

Ilari Taittonen

Valaistuksen ohjaus ohjelmoitavan pienlogiikan avulla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

3.10.2017

Tekijä(t) Otsikko	Ilari Taittonen Valaistuksen ohjaus ohjelmoitavan pienlogiikan avulla
Sivumäärä Aika	29 sivua + 1 liite 3.10.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaaja(t)	Lehtori Vesa Sippola
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Lassila & Tikanoja Oyj:lle erillisprojektina sähkö-, ilmanvaihto- ja putkisanerausurakan yhteydessä. Opinnäytetyössä keskityttiin valaistukseen ja sen ohjattavuuteen. Valaistuksenohjaus toteutettiin ohjelmoitavalla pienlogiikalla, johon ohjelmoitiin erilaisia prosesseja hyödyntävä ohjelma.</p> <p>Opinnäytetyössä käydään läpi ohjelmoitavien logiikoiden ohjelmoinnissa käytettäviä ohjelmalohkoja sekä niiden käyttötarkoituksia. Saneerausprojektissa käytettävän ohjelmoitavan pienlogiikan mukana toimitettua ohjelmistotyökalua käytetään tukemaan ohjelmaporttien ja lohkojen selittämistä.</p> <p>Valaistuksenohjausta käsiteltäessä opinnäytetyö selittää myös sisävalaistuksen perusteita, joissa käsitellään valon käyttäytymistä ja valaisinten teknisiä ominaisuuksia.</p> <p>Työn tavoitteena oli saavuttaa käytännön osaaminen ohjelmoinnista ja kartoittaa mahdollisuuksia käyttää ohjelmointityötä pohjana myös muissa tulevaisuuden projekteissa. Ilmanvaihto-, sähkö- ja LV-saneerausprojektit valmistuivat sovitusti ja valaistuksenohjaus saatiin asiakkaan käyttöön ajallaan.</p>	
Avainsanat	Pienlogiikka, valaistus, ohjelmointi

Author(s) Title	Ilari Taittonen Controlled Lighting with Programmable Micrologic
Number of Pages Date	29 pages + 1 appendice 10 October 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Power Engineering
Specialisation option	Power Systems
Instructor	Vesa Sippola, Principal Lecturer
<p>This thesis was part of redevelopment contract of plumbing, ventilation and electricity systems done by Lassila & Tikanoja Oyj. Main purpose of this study was to create an energy efficient lighting system by controlling lighting with programmable micrologic.</p> <p>Study explains basic structures and purposes of program blocks and how these can be used in programming. The used micrologic starter pack included a programming tool which is used to support telling about basic programming of this study.</p> <p>Study also explains some basic information about indoor lighting and how light reacts differently when touched by different surfaces. How light sources technical features affect the ability of lighting is also clarified.</p> <p>Main objective of this study was to create a tool for simple lighting projects where this program stands as a basis. As a result, HVAC redevelopment contract was completed in time and lighting program was handed over to customer as promised.</p>	
Keywords	Micrologic, programming, lighting

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Ohjelmoitavat logiikat	2
2.1	Tulot ja lähdöt	2
2.2	FBD-Ohjelmoinnissa käytettäviä portteja, ajastimia ja kiikkuja	3
2.3	Ohjelmoitavien logiikoiden ohjelmointi	8
3	Energiatehokas sisävalaistus	10
3.1	Hyvä valonlähde oikeassa paikassa	10
3.2	Valaistuksen tarpeenmukainen käyttö	12
3.3	Ympäristö ja rakenteet	13
4	Projektin eteneminen	14
4.1	Valaistuksen suunnittelu ja valaisimien valinta	15
4.2	Läsnäolotunnistimet	15
4.3	Siemens Logo!:n asennus	19
5	Siemens logo! Ohjelmointityö	21
5.1	Soft Comfort 8.0	21
5.2	Tulot ja lähdöt	22
5.3	Lähtö 1, Q1, Avotoimiston valaistus	22
5.4	Lähtö 2, Q2, Käytävän valaistus	23
5.5	Lähtö 3 ja lähtö 4, Q3 ja Q4, Taukotilan valaistus	24
5.6	Ohjelman syöttäminen logiikkaan ja käyttöönotto	28
6	Loppusanat ja projektin arviointi	29
	Lähteet	30
	Liitteet	
	Liite 1. Siemens logo!:n valaistushjelma	

Lyhenteet

DALI	Digital Addressible Lighting Interface. Väylätekniikkaan perustuva valaistuksen ohjausjärjestelmä.
FBD	Function Block Diagram, Ohjelmointitapa
I/O	Input/Output. Tulo/lähtö
LED	Light Emitting Diode, Valoa tuottava puolijohdekomponentti.
LUX	Valaistusvoimakkuuden yksikkö, myös lx
PLC	Programmable Logic Controller, ohjelmoitava logiikka
Switch dim	Painikeohjaus. Mahdollistaa valaistusryhmän himmentämisen painikkeen avulla

1 Johdanto

Valaistus on hyvin suuressa osassa ihmisen elämää. Valaistusta on kaikkialla ja se mahdollistaa näkemisen myös sellaisina aikoina, jolloin luonnonvalo on tarvittavan näkemisen kannalta riittämätön. Valaistus kuluttaa suuren osan kiinteistön energiakulutuksesta ja nykyisin energiatehokkuus onkin aiempaa suuremmassa roolissa suunniteltaessa uusia kiinteistöjen valaistuksia. Pelkästään lamppu- ja valaisinvalinnoilla on suuri merkitys kiinteistön energian kokonaiskulutukseen.

Raportissa kuvataan sähköteknistä saneerausurakkaa ja sen vaiheita. Lisäksi tutkittiin erilaisia vaihtoehtoja tuottaa energiatehokas valaistusratkaisu. Projektissa otettiin huomioon monia tekijöitä ja selvitystyöhön käytettiin runsaasti aikaa mahdollisimman kattavan ja älykkään ohjauksen saavuttamiseksi. Erilaiset ohjaus- ja automaatiojärjestelmät ovat omiaan tuomaan suuria säästöjä kiinteistön energiakuluihin.

Opinnäytetyössä suunnittelin ja ohjelmoin energiatehokkaan valaistusohjelman asiakkaalle. Suunnitelmaa tehtäessä punnittiin erilaisia järjestelmiä, joilla ohjaus on mahdollista toteuttaa. Kriteereinä toteutuksessa oli järjestelmän hankintahinta, käytettävyys ja takaisinmaksuaika. Halvan hankintahinnan vuoksi päädyttiin käyttämään Siemens logo! Rce 230 -pienlogiikkaa, jonka asennus tehtiin suoraan ryhmäkeskukseen. Näin valaistuksenohjaus suunniteltiin toimimaan omana järjestelmänään, eikä se kuulu rakennusautomaation piiriin. Opinnäytetyössä edettiin asiakkaan toiveiden mukaan ja varsinainen ohjelmointityö haki muotoaan läpi projektin.

Kohteen talotekninen saneeraus sisälsi myös LVI-tekniisiä saneeraustöitä, joita ei tässä opinnäytetyössä laajemmin käsitellä. Sähkötekninen saneeraus käsitti kaapelointi-, asennus- ja ryhmäkeskuksen saneeraustyöt. Sähkötyöt sisälsivät lisäksi valaistuksen ohjauksen sekä valaisimien asennustyöt.

Työn tavoitteena oli kehittää omaa osaamista ohjelmoinnista ja tuottaa valaistusohjelman pohja, jota voisi käyttää tulevilla projekteilla.

2 Ohjelmoitavat logiikat

Ohjelmoitava logiikka on pieni tietokone, joka on mahdollista ohjelmoida suorittamaan erilaisia prosesseja ja koneiden toimintoja. Prosessien laajuus vaihtelee suurista teollisuuden tuotantoprosessien ohjaamisesta pieniin kodin toimintojen ohjauksiin. Yleisimmin ohjelmoitavia logiikoita käytetään teollisuudessa, esimerkiksi tuotantolinjastojen tai koneistojen ohjaamiseen. Ohjelmoitavaan logiikkaan liitetään kytkimiä, antureita ja koskettimia, jotka vastaanottavat ja välittävät tiedon logiikalle. Logiikan ohjelma prosessoi tiedon ja välittää ohjelman mukaiset toiminnot ohjattavalle koneistolle. (1, s. 6.)

Ohjelmoitavien logiikoiden kehittyessä markkinoille on saapunut pienempiä ja yksinkertaisia malleja, jotka helpon ohjelmointityökalun avulla tarjoavat myös kotikäyttöön sopivia logiikoita.

2.1 Tulot ja lähdöt

Ohjelmoitava logiikka sisältää ulkoisia liitäntäportteja, joita kutsutaan tuloiksi ja lähdöiksi niiden englanninkielisten nimitysten input/output mukaan. Input/output merkitään yleisesti lyhennettyyn muotoon I/O. Järjestelmän tilatiedot tulevat antureilta logiikalle tuloporttien kautta. Tuloportin jälkeen logiikan ohjelma prosessoi tiedon, jonka jälkeen se ohjaa lähtöporttien kautta järjestelmää. (1, s. 10.)

Nykyiset ohjelmoitavat logiikat sisältävät usein digitaalisten tulojen ja lähtöjen lisäksi myös analogisia tuloja ja lähtöjä. Digitaaliset tulot ja lähdöt ilmoittavat ainoastaan päällä- tai pois-tilan ja käyttöjännitteeltään 230 V:n pienlogiikassa digitaalipor-teissa alle 40 V:n jännite tulkitaan signaaliltaan 0-tilaksi. Yli 80 V:n jännite tulkitaan päälle-tilaksi eli signaalin tila on 1. (2, s. 57.)

Analogiset tulot vastaanottavat signaalin koko mitattavan suureen toiminta-alueelta ja se näyttäytyy usein logiikan muistissa kokonaislukuna, josta se prosessoidaan ohjelman mukaisesti. Analogisia tuloja ja lähtöjä käytetään, jos tarvitaan mitattavien signaalien tilatietoja esimerkiksi lämpötilasta, paineesta tai virtauksesta. Analogiset signaaliviestit ovat virta- tai jänniteviestejä. Virtaviestialueena toimii usein 4–20 mA ja jänniteviestialueena 0–10 V. Lämpötilamittaus voidaan suorittaa halutulla lämpötila-alueella siten, että

logiikkaan määritellään haluttu lämpötila-alue syöttämällä oloarvon minimiarvoksi esimerkiksi -20 °C ja maksimiarvoksi 20 °C . Logiikkaan lämpötila-anturilta saapuva signaali on 0 V lämpötilan ollessa -20 °C tai alle. Lämpötilan ollessa 20 °C tai yli, signaali on 10 V . Logiikka prosessoi vastaanotetun tiedon kokonaislukuna esimerkiksi välillä $0-1000$, jossa kokonaisluku 0 on lämpötila-arvon minimi ja kokonaisluku 1000 lämpötila-arvon maksimi. Logiikka vastaanottaa kaikki arvot halutulta alueelta.

Taulukko 1 Esimerkkitalanne analogisista lämpötilamittausarvoista

Lämpötila (°C)	Virtaviesti (4-20 mA)	Jänniteviesti (0-10 V)	Logiikan kokonaisluku
-20	4	0	0
-10	8	2,5	250
0	12	5	500
10	16	7,5	750
20	20	10	1000

Taulukossa 1 on esimerkkitalanne analogisesta mittauksesta, jota on havainnollistettu viiden mittauspisteen avulla.

2.2 FBD-Ohjelmoinnissa käytettäviä portteja, ajastimia ja kiikkuja

Function block diagram -ohjelmoinnissa käytetään monia erilaisia porttityyppejä. Portit on suunniteltu palvelemaan erilaisissa ohjelmointityössä eteen tulevissa tilanteissa.



Kuva 1 AND- ja NAND-porttien symbolit

Kuvassa 1 on porttien AND ja NAND eurooppalaisen standardin mukaiset symbolit. AND-porttia kuvataan yleisesti & -merkillä. AND-portti jatkaa signaalia, kun kaikki portille

tulevat tulokoskettimet ovat aktiivisia. Porttien koskettimiin voi ohjelmoida 1–4 tuloa, joista kaikkien täytyy olla samaan aikaan aktiivisia, että AND-portin lähtö on aktiivinen. (3, s. 43.)

NAND-porttia voidaan ajatella AND-portin vastakohtaksi tai käänteispiiriksi. NAND-portin lähtö on aktiivinen kaikissa muissa tilanteissa paitsi, kun kaikki portin tulot ovat aktiivisia.

Taulukko 2 AND- ja NAND-porttien totuustaulut

AND-portti			NAND-portti		
Tulokosketin 1	Tulokosketin 2	Lähtö	Tulokosketin 1	Tulokosketin 2	Lähtö
0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	1
1	0	0	1	0	1
1	1	1	1	1	0

Kuvassa 2 on kuvattuna AND- ja NAND-porttien totuustaulut. AND-portti on tosi, kun tulokoskettimet ovat tosia. NAND-portti on puolestaan tosi, kun tulot ovat 0-tilassa tai jokin tuloista tilassa 1. Kaikkien tulojen ollessa 1-tilassa NAND-portin tila on epätosi.



Kuva 2 OR- ja NOR-porttien symbolit.

Kuvassa 2 on OR- ja NOR-porttien eurooppalaisen standardin mukaiset symbolit. OR-portin lähtö on aktiivinen, kun jokin sen tulokoskettimista on aktiivinen. OR-portin lähtö on epäaktiivinen, kun porttiin tulevista tuloista mikään ei ole aktiivinen. (3, s. 43.)

NOR-portin totuustaulukon lähdön arvot ovat käänteisiä OR-porttiin verrattuna. Portin lähtö on aktiivinen, kun mikään portille tulevista tuloista ei ole aktiivinen.

Taulukko 3 OR- ja NOR-porttien totuustaulukot.

OR-portti			NOR-portti		
Tulokosketin 1	Tulokosketin 2	Lähtö	Tulokosketin 1	Tulokosketin 2	Lähtö
0	0	0	0	0	1
0	1	1	0	1	0
1	0	1	1	0	0
1	1	1	1	1	0

Taulukossa 3 mainittujen porttien lisäksi yleisessä ohjelmointikäytössä ovat myös portit XOR ja NOT. XOR-portissa on kaksi tuloa, joista toisen täytyy olla aktiivinen, että lähtö aktivoituu. Molempien tulojen ollessa 0- tai 1-tilassa lähtö on tilassa 0.

NOT-portissa on yksi tulo ja se kääntää tulevan arvon käänteiseksi. Arvon ollessa 1 NOT-portti kääntää arvon tilaan 0, ja toisinpäin. NOT-porttia kutsutaankin yleisesti invertteriksi tämän ominaisuuden vuoksi.



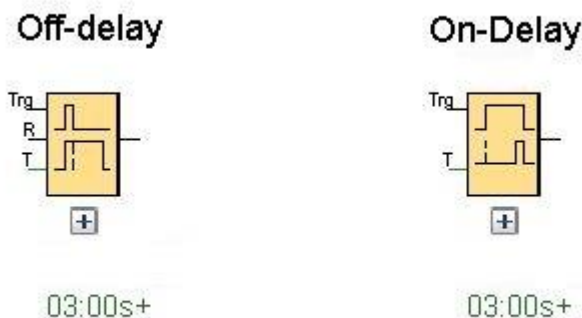
Kuva 3 XOR- ja NOT-porttien symbolit.

Kuvassa 3 on Eurooppalaisen standardin mukaiset symbolit ja kuvassa 4 porttien totuustaulukot.

Taulukko 4 XOR- ja NOT-porttien totuustaulukot

XOR-portti			NOT	
Tulokosketin 1	Tulokosketin 2	Lähtö	Tulokosketin 1	Lähtö
0	0	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	1		
1	1	0		

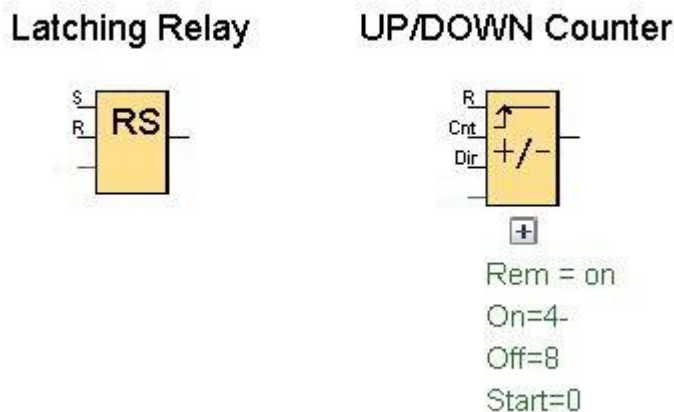
Perinteisten porttien lisäksi yleisinä ohjelmointityökaluina ovat erilaiset ajastimet ja kiikut. Usein käytettyjä ajastimia ovat On-delay- ja Off-delay -blokit. Niillä on mahdollista säädellä signaalin päästöviivettä tai pitää signaalia aktiivisena, vaikka tilatietoa 1 ei blokin tulolle tulisikaan.



Kuva 4 Off-delay ja On-delay viivekytkimet.

Off-delay kytkimessä signaalin lähtöä jatketaan haluttu aika vielä sen jälkeen, kun tulotieto on 0-tilassa. Yllä olevassa kuvassa 4 on asetettu Off-delay -ajastimen ajaksi kolme sekuntia, joka tarkoittaa, että blokin lähtö jatkaa aktiivisena vielä kolmen sekunnin ajan tulotiedon katketessa. Off-delay -kytkimessä on lisäksi reset-toiminto, jolla on mahdollista palauttaa ajanotto alkuun ja katkaista aktiivinen lähtötieto. Off-delay -kytkimen toimintaperiaate on sama kuin päästöhidastetun releen, jossa säätämällä releen aikaa T1 on mahdollista antaa prosessin sammutusviive. On-delay on periaatteeltaan sama kuin vetohidastettu rele, jossa määrittämällä vetoaika T1 on mahdollista viivyttää prosessin

käynnistymistä. Lähtö ei aktivoidu ollenkaan, jos tulon aktiivisen tilatiedon kesto on alle määritellyn ajan T1. Kuvassa 4 on ohjelmoitu myös On-delay -kytkimen ajaksi kolme sekuntia, jolloin tulotiedon 1 saapuessa yhtäjaksoisesti, aktivoituu lähtö kolmen sekunnin viiveellä.



Kuva 5 RS-kiikun ja kertalaskurin symbolit.

Porttien ja ajastimien lisäksi ohjelmoinnissa käteviä työkaluja ovat kiikut ja laskurit. Kuvassa 11 esiintyvät blokit auttavat tilanteissa, joissa porteilla ja ajastimilla ei voi toteuttaa haluttua toimintoa. Latching Relay eli RS-kiikku käyttäytyy eräänlaisena kytkimenä, jossa on kaksi tuloa, Set ja Reset. Kiikku aktivoituu, kun tuloon Set saapuu tilatieto 1. Poikkeuksen ajastimiin kiikussa tekee se, että kiikku on vetotilassa niin pitkään, kunnes tulo Reset aktivoituu. Kun RS-kiikun lähtötieto on 1, uusi kiikulle tuleva tulotieto ei muuta kiikun tilaa. Ainoastaan resetin tulotieto 1 vapauttaa kiikun tilaan 0.

Toinen symboli kuvassa 11 on määrälaskuriblokki. Laskurilla on mahdollista tuottaa toistuvia prosesseja ohjelmaan tai esimerkiksi keskeyttää prosessi, kun tilatietoja saapuu tietty määrä. Laskurissa on kolme tuloa: Reset, Counter ja Direction, joista Reset palauttaa laskurin lähtöarvoon. Counter -tuloon tulevat pulssit kerääntyvät kokonaislukuina laskentatiedoksi laskuriin. Kun tulo Direction vastaanottaa katkeamatonta signaalia, Counter -tuloon saapuvien pulssien laskentasuunta vaihtuu.

Kuvan 11 esimerkissä laskuriin on ohjelmoitu päälle-arvoksi 4, pois-arvoksi 8 ja lähtöarvoksi 0. Laskuri aloittaa laskemisen arvosta 0 ja neljännen positiivisen Counter-pulssin kohdalla laskurin tilatieto muuttuu tilaan 1. Tilatieto on 1 laskenta-arvojen 4–7 alueella,

jonka jälkeen arvon 8 kohdalla arvo palautuu tilaan 0. Tilannetta on havainnollistettu taulukon 5 avulla.

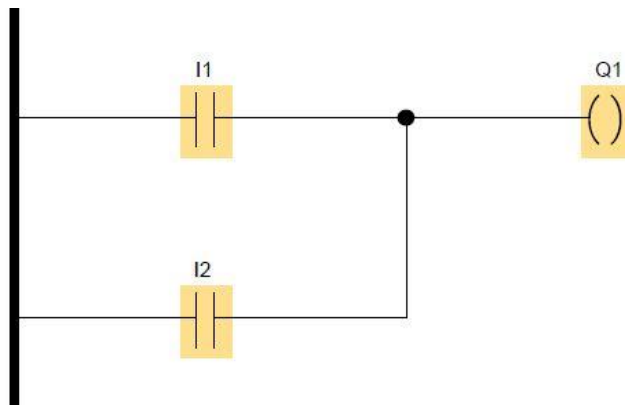
Taulukko 5 Laskurin tilatietoesimerkki.

Laskurin tila	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lähdön tilatieto	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0

2.3 Ohjelmoitavien logiikoiden ohjelmointi

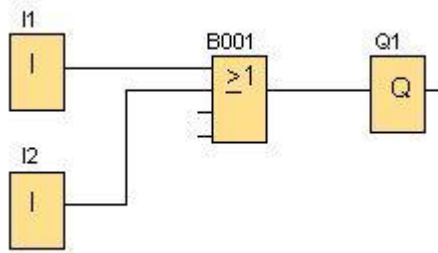
Ohjelmoitavien logiikoiden ohjelmatyökaluissa on pieniä valmistajakohtaisia eroja, mutta pääpiirteittäin käytettävät osat ovat samankaltaisia. Ohjelmoitaville logiikoille on määritetty kansainvälinen standardi IEC 61131-3, joka määrittää logiikoille viisi ohjelmointikieltä.

Ladder Diagram -ohjelmointi on graafinen ohjelmointikieli, jossa ohjelmalohkot ja kosketimet asettuvat päällekkäiseen tikasmaiseen muotoon. Tikapuumaista kaaviota kutsutaan toisinaan myös relekaavioksi tai kosketinkaavioksi. Ladder Diagram -ohjelmoinnin etuna on erityisesti yksinkertaisuus, joka on pienemmissä ohjelmointitöissä eduksi.



Kuva 6 Ladder -ohjelmointiesimerkki.

Kuvan 6 esimerkissä on havainnollistettu Ladder-ohjelmoinnin piirrostopa. Esimerkkitalanteeseen on ohjelmoitu kaksi tuloa I1 ja I2 ja yksi lähtö Q1. Kyseisessä esimerkissä lähtö Q1 aktivoituu, kun jompikumpi tuloista I1 tai I2 aktivoituu.



Kuva 7 FBD -ohjelmointiesimerkki.

Kuvan 7 esimerkissä toistuu sama prosessi, kuin kuvan 6 Ladder -ohjelmointiesimerkki-tilanteessa, mutta esitettynä Function Block Diagram -muodossa. FBD -muodossa Tulojen I1 ja I2 sekä lähdön Q1 välissä on OR-piiri. OR-piiri välittää tiedon lähdölle Q1, kun jompikumpi lähdöistä I1 tai I2 on aktiivisena. FBD eli Function Block Diagram -ohjelmointi tarjoaa laajemmat työkalut monimutkaisinkin ohjelmointityön tekemiseen. Ohjelmaan on FBD -muodossa helpompi tehdä erillisiä toistuvia sisäisiä prosesseja, ja niitä on helpompi käsitellä. Lisäksi ohjelmaa on helpompi tarkastella ja simuloida tässä muodossa.

Ohjelmointityö tehdään tietokoneella ja kun ohjelma on saatu valmiiksi, se siirretään yleensä ethernet -kaapelilla, jonka avulla se tallentuu logiikan muistiin. Ohjelmoitavien logiikoiden muistit ovat yleensä paristovarmenteisia, jotta ohjelma ei häviä tai tuhoudu mahdollisten vikatilanteiden tai sähkökatkokkien vuoksi.

3 Energiatehokas sisävalaistus



Kuva 8 Energiatehokas valaistus (4, s. 1.).

Energiatehokas valaistus koostuu osatekijöistä, joista päätekijät voidaan jakaa karkeasti kolmeen osaan kuvan 13 esimerkin mukaisesti.

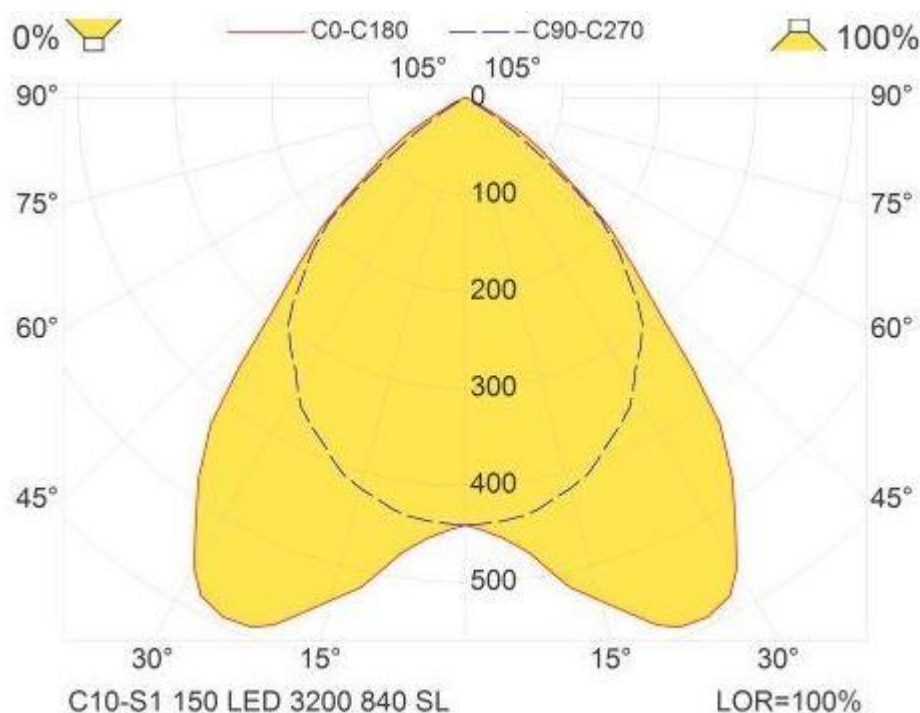
3.1 Hyvä valonlähde oikeassa paikassa

Suunniteltaessa uutta valaistusta on huomioitava, että valaistustavalla ja valaisimien sijoittelulla on suuri merkitys tilan valon määrään ja jopa kustannuksiin. Hyvältä valaisimelta vaaditaan teknisiä, valoteknisiä, esteettisiä ja taloudellisia vaatimuksia, joiden keskinäinen suhde vaihtelee tilankäyttäjien tarpeiden mukaan. Esimerkiksi sairaalatiiloissa vaaditaan valaistukselta erilaisia ominaisuuksia, kuin esimerkiksi kirjastossa.

Teknisesti hyvä valaisin on sisäiseltä että ulkoiselta tekniikaltaan tilaan sopiva, turvallinen ja helposti asennettavissa. Teknistä valaisinta suunniteltaessa otetaan huomioon voimassa olevat standardit, huollettavuus ja ympäristön kuormittamiseen liittyvät tekijät.

Valaisimen teknisiä vaatimuksia ovat muun muassa suojata lamppua ja rakenteen sisäosia mekaaniselta ja kemialliselta rasitukselta. Erityisen tärkeitä valaisimen teknisiä ominaisuuksia ovat henkilö- ja paloturvallisuus.

Valaisimen valotekniset ominaisuudet käsittävät näkyvän valon tuottoon liittyvät tekijät. Huolellinen peili- ja heijastinsuunnittelu ovat omiaan lisäämään valaistuksen kokonaisyötysuhdetta ja valaismien korkealuminanssisten osien suoraa näkemistä on mahdollista välttää häikäisysojien avulla. Häikäisysojien käytöstä huolimatta valaisimen tulee valaista hyvällä hyötysuhteella. Hyviä valaisimen valoteknisiä mittareita ovat muun muassa valonjakokäyrä ja värintoistoindeksi.



Kuva 9 C10-S1 150 LED 3200 840 SL valaisimen valonjakokäyrä.

Kuvassa 14 on esimerkkivalaisimen valonjakokäyrä. Käyrä havainnollistaa valaisimesta lähtevän valosäteilyn suuntaa ja voimakkuutta.

Valaisimen esteettisillä ominaisuuksilla tarkoitetaan valaisimen fyysisistä sopivuutta tilaan. Esteettinen valaisin ottaa huomioon tilan arkkitehtuuriset ominaisuudet ja pyrkii sopimaan tilaan mahdollisimman hyvin. Kulttuurihistoriallisesti merkittävissä tiloissa voi valaisimen esteettiset ominaisuudet nousta yhdeksi tärkeimmistä kriteereistä ja tällaisissa

tiloissa saatetaan joutua karsimaan teknisistä ja valoteknisistä ominaisuuksista esteettisyyden vuoksi. (5, s. 251.)

3.2 Valaistuksen tarpeenmukainen käyttö

Energiatehokasta valaistusta suunniteltaessa täytyy ottaa huomioon tila, johon valaistusta suunnitellaan. Energiaa kuluu erityisesti vanhassa valaistusjärjestelmässä monissa tapauksissa turhaan. Valaistus voi olla päällä tilassa, jota ei käytetä eikä valaistuksessa ole minkäänlaista säätömahdollisuutta. Tiloissa, joissa oleskelu on satunnaista tai lyhyttä, käytetään esimerkiksi läsnäolotunnistimia, jotta valaistus saadaan ohjattua pois päältä, kun käyttöä tilalle ei ole. Tällaisia tiloja voivat olla esimerkiksi käytävät tai varastot.

Monissa näkemisen kannalta tärkeissä tiloissa vaaditaan valaistukselta hieman enemmän. Esimerkiksi kouluissa ja työpaikoilla työtasolta mitattavan valaistusvoimakkuuden suositusarvo on 500 luksia. Tällä varmistetaan, että näkeminen on työn kannalta riittävää ja silmien väsyminen on mahdollisimman vähäistä.

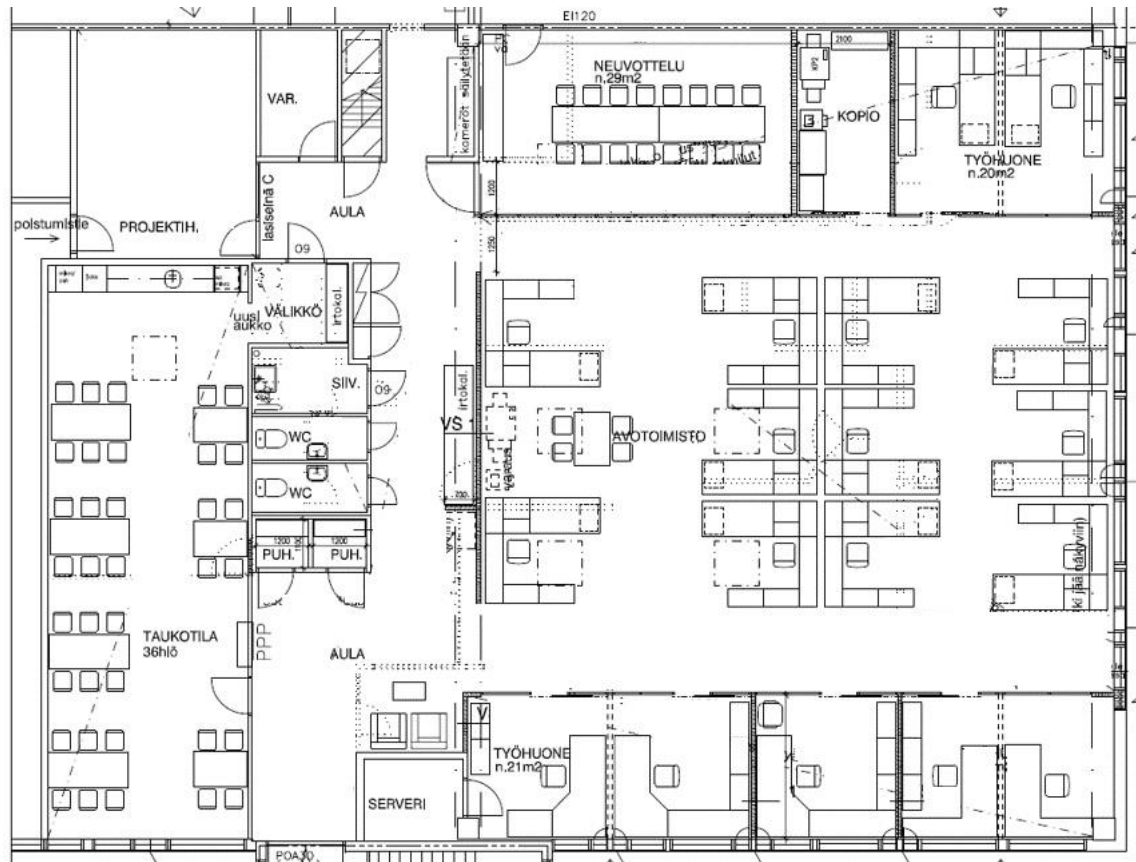
Valaistusta voi ohjata nykyisin monella eri tapaa. Ohjaus voi perustua esimerkiksi aika-ohjelmiin tai läsnäolotunnistimiin. Yksinkertaisimmillaan valaistuksen energiaa säästävä ohjaus voi olla suora läsnäolotunnistinohjaus, jolloin valaistus kytkeytyy päälle automaattisesti, ja viiveellä kokonaan pois päältä kun tilassa ei ole havaittavaa liikettä. Monipuolisimmillaan ohjaus ja säätö tapahtuvat täysin automaattisesti ja portaattomasti huomioiden vakiovaloantureilla esimerkiksi tilaan saapuvan hyödynnettävän luonnonvalon. Jokaista valaisinta voi tarvittaessa himmentää ja ohjata erikseen.

3.3 Ympäristö ja rakenteet

Kolmas yksittäinen valaistuksen energiatehokkuuteen vaikuttava tekijä on itse tila, johon valaistusta suunnitellaan. Erilaisia tilamahdollisuuksia on luonnollisesti hyvin runsaasti ja jokainen valaistava tila on tapauskohtainen. Kokonaisvalaistukseen vaikuttavat runsaasti rakenteet ja seinien pintamateriaalit väreineen. Valkoinen väri ja sileä pinta heijastavat valoa hyvin, jolloin pinnan heijastavuutta voidaan hyödyntää valaistusratkaisuissa. Tilan käyttötarkoitus liittyy myös tilan rakenteellisten ominaisuuksien valoteknilliseen huomioimiseen.

4 Projektin eteneminen

Saneerausprojekti kesti kokonaisuudessaan noin kolme kuukautta, josta sähköasennusten osuus oli noin yhden kuukauden verran. Saneerauskohde oli tyypillinen toimistotila, johon suunniteltiin muutaman erillisen työhuoneen lisäksi uusi avotoimisto. Saneerausalueessa oli myös käytävä, työntekijöiden taukotila, WC-tilat, kopiointihuone, palvelinhuone ja kaksi projekti/neuvotteluhuonetta. Valaistuksenohjaus suunniteltiin käsittämään avotoimiston, käytävän ja taukotilan valaistukset.



Kuva 10 Saneerausalueen pohjapiirros.

Kuvassa 10 on pohjakuva kiinteistön saneerattavasta osasta. Uusi tilaratkaisu oli suunniteltu modernisoimaan työhuonekeskittymä uudeksi moderniksi avotoimistoksi, jossa on huomioitu tilankäyttäjää esimerkiksi puhelinhuoneiden avulla. Suunnittelussa haluttiin jättää muutama erillinen työhuone rauhallista ja keskeytyksetöntä työskentelyä hakeville.

4.1 Valaistuksen suunnittelu ja valaisimien valinta

Jokaiseen tilaan suunniteltiin valaisimet, jotka mukailivat tiloja ja sopivat käyttötarkoitukseen. Avotoimiston ja erillisten työhuoneiden valaisimiksi valikoituivat Glamoxin C10-S1 LED -valaisimet. Riittävän valotason saavuttamiseksi valaisimia laitettiin avotoimistoon 20 kpl ja ne asennettiin ripustusvaijereilla oikeaan korkeuteen. Erillisiin työhuoneisiin asennettaviin valaisimiin liitettiin vetonarut ja nämä valaisimet eivät ole valaistusohjauksen piirissä.

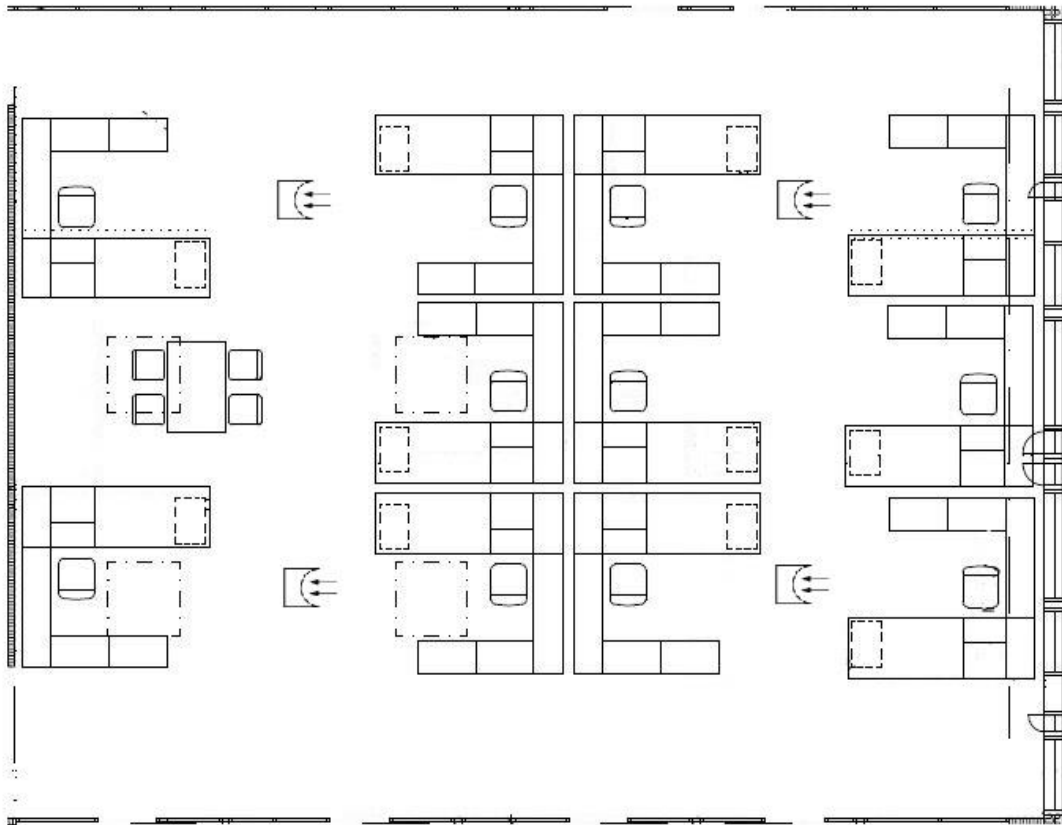
Käytävällä, neuvotteluhuoneessa, projektihuoneessa ja taukotilassa käytettiin Moln Bas LED 38W 840 -moduulivalaisimia. Neuvotteluhuoneen valaisimet asennettiin Switch dim -kytkinohjauksen taakse, jolloin tilan oikean valotason saavuttaminen oli helppoa.

Avotoimiston, käytävän ