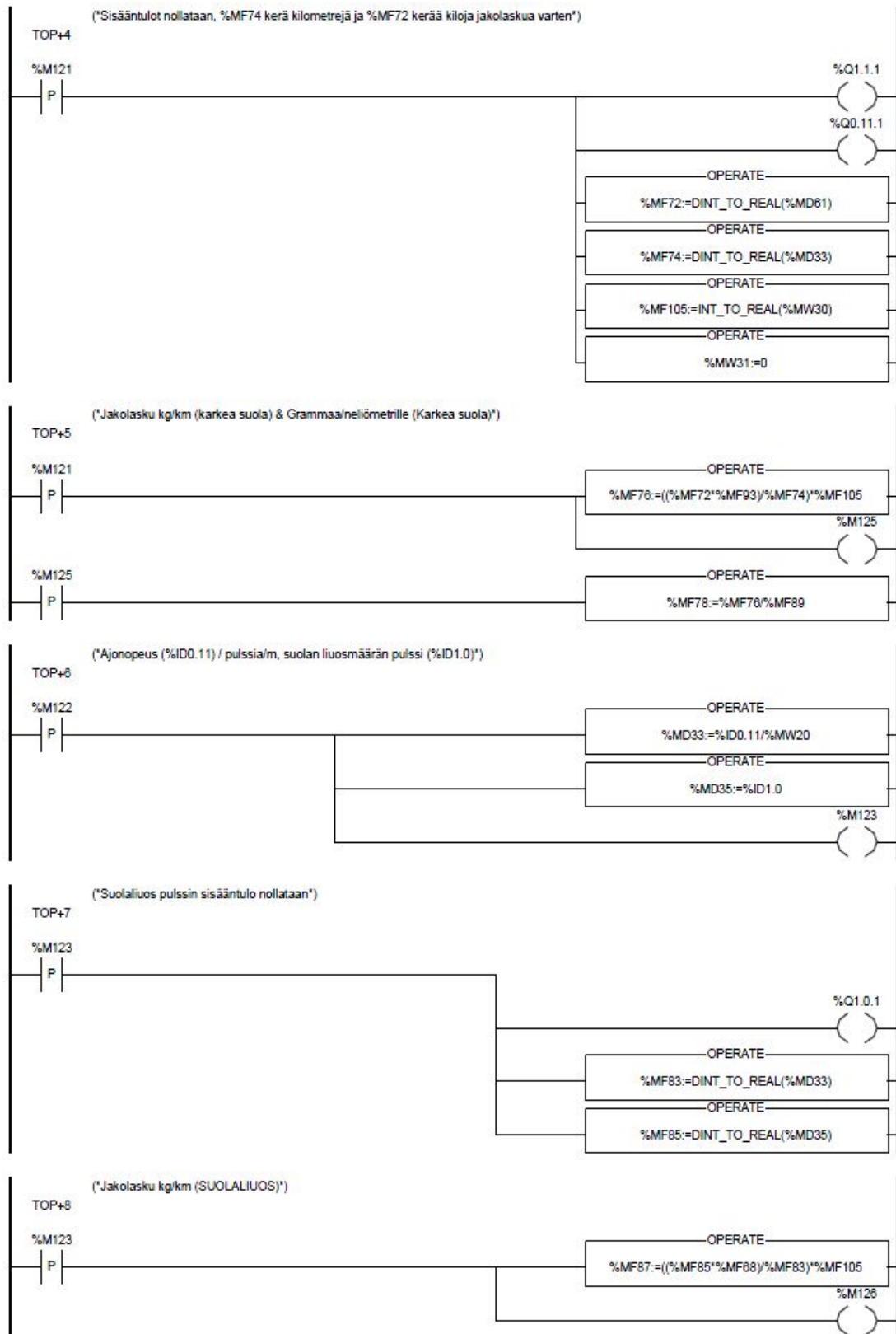
Schneider Electric 2012. WWW-dokumentti. Saatavissa:

http://www.eshop.schneider-electric.com/cut.CatalogueRetrieverServlet/CatalogueRetrieverServlet?fct=get_element&scp_id=Z009&lc=ru_RU&el_typ=product&cat_id=BU_AUT_515_L3&maj_v=3&min_v=5&nod_id=0000000039&prd_id=XS1N12PC410D&frm=PDF Luettu 2.5.2012











