

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Automaatiotekniikka

Opinnäytetyö

Marko Niemi

## **KULJETTIMEN SUUNNITTELU JA LOGIIKAN OHJELMOINTI**

Työn ohjaaja  
Työn tilaaja  
Tampere 2008

Diplomi-insinööri Jukka Falkman  
GNT Finland Oy, ohjaajana automaatioinsinööri Jussi Ala-Olla

Tekijä	Niemi, Marko
Työn nimi	Kuljettimen suunnittelu ja logiikan ohjelmointi
Sivumäärä	50 sivua + 21 liitesivua
Valmistumisaika	Joulukuu 2008
Työn ohjaaja	Diplomi-insinööri Jukka Falkman
Työn tilaaja	GNT Finland Oy, ohjaajana automaatioinsinööri Jussi Ala-Olla

---

## TIIVISTELMÄ

Työn aiheena oli suunnitella kuljetinkokonaisuus, jolla saadaan siirrettyä täytetyt pahvilaatikot logistiikkakeskuksen toisesta kerroksesta ensimmäiseen kerrokseen. Tavoitteena oli saada mahdollisimman toimintavarma ja helposti huollettava kokonaisuus.

Pääpaino työssä oli kuljetinkokonaisuuden logiikkaohjelman suunnittelussa.

Työssä myös tutustuttiin automaattivarastoihin, yleisemmin kuljettimiin, niiden historiaan, kuljetintyyppeihin ja kuljetinjärjestelmän osiin.

Työn tuloksena saatiin toimiva ratkaisu logistiikkakeskuksen täytettyjen pahvilaatikoiden siirtoon.

Projekti oli täysin toteutuskelpoinen, mutta taloudellisista syistä projektia ei päätetty toteuttaa. Näin ollen työstä puuttuu käyttöönotto.



## SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO .....	5
1.1	Tehtävän kuvaus .....	5
1.2	GNT Finland Oy .....	5
1.3	Moving AB .....	6
2	AUTOMAATTIVARASTO.....	8
2.1	Miniload-järjestelmä.....	8
2.2	Highbay-järjestelmä.....	9
2.3	Dynamic box handling -järjestelmä.....	10
3	KULJETTIMET .....	11
3.1	Kuljettimen historia .....	11
3.2	Kuljetintyypit .....	12
3.2.1	Hihnakuljettimet .....	12
3.2.2	Lamellikuljettimet .....	19
3.2.3	Rullakuljettimet .....	20
3.2.4	Kiekkoradat .....	21
3.2.5	Ketjukuljettimet .....	22
3.2.6	Tärykuljettimet .....	23
3.2.7	Liu'ut .....	25
3.3	Kuljetinjärjestelmän osat .....	26
3.3.1	Suora kuljetin.....	26
3.3.2	Kaarrekuljetin .....	27
3.3.3	Kalteva kuljetin .....	27
3.3.4	Yhtyvä kuljetin .....	28
3.3.5	Siirrin.....	29
3.3.6	Työntäjä.....	30
3.3.7	Kääntöpöytä.....	30
3.3.8	Vertikaalikuljetin .....	31
4	PROJEKTIN TOTEUTTAMINEN .....	33
4.1	Toteutus päätös .....	33
4.2	Aikataulu.....	33
5	KULJETIN .....	35
5.1	Rakenne .....	35
5.2	Anturointi.....	36
5.3	Kuljettimien ohjaus.....	36
5.4	Logiikkaohjaus .....	37
5.5	Kuljettimen osat.....	38
5.6	Käyttöliittymä .....	38
5.7	Logiikan ohjelmointi.....	40
5.7.1	Logiikan toiminta .....	40
5.7.2	Symbolitaulukko.....	41
5.7.3	Logiikkaohjelma.....	41
6	YHTEENVETO .....	49
	LÄHTEET .....	50
	LIITTEET	
	1. Kuljettimen sivukuva	
	2. Kuljettimen osaluettelo	
	3. Symbolitaulukko	
	4. Kuljettimen logiikkaohjelma	

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tehtävän kuvaus

GNT Finland Oy:n yhtenä monista projekteista on ollut rakentaa kuljetin toisesta kerroksesta ensimmäiseen. Sain tämän projektin hoidettavakseni ja samalla sovin tekevänä opinnäytetyön aiheesta.

Kuljettimen tehtävä on toimia “ylivuotokuljettimena” toisen jo olemassa olevan kuljettimen rinnalla. Pääasiassa kuljettimen on tarkoitus kuljettaa tuotteilla täytettyjä pahvilaatikoita. Kuljettimella voi olla useampi laatikko samanaikaisesti. Fyysisesti kuljettimet eivät tule kulkemaan vierekkäin. Nykyinen kuljetin on 400 mm leveä, mutta suunnitelman mukainen olisi 200 mm leveämpi. Tämä mahdollistaa suuremmat laatikkokoot. Lisäksi suunniteltava kuljetin halutaan muista järjestelmistä erilliseksi, jolloin järjestelmä (esimerkiksi Miniload-järjestelmä) ei voi ohjata sitä, mutta kuljetin on näin edullinen ja sen myöhempi muokkaus on nopeaa ja vaivatonta.

## 1.2 GNT Finland Oy

GNT Finland Oy sijaitsee Tampereella Hatanpäällä osoitteessa Hatanpään valtatie 48. GNT-konserni on Suomen ja Baltian suurin IT-tukkuri, joka on erikoistunut automatisoituihin varasto- ja kuljetuspalveluihin. GNT Finlandin pääkonttori ja logistiikkakeskus sijaitsevat Tampereella. Lisäksi Suomessa on toimipisteet Helsingissä, Turussa ja Oulussa.

Yhtiö tarjoaa tietotekniikan sekä viihde- ja kodinelektroniikan valmistajille ja jälleenmyyjille markkinoiden tehokkaimman logistiikkakanavan. Yhtiön tavoitteena on tuoda koko arvoketjuun merkittävää lisäarvoa kustannuksia säästävillä sähköi-

sillä ratkaisuilla, nopeudella ja joustavuudella sekä ammattimaisesti hoidetuilla monipuolisilla myynnin tukipalveluilla. Liiketoiminta keskittyy erityisesti sähköisen kanavamyyntiin kehittämiseen. Tällä hetkellä sähköisen liiketoiminnan osuus GNT:n myynnistä on yli 75 prosenttia.

GNT-konserni edustaa yli sataa tuotemerkkiä, joihin kuuluvat mm. 3Com, Acer, Adobe, Asustek, Canon, Electronic Arts, Fujitsu-Siemens, HP, Hitachi, IBM, Intel, Kingston, Lenovo, LG, Lexmark, Microsoft, Samsung, Sony, Sony Ericsson ja Viewsonic.

GNT Finland aloitti toimintansa Tampereella vuonna 1995. Yhtiö siirtyi suomalaisomistukseen vuonna 2000 helmikuussa. GNT-konserniin kuuluvat maayhtiöt GNT Finland Oy, GNT Eesti AS, GNT Latvia SIA, GNT Lietuva UAB, GNT Sweden AB, GNT Norway AS ja GNT Polska SP.zo.o. Marraskuussa 2000 GNT laajensi yritysostojen myötä toimintaansa Baltian maihin. Keväällä 2001 GNT osti Gametech-pelitukun sekä tammikuussa 2006 Santech Micro Groupin (Sweden, Norway, Finland) ja Hot One Groupin. Vuonna 2006 tehdyn kaupan myötä 50,1 prosenttia GNT:n osakkeista siirtyi ALSO Holding AG:n omistukseen. Loput osakkeista oli yhtiön johdon ja henkilökunnan omistuksessa. ALSO osti 26.5.2008 loput 49,9 % osakkeista, omistaen näin koko osakekannan. Kauppahinta oli 46,5 miljoonaa euroa.

Konsernin liikevaihto vuonna 2006 oli 1,43 miljardia euroa. (GNT Finland Oy 2008)

### **1.3 Moving AB**

Moving AB perustettiin 1969. Vuonna 2006 liikevaihto oli 235 miljoonaa kruunua. Movingin pääkonttori on Etelä-Ruotsissa Åstorp-nimisessä kaupungissa. Työntekijöitä Movingilla on yhteensä 140.

Moving on erikoistunut automaattivarastoihin ja materiaalihallintaan. Yritys on kolminkertaistanut kokonsa viimeisen kuuden vuoden aikana kasvun ja ostojen ansiosta sekä on muodostunut kansainväliseksi automaattivarasto- ja materiaalihallintajärjestelmien toimittajaksi. Moving on markkinajohtaja seuraavilla alueilla:

- Hissit ja Miniload-järjestelmät mukaan lukien varastohallintajärjestelmät näille järjestelmille
- Materiaalihallinta ja kuljetinjärjestelmät

Moving tarjoaa modulaariset järjestelmät tehokkaaseen materiaali- sekä kappale-tavarahallintaan. Yrityksellä on asiakkaita Pohjois-Euroopassa jakelun, muodin, elintarvikkeiden, postin, terveydenhoidon, autonvalmistuksen sekä rahti- ja matkatavaran aloilta. Järjestelmät perustuvat tuoteperheisiin: MidiMove, MaxiMove, Miniload, rahtitavaran hallinta ja varastohallintajärjestelmät. Automaatio ja mekaniikka kuuluvat kaikkiin tuotteisiin. Yritys myös kehittää ohjelmistoja ja laitteistoja automaattisiin hisseihin. Näin he ovat saaneet rakennettua nopean, korkeakapasiteettisen Miniload-hissin. (Moving AB 2008)

## 2 AUTOMAATTIVARASTO

GNT:llä on varastolla käytössään kolme erillistä varastojärjestelmää, jotka hoitavat eri tehtäviä. Kukin järjestelmä on yhteydessä toisiinsa aina jollain tavalla.

### 2.1 Miniload-järjestelmä

Miniload-järjestelmässä tavaraa säilytetään ja kuljetetaan pienissä muovilaatikoissa, joita on kahta eri kokoa. Miniload-järjestelmään kuuluu seitsemän Miniload-hissiä (kuvio 1), jotka voivat varastoida Miniload-laatikoita kahteen syvyyteen.



Kuvio 1: Miniload-järjestelmän hissi

Hissin kyydissä voi olla enintään kaksi laatikkoa samanaikaisesti. Hissi jättää halutut laatikot kuljettimelle, josta laatikot kulkevat kuljettimia pitkin keruuasemille, joissa Miniload-laatikoista kerätään halutut tuotteet.



## 2.2 Highbay-järjestelmä

Highbay-järjestelmässä tavaraa säilytetään FIN-lavoilla. Highbay-järjestelmään kuuluu kuusi automaattihissiä (kuvio 2), jotka ovat järeämpiä kuin Miniload-hissit. Myös nämä hissit varastoivat lavoja kahteen syvyyteen.



Kuvio 2: Highbay-järjestelmän hissi

Hissin kyydissä voi olla vain yksi lava kerrallaan. Hissi jättää halutun lavan kulkujelmelle, jota pitkin lavat saapuvat keruuasemille, joissa tuotelaatikot eli kollit kerätään.

### 2.3 Dynamic box handling -järjestelmä

Dynamic box handling eli Kolli-Miniload on astetta kahta muuta järjestelmää automaattisempi, sillä varsinaista keruuta ei ole. Järjestelmään kuuluu neljä Kolli-Miniload -hissiä (kuvio 3), jotka on suunniteltu erityisesti kollojen käsittelyyn. Hyllyihin voidaan varastoida yhdelle hyllypaikalla tietty määrä kolleja, minkä määrää hyllypaikan pituus. Esimerkkinä yhteen hyllypaikkaan voi mahtua vaikkapa kymmenen pientä kolliä tai kolme suurempaa kolliä. Tämä varastojärjestelmä on siis dynaaminen.



Kuvio 3: Kolli-Miniload -järjestelmän hissi

### 3 KULJETTIMET

Kuljetin on siirtolaite, joka siirtää tavaraa tai ainetta paikasta toiseen. Yleensä tämä tarkoittaa, että massa- tai kappaletavara kuormataan jossain vaiheessa kuljettimelle ja tyhjennetään kuljettimelta jossain myöhemmin tuotantoprosessin aikana. Esimerkkinä yhtenä kuljettimen sovelluksena on, että kuljetin lähtee liikkeelle, kun sille asetetaan kappale ja vie sen tiettyyn pisteeseen asti. Kuljettimen kaltevuus voi olla vaakasuorasta pystysuoraan. Kuljetettava materiaali määrää millaisen kuljetintyyppin voi ja kannattaa valita. Riippuen tehtaan prosessista puhutaan massatavarakuljettimista, kappaletavarakuljettimista tai puun käsittelyyn tarkoitetuista kuljettimista. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas, Sumujärvi (2007, 168))

Korkeussuunnassa siirtävät kuljettimet voidaan luokitella hisseiksi ja vertikaalikuljettimiksi. Hisseille on määrätty korkeammat turvamääräykset kuin kuljettimille. Turvallisuus on tärkeämpää myös ihmisiä liikuttavissa laitteissa, kuten liikkuvissa jalkakäytävissä (hihnakuljettimet) ja liukuportaissa, kuin tavallisissa kuljettimissa.

#### 3.1 Kuljettimen historia

Kuljettimien historia alkaa 1600-luvun jälkipuoliskolta, jonka jälkeen kuljettimet ovat olleet välttämätön osa materiaalin siirrossa. Vasta vuonna 1795 kuljettimista tuli suosittu tapa kappaletavaran kuljettamiseen. Aluksi kuljettimia käytettiin vain kuljettamaan jyväsäkkejä lyhyitä matkoja.

Kuljetin oli itsessään ja toiminnaltaan hyvin yksinkertainen aivan aluksi. Kuljettimessa oli tasainen puusta tehty alusta sekä hihna, joka liikkui puisen alustan päällä. Aiemmin kuljettimien hihnät valmistettiin nahasta, kankaasta tai kumista.

Tämä alkeellinen kuljetin oli hyvin suosittu kappaletavaran kuljettamiseen paikasta toiseen. Kuljetinjärjestelmät laajenivat 1900-luvun alussa.

Hymle Goddard of Logan Company oli ensimmäinen yritys, joka sai patentin rullakuljettimelle vuonna 1908. Rullakuljettimien myynti ei kuitenkaan kukoistanut. Muutama vuosi myöhemmin, vuonna 1919, vapaana rullaavia ja ajettuja kuljettimia käytettiin autoteollisuudessa. Kuljettimista tulikin suosittuja välineitä raskaiden ja isojen tavaroiden siirtämiseen tehtaissa.

1920-luvulla kuljettimet kävivät läpi laajoja muutoksia. Kuljettimia käytettiin hiihkaivoksissa jopa yli kahdeksan kilometrin kuljetusmatkoilla. Kuljettimen hinnat valmistettiin kerroksista puuvillaa ja kumia.

Eräs käännekohta kuljettimien historiassa oli synteettisten hihnojen käyttöönotto. Tämä tapahtui toisen maailmansodan aikana pääasiassa luonnollisten materiaalien, kuten puuvillan ja kumin niukkuuden vuoksi. Tästä alkaen synteettiset kuljetinhinnat ovat tulleet suosituiksi useilla aloilla. (Peterson 2006)

## **3.2 Kuljetintyytit**

Kuljetintyytpejä on monia erilaisia. Tarkastellaan tässä niistä muutamaa yleisintä.

### **3.2.1 Hihnakuiljetitmet**

Hihnakuiljettimella (kuvio 4) kappaletavara tai massa kulkee yhtenäisen hinnan päällä, joka samalla on hihnakuiljettimen pääosa. Hihna on voitu tilata päättömänä tai se on liitetty yhtenäiseksi kuumavulkanoimalla, liimaamalla tai mekaanisella liitoksella. Hihnaa liikuttaa vetorulla, jota pyöritetään yleensä sähkömoottorilla. Kuljettimissa, jotka kuljettavat raskaita kuormia käytetään jonkin verran myös

hydraulimoottorivetoa. Tämä toimii ongelmattomasti myös ylikuormitustilanteissa. Hihnakuiljettimia on saatavilla kestävyydeltään erilaisia. Hihnakuiljettimen kestävyyteen vaikuttaa kuljettimen rungon ja liukualustan rakenne. Hihnakuiljettimia käytetään yksin tai osana suurempaa kuljetinjärjestelmää.



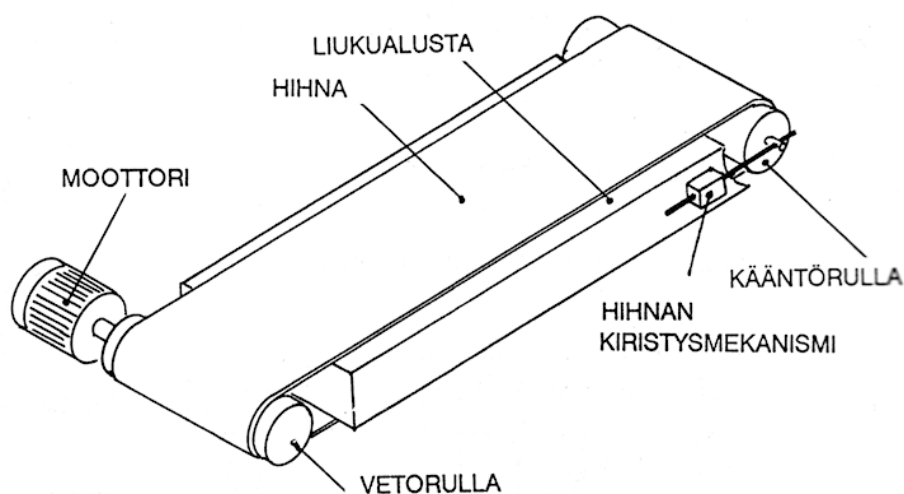
Kuvio 4: Hihnakuiljetin

Hihnamateriaalia, joka yleensä on muovi- tai kumiseosta, on saatavilla eri kitkakerroimilla. Korkeakitkainen hihna on tarkoitettu käytettäväksi kallistettujen kuljettimien kanssa, joiden kallistuskulmaksi suositellaan korkeintaan noin 20°. Suuremmalla kallistuskulmalla suositellaan käytettäväksi kohokkeilla varustettuja hihnoja. Normaalikitkainen hihna on tarkoitettu täysin vaakatasossa tapahtuvaan kuljetukseen. Pienikitkainen hihna on tarkoitettu käytettäväksi siirtimen (pusher)

kohdalla, joka työntää kappaleen pois hihnalta. Hihnoja valmistetaan myös haponkestävästä tai ruostumattomasta teräksestä. Näitä käytetään lähinnä elintarviketeollisuudessa ja kun ympäröivä lämpötila on korkea. Lasinjäähdytys-, keramiikka- ja päästöuuneissa käytetään teräksistä verkkohihnaa.

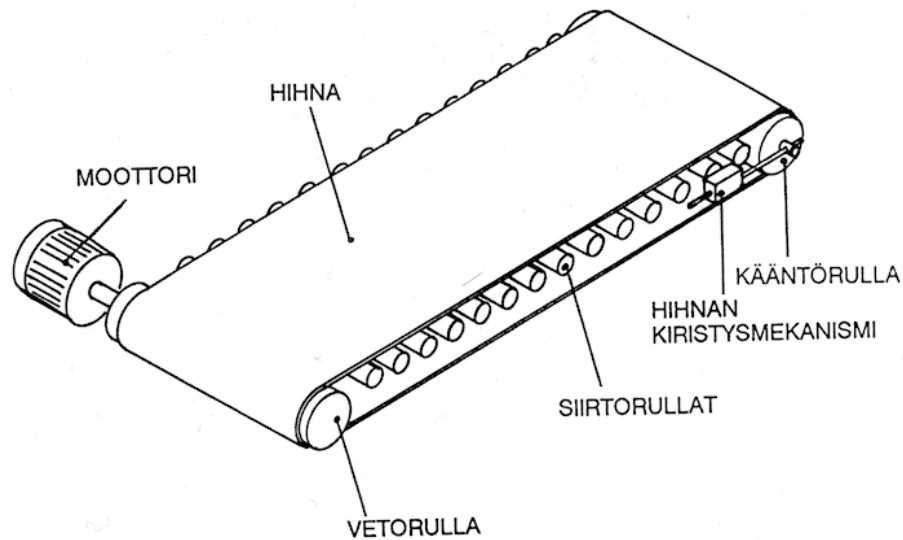
Siirrettäessä raemaista tavaraa puhdistetaan hihna pääterullan kohdalla auralla tai kaapimella. Auraa voidaan myös käyttää tuotteiden jakamiseen hihnalla esimerkiksi pakkaamista varten. Kuljettimen hihnaa yleensä pystytään kiristämään ja säätämään, sillä hihna venyy ajan mittaan. Hihna voi myös liikkua helposti sivusuunnassa ja tuhota hihnan reunat, niiden osuessa kuljettimen kaiteisiin, jotka ovat kuljettimen rungossa kiinni. Hihnan sivuttaissuunnassa siirtyminen voi johtua esimerkiksi vinoon asennetusta telasta tai sivuttaiskuormasta, joka tapahtuu, kun esimerkiksi kappale tulee kuljettimelle risteävältä kuljettimelta. (Kotamäki & Nyberg 1992, 58) (Keinänen ym. (2007, 168 - 169))

Liukualustaisessa hihnakuljettimessa (kuvio 5) hihna kulkee tasaisen liukualustan päällä. Tämän tyyppisessä hihnakuljettimessa kitkahäviöt ovat suuria isosta hihnan ja liukualustan välisestä kosketuspinta-alasta johtuen. (Kotamäki & Nyberg 1992, 58)



Kuvio 5: Liukualustainen hihnakuuljetin (Kotamäki & Nyberg 1992, 58)

Rullakannatteisessa hihnakuuljettimessa (kuvio 6) hihna kulkee rullien tukemana. Rullia käyttämällä kitkahäviötä on saatu vähennettyä. (Kotamäki & Nyberg 1992, 58)



Kuvio 6: Rullakannatteinen hihnakuuljetin (Kotamäki & Nyberg 1992, 59)

Lattahihnan (kuvio 7) käyttökohteita voivat olla sahat, höylät ja puhaltimet. Lattahihnan eri tuotesarjoilla on erilaisia ominaisuuksia ja käyttökohteita. Ne voivat olla tarkoitettu raskaaseen iskukäyttöön, suurille tehoille, pieniin käyttöihin tai ne voivat taata tasaisen käynnin sormiliitoksen ansiosta. (Teollisuusapu 2007, 4)



Kuvio 7: Lattahihna (Teollisuusapu 2007, 4)

Tangentiaalihiljan (kuvio 8) käyttökohteita ovat rullaradat ja muut kohteet, jossa tarvitaan molemminpuolista kitkaa. Tangentiaalihiljoja on saatavilla polyamiidi-, армииди- ja polyesteri-vetokerroksella. (Teollisuusapu 2007, 4)

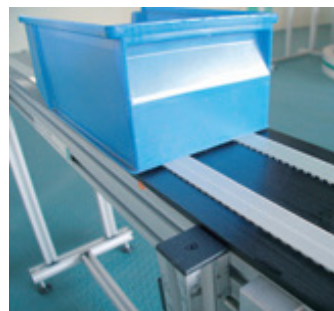


Kuvio 8: Tangentiaalihihna (Teollisuusapu 2007, 4)

Hammashihnan (kuvio 9) sisäpuoli sekä veto- ja kääntörulla on uritettu poikisuuntaisesti. Hammashihnat valmistetaan yleensä automaation tarkoituksiin polyuretaanista, jolloin hihna on joustava, eikä ole kovin kestävä. Niitä on saatavilla mm. ohjausprofiililla, eri pinnoitteilla ja kolilla. Kahta vierekkäistä hammashihnaa (kuvio 10) voidaan käyttää vierekkäin kuljettamaan suurempia tavaroita. (Teollisuusapu 2007, 4 & 7)



Kuvio 9: Hammashihna  
(Teollisuusapu 2007, 4)



Kuvio 10: Hammashihnat kuljetushihnana  
(Teollisuusapu 2007, 7)

Pyöröhihnat (kuvio 11) valmistetaan useammin polyuretaanista, mutta voivat sisältää tämän lisäksi vahvikekudosta. Hihnan halkaisija voi olla 2-15 mm. Pyöröhihnaa käytetään pienten laitteiden voimansiirtoon. Sitä voidaan myös käyttää kuljetushihnana (kuvio 12) laittaessa niitä useampi rinnakkain. (Teollisuusapu 2007, 4 & 7)



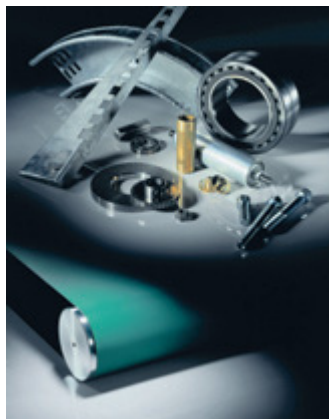


Kuvio 11: Pyöröhihna  
(Teollisuusapu 2007, 4)



Kuvio 12: Pyöröhihnat kuljetushihnana  
(Teollisuusapu 2007, 7)

High duty -kuljetinhihnat (kuvio 13) ovat tarkoitettu vaativiin olosuhteisiin. High duty -kuljetinhihnoilla on erinomainen kemiallinen ja mekaaninen kulutuskestävyys. Tämänlainen hihnatyyppi on monessa käyttökohteessa lähes ikuinen hiha käyttöältään, ellei satu kuljettimesta johtuvia haavereita hihnalle. (Teollisuusapu 2007, 5)



Kuvio 13: High duty -kuljetinhihna (Teollisuusapu 2007, 5)

Elintarvikehihnat (kuvio 14) ovat pinnoitettu valkoisella polyuretaanilla, PVC:llä tai polyolefiinillä. Elintarvikehihnat voivat olla myös puuvilla-pintaisia. Näistä useimmat ovat FDA/USDA/EU hyväksytyjä elintarvikkeiden kuljetukseen (Teollisuusapu 2007, 5). FDA (Food and Drug Administration) on Yhdysvaltain elintarvike- ja lääkevirasto (U.S. Food and ... 2008). USDA (United States Department of Agriculture) on Yhdysvaltain maatalousministeriö (United States Department ... 2008).



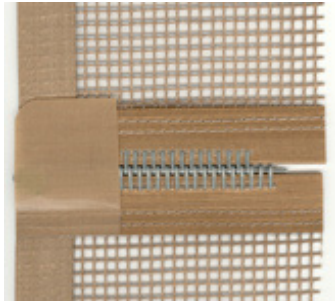
Kuvio 14: Elintarvikehihna (Teollisuusapu 2007, 5)

PVC-pintaiset hihnat (kuvio 15) ovat tarkoitettu kuljetinhihnoiksi yleiskäyttöön. PVC-pintaisia hihnoja on useilla eri vahvuuksilla, pintakuvioilla, kitkaominaisuuksilla ja väreillä. Näillä hihnoilla on erinomainen hinta/laatu-suhde. (Teollisuusapu 2007, 5)



Kuvio 15: PVC-pintainen hihna (Teollisuusapu 2007, 5)

Teflon- ja verkkohihnojen (kuvio 16) käyttökohteita ovat mm. silkkipainot, UV/IR-kuivaus, muoviosien lämmitys, kutistetunnelit, suojaverhot, liukukankaat ja eristys. Teflon- ja verkkohihnojen paksuus on yleensä 0,07 - 0,94 mm ja verkkohihnassa verkon koko on yleensä 1 x 1 ... 8 x 8 mm. (Teollisuusapu 2007, 6)



Kuvio 16: Teflon- ja verkkohihna (Teollisuusapu 2007, 6)

### 3.2.2 Lamellikuljettimet

Lamellikuljetin (kuvio 17) toimii hyvin samalla tavalla kuten hihnakuuljetin, mutta se on tehty yleensä muovisista tai teräksisistä lamelleista, jotka ovat taakkaa kantavia tasoja. Lamellien sisäpuolella on hammastus, jolloin vetorulla liikuttaa kuljetinta.



Kuvio 17: Lamellikuljetin

Lamellit voidaan myös kiinnittää ketjuun tai ketjuihin, jolloin ketjut liikuttavat lamellipintaa. Lamelleja liitetään toisiinsa kuljettimen pituuden tarvitsema määrä. Lamellikuljettimilla voidaan tehdä myös kaarteita, tällöin lamellit menevät sisäkaarteen puolelta lomittain. Elintarviketeollisuudessa käytetään yleisesti lamellikuljettimia. Lamellikuljettimien rakenteen takia ne soveltuvat ainoastaan kappale-tavaran kuljettamiseen. (Keinänen ym. (2007, 169)) (Kotamäki & Nyberg 1992, 60)

### 3.2.3 Rullakuljettimet

Rullakuljettimet (kuviot 18 & 19) ovat suosituimpia kappale-tavaran siirtämisessä. Rullakuljettimessa on kahden reunapalkin välissä laakeroituja rullia, joiden päällä kappaleet liikkuvat. Rullakuljettimia käytetään vapaina tai moottorikäytöllä. Rullakuljettimilla kitkahäviöt ovat pieniä, jolloin raskaiden kappaleiden siirtäminen ei ole ongelma.



Kuvio 18: Rullakuljetin painavalle lavatavaralle

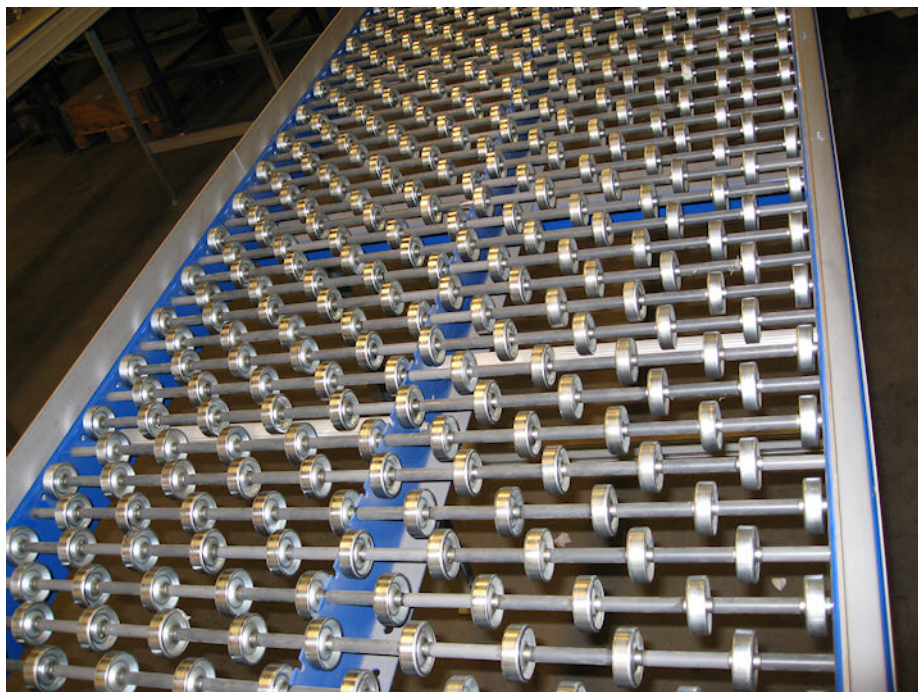


Kuvio 19: Rullakuljetin kevyelle laatikkotavaralle

Rullien jako eli etäisyys toisistaan määräytyy kappaletavaran mukaan siten, että tuote on samanaikaisesti vähintään kolmen rullan päällä. Vapaiden rullakuljettimien kaltevuus vaihtelee välillä  $2,5^{\circ}$  ...  $7^{\circ}$ . Kappaleiden vauhdin vähentämiseksi tai kokonaan pysäyttämiseksi voidaan käyttää erityisiä jarrurullia. Kaarteissa rullia kallistetaan tai käytetään kartiomaisia rullia. (Keinänen ym. (2007, 169)) (Kotamäki & Nyberg 1992, 58 - 59)

### 3.2.4 Kiekkoradat

Kiekkorata (kuvio 20) toimii samoin kuin rullakuljetin, mutta siinä rullat on jaettu useammaksi erilliseksi kiekoksi eli pyöräksi. Kiekkoradat on tarkoitettu kevyille kappaletavaroille. Myös kiekkoratoja käytetään vapaina tai moottorikäytöllä. (Kotamäki & Nyberg 1992, 59)

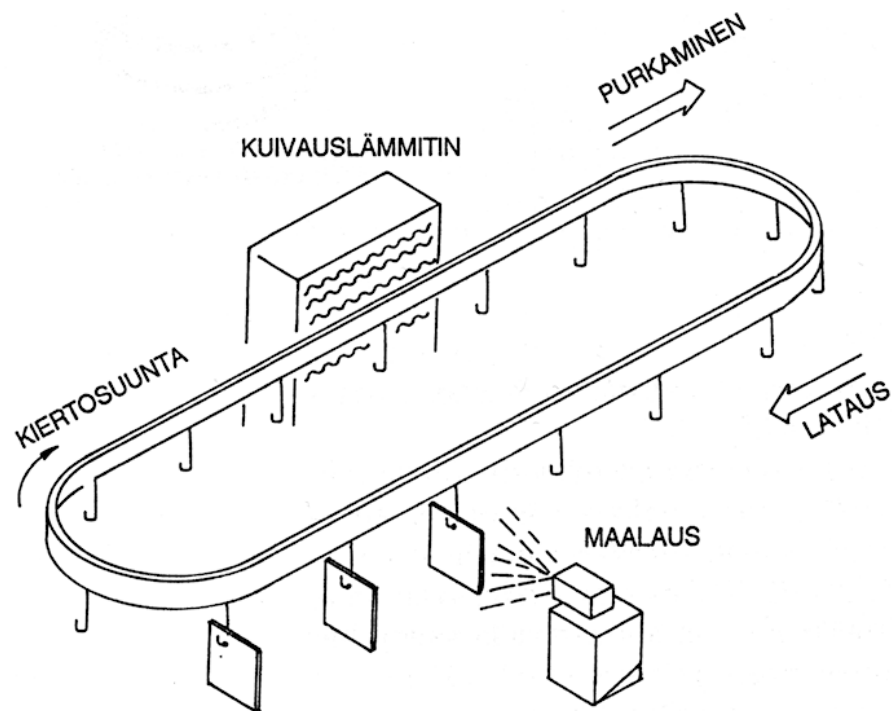


Kuvio 20: Vapaakäyttöinen kiekkorata

### 3.2.5 Ketjukuljettimet

Ketjukuljettimessa on siirtävänä osana yksi tai useampi ketju. Kuljetinketjun tulee kestää voimakasta kulumista sekä kovia iskumaisia kuormia. Ketjuun voidaan kiinnittää kuljettava elin, jolloin puhutaan kolakuljettimesta. Kolakuljettimessa ketjussa on kiinnityskorvakkeita, jolla kuljettava elin kiinnittyy ketjuun.

Ketjukuljettimia käytetään useissa kohteissa. Sahoilla tukkeja siirretään ketjuun kiinnitetyillä piikeillä. Ketjukuljetinta riippukuljettimena (kuvio 21) käytettäessä esimerkiksi maalattavia tuotteita ripustetaan ketjussa kiinni oleviin koukkuihin. Ketjukuljetinta käytetään myös rullaportaissa, jossa askelmat kiinnitetään kahteen vetävään ketjuun ja askelmien asentoa ohjataan johteilla. (Keinänen ym. (2007, 169))



Kuvio 21: Riippukuljetin maalaamokäytössä (Kotamäki & Nyberg 1992, 60)

Ketjukuljetinta käytetään myös lavojen kuljetukseen, lavan jalasten ollessa poikittain siirtosuuntaan. Ketjukuljetin voidaan tehdä rullakuljettimen kanssa risteäväksi niin, että ketjukuljettimen ketjut ovat rullakuljettimen rullien välissä. Ketjujen

noustessa rullien yläpuolelle ketjut kuljettavat lavaa ja ketjujen laskeessa rullien alapuolelle lava laskeutuu rullien päälle. Varastokuljetinjärjestelmissä (kuvio 22) käytetään usein tällaisia sivuun siirtoja pääkuljettimelta.



Kuvio 22: Ketjukuljetin rullakuljettimen välissä

### 3.2.6 Tärykuljettimet

Tärykuljettimet ovat tasoja, jotka värähtelevät. Värähtelevä taso on yleensä kourun muodossa (kuvio 23). Tärykuljettimia voidaan käyttää jauhemaisen- ja rae-maisen aineen syöttöön sekä kappaletavaran siirtoon tai kääntämiseen haluttuun asentoon. Tärykuljetin voi toimia myös syöttimenä. Yleensä syöttimessä käytetään tärykuljettimen ominaisuutta kääntää kappale haluttuun asentoon. Syötin voi olla suora lineaarisyötin tai maljamainen lieriösyötin.



Kuvio 23: Tärykuljetin (Carman Industries 1998, 2 - 3)

Lieriösyöttimessä (kuvio 24) on spiraalimainen johde maljan sisäseinällä, joka nousee koko ajan hieman. Tämä maljan muotoinen astia värähtelee sopivalla taajuudella kappaletavaran painoon nähden, jolloin tuotteet nousevat alhaalta ylös johdetta pitkin. Maljan sisäseinillä johteen matkalla on ohjureita, jotka pudottavat johteelta väärin päin olevat kappaleet maljan pohjalle. Siten ylös syöttöön pääsee vain halutussa asennossa olevia kappaleita.



Kuvio 24: Lieriösyötin (Keinänen ym. (2007, 170))

Lineaarisyöttimessä tärykuljetin on vaakasuunnassa, mutta pienellä kulmalla ylöspäin kalteva liikkumissuuntaan nähden. Tätä ylöspäin syöttävää rakennetta kutsutaan myös tärykouruksi. Liike muodostuu epäkeskokoneistosta, joka liikut-



taa kourua edestakaisin. Liike on vinoittaissuuntaista, jolloin ylöspäin liikkeessa tärykuljetin liikkuu myös eteenpäin. Kitkavaikutuksen vuoksi myös tavara liikkuu eteenpäin tärykuljettimen mukana. Alaspäin liikkeessa tärykuljetin liikkuu myös taaksepäin. Tällöin kitkavaikutus on pieni, jolloin tavara ei käytännössä liiku juuri ollenkaan taaksepäin tärykuljettimen mukana. Näin tärinän ja liukumisen avulla tavara siirtyy hitaasti eteen- ja ylöspäin. (Keinänen ym. (2007, 170)) (Erka Oy 2008)

### 3.2.7 Liu'ut

Liuku eli luisu (kuvio 25) on itsenäinen kuljetin. Tavara liikkuu luisua pitkin painovoiman vaikutuksesta. Luisulla siirretään tuotteita ylemmältä tasolta alemmaksi. Liukuja on suoria ja kierteellisiä. Liu'ut ovat kitkaominaisuuksiltaan hyviä ja niiden yleisin materiaali on ruostumaton teräs. Niissä siirretään yleensä kappale-tavaraa, paketteja, laatikoita, säkkejä jne. (Keinänen ym. (2007, 171))



Kuvio 25: Liuku (Keinänen ym. (2007, 171))

### 3.3 Kuljetinjärjestelmän osat

Kuljetinjärjestelmässä on aina kuljettimen osia, joista toiset toimivat jotenkin poikkeavalla tavalla toisiin osiin verrattuna. Tässä käydään läpi yleisimpiä kuljetinjärjestelmän osia.

#### 3.3.1 Suora kuljetin

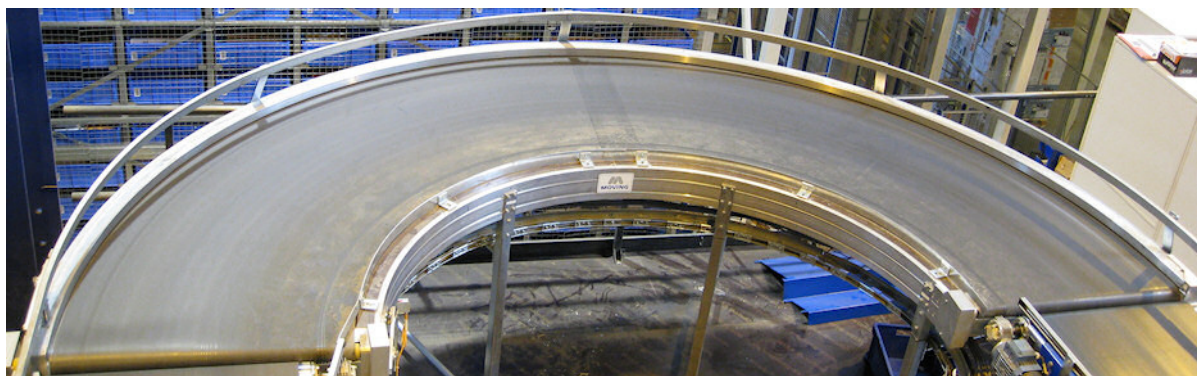
Suora kuljetinosuus (kuvio 26) on kuljetinjärjestelmissä yleisin osa. Se on helppo valmistaa ja siksi myös kustannuksiltaan se on halpa.



Kuvio 26: Suora kuljetinosuus

### 3.3.2 Kaarrekuljetin

Kaarrekuljettimia (kuvio 27) käytetään kuljetinjärjestelmissä kun tarvitaan kuljetussuunnan kääntämistä. Kaarrekuljettimia tehdään 180°, 90°, 60°, 45° ja 30° kaarteina. Kaarteita tehdään hihna- ja rullakuljettimista. Yleensä kaarrehihnakuljetin on yksi kokonainen kuljetin. Kaarrerullakuljetin voidaan rakentaa pienemmistä palasista, esimerkiksi 90° kaarrerullakuljetin voidaan toteuttaa kahdella 45° tai kolmella 30° kuljettimella.



Kuvio 27: 180° kaarrehihnakuljetin

### 3.3.3 Kalteva kuljetin

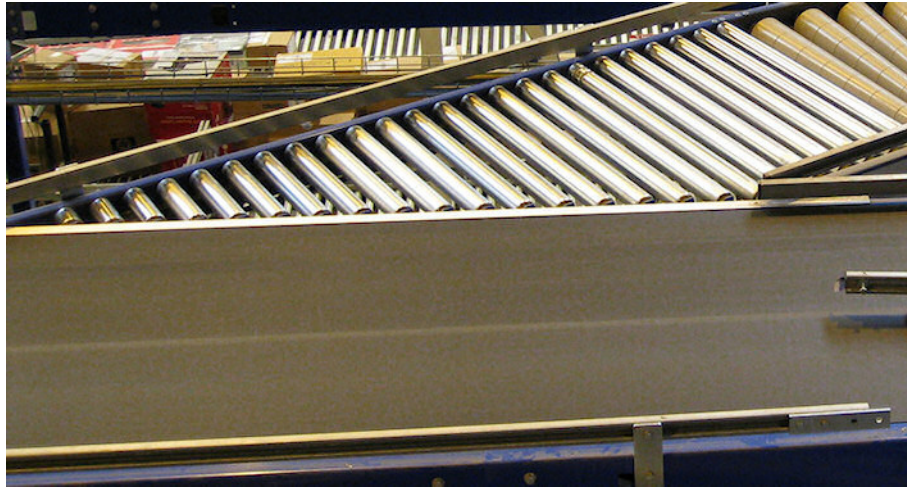
Kalteva kuljetin on käytännössä ylä- tai alamäkikuljetin. Kalteva kuljetin voi mennä rakennuksen kerrosten läpi reiän kautta (kuvio 28), jolloin saadaan vaikkapa tyhjiä laatikoita yläkerrasta alakertaan täyttöä varten. Kuljettimeen voi myös joutua tekemään nousun, jos esimerkiksi kuljetin halutaan toisen kuljettimen päälle tai kuljettimen halutaan menevän kulkureitin läpi.



Kuvio 28: Katon läpi tuleva alamäkikuljetin

### 3.3.4 Yhtyvä kuljetin

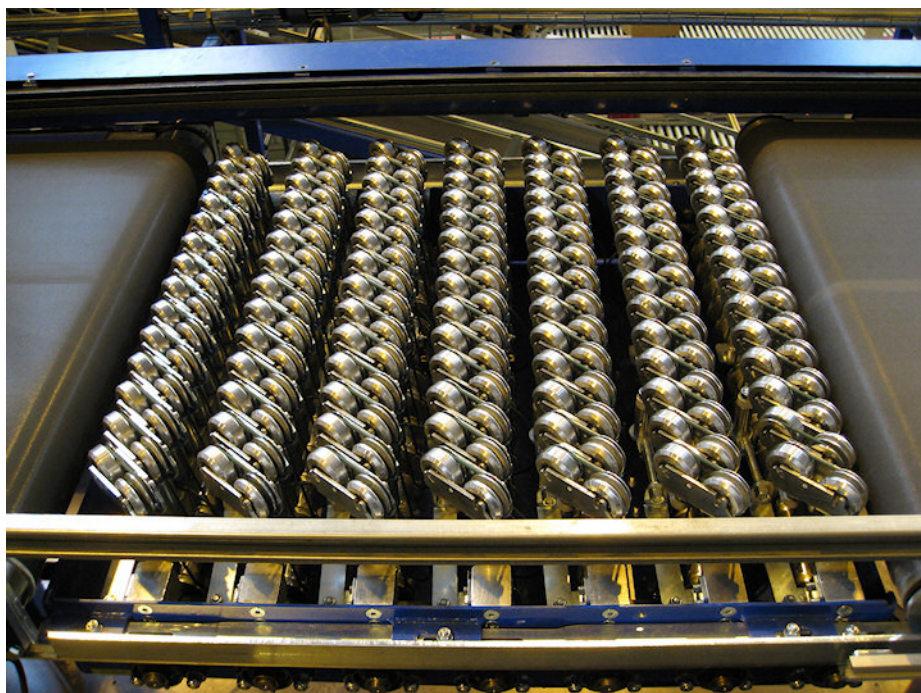
Yhtyvä kuljetin tai eriävä kuljetin (kuvio 29) on kapeneva tai levenevä kuljetin riippuen tarkastelusuunnasta. Sillä voidaan tehdä kuljettimeen haara, jolloin kappale voidaan ohjata toisaalle kuljettimelta haluttaessa. Toisinpäin toimien yhtyvä kuljetin voi tuoda toisaalta kappaleen kuljettimelle. Yhtyvä kuljetin valmistetaan yleensä rullakuljettimena.



Kuvio 29: Yhtyvä kuljetin

### 3.3.5 Siirrin

Siirrin on vetävä kuljetin, mikä siirtää kappaleen kuljettimen reunaan tai kuljettimen haarassa eriävälle kuljettimelle. Siirrin muistuttaa vetävää kiekkorataa. Erona kuitenkin on, että siirrin voi kääntää suuntaa haluttaessa suoraan tai sivulle.



Kuvio 30: Siirrin

### 3.3.6 Työntäjä

Työntäjä (kuvio 31) työntää kappaleen pois kuljettimelta yleensä toiselle kuljettimelle. Kuljettimen, jolle kappale työnnetään, ei tarvitse olla kohtisuoraan kuljettimeen nähden, jolla kappale alun perin on. Kuljettimet voivat olla myös vierekkäiset, jolloin kuljettimien käyntisuunnat ovat yleensä vastakkaiset. Kuljettimen kohta, jossa työntäjä on, kannattaa olla rullakuljetin tai matalakitkainen hihnakuljetin. Näin kitka saadaan mahdollisimman pieneksi kappaleen ja kuljettimen välillä, jolloin kappaleen työntö tapahtuu ongelmitta.



Kuvio 31: Työntäjä

### 3.3.7 Kääntöpöytä

Kääntöpöytää (kuvio 32) voidaan käyttää kuljettimen risteyskohdassa. Kääntöpöytä voi kääntää kappaleen menosuunnan minne vain halutaan, yleensä kohtisuoraan kuljettimeen nähden, mutta myös siirto vinottain eriävälle kuljettimelle onnistuu. Kääntöpöytää käytetään yleensä isolla rullakuljettimella raskaita kappaleita.

leita siirrettäessä, esimerkiksi lavatavaraa käsiteltäessä. Esimerkkinä kääntöpöytä voisi periaatteessa kääntää pääkuljettimelta kappaleen kolmelle eriävälle kuljettimelle: vasemmalle 45 asteen kulmassa, kohtisuoraan ja oikealle 45 asteen kulmassa sijaitsevalle kuljettimelle.



Kuvio 32: Kääntöpöytä

### 3.3.8 Vertikaalikuljetin

Vertikaalikuljetin (kuvio 33) kuljettaa nimensä mukaisesti pystysuunnassa. Vertikaalikuljetinta kutsutaan myös hissiksi. Turvamääräykset ovat tällä kuljettimella tiukat. Vertikaalikuljettimella voidaan siirtää kappaleita kerrosten välillä. Tilanpuutteessa, jos kalteva kuljetin veisi liikaa tilaa, vertikaalikuljetinta voidaan käyttää kuljettimen korkeuden nostamiseen tai laskemiseen. Vertikaalikuljettimen leveys, korkeus ja nostokyky voivat vaihdella pienestä suureen. Nostokykyä ajatellen nostomoottori täytyy aina mitoittaa nostotarpeen mukaan.



Kuvio 33: Vertikaalikuljetin



## 4 PROJEKTIN TOTEUTTAMINEN

### 4.1 Toteutus päätös

Alkuperäisen aikataulun mukaan toteutus päätös projektille piti saada 15.2.2008. Toteutus päätöstä ei tullut suuntaan eikä toiseen sovittuun päivämäärään mennessä, joten päätettiin tehdä uusi aikataulu. Uudessa aikataulussa toteutus päätökselle oli aikaa huhtikuun loppuun asti. Toukokuussa vasta sain kuulla, että projektia ei päätetty toteuttaa liian korkean hinnan vuoksi.

### 4.2 Aikataulu

Kuljettimen oli alun perin tarkoitus toteutua tiukalla aikataululla (taulukko 1). Projektin suunnitteluun oli aikaa 14.2. asti, mutta hyvin pian kävi selväksi, että aikaa tarvittaisiin huomattavasti lisää. Toteutus päätös piti tulla 15.2. pidetyssä palaverissa, jossa kuitenkin jouduin toteamaan suunnittelun olevan vielä kesken. Tarvittavien osien tilaukset oli määrä tehdä niin, että ne olisivat viimeistään olleet saatavilla 31.3. Asennus oli varovasti varattu alkamaan vasta 21.4. Näin oli tarkoitus varmistaa, että kaikki osat itse kuljettimia myöten varmasti olisivat saapuneet. Käyttöönotto- ja luovutus päiväksi oli valittu sopivasti 2.5. vapun jälkeen.

Taulukko 1: Projektin suunniteltu aikataulu

Opinnäytetyön aiheen saaminen	24.1.2008
Opinnäytetyön aihe hyväksytty	25.1.2008
Suunnittelu	14.2.2008
Toteutus päätös	15.2.2008
Tavaran toimitus	31.3.2008
Asennus	21.4.2008
Käyttöönotto ja luovutus	2.5.2008

Suunnittelun edetessä hyvin ja toteutuspäätöstä odotellessa aikataulu päivitettiin (taulukko 2). Tarkoituksena oli nyt saada projektille toteutuspäätös huhtikuun loppuun mennessä, jolloin osien tilaus olisi voitu tehdä heti huhtikuun viimeisenä päivänä. Projektin tarvittavista osista kuljettimilla oli pisin toimitusaika, jolloin kaikki osat olisivat olleet perillä 4.6. Samana päivänä oli tarkoitus aloittaa toisen kerroksen lattiaan reiän tekeminen. Seuraavana päivänä oli määrä alkaa kuljettimien asennus, jolle varattiin aikaa 15.6. asti. Sähkötyöiden tekeminen voitiin aloittaa vasta kuljettimien asennuksen valmistuttua ja niille varattiin kaksi päivää aikaa. Tämän jälkeen testaus olisi voitu aloittaa 18.6. ja lopettaa 22.6. Testauksen jälkeen kuljetin olisi luovutettu 23.6.

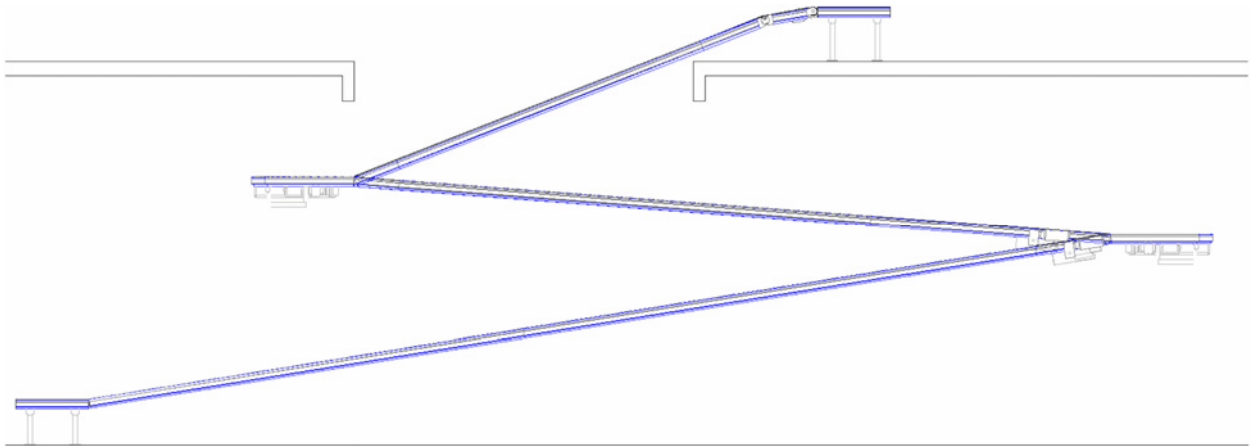
Taulukko 2: Projektin korjattu aikataulu

Osien tilaus	30.4.2008
Osat perillä	4.6.2008
Reiän teko	4.6.2008
Kuljettimien asennus	5.6. - 15.6.2008
Sähkötyöt	16.6. - 17.6.2008
Testaus	18.6. - 22.6.2008
Luovutus	23.6.2008

## 5 KULJETIN

### 5.1 Rakenne

Kuljetin rakentuu useasta eri osasta (kuvio 34). Tilanpuutteen vuoksi kuljetin joudutaan varustamaan kahdella 180 asteen kaarteella, jolloin kuljettimen pituutta saadaan lisättyä ja kaltevuuskulmaa laskettua. Kuljettimen ohjeellinen enimmäiskaltevuuskulma on 20 astetta.



Kuvio 34: Kuljettimen sivukuva

Aivan kuljettimen alussa toisessa kerroksessa on työskentelypöytä, jossa täytetty pahvilaatikko mahdollisesti teipataan ja viimeistellään. Työskentelypöydältä pahvilaatikko työnnetään ensimmäiselle alamäkikuljettimelle, joka on alusta hieman loivempi. Ensimmäinen alamäkikuljetin on myös hihnakuuljetin. Ensimmäisen alamäkikuljettimen jälkeen tulee ensimmäinen 180 asteen kaarrekuljetin, joka toteutetaan rullakuuljettimena. Tämän jälkeen tulee toinen alamäkikuljetin, joka on ensimmäisen alamäkikuljettimen vieressä, mutta kulkee tietenkin alempana. Tämän jälkeen tulee toinen 180 asteen kaarrekuljetin, jonka jälkeen tulee kolmas alamäkikuljetin. Tämä on ensimmäisen alamäkikuljettimen alapuolella. Kolmas alamäkikuljetin on alusta metrin pituudelta vetävää hihnakuuljetinta, jonka jälkeen kuljetin muuttuu vapaaksi rullakuuljettimeksi. Tätä pitkin pahvilaatikko liikkuu

omalla painollaan. Aivan viimeisenä tulee ensimmäisen kerroksen työskentelypöytä, joka toimii alakerran keruupisteenä.

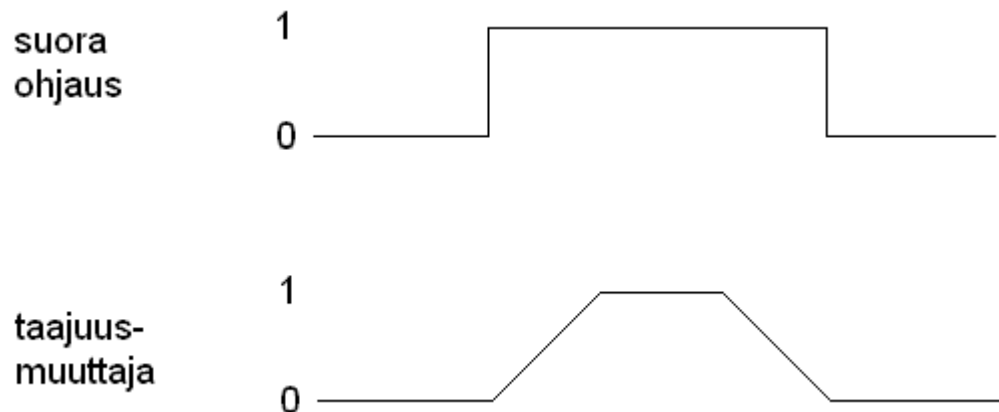
Kuljettimen sivukuva on nähtävissä suurempana liitteenä (liite 1).

## 5.2 Anturointi

Antureiksi valitsen optiset anturit, joissa on lähetin ja vastaanotin samassa kotelossa. Toiselle puolelle kuljetinta tarvitsee tällöin asettaa peili. Anturointi suunnitellaan siten, että jokaisen kuljetinosan lopussa ja alussa on anturi, jolloin havaitaan laatikon tuleminen kuljettimelle ja laatikon poistuminen kuljettimelta. Näin myös mahdollistetaan useamman laatikon siirtäminen kuljettimella samanaikaisesti.

## 5.3 Kuljettimien ohjaus

Kuljetinosat ovat kaikki moottorivetoisia, lukuun ottamatta kuljettimen loppuosassa olevia passiivista kuljetinta ja työskentelypöytää sekä toisessa kerroksessa olevaa työskentelypöytää. Alamäkikuljettimet ja molemmat kaarekuljettimet ovat moottorikäyttöisiä ja vaativat moottorihjauksen. Suorassa ohjauksessa (kuvio 35) ohjauksen nousu ja lasku ovat äkkinäisiä.



Kuvio 35: Suoran ohjauksen ja taajuusmuuttajaohjauksen ero

Taajuusmuuttajaohjauksessa nousu- ja laskurampit voidaan valita aivan minkäläisiksi vain halutaan. Esimerkissä (kuvio 35) rampeiksi on valittu 45 asteen kulma. Todellisuudessa rampit voivat olla myös pyöreähköjä nousuja ja laskuja. Sähkömoottorien käyttöään kannalta on parempi, jos moottoriohjaus tehdään taajuusmuuttajalla eikä suorana ohjauksena releen ja moottorin yllämpösuojan kautta, johtuen suoran ohjauksen äkkinäisestä ohjaustyylistä. Taajuusmuuttajalla saadaan pehmeämpi aloitus ja lopetus, joka rasittaa tavallista vähemmän sähkömoottoria sekä on lisäksi käyntiääneltään hiljainen.

Tässä projektissa valitsin sähkömoottorien ohjauksen tehtäväksi taajuusmuuttajilla.

## 5.4 Logiikkaohjaus

Kuljetinkokonaisuutta ohjataan Siemensin S7-sarjan logiikalla. Taajuusmuuttajia ohjataan binäärisellä viestillä, jossa taajuusmuuttajalle annetaan käynnistyslupa. Itse taajuusmuuttaja suorittaa rampin muodostamisen, jolloin sitä ei tarvitse logiikalla tehdä. Logiikkaohjauksessa käytetään hyväksi taajuusmuuttajan binääristä tulosignaalia, joka voidaan asettaa kertomaan taajuusmuuttajan virhetilasta.

Kuljettimia ohjataan antureilta saatujen viestien mukaan. Ohjauksen pääperiaatteena on, että kun kuljetinta edeltävä anturi peittyi, uusi kuljetin käynnistyy pysähtyäkseen taas, kun laatikko on mennyt lopussa olevan anturin ohi. Huomioon otettava asia on usean yhtäaikaisen laatikon kuljettaminen kuljetinkokonaisuudella, jotta vältetään mahdolliset kolarit ja sumat.

Kuljettimella on mahdollista tapahtua virheitä, esimerkiksi laatikko voi pudota kuljettimelta kesken kuljetuksen, kuljetinosaa käyttävä moottori voi vioittua, moottoria ohjaava taajuusmuuttaja voi mennä virhetilaan tai vioittua tai tapaturman sattuessa hätäseis-painiketta painetaan. Logiikkaohjauksessa on varauduttu myös mahdollisiin virhetilanteisiin ja tilanteen normaalina jatkumiseen virhetilanteen kuittauksen jälkeen.

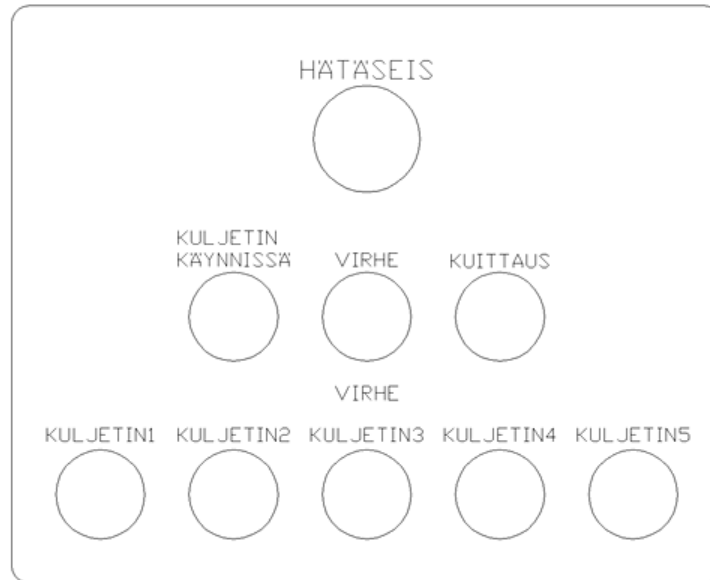
## 5.5 Kuljettimen osat

Kilpailutuksen jälkeen kuljettimet moottoreineen tilataan ruotsalaiselta Moving Ab:lta. Koko tehtaassa lähes kaikki kuljettimet ovat kyseiseltä valmistajalta, joten heidän tarjous oli kaikkein varteenotettavin. Myös kuljettimien laadukkuus vaikutti asiaan. Kuljetinpakettiin kuuluvat kaiteet sekä optiset anturit kiinnityksiin. Ohjelmoitava logiikka sovellusympäristöineen tilataan Sitek-Palvelu Oy:ltä, sekä taajuusmuuttajat ja pääsähkökaappi ja muut tarvittavat sähkötarvikkeet tilataan Tekno-Tikka Oy:ltä. Osaluettelo on nähtävissä liitteenä (liite 2).

## 5.6 Käyttöliittymä

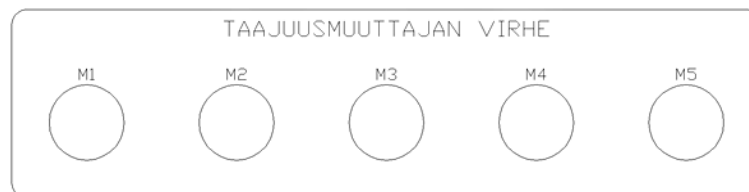
Kuljettimen käyttöliittymänä toimii yksinkertaistettu käyttöpaneeli (kuvio 36). Hätäseis-painikkeena toimii normaali kiertäen palautuva hätäseis-painike. Virheen ilmoittaa punainen merkkivalo ja kuljettimen käynnissä olemisen kertoo vih-

reä merkkivalo. Virheen kuittaamiseksi on tavallinen painonappi. Virheen osoittaa tarkemmin jokaiselle kuljetinosalle erilliset punaiset virhemerkkivalot.



Kuvio 36: Käyttöpaneeli

Taajuusmuuttajan mennessä virhetilaan, siitä kerrotaan käyttöpaneelissa vain virhe-merkkivalon syttymisellä. Taajuusmuuttajan virhe -paneeli (kuvio 37) on tarkoitettu huoltohenkilökunnalle. Paneeli kertoo tarkasti, mikä taajuusmuuttaja on mennyt virhetilaan.



Kuvio 37: Taajuusmuuttajan virhe -paneeli

## 5.7 Logiikan ohjelmointi

### 5.7.1 Logiikan toiminta

Kuljetin koostuu viidestä osasta. Nämä viisi osaa ovat itsenäisiä kuljettimia ja niitä kaikkia ohjataan erikseen. Jokaisen kuljetinosan toiminta on samanlainen.

Kuljetinosa käynnistyy, kun kuljetinosan alussa oleva anturi peittyy. Kuljetinosa ei kuitenkaan pysähdy vielä, kun kuljetinosan lopussa oleva anturi peittyy. Samaan aikaan kun kuljetinosan lopussa oleva anturi on peittynyt, käynnistyy seuraava kuljetinosa. Edellinen kuljetinosa pysähtyy vasta, kun laatikko on mennyt kuljetinosan viimeisen anturin ohi, eikä anturin edessä ole mitään. Toiminta on sama jokaisella kuljetinosalla.

Logiikassa on otettu huomioon, että kuljetinosalla mahdollisesti on useampi laatikko samanaikaisesti. Tässä tapauksessa, kun kuljetinosalla on laatikoita enemmän kuin yksi, kuljetin ei saa pysähtyä ensimmäisen laatikon poistuttua kuljetinosalta. Kuljetinosa saa pysähtyä vasta, kun kaikki kuljetinosalla olevat laatikot ovat menneet kuljetinosan viimeisen anturin ohi.

Käyttöpaneelissa oleva virhe-merkkivalo syttyy, jos jollekin kuljetinosalle on tullut laatikko (kuljetinosan alussa oleva anturi on peittynyt), mutta laatikko ei ole poistunut (kuljetinosan lopussa olevan anturin ohi ei ole mennyt laatikkoa) kuljetinosalta tietyssä ajassa. Tämä aika on kuljetinosakohtainen ja riippuu kuljettimen pituudesta. Aika mitoitetaan niin, että laatikko on kulkenut kuljetinosan alusta loppuun. Kuljetinosa, jolla virhe on sattunut, pysähtyy. Myös kaikki perässä olevat kuljetinosat pysähtyvät tällöin. Virhe voi syntyä, jos esimerkiksi laatikko putoaa kuljettimelta. Virhe-merkkivalo syttyy myös hätäseis-painikkeen ollessa pohjassa tai taajuusmuuttajan mennessä virhetilaan.

Kuljetin käynnissä -merkkivalo palaa aina jonkun kuljetinosan ollessa käynnissä.



Kuittaus-painonapilla kuitataan virhe-merkkivalon ilmoittama virhe. Kuittauksen jälkeen virhe kuitataan, virhe-merkkivalo sammuu ja kuljetinosat käynnistyvät uudelleen, jos niillä oli kuljetettavaa ennen virheen tapahtumista. Kuittaus ei sammuta virhe-merkkivaloa eikä käynnistä kuljetinosia, jos hätäseis-painonappi on pohjassa. Hätäseis-painonappi pysäyttää aina kaikki kuljettimet välittömästi.

Taajuusmuuttajalta tulee virheviesti sen mennessä virhetilaan. Taajuusmuuttaja ei pysty ajamaan sen ohjaamaa moottoria virhetilassa. Logiikka ei taajuusmuuttajan ollessa virhetilassa yritä käyttää moottoria. Logiikka näyttää, mikä taajuusmuuttaja on virhetilassa taajuusmuuttajan virhe -paneelissa, sekä sytyttää virhe-merkkivalon käyttöpaneelista. Taajuusmuuttajan mennessä virhetilaan pysähtyvät edeltävät kuljettimet samoin kuin kuljetinosan normaalissa virheessäkin.

### **5.7.2 Symbolitaulukko**

Logiikkaohjelmassa käytettyjen tulojen, lähtöjen, laskureiden, ajastimien ja tärkeimpien muistipaikkojen listaus nähdään symbolitaulukossa (liite 3).

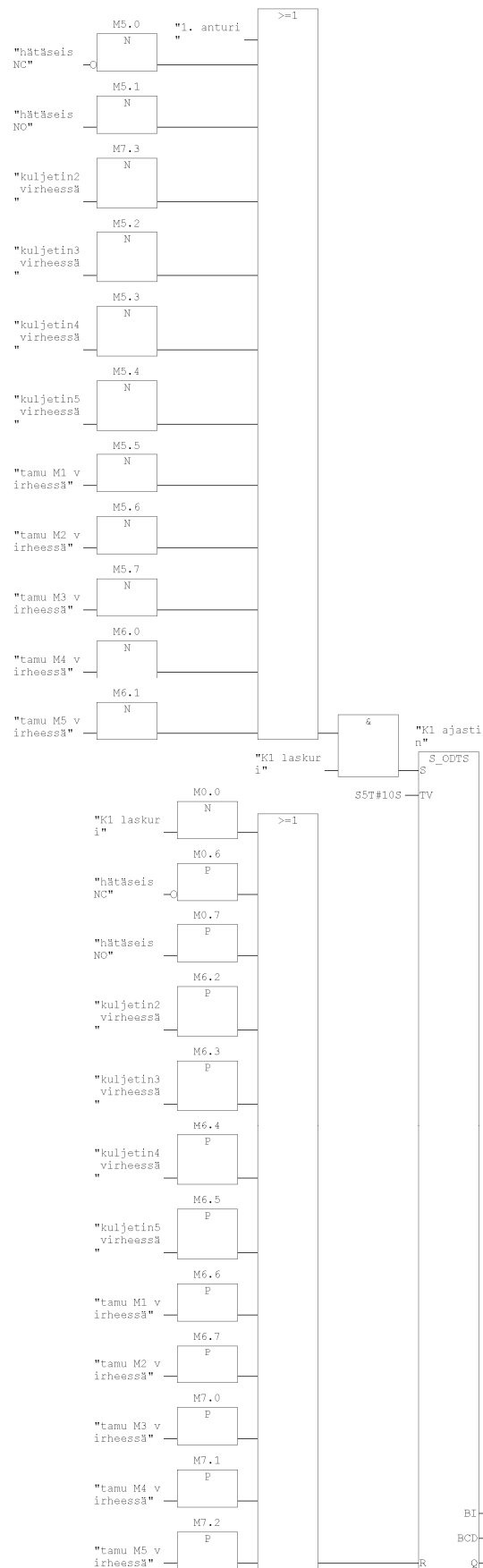
### **5.7.3 Logiikkaohjelma**

Ensimmäisen kuljetinosan ajastin (kuvio 38) lähtee laskemaan aikaa, jos joku kahdestatoista ehdosta toteutuu samaan aikaan kun ensimmäisen kuljetinosan laskuri on asettuneena.

Kyseisiä ehtoja ovat: ensimmäisen kuljetinosan alussa oleva anturi on peittynyt, hätäseis-painike on nostettu ylös, jonkin muun kuin ensimmäisen kuljetinosan virhe on kuitattu tai jonkin kuljetinosan taajuusmuuttajan virhe on poistunut.

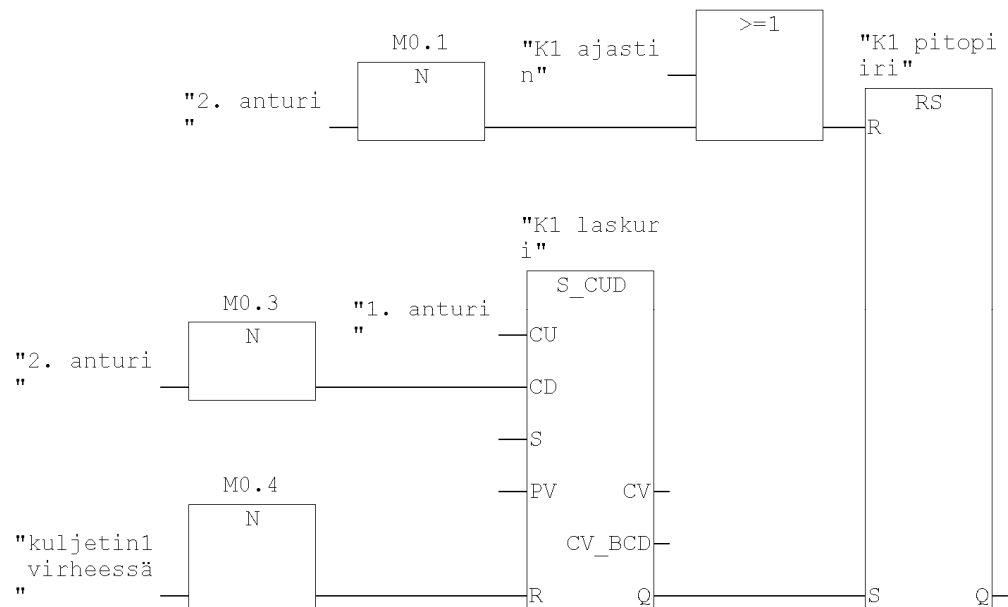
Ajastin lopettaa ajan laskemisen, jos jokin seuraavista kahdestatoista ehdosta toteutuu: ensimmäisen kuljetinosan laskuri on mennyt noltaan, hätäseis-painike on painettu pohjaan, jollekin muulle kuin ensimmäiselle kuljetinosalle on tullut virhe tai jonkin kuljetinosan taajuusmuuttaja on mennyt virheeseen.

Ensimmäisen kuljetinosan ajastimelle on testikäyttöön asetettu ajaksi kymmenen sekuntia, mikä käyttöön otossa muutetaan oikeaksi ajaksi. Oikea aika riippuu kuljetinosan pituudesta.



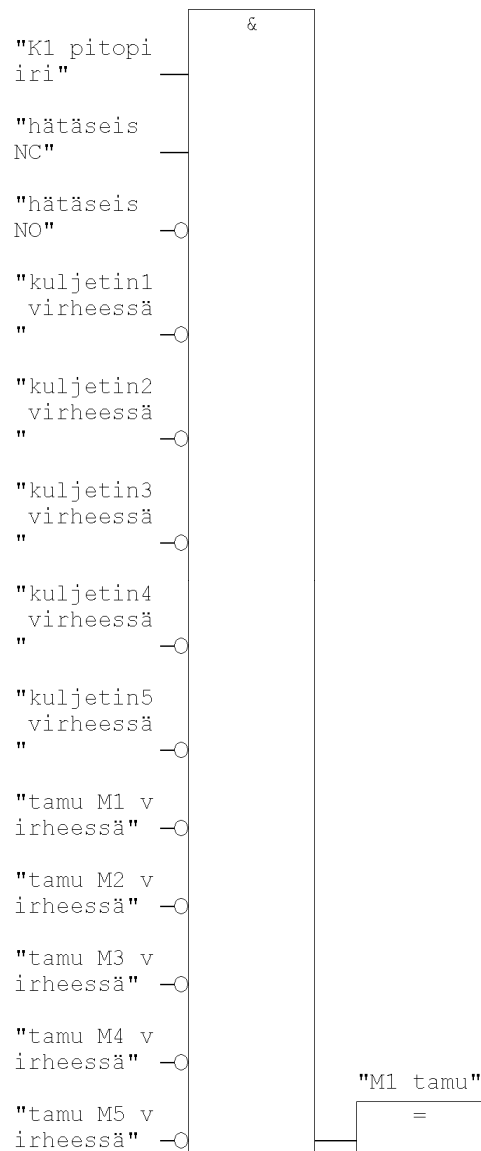
Kuvio 38: Ensimmäisen kuljettimen ajastin

Ensimmäisen kuljetinosan logiikassa (kuvio 39) käytetään RS-pitopiiriä. RS-pitopiirissä asetus on resetointia voimakkaampi, joten jos  $S=1$  ja  $R=1$  niin  $Q=1$ . Ensimmäisen kuljetinosan pitopiiri resetoituu jos ensimmäisen kuljetinosan ajastin (kuvio 38) virittyy ajanlaskennan jälkeen tai kun laatikko on poistunut ensimmäisen kuljetinosan lopussa olevan anturin edestä. Pitopiiri asettuu ensimmäisen kuljetinosan laskurin ollessa suurempi kuin nolla. Laskuri kasvattaa arvoaan yhdellä laatikon mentyä ensimmäisen kuljetinosan alussa olevan anturin eteen. Laskuri pienentää arvoaan yhdellä laatikon mentyä ensimmäisen kuljetinosan lopussa olevan anturin ohi. Laskuri resetoituu eli sen arvo menee nolleen ensimmäisen kuljetinosan virhemerkkivalon sammuttua.



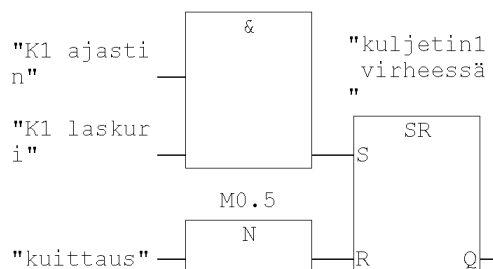
Kuvio 39: Ensimmäisen kuljettimen logiikka

Ensimmäisen kuljetinosan ohjauksessa (kuvio 40) kaikki kolmetoista ehtoa täytyy toteutua, jotta ensimmäisen kuljetinosan moottoria käytetään. Näitä ehtoja ovat: ensimmäisen kuljettimen pitopiiri (kuvio 39) on asettuneena, hätäseis-painike ei ole pohjassa, minkään kuljetinosan virhemerkkivalo ei pala ja minkään kuljetinosan moottoria ohjaavan taajuusmuuttajan virhemerkkivalo ei pala.



Kuvio 40: Ensimmäisen kuljettimen ohjaus

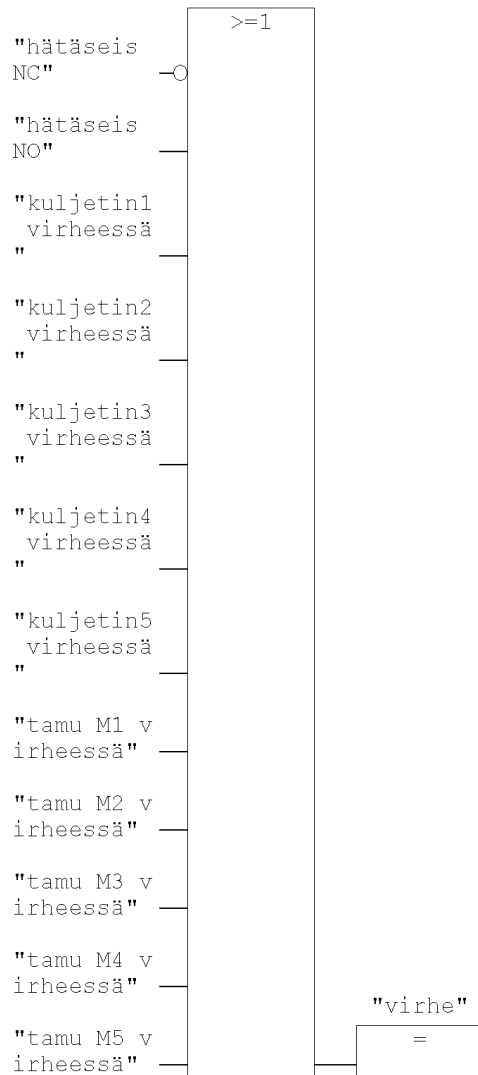
Kuljetin 1 virheessä -merkkivalon ohjauksessa (kuvio 41) on käytetty SR-pitopiiriä, jossa resetointi on asetusta voimakkaampi, jolloin jos S=1 ja R=1 niin Q=0. Pitopiiri asettuu jos ensimmäisen kuljetinosan ajastin (kuvio 38) ja ensimmäisen kuljetinosan laskuri (kuvio 39) ovat molemmat samaan aikaan asettuneina. Pitopiiri resetoituu kuittaus-painonapin noustua ylös.



Kuvio 41: Kuljetin 1 virheessä -merkkivalon ohjaus

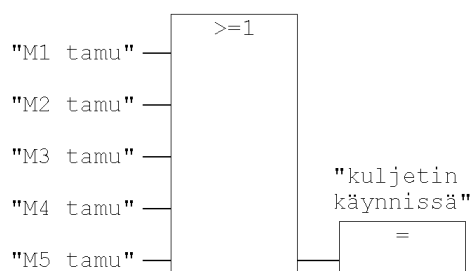
Muiden kuljetinosien logiikkaohjelma vastaa lähes ensimmäisen kuljetinosan logiikka ohjelmaa tietyin eroin. Laskurien, ajastimien, pitopiirien ja osoitteiden numerointi vaihtuu erilaiseksi jokaisen kuljetinosan kohdalla, sillä laskurit, ajastimet ja merkkerit (muistipaikat) eivät saa käyttää useassa paikassa samoja numerointeja ellei niihin viitata. Virhetilanteissa kuljetinosa ei saa välittää edellisten kuljetinosien virhetilanteista, esimerkiksi jos kolmas kuljetinosa menee virhetilaan, tämä vaikuttaa vain ensimmäiseen ja toiseen kuljetinosaan, mutta neljäs ja viides kuljetinosa jatkaa normaalia toimintaa. Virhetilanteet siis vaikuttavat kuljetinosilla vain taakse- eikä eteenpäin.

Virhe-merkkivalon ohjauksessa (kuvio 42) mikä tahansa kahdestatoista ehdosta sytyttää virhe-merkkivalon. Ehtoja ovat: hätäseis-painike on pohjassa, jonkin kuljetinosan virhemerkkivalo palaa tai jonkin kuljetinosan moottorin taajuusmuuttajan virhemerkkivalo palaa.



Kuvio 42: Virhe-merkkivalon ohjaus

Kuljetin käynnissä -merkkivalon ohjauksessa (kuvio 43) minkä tahansa kuljetinosan moottorin taajuusmuuttajan saadessa käyttöviestin, syttyy kuljetin käynnissä -merkkivalo.



Kuvio 43: Kuljetin käynnissä -merkkivalon ohjaus

Taajuusmuuttaja M1 virheessä -merkkivalon ohjauksessa (kuvio 44) ensimmäisen kuljetinosan moottorin taajuusmuuttajan mennessä virhetilaan syttyy taajuusmuuttaja M1 virheessä -merkkivalo.



Kuvio 44: Taajuusmuuttaja M1 virheessä -merkkivalon ohjaus

Taajuusmuuttaja virheessä -merkkivalon ohjaus on samanlainen muillakin taajuusmuuttajien virhemerkkivaloilla.

Kokonaisuudessaan logiikkaohjelma nähdään liitteessä (liite 4).



## 6 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä esiteltiin yritys, johon työ oli tarkoitus tehdä, eräs automaattivarastojen toimittaja, kuljettimia sekä opinnäytetyönä tehtävä kuljetin ja sen logiikkaohjelmointi.

Projektissa hankalinta oli kuljettimen sovittaminen suurimmasta mahdollisesta lattian reiästä läpi niin, että kuljettimella pystyttiin siirtämään halutun korkuisia laatikoita, mutta ei kuitenkaan ylitetty liikaa kuljettimen suurinta sallittua kallistuskulmaa.

Itse opinnäytetyössä hankalinta oli logiikkaohjelman suunnittelu, sillä jokaisella kuljettimella olivat omat lukitukset sekä erillinen ohjaus. Lukitusten vuoksi ehdot toiminnoille kasvoivat. Testausvaiheessa olikin haasteellista löytää ohjelmoinnissa tapahtuneita virheitä.

Lisähaastetta toi logiikkaohjelmointiin uusien logiikkalohkojen tarve, jotka eivät ennestään olleet tuttuja. Lisäksi toisien hieman mutkikkaampien lohkojen toiminta ei ollut enää tuoreessa muistissa ja ne vaativat uudelleenopiskelua ja -tutkintaa.

Opinnäytetyön tavoite sinänsä saavutettiin, sillä logiikkaohjelma saatiin toimimaan halutulla tavalla. Tällöin myös projektin toteutuessa kuljettimen toiminta olisi ollut oikea.

Projektin kielteinen toteutuspäätös jäi harmittamaan, sillä olisi ollut hienoa nähdä itsensä suunnittelema kuljetin toiminnassa työpaikalla. Projektin suunnittelu opetti kuitenkin monta arvokasta asiaa, jotka varmasti tulevat vastaisuudessa eteen ja toivottavasti silloin tietää toimia paremmin.

## LÄHTEET

*Carman Industries, Inc 1998. Vibrating Conveyors. [online] [viitattu 22.10.2008].*  
<http://www.carmanindustries.com/lit/700VC.PDF>

*Erka Oy. [www-sivu]. [viitattu 22.10.2008] Saatavissa: <http://www.erka.fi>*

*GNT Finland Oy. [www-sivu]. [viitattu 16.10.2008] Saatavissa: <http://www.gnt.fi>*

*Keinänen, Toimi; Kärkkäinen, Pentti; Lähetkangas, Markku & Sumujärvi, Matti 2007. Auto-  
maatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. WSOY Oppimateriaalit: Helsinki.*

*Kotamäki, Miikka & Nyberg, Timo 1992. Koneautomaatio 2000. VAPK-kustannus: Helsinki.*

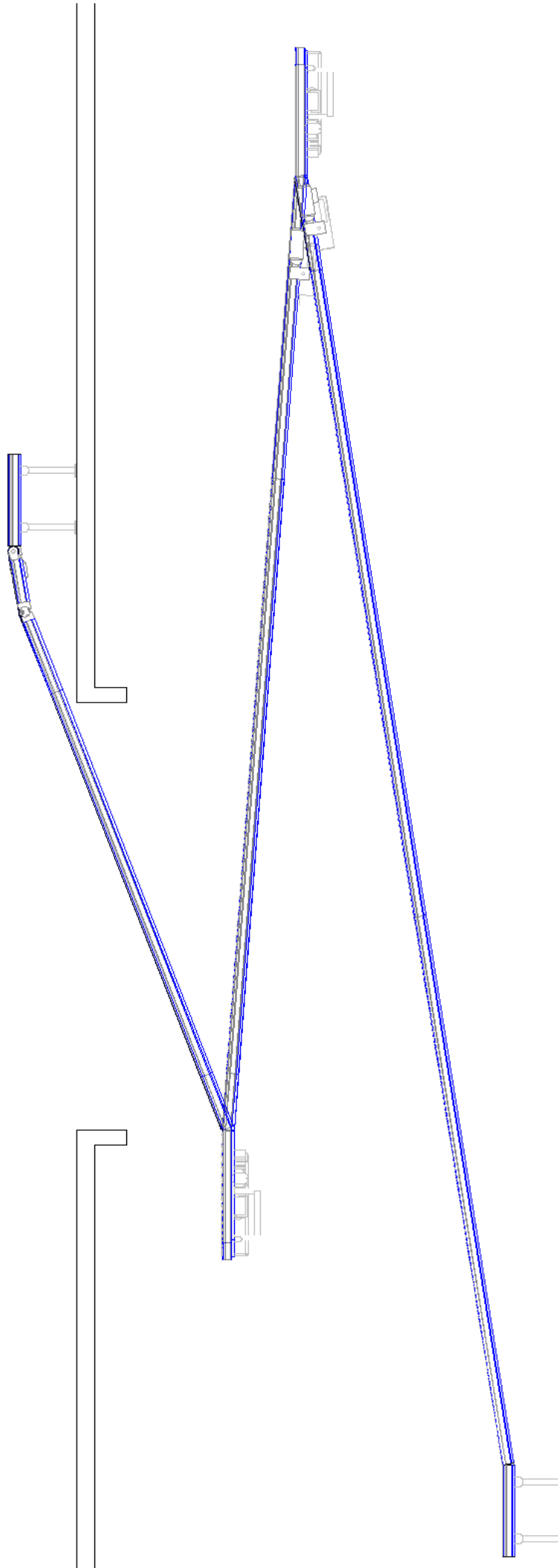
*Moving AB. [www-sivu]. [viitattu 7.2.2008] Saatavissa: <http://www.moving.se>*

*Peterson, Marcus 2006. History of Conveyor Belts. EzineArticles.com. [online] [viitattu  
17.10.2008]. <http://ezinearticles.com/?History-of-Conveyor-Belts&id=353910>*

*Teollisuusapu Oy Ab 2007. Hihnoja teollisuudelle vuodesta 1967. [online] [viitattu 18.9.2008].*  
[http://www.teollisuusapu.fi/em\\_files/pdf/Liningcomp\\_ja\\_teollisuusapu\\_esite.pdf](http://www.teollisuusapu.fi/em_files/pdf/Liningcomp_ja_teollisuusapu_esite.pdf)

*United States Department of Agriculture. [www-sivu]. [viitattu 19.9.2008] Saatavissa:*  
<http://www.usda.gov>

*U.S. Food and Drug Administration. [www-sivu]. [viitattu 19.9.2008] Saatavissa:*  
<http://www.fda.gov>



<b>HOG-kuljettimen osaluettelo</b>		
	kpl	€
Hihnakuuljettimet:		
BGL 23-TL 800+5600-NW 600	1	3704
BGL 23-TL 10000-NW 600	1	3654
BGL 23-TL 1000-NW 600	1	1997
RBO 23-TL 6800-NW 600	1	1197
Rullakaarrekuljettimet:		
RKD 23-A 180-NW 600	2	6544
Moottorit hihnakuuljettimille:		
BDU 23-01-NW 600-S0,51-V	3	2766
Moottorit rullakuuljettimille:		
RDM 23-NW 600-P 60-S0,49	2	620
Anturointi:		
Adjustable photocell equipment (Reflector [100281AE])	6	600
Kuljettimien suorien osuuskien kaidevarusteet:		
Side guide holder (Type LBS 23) High (100283AB)	22	129,80
Side guide profile (7970000) + Slide border (7980000)	17,5	175
Ohjelmoitava logiikka:		
SIMATIC S7-300, CPU 314 CPU	1	476,10
SIMATIC S7, MICRO MEMORY CARD	1	65,52
SIMATIC S7-300, DIGITAL MODULE SM 323	2	669,60
SIMATIC S7-300,FRONT CONNECTOR 392	2	59,40
SIMATIC S7-300,LOAD POWER SUPP. PS 307	1	117
SIMATIC S7-300, RAIL L=480MM	1	24,03
SIMATIC S7, MPI CABLE	1	25,30
SIMATIC S7, STEP7 V5.4, FLOATING LICENSE FOR 1 USER	1	1468
Taajuusmuuttajat:		
VZAB0P7EAA 0,75 kW	3	705
VZAB0P2EAA 0,2 kW	2	400
Sähkökaappi		
	1	200
Materiaali ripustuksiin ja tukiin		
	1	3721
Asennus (11 päivää)		
	1	10080
	yht.	<b>39397,75</b>

Symbolinen osoite	Osoite	Datatyyppi	Kommentti
Cycle Execution	OB 1	OB 1	Pääohjelma
1. anturi	I0.0	BOOL	Ensimmäisen kuljetinosan alussa oleva anturi
2. anturi	I0.1	BOOL	Ensimmäisen kuljetinosan lopussa oleva anturi
3. anturi	I0.2	BOOL	Toisen kuljetinosan lopussa oleva anturi
4. anturi	I0.3	BOOL	Kolmannen kuljetinosan lopussa oleva anturi
5. anturi	I0.4	BOOL	Neljännän kuljetinosan lopussa oleva anturi
6. anturi	I0.5	BOOL	Viidennen kuljetinosan lopussa oleva anturi
M1 tamu virhe	I0.6	BOOL	Ensimmäisen kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja virhetilassa
M2 tamu virhe	I0.7	BOOL	Toisen kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja virhetilassa
M3 tamu virhe	I1.0	BOOL	Kolmannen kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja virhetilassa
M4 tamu virhe	I1.1	BOOL	Neljännän kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja virhetilassa
M5 tamu virhe	I1.2	BOOL	Viidennen kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja virhetilassa
kuittaus	I1.3	BOOL	Kuittaus-painonappi
hätäseis NC	I1.4	BOOL	Hätäseis-painonapin NC-kosketin
hätäseis NO	I1.5	BOOL	Hätäseis-painonapin NO-kosketin
M1 tamu	Q4.0	BOOL	Ensimmäisen kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja
M2 tamu	Q4.1	BOOL	Toisen kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja
M3 tamu	Q4.2	BOOL	Kolmannen kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja
M4 tamu	Q4.3	BOOL	Neljännän kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja
M5 tamu	Q4.4	BOOL	Viidennen kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja
virhe	Q4.5	BOOL	Virhe-merkkivalo
kuljetin käynnissä	Q4.6	BOOL	Kuljetin käynnissä -merkkivalo
kuljetin1 virheessä	Q4.7	BOOL	Kuljetin 1 virheessä -merkkivalo
kuljetin2 virheessä	Q5.0	BOOL	Kuljetin 2 virheessä -merkkivalo
kuljetin3 virheessä	Q5.1	BOOL	Kuljetin 3 virheessä -merkkivalo
kuljetin4 virheessä	Q5.2	BOOL	Kuljetin 4 virheessä -merkkivalo
kuljetin5 virheessä	Q5.3	BOOL	Kuljetin 5 virheessä -merkkivalo
tamu M1 virheessä	Q5.4	BOOL	Taajuusmuuttaja M1 virheessä -merkkivalo
tamu M2 virheessä	Q5.5	BOOL	Taajuusmuuttaja M2 virheessä -merkkivalo
tamu M3 virheessä	Q5.6	BOOL	Taajuusmuuttaja M3 virheessä -merkkivalo
tamu M4 virheessä	Q5.7	BOOL	Taajuusmuuttaja M4 virheessä -merkkivalo
tamu M5 virheessä	Q6.0	BOOL	Taajuusmuuttaja M5 virheessä -merkkivalo
K1 laskuri	C0	COUNTER	Ensimmäisen kuljetinosan laskuri
K2 laskuri	C1	COUNTER	Toisen kuljetinosan laskuri
K3 laskuri	C2	COUNTER	Kolmannen kuljetinosan laskuri
K4 laskuri	C3	COUNTER	Neljännän kuljetinosan laskuri
K5 laskuri	C4	COUNTER	Viidennen kuljetinosan laskuri
K1 ajastin	T0	TIMER	Ensimmäisen kuljetinosan ajastin
K2 ajastin	T1	TIMER	Toisen kuljetinosan ajastin
K3 ajastin	T2	TIMER	Kolmannen kuljetinosan ajastin
K4 ajastin	T3	TIMER	Neljännän kuljetinosan ajastin
K5 ajastin	T4	TIMER	Viidennen kuljetinosan ajastin
K1 pitopiiri	M0.2	BOOL	Ensimmäisen kuljetinosan pitopiiri
K2 pitopiiri	M1.2	BOOL	Toisen kuljetinosan pitopiiri
K3 pitopiiri	M2.2	BOOL	Kolmannen kuljetinosan pitopiiri
K4 pitopiiri	M3.2	BOOL	Neljännän kuljetinosan pitopiiri
K5 pitopiiri	M4.2	BOOL	Viidennen kuljetinosan pitopiiri

**OB1 - <offline>**

"Cycle Execution" Pääohjelma  
**Name:** Kuljetin **Family:**  
**Author:** MN **Version:** 1.0  
**Block version:** 2  
**Time stamp Code:** 26.11.2008 19:30:31  
**Interface:** 15.02.1996 16:51:12  
**Lengths (block/logic/data):** 01546 01380 00020

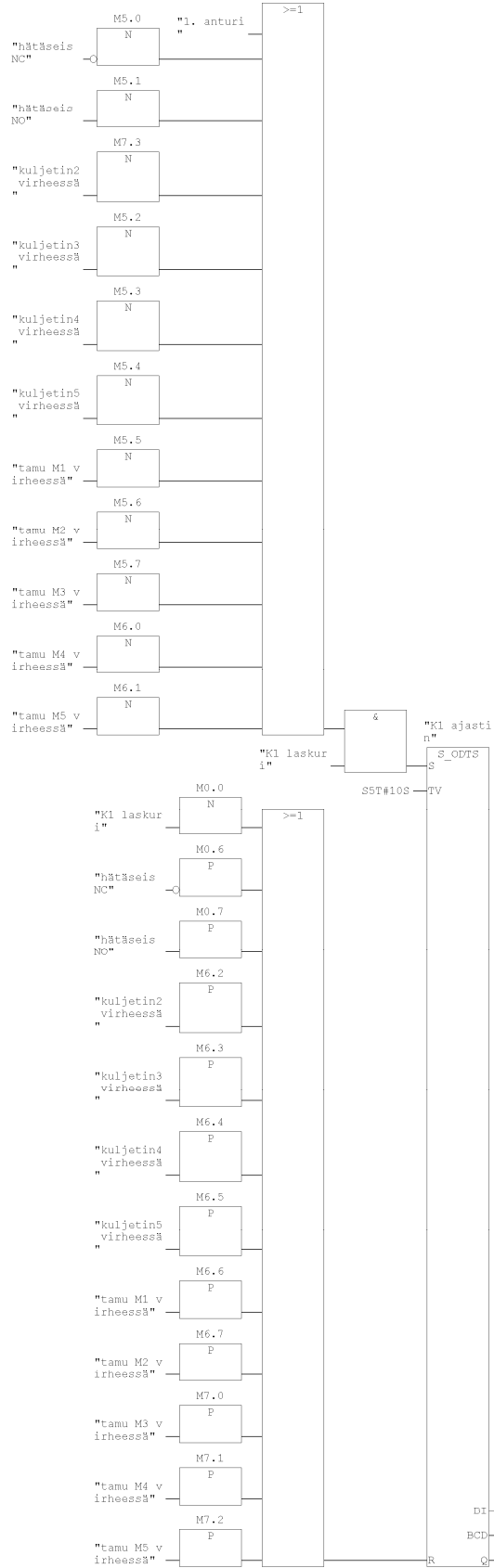
Address	Declaration	Name	Type	Initial value	Comment
0.0	temp	OB1_EV_CLASS	BYTE		Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
1.0	temp	OB1_SCAN_1	BYTE		1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
2.0	temp	OB1_PRIORITY	BYTE		1 (Priority of 1 is lowest)
3.0	temp	OB1_OB_NUMBR	BYTE		1 (Organization block 1, OB1)
4.0	temp	OB1_RESERVED_1	BYTE		Reserved for system
5.0	temp	OB1_RESERVED_2	BYTE		Reserved for system
6.0	temp	OB1_PREV_CYCLE	INT		Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
8.0	temp	OB1_MIN_CYCLE	INT		Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
10.0	temp	OB1_MAX_CYCLE	INT		Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
12.0	temp	OB1_DATE_TIME	DATE_AND_TIME		Date and time OB1 started

**Block:** OB1 Kuljettimen ohjaus

Network: 1 1. kuljettimen ajastin

Ajastin alkaa laskemaan aikaa, kun kuljetinosan laskuri >1 ja jos kuljetinosan alussa oleva anturi on peittyntynyt, hätäseis-painike on nostettu ylös, jonkin muun kuljetinosan virhe on kuitattu tai jonkin kuljetinosan taajuusmuuttajan virhe on poistunut.

Ajastin lopettaa ajan laskemisen, jos kuljetinosan laskuri on mennyt nollian, hätäseis-painike on painettu pohjaan, jollekin seuraavalle kuljetinosalle on tullut virhe tai jonkin kuljetinosan taajuusmuuttaja on mennyt virheeseen.

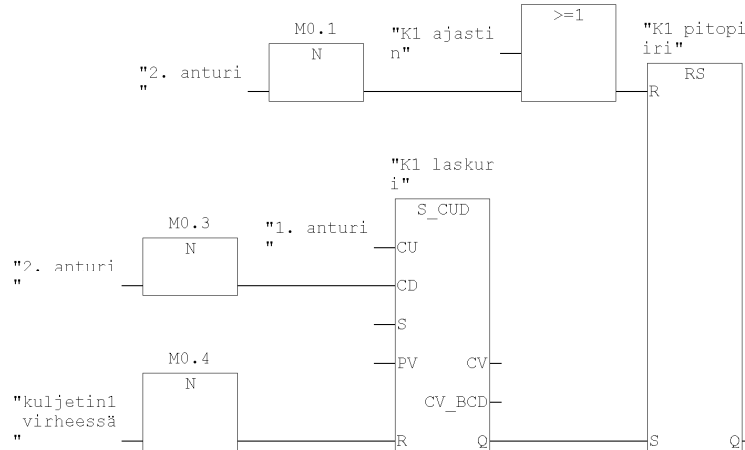


Symbol information

I1.4	hätäseis NC	Hätäseis-painonapin NC-kosketin
I1.5	hätäseis NO	Hätäseis-painonapin NO-kosketin
Q5.0	kuljetin2 virheessä	Kuljetin 2 virheessä -merkkivalo
Q5.1	kuljetin3 virheessä	Kuljetin 3 virheessä -merkkivalo
Q5.2	kuljetin4 virheessä	Kuljetin 4 virheessä -merkkivalo
Q5.3	kuljetin5 virheessä	Kuljetin 5 virheessä -merkkivalo
Q5.4	tamu M1 virheessä	Taajuusmuuttaja M1 virheessä -merkkivalo
Q5.5	tamu M2 virheessä	Taajuusmuuttaja M2 virheessä -merkkivalo
Q5.6	tamu M3 virheessä	Taajuusmuuttaja M3 virheessä -merkkivalo
Q5.7	tamu M4 virheessä	Taajuusmuuttaja M4 virheessä -merkkivalo
Q6.0	tamu M5 virheessä	Taajuusmuuttaja M5 virheessä -merkkivalo
I0.0	1. anturi	Ensimmäisen kuljetinosan alussa oleva anturi
Q0	K1 laskuri	Ensimmäisen kuljetinosan laskuri
T0	K1 ajastin	Ensimmäisen kuljetinosan ajastin

Network: 2 1. kuljettimen logiikka

Pitopiiri resetoituu jos kuljetinosan ajastin virittyy tai kun laatikko on poistunut kuljetinosan lopussa olevan anturin edestä. Pitopiiri asettuu laskurin ollessa suurempi kuin nolla. Laskurin arvo kasvaa laatikon mentyä kuljetinosan alussa olevan anturin eteen. Laskuri pienentää arvoaan laatikon mentyä kuljetinosan lopussa olevan anturin ohi. Laskuri resetoituu kuljetinosan virhemerkkivalon sammuttua.

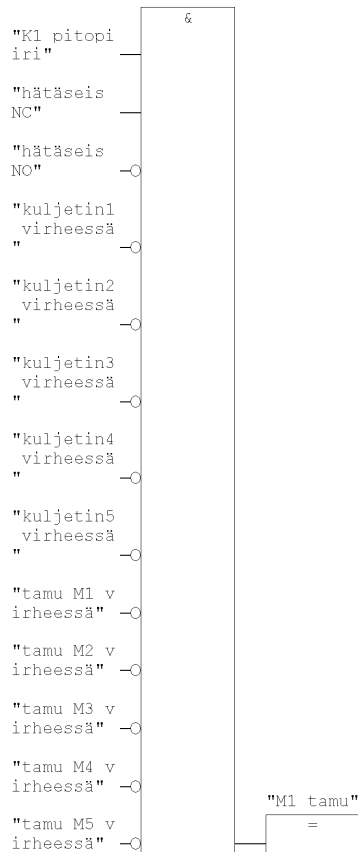
**Symbol information**

I0.1	2. anturi	Ensimmäisen kuljetinosan lopussa oleva anturi
T0	K1 ajastin	Ensimmäisen kuljetinosan ajastin
Q4.7	kuljetin1 virheessä	Kuljetin 1 virheessä -merkkivalo
C0	K1 laskuri	Ensimmäisen kuljetinosan laskuri
I0.0	1. anturi	Ensimmäisen kuljetinosan alussa oleva anturi
M0.2	K1 pitopiiri	Ensimmäisen kuljetinosan pitopiiri



Network: 3 1. kuljettimen ohjaus

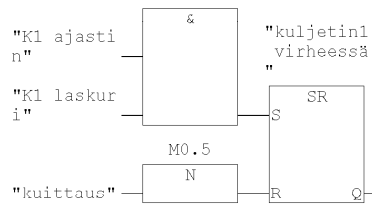
Jos kuljetinosan pitopiiri on asettuneena, hätäseis-painike ei ole pohjassa, minkään kuljetinosan virhemerkkivalo ei pala ja minkään taajuusmuuttajan virhemerkkivalo ei pala, niin kuljetinosan moottoria käytetään.

**Symbol information**

M0.2	K1 pitopiiri	Ensimmäisen kuljetinosan pitopiiri
I1.4	hätäseis NC	Hätäseis-painonapin NC-kosketin
I1.5	hätäseis NO	Hätäseis-painonapin NO-kosketin
Q4.7	kuljetin1 virheessä	Kuljetin 1 virheessä -merkkivalo
Q5.0	kuljetin2 virheessä	Kuljetin 2 virheessä -merkkivalo
Q5.1	kuljetin3 virheessä	Kuljetin 3 virheessä -merkkivalo
Q5.2	kuljetin4 virheessä	Kuljetin 4 virheessä -merkkivalo
Q5.3	kuljetin5 virheessä	Kuljetin 5 virheessä -merkkivalo
Q5.4	tamu M1 virheessä	Taajuusmuuttaja M1 virheessä -merkkivalo
Q5.5	tamu M2 virheessä	Taajuusmuuttaja M2 virheessä -merkkivalo
Q5.6	tamu M3 virheessä	Taajuusmuuttaja M3 virheessä -merkkivalo
Q5.7	tamu M4 virheessä	Taajuusmuuttaja M4 virheessä -merkkivalo
Q6.0	tamu M5 virheessä	Taajuusmuuttaja M5 virheessä -merkkivalo
Q4.0	M1 tamu	Ensimmäisen kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja

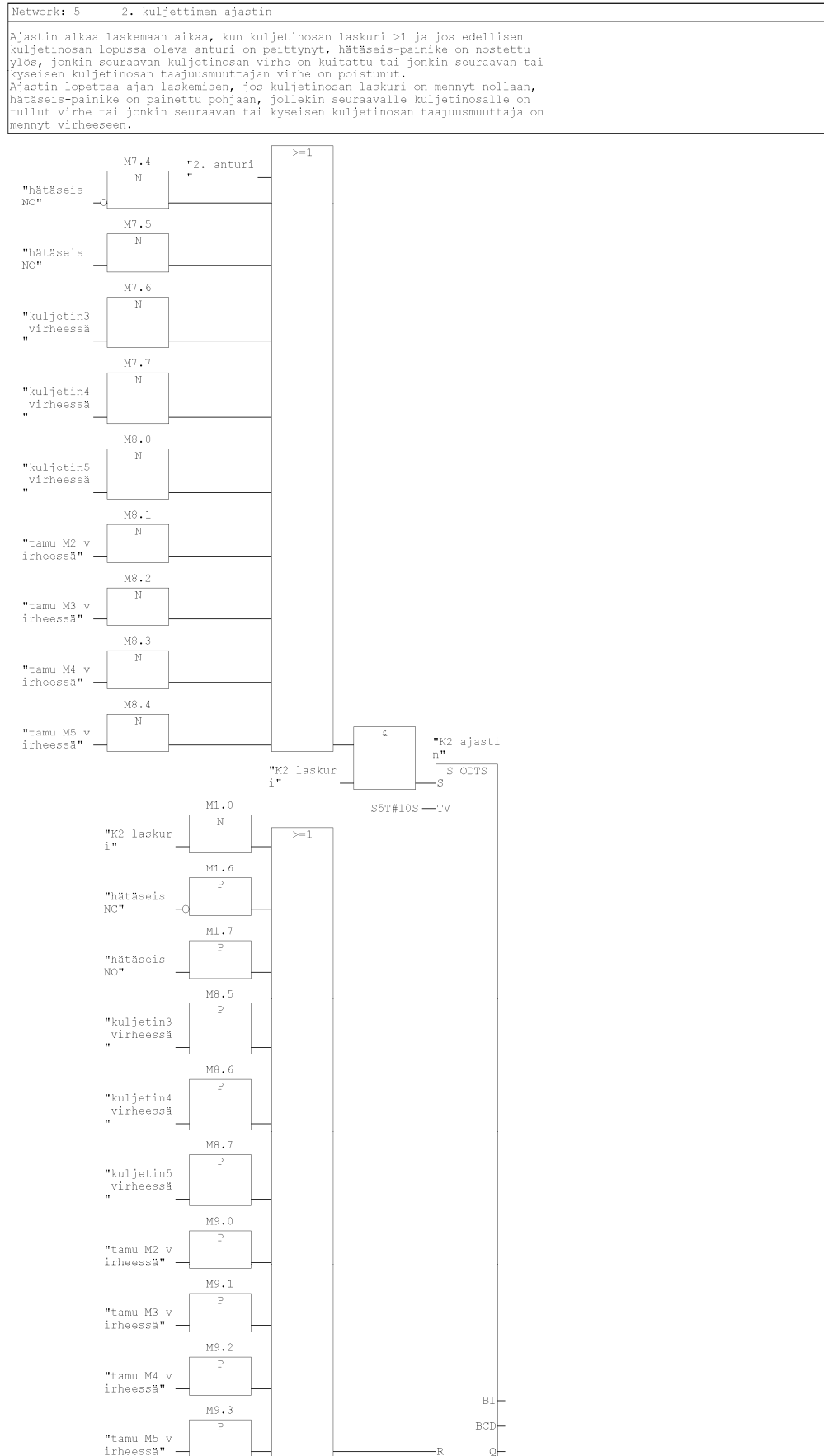
Network: 4      Kuljetin 1 virheessä -lampun ohjaus

Pitopiiri asettuu jos kuljetinosan ajastin ja laskuri ovat asettuneina.  
Pitopiiri resetoituu kuittaus-painonapin noustua ylös.



#### Symbol information

T0	K1 ajastin	Ensimmäisen kuljetinosan ajastin
C0	K1 laskuri	Ensimmäisen kuljetinosan laskuri
I1.3	kuittaus	Kuittaus-painonappi
Q4.7	kuljetin1 virheessä	Kuljetin 1 virheessä -merkkivalo

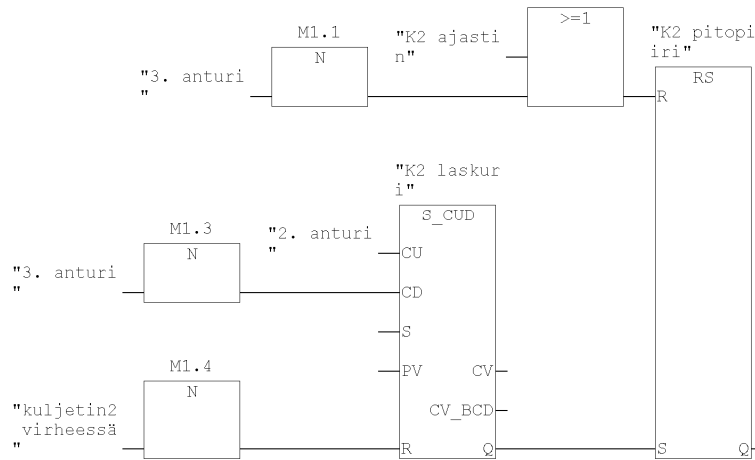


## Symbol information

I1.4	hätäseis NC	Hätäseis-painonapin NC-kosketin
I1.5	hätäseis NO	Hätäseis-painonapin NO-kosketin
Q5.1	kuljetin3 virheessä	Kuljetin 3 virheessä -merkkivalo
Q5.2	kuljetin4 virheessä	Kuljetin 4 virheessä -merkkivalo
Q5.3	kuljetin5 virheessä	Kuljetin 5 virheessä -merkkivalo
Q5.5	tamu M2 virheessä	Taajuusmuuttaja M2 virheessä -merkkivalo
Q5.6	tamu M3 virheessä	Taajuusmuuttaja M3 virheessä -merkkivalo
Q5.7	tamu M4 virheessä	Taajuusmuuttaja M4 virheessä -merkkivalo
Q6.0	tamu M5 virheessä	Taajuusmuuttaja M5 virheessä -merkkivalo
I0.1	2. anturi	Ensimmäisen kuljetinosan lopussa oleva anturi
O1	K2 laskuri	Toisen kuljetinosan laskuri
T1	K2 ajastin	Toisen kuljetinosan ajastin

Network: 6 2. kuljettimen logiikka

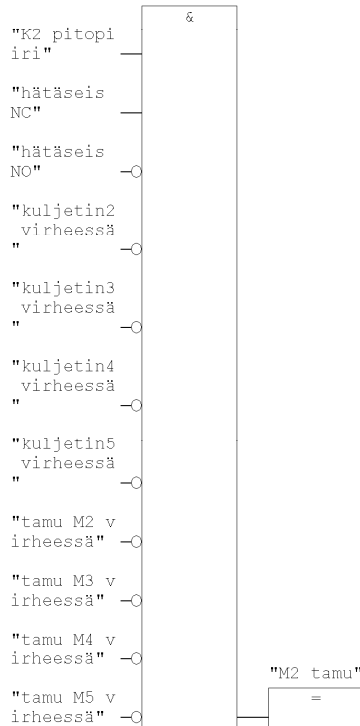
Pitopiiri resetoituu jos kuljetinosan ajastin virittyy tai kun laatikko on poistunut kuljetinosan lopussa olevan anturin edestä. Pitopiiri asettuu laskurin ollessa suurempi kuin nolla. Laskurin arvo kasvaa laatikon mentyä edellisen kuljetinosan lopussa olevan anturin eteen. Laskuri pienentää arvoaan laatikon mentyä kuljetinosan lopussa olevan anturin ohi. Laskuri resetoituu kuljetinosan virhemerkkivalon sammuttua.

**Symbol information**

I0.2	3. anturi	Toisen kuljetinosan lopussa oleva anturi
T1	K2 ajastin	Toisen kuljetinosan ajastin
Q5.0	kuljetin2 virheessä	Kuljetin 2 virheessä -merkkivalo
C1	K2 laskuri	Toisen kuljetinosan laskuri
I0.1	2. anturi	Ensimmäisen kuljetinosan lopussa oleva anturi
M1.2	K2 pitopiiri	Toisen kuljetinosan pitopiiri

Network: 7 2. kuljettimen ohjaus

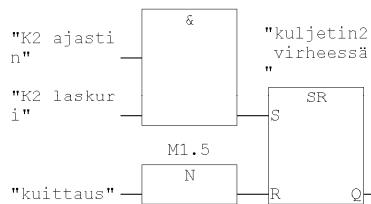
Jos kuljetinosan pitopiiri on asettuneena, hätäseis-painike ei ole pohjassa, minkään seuraavan ja kyseisen kuljetinosan virhemerkkivalo ei pala ja minkään seuraavan ja kyseisen kuljetinosan taajuusmuuttajan virhemerkkivalo ei pala, niin kuljetinosan moottoria käytetään.

**Symbol information**

M1.2	K2 pitopiiri	Toisen kuljetinosan pitopiiri
I1.4	hätäseis NC	Hätäseis-painonapin NC-kosketin
I1.5	hätäseis NO	Hätäseis-painonapin NO-kosketin
Q5.0	kuljetin2 virheessä	Kuljetin 2 virheessä -merkkivalo
Q5.1	kuljetin3 virheessä	Kuljetin 3 virheessä -merkkivalo
Q5.2	kuljetin4 virheessä	Kuljetin 4 virheessä -merkkivalo
Q5.3	kuljetin5 virheessä	Kuljetin 5 virheessä -merkkivalo
Q5.5	tamu M2 virheessä	Taajuusmuuttaja M2 virheessä -merkkivalo
Q5.6	tamu M3 virheessä	Taajuusmuuttaja M3 virheessä -merkkivalo
Q5.7	tamu M4 virheessä	Taajuusmuuttaja M4 virheessä -merkkivalo
Q6.0	tamu M5 virheessä	Taajuusmuuttaja M5 virheessä -merkkivalo
Q4.1	M2 tamu	Toisen kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja

Network: 8 Kuljetin 2 virheessä -lampun ohjaus

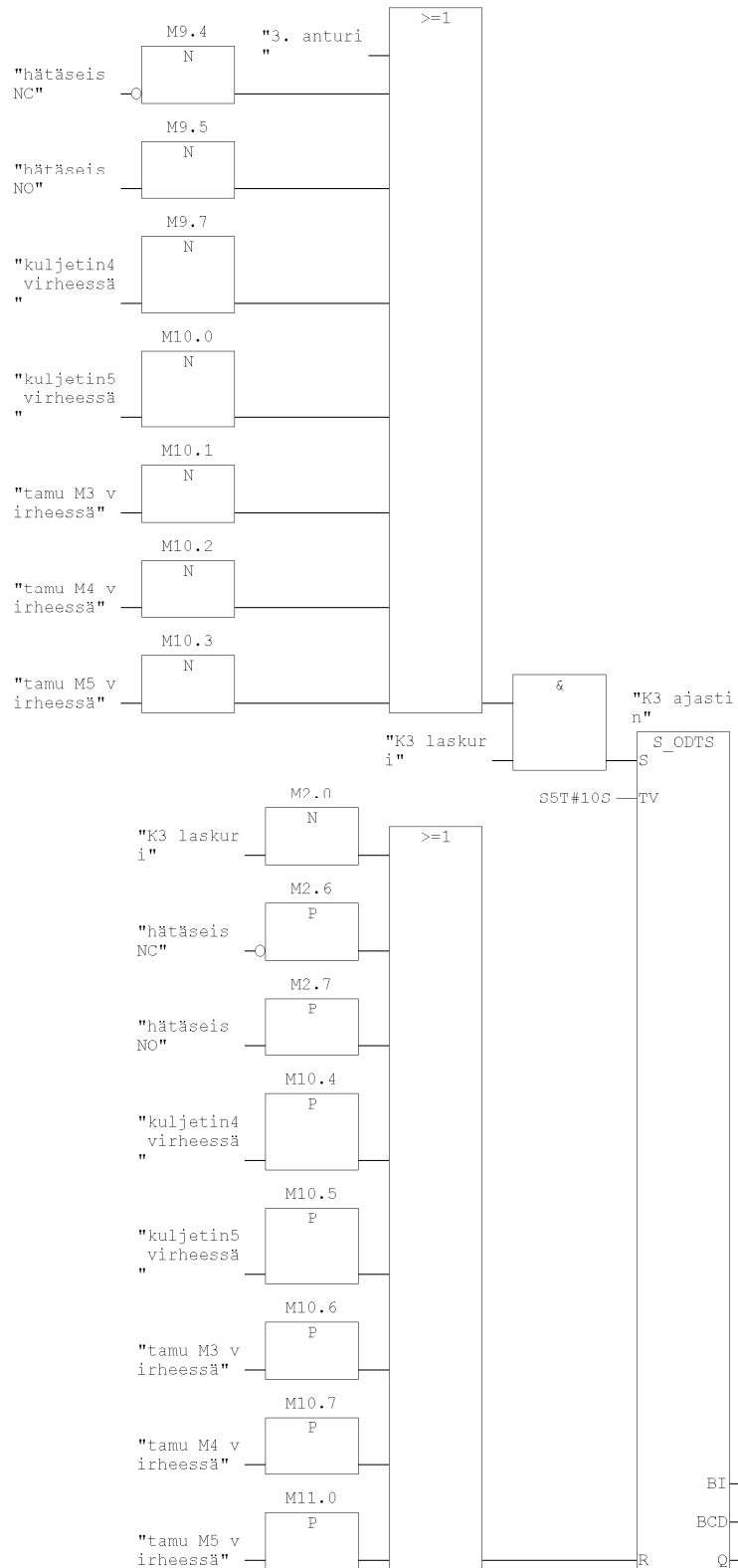
Pitopiiri asettuu jos kuljetinosan ajastin ja laskuri ovat asettuneina. Pitopiiri resetoituu kuittaus-painonapin noustua ylös.

**Symbol information**

T1	K2 ajastin	Toisen kuljetinosan ajastin
C1	K2 laskuri	Toisen kuljetinosan laskuri
I1.3	kuittaus	Kuittaus-painonappi
Q5.0	kuljetin2 virheessä	Kuljetin 2 virheessä -merkkivalo

Network: 9 3. kuljettimen ajastin

Ajastin alkaa laskemaan aikaa, kun kuljetinosan laskuri >1 ja jos edellisen kuljetinosan lopussa oleva anturi on peittyntynyt, hätäseis-painike on nostettu ylös, jonkin seuraavan kuljetinosan virhe on kuitattu tai jonkin seuraavan tai kyseisen kuljetinosan taajuusmuuttajan virhe on poistunut.  
Ajastin lopettaa ajan laskemisen, jos kuljetinosan laskuri on mennyt nolllaan, hätäseis-painike on painettu pohjaan, jollekin seuraavalle kuljetinosalle on tullut virhe tai jonkin seuraavan tai kyseisen kuljetinosan taajuusmuuttaja on mennyt virheeseen.

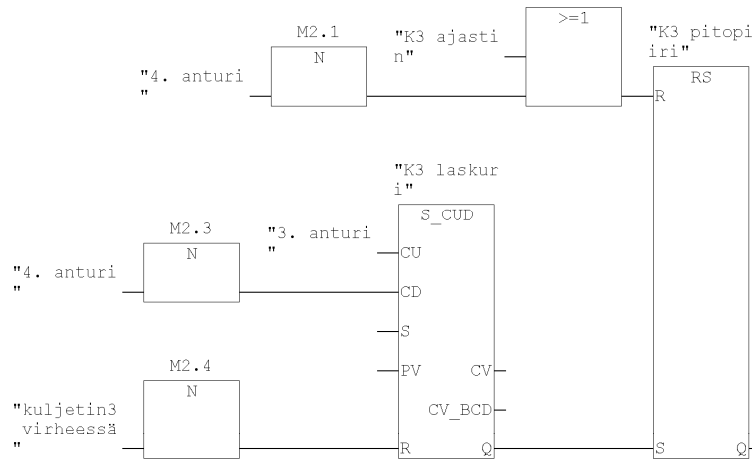


## Symbol information

I1.4	hätäseis NC	Hätäseis-painonapin NC-kosketin
I1.5	hätäseis NO	Hätäseis-painonapin NO-kosketin
Q5.2	kuljetin4 virheessä	Kuljetin 4 virheessä -merkkivalo
Q5.3	kuljetin5 virheessä	Kuljetin 5 virheessä -merkkivalo
Q5.6	tamu M3 virheessä	Taajuusmuuttaja M3 virheessä -merkkivalo
Q5.7	tamu M4 virheessä	Taajuusmuuttaja M4 virheessä -merkkivalo
Q6.0	tamu M5 virheessä	Taajuusmuuttaja M5 virheessä -merkkivalo
I0.2	3. anturi	Toisen kuljetinosan lopussa oleva anturi
C2	K3 laskuri	Kolmannen kuljetinosan laskuri
T2	K3 ajastin	Kolmannen kuljetinosan ajastin

Network: 10 3. kuljettimen logiikka

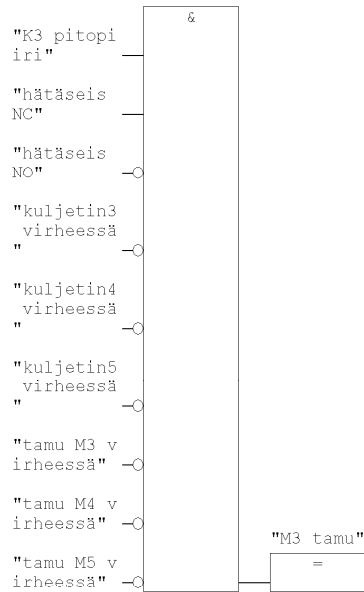
Pitopiiri resetoituu jos kuljetinosan ajastin virittyy tai kun laatikko on poistunut kuljetinosan lopussa olevan anturin edestä. Pitopiiri asettuu laskurin ollessa suurempi kuin nolla. Laskurin arvo kasvaa laatikon mentyä edellisen kuljetinosan lopussa olevan anturin eteen. Laskuri pienentää arvoaan laatikon mentyä kuljetinosan lopussa olevan anturin ohi. Laskuri resetoituu kuljetinosan virhemerkkivalon sammuttua.

**Symbol information**

I0.3	4. anturi	Kolmannen kuljetinosan lopussa oleva anturi
T2	K3 ajastin	Kolmannen kuljetinosan ajastin
Q5.1	kuljetin3 virheessä	Kuljetin 3 virheessä -merkkivalo
C2	K3 laskuri	Kolmannen kuljetinosan laskuri
I0.2	3. anturi	Toisen kuljetinosan lopussa oleva anturi
M2.2	K3 pitopiiri	Kolmannen kuljetinosan pitopiiri

Network: 11 3. kuljettimen ohjaus

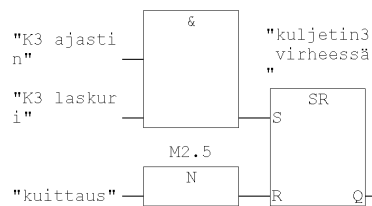
Jos kuljetinosan pitopiiri on asettuneena, hätäseis-painike ei ole pohjassa, minkään seuraavan ja kyseisen kuljetinosan virhemerkkivalo ei pala ja minkään seuraavan ja kyseisen kuljetinosan taajuusmuuttajan virhemerkkivalo ei pala, niin kuljetinosan moottoria käytetään.

**Symbol information**

M2.2	K3 pitopiiri	Kolmannen kuljetinosan pitopiiri
I1.4	hätäseis NC	Hätäseis-painonapin NC-kosketin
I1.5	hätäseis NO	Hätäseis-painonapin NO-kosketin
Q5.1	kuljetin3 virheessä	Kuljetin 3 virheessä -merkkivalo
Q5.2	kuljetin4 virheessä	Kuljetin 4 virheessä -merkkivalo
Q5.3	kuljetin5 virheessä	Kuljetin 5 virheessä -merkkivalo
Q5.6	tamu M3 virheessä	Taajuusmuuttaja M3 virheessä -merkkivalo
Q5.7	tamu M4 virheessä	Taajuusmuuttaja M4 virheessä -merkkivalo
Q6.0	tamu M5 virheessä	Taajuusmuuttaja M5 virheessä -merkkivalo
Q4.2	M3 tamu	Kolmannen kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja

Network: 12 Kuljetin 3 virheessä -lampun ohjaus

Pitopiiri asettuu jos kuljetinosan ajastin ja laskuri ovat asettuneina. Pitopiiri resetoituu kuittaus-painonapin noustua ylös.

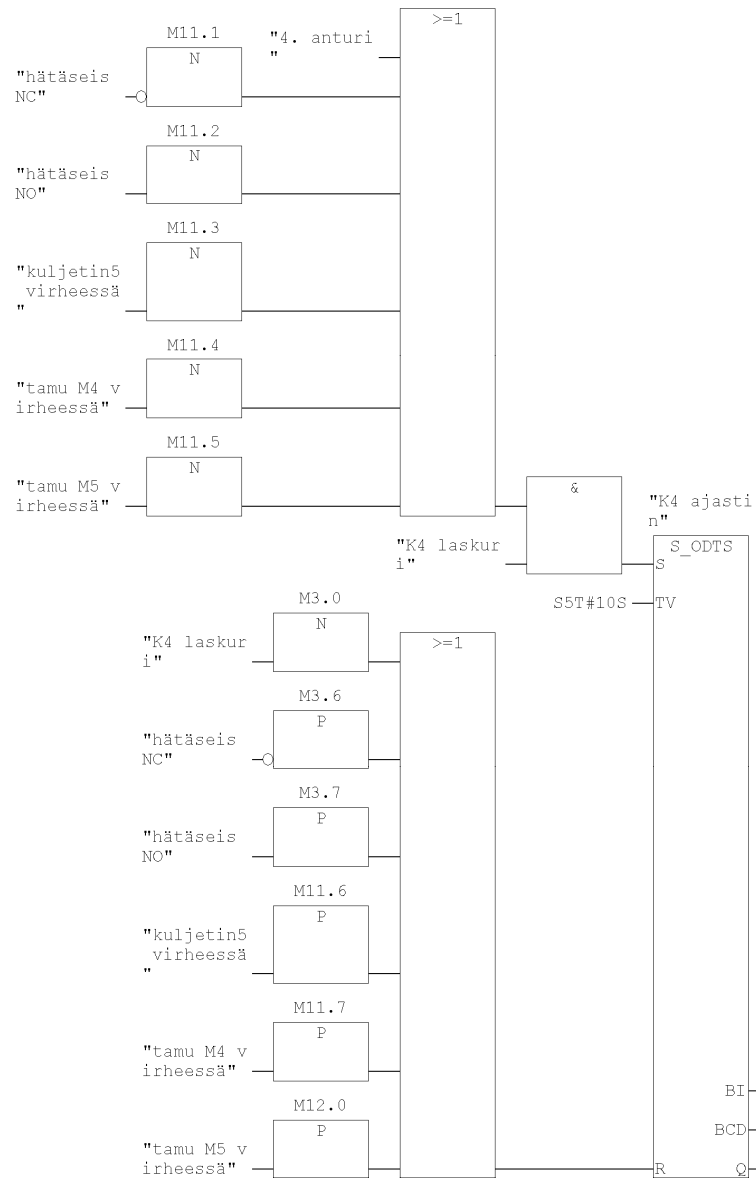
**Symbol information**

T2	K3 ajastin	Kolmannen kuljetinosan ajastin
C2	K3 laskuri	Kolmannen kuljetinosan laskuri
I1.3	kuittaus	Kuittaus-painonappi
Q5.1	kuljetin3 virheessä	Kuljetin 3 virheessä -merkkivalo



Network: 13 4. kuljettimen ajastin

Ajastin alkaa laskemaan aikaa, kun kuljetinosan laskuri >1 ja jos edellisen kuljetinosan lopussa oleva anturi on peittyynyt, hätäseis-painike on nostettu ylös, jonkin seuraavan kuljetinosan virhe on kuitattu tai jonkin seuraavan tai kyseisen kuljetinosan taajuusmuuttajan virhe on poistunut. Ajastin lopettaa ajan laskemisen, jos kuljetinosan laskuri on mennyt nolllaan, hätäseis-painike on painettu pohjaan, jollekin seuraavalle kuljetinosalle on tullut virhe tai jonkin seuraavan tai kyseisen kuljetinosan taajuusmuuttaja on mennyt virheeseen.

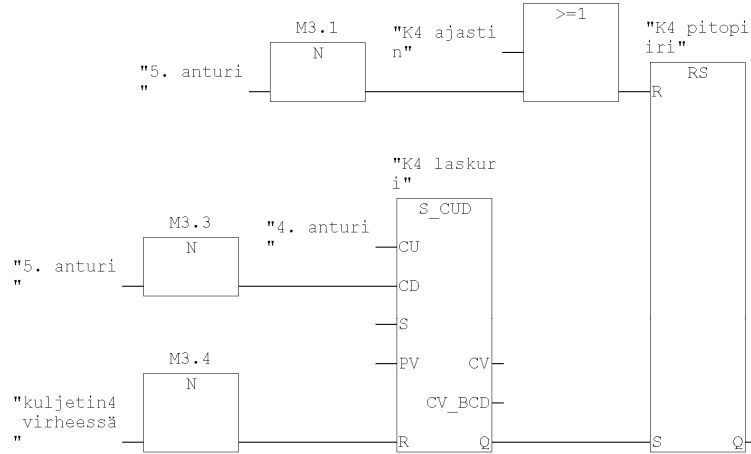


## Symbol information

I1.4	hätäseis NC	Hätäseis-painonapin NC-kosketin
I1.5	hätäseis NO	Hätäseis-painonapin NO-kosketin
Q5.3	kuljetin5 virheessä	Kuljetin 5 virheessä -merkkivalo
Q5.7	tamu M4 virheessä	Taajuusmuuttaja M4 virheessä -merkkivalo
Q6.0	tamu M5 virheessä	Taajuusmuuttaja M5 virheessä -merkkivalo
I0.3	4. anturi	Kolmannen kuljetinosan lopussa oleva anturi
C3	K4 laskuri	Neljannen kuljetinosan laskuri
T3	K4 ajastin	Neljannen kuljetinosan ajastin

Network: 14 4. kuljettimen logiikka

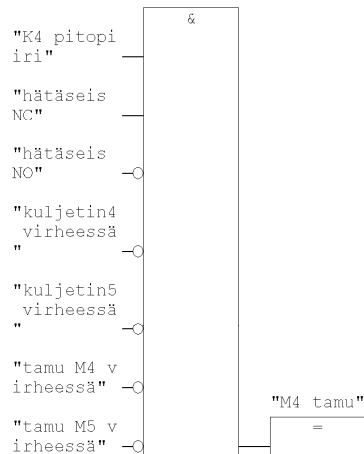
Pitopiiri resetoituu jos kuljetinosan ajastin virittyy tai kun laatikko on poistunut kuljetinosan lopussa olevan anturin edestä. Pitopiiri asettuu laskurin ollessa suurempi kuin nolla. Laskurin arvo kasvaa laatikon mentyä edellisen kuljetinosan lopussa olevan anturin eteen. Laskuri pienentää arvoaan laatikon mentyä kuljetinosan lopussa olevan anturin ohi. Laskuri resetoituu kuljetinosan virhemerkkivalon sammuttua.

**Symbol information**

I0.4	5. anturi	Neljännän kuljetinosan lopussa oleva anturi
T3	K4 ajastin	Neljännän kuljetinosan ajastin
Q5.2	kuljetin4 virheessä	Kuljetin 4 virheessä -merkkivalo
C3	K4 laskuri	Neljännän kuljetinosan laskuri
I0.3	4. anturi	Kolmannen kuljetinosan lopussa oleva anturi
M3.2	K4 pitopiiri	Neljännän kuljetinosan pitopiiri

Network: 15 4. kuljettimen ohjaus

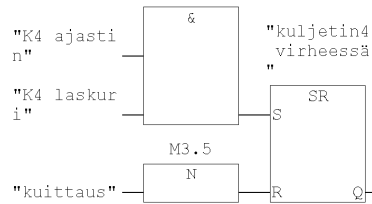
Jos kuljetinosan pitopiiri on asettuneena, hätäseis-painike ei ole pohjassa, minkään seuraavan ja kyseisen kuljetinosan virhemerkkivalo ei pala ja minkään seuraavan ja kyseisen kuljetinosan taajuusmuuttajan virhemerkkivalo ei pala, niin kuljetinosan moottoria käytetään.

**Symbol information**

M3.2	K4 pitopiiri	Neljännän kuljetinosan pitopiiri
I1.4	hätäseis NC	Hätäseis-painonapin NC-kosketin
I1.5	hätäseis NO	Hätäseis-painonapin NO-kosketin
Q5.2	kuljetin4 virheessä	Kuljetin 4 virheessä -merkkivalo
Q5.3	kuljetin5 virheessä	Kuljetin 5 virheessä -merkkivalo
Q5.7	tamu M4 virheessä	Taajuusmuuttaja M4 virheessä -merkkivalo
Q6.0	tamu M5 virheessä	Taajuusmuuttaja M5 virheessä -merkkivalo
Q4.3	M4 tamu	Neljännän kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja

Network: 16 Kuljetin 4 virheessä -lampun ohjaus

Pitopiiri asettuu jos kuljetinosan ajastin ja laskuri ovat asettuneina.  
Pitopiiri resetoituu kuittaus-painonapin noustua ylös.

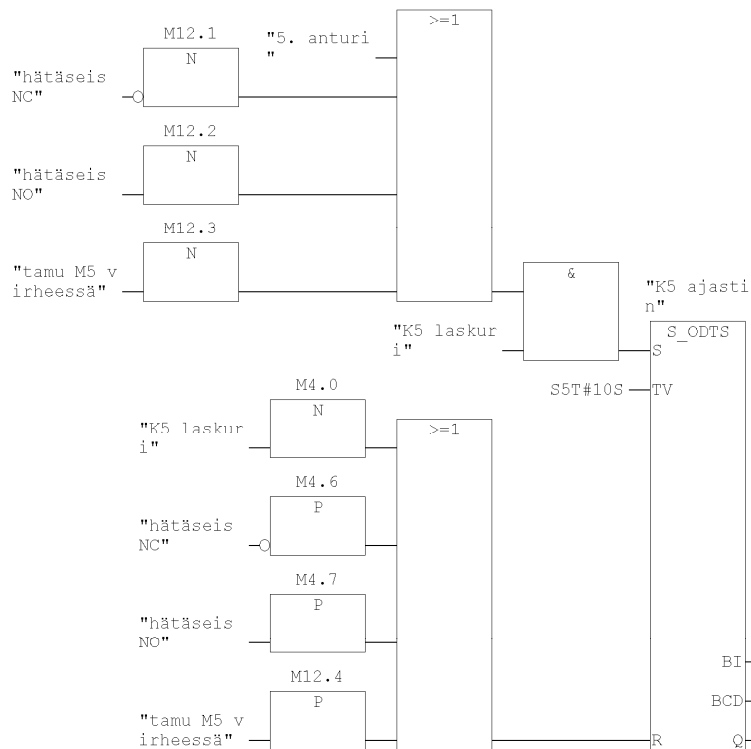


#### Symbol information

T3	K4 ajastin	Neljannen kuljetinosan ajastin
C3	K4 laskuri	Neljannen kuljetinosan laskuri
I1.3	kuittaus	Kuittaus-painonappi
Q5.2	kuljetin4 virheessä	Kuljetin 4 virheessä -merkkivalo

Network: 17 5. kuljettimen ajastin

Ajastin alkaa laskemaan aikaa, kun kuljetinosan laskuri >1 ja jos edellisen kuljetinosan lopussa oleva anturi on peittynyt, hätäseis-painike on nostettu ylös tai kyseisen kuljetinosan taajuusmuuttajan virhe on poistunut. Ajastin lopettaa ajan laskemisen, jos kuljetinosan laskuri on mennyt nolleen, hätäseis-painike on painettu pohjaan tai kyseisen kuljetinosan taajuusmuuttaja on mennyt virheeseen.

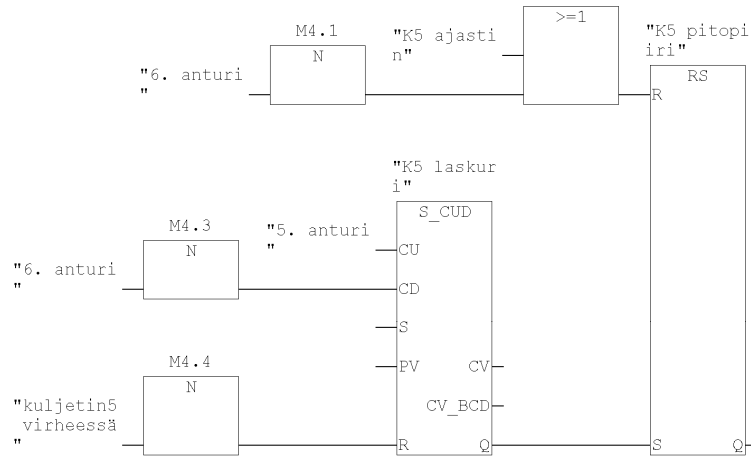


#### Symbol information

I1.4	hätäseis NC	Hätäseis-painonapin NC-kosketin
I1.5	hätäseis NO	Hätäseis-painonapin NO-kosketin
Q6.0	tamu M5 virheessä	Taajuusmuuttaja M5 virheessä -merkkivalo
I0.4	5. anturi	Neljannen kuljetinosan lopussa oleva anturi
C4	K5 laskuri	Viidennen kuljetinosan laskuri
T4	K5 ajastin	Viidennen kuljetinosan ajastin

Network: 18 5. kuljettimen logiikka

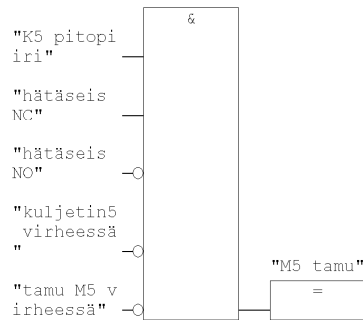
Pitopiiri resetoituu jos kuljetinosan ajastin virittyy tai kun laatikko on poistunut kuljetinosan lopussa olevan anturin edestä. Pitopiiri asettuu laskurin ollessa suurempi kuin nollla. Laskurin arvo kasvaa laatikon mentyä edellisen kuljetinosan lopussa olevan anturin eteen. Laskuri pienentää arvoaan laatikon mentyä kuljetinosan lopussa olevan anturin ohi. Laskuri resetoituu kuljetinosan virhemerkkivalon sammuttua.

**Symbol information**

I0.5	6. anturi	Viidennen kuljetinosan lopussa oleva anturi
T4	K5 ajastin	Viidennen kuljetinosan ajastin
Q5.3	kuljetin5 virheessä	Kuljetin 5 virheessä -merkkivalo
C4	K5 laskuri	Viidennen kuljetinosan laskuri
I0.4	5. anturi	Neljännän kuljetinosan lopussa oleva anturi
M4.2	K5 pitopiiri	Viidennen kuljetinosan pitopiiri

Network: 19 5. kuljettimen ohjaus

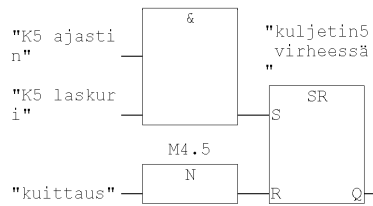
Jos kuljetinosan pitopiiri on asettuneena, hätäseis-painike ei ole pohjassa, minkään seuraavan, kyseisen kuljetinosan virhemerkkivalo ei pala ja kyseisen kuljetinosan taajuusmuuttajan virhemerkkivalo ei pala, niin kuljetinosan moottoria käytetään.

**Symbol information**

M4.2	K5 pitopiiri	Viidennen kuljetinosan pitopiiri
I1.4	hätäseis NC	Hätäseis-painonapin NC-kosketin
I1.5	hätäseis NO	Hätäseis-painonapin NO-kosketin
Q5.3	kuljetin5 virheessä	Kuljetin 5 virheessä -merkkivalo
Q6.0	tamu M5 virheessä	Taajuusmuuttaja M5 virheessä -merkkivalo
Q4.4	M5 tamu	Viidennen kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja

Network: 20 Kuljetin 5 virheessä -lampun ohjaus

Pitopiiri asettuu jos kuljetinosan ajastin ja laskuri ovat asettuneina.  
Pitopiiri resetoituu kuittaus-painonapin noustua ylös.

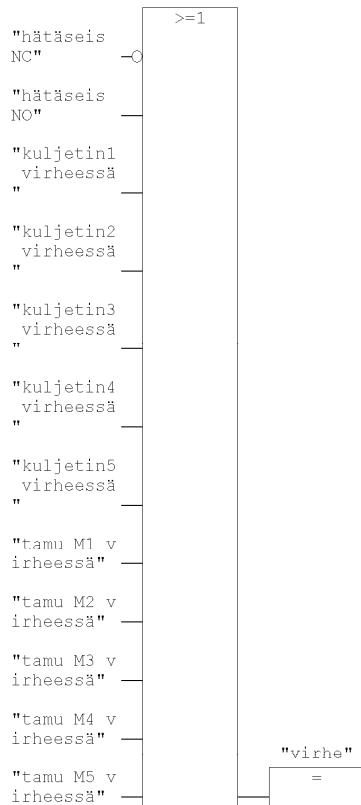


#### Symbol information

T4	K5 ajastin	Viidennen kuljetinosan ajastin
C4	K5 laskuri	Viidennen kuljetinosan laskuri
I1.3	kuittaus	Kuittaus-painonappi
Q5.3	kuljetin5 virheessä	Kuljetin 5 virheessä -merkkivalo

Network: 21 Virhe-lampun ohjaus

Jos hätäseis-painike on pohjassa, jonkin kuljetinosan virhemerkkivalo palaa tai jonkin taajuusmuuttajan virhemerkkivalo palaa, niin palaa virhe-merkkivalo.

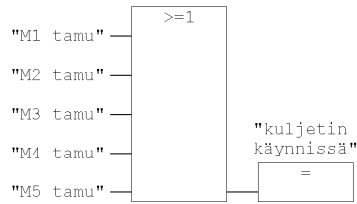


#### Symbol information

I1.4	hätäseis NC	Hätäseis-painonapin NC-kosketin
I1.5	hätäseis NO	Hätäseis-painonapin NO-kosketin
Q4.7	kuljetin1 virheessä	Kuljetin 1 virheessä -merkkivalo
Q5.0	kuljetin2 virheessä	Kuljetin 2 virheessä -merkkivalo
Q5.1	kuljetin3 virheessä	Kuljetin 3 virheessä -merkkivalo
Q5.2	kuljetin4 virheessä	Kuljetin 4 virheessä -merkkivalo
Q5.3	kuljetin5 virheessä	Kuljetin 5 virheessä -merkkivalo
Q5.4	tamu M1 virheessä	Taajuusmuuttaja M1 virheessä -merkkivalo
Q5.5	tamu M2 virheessä	Taajuusmuuttaja M2 virheessä -merkkivalo
Q5.6	tamu M3 virheessä	Taajuusmuuttaja M3 virheessä -merkkivalo
Q5.7	tamu M4 virheessä	Taajuusmuuttaja M4 virheessä -merkkivalo
Q6.0	tamu M5 virheessä	Taajuusmuuttaja M5 virheessä -merkkivalo
Q4.5	virhe	Virhe-merkkivalo

Network: 22 Kuljetin käynnissä -lampun ohjaus

Jos mikä tahansa taajuusmuuttaja saa käyttöviestin, palaa kuljetin käynnissä -merkkivalo

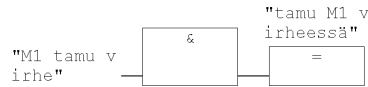


#### Symbol information

Q4.0	M1 tamu	Ensimmäisen kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja
Q4.1	M2 tamu	Toisen kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja
Q4.2	M3 tamu	Kolmannen kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja
Q4.3	M4 tamu	Neljännän kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja
Q4.4	M5 tamu	Viidennen kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja
Q4.6	kuljetin käynnissä Kuljetin käynnissä -merkkivalo	

Network: 23 Tamu M1 virheessä -lampun ohjaus

Kuljetinosan taajuusmuuttajan mennessä virhetilaan syytty taajuusmuuttaja M1 virheessä -merkkivalo.



#### Symbol information

I0.6	M1 tamu virhe	Ensimmäisen kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja virhetilassa
Q5.4	tamu M1 virheessä	Taajuusmuuttaja M1 virheessä -merkkivalo

Network: 24 Tamu M2 virheessä -lampun ohjaus

Kuljetinosan taajuusmuuttajan mennessä virhetilaan syytty taajuusmuuttaja M2 virheessä -merkkivalo.



#### Symbol information

I0.7	M2 tamu virhe	Toisen kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja virhetilassa
Q5.5	tamu M2 virheessä	Taajuusmuuttaja M2 virheessä -merkkivalo

Network: 25 Tamu M3 virheessä -lampun ohjaus

Kuljetinosan taajuusmuuttajan mennessä virhetilaan syytty taajuusmuuttaja M3 virheessä -merkkivalo.

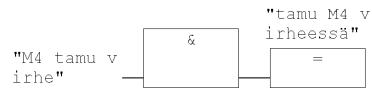


#### Symbol information

I1.0	M3 tamu virhe	Kolmannen kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja virhetilassa
Q5.6	tamu M3 virheessä	Taajuusmuuttaja M3 virheessä -merkkivalo

Network: 26 Tamu M4 virheessä -lampun ohjaus

Kuljetinosan taajuusmuuttajan mennessä virhetilaan syttyy taajuusmuuttaja M4 virheessä -merkkivalo.

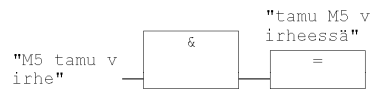


**Symbol information**

I1.1 M4 tamu virhe Neljännen kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja virhetilassa  
 Q5.7 tamu M4 virheessä Taajuusmuuttaja M4 virheessä -merkkivalo

Network: 27 Tamu M5 virheessä -lampun ohjaus

Kuljetinosan taajuusmuuttajan mennessä virhetilaan syttyy taajuusmuuttaja M5 virheessä -merkkivalo.



**Symbol information**

I1.2 M5 tamu virhe Viidennen kuljetinosan moottorin taajuusmuuttaja virhetilassa  
 Q6.0 tamu M5 virheessä Taajuusmuuttaja M5 virheessä -merkkivalo