Ohjelman muistipaikat

MW20 = Pulssia / m
MW21 = Liuos punnittu kg
MW26 = Karkea Punnittu kg
MW28 = Lautasen pulssimäärän laskuri
MW29 = Päivitysten laskuri (lautasen pyörintä)
MW30 = Kerroin
MW31 = Päivitysten laskuri (ajonopeus & suola)
MW43 = Kerroin levityslautasen laskentaa varten
MW101 = Näytön painiketta painettaessa tuleva käsky
MW106 = Sivulle siirryttäessä tuleva käsky
MW107 = Sivun päälle käskeminen
MW110 = Käskee siirtymään sivulle

MD10 = MW28
MD12 = MW29
MD14 = Liuosanturin kalibrointi pulssit (ID1.0)
MD33 = Pulssit/(pulsia per m.)
MD35 = ID1.0 (liuosanturi)
MD37 = Kalibrointi pulssit (sirottelijan ruuvi ID1.1)
MD61 = ID1.1 (sirottelijan ruuvi)

MF72 = kg sirottelija
MF74 = km sirottelija
MF76 = kg/km sirottelija
MF78 = sirottelija g/m²
MF83 = kg liuos
MF85 = km liuos
MF87 = kg/km liuos
MF89 = levitysleveys
MF91 = liuos g/m²
MF93 = kalibrointikerroin (kg/pulssi) sirottelija
MF95 = mw26
MF97 = ID1.1
MF99 = mw21
MF101 = ID1.0
MF103 = Kalibrointiluku2 (kg/pulssi) liuos
MF105 = Kerroin
MF113 = Levityslautasen pyörintänopeus
MF190 = MD10
MF192 = MD12
MF194 = MW43

M5 = Lautasen pyörintänopeuden laskemisen jatkuminen
M120 = Aloittaa sirottelijan laskutoimitukset
M121 = Jatkaa - - || - -
M122 = Aloittaa liuosmäärän laskutoimitukset
M123 = Jatkaa - - || - -
M125 = Laskee sirottelijan g/m²
M126 = Laskee liuos g/m²
M127 = Suolapinnan varoitus
M128 = Laittaa nollauksen päälle ja käynnistää 1. sekunnin ajastimen joka poistaa nollauksen
M129 = Käynnistää kalibrointi laskutoimituksen
M133 = Pitää päivityslaskurin pois päältä
M134 = Poistaa nollauksen
M140 = Käynnistää levityslaskurin pyörintä nopeuden laskennan
M199 = Pitää tulot päällä

Q0.11 = Pitää päällä nopeusanturin
Q1.1 = Pitää päällä sirottelijan anturin
Q1.0 = Pitää päällä liuosanturin
ID1.0 = Liuosanturin tieto (lukuarvo)
ID1.1 = Sirottelija tieto
ID0.11 = Nopeusanturin tieto
Q1.1.1 = Nollaa Sirottelijan pulssit
Q0.11.1 = Nollaa nopeus pulssit
Q1.0.1 = Nollaa liuosanturin pulssit

I1.5 = Suolapinnananturi
I1.6 = Liuospäällä anturi
I1.8 = Lautasen pyörinnän nopeusanturi

VAMA

**Tiesuolan levittimen
Tiedonkeruujärjestelmä**

Käyttöohjeet

NÄYTÖN NÄPPÄIMET



- Nuolioikealle-näppäin
- Näppäin sijaitsee näytön oikeassa reunassa
- Näppäimellä siirrytään seuraavalle sivulle



- MOD-näppäin
- Näppäin on näytön alareunassa toinen oikealta
- Tätä näppäintä painetaan kun jotakin lukua ollaan muuttamassa esim. levitysleveys, kalibroinnin kilomäärä
- Sillä voidaan myös nollata trippimittarit



- ENTER-näppäin
- Tämä näppäin on näytön alareunassa ensimmäinen oikealta
- ENTER:iä painetaan kun jokin luku on muutettu, esim. levitysleveys, kalibrointi



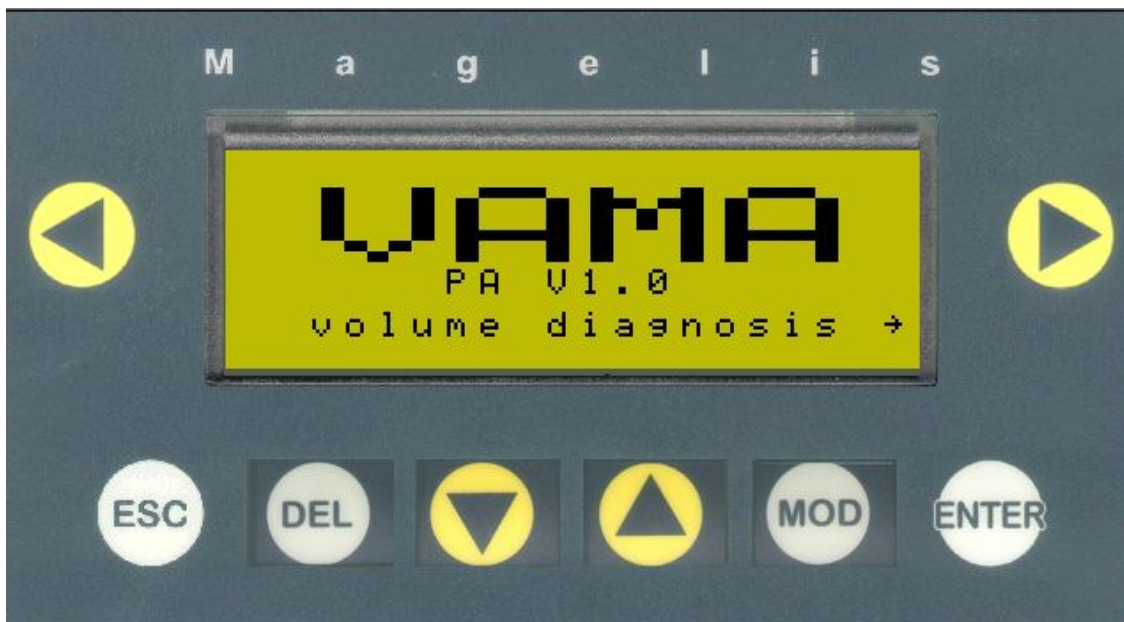
- ESC-näppäin
- Näppäin on näytön alareunassa ensimmäinen vasemmalta
- Tällä näppäimellä voidaan palata näytön sivuja taaksepäin



- Ylös ja alas näppäimet
- Sijaitsevat näytön alareunassa keskellä
- Näppäimillä voidaan selata sivuja alas- ja ylöspäin sekä muuttaa lukemia kuten, levitysleveys ja kalibroinnissa punnittu paino.

NÄYTÖNSIVUT

Aloitussivulla lukee koneen tyyppi (kuva1).



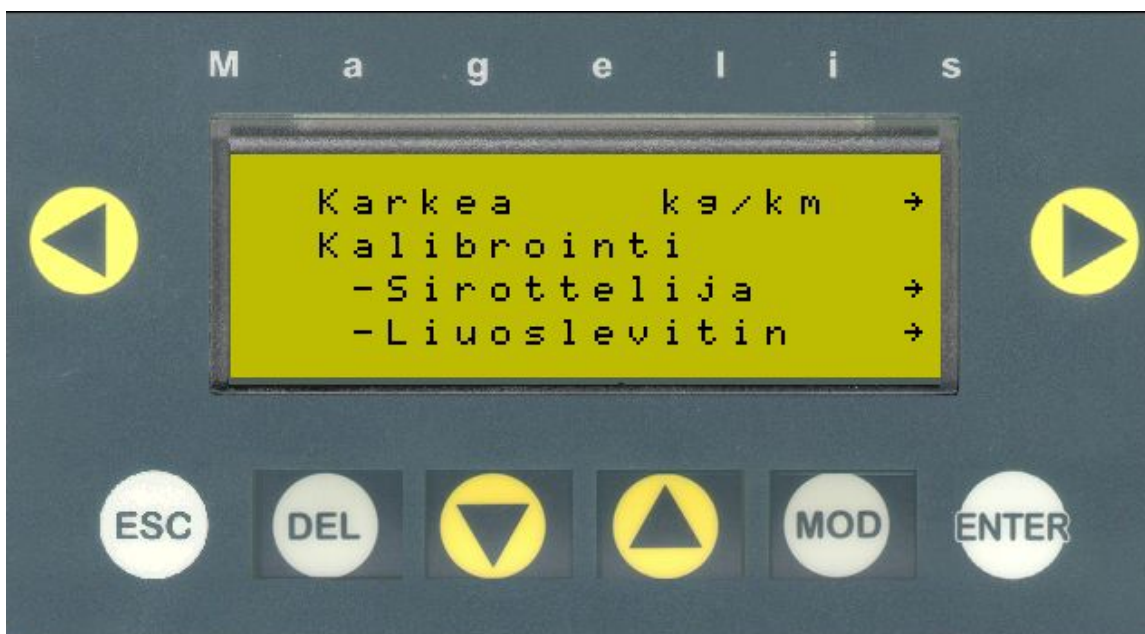
kuva1.

Oikeanpuolista nuolta kerran painettaessa pääsee valikkosivulle.
Valikkosivu (kuva2).



kuva2

Valikkosivua alaspäin nuolella selaamalla löytyy kalibrointisivut (kuva3)



kuva3

Näytön kuvaruudussa oikeassa reunassa olevista pikkunuolista vilkkuu yksi.

Sitä voidaan liikuttaa näytön alareunassa olevilla **YLÖS** ja **ALAS** nuolinäppäimillä.

Kun halutaan siirtyä jollekin sivulle siirretään vilkkuva nuoli sen kohdalle johon halutaan siirtyä ja painetaan **OIKEANPUOLEISTA** nuolta.

Sivuilta päästään myös pois painamalla oikeanpuoleista nuolta

Trippimittarit (kuva4)

Trippimittarit-sivulla näkyy ajetus liuoksen ja rakeen ajetus kokonaiskilomäärät.

Trippimittarit voidaan tällä sivulla oltaessa nollata painamalla **MOD**-näppäintä.



kuva4.

Leveyden asetus (kuva5)

Mennään leveyden asetus sivulle ja painetaan kerran **MOD**-näppäintä, jolloin lukema alkaa vilkkua (kuva6).

Asetetaan **YLÖS** ja **ALAS** nuolinäppäimillä se lukemaksi se leveys joka levittimeen on säädetty (kuva7).

Kun lukema on oikea painetaan **ENTER**-näppäintä, ja sivulta voi poistua painamalla **OIKEANPUOLEISTA** nuolta



kuva5.



kuva6.



kuva7.

Levitettävän suolan määrän näyttö (kuva 8)

Näyttö menee oikealle sivulle kun näytön vieressä olevasta vipukatkaisijasta käännetään joko liuos tai raepuolelle.

Laitteesta nähdään levitettävän suolan määrä kg/km ja g/m².

Näille sivuille pääsee myös valikosta kohdista **Liuos** ja **Karkea** mutta yleensä se vaihtuu katkaisijasta käännettäessä automaattisesti oikealle sivulle.

Jos sirottelijasta loppuu suola kun ollaan karkeansuolan sivulla niin näytölle ilmestyy varoitusteksti **SUOLALOPPU** (kuva9).



kuva8.



kuva9.

Kalibrointi

Mennään näytöltä kalibrointi sivulle.

Lasketaan sirottelijasta tai liuos säiliöstä ainetta astiaan tietyn aikaa.

Kun suolaa tai suolaliuosta on laskettu tarpeeksi se punnitaan ja punnittu kilomäärä asetetaan kalibrointi sivulle.

Kilomäärän asetus tapahtuu seuraavasti:

1. Siirrytään valikon alareunasta sille kalibrointi sivulle jota ollaan kalibroimassa joko Liuoslevitin (kuva10) tai Sirottelija.
2. Painetaan **MOD**-näppäintä niin **punnittu KG** lukema alkaa vilkkumaan (kuva11).
3. Muutetaan lukema punnittua vastaavaksi **YLÖS** ja **ALAS**-nuolten avulla.
4. Kun lukema on oikea painetaan **ENTER**-näppäintä (kuva12).
5. Valmis! Sivulta voidaan poistua oikean puolista nuolinäppäintä painamalla.

Huom!

Kalibrointi sivulle ei pidä mennä ellei ole tarkoitus kalibroida laitetta.

Sirottelijaa ei saa pyörittää tyhjänä kalibroitaessa, sillä se vääristää lopputuloksia!

Ainoastaan se laite saa pyöriä jota ollaan kalibroimassa.



kuva10.



kuva11.



kuva12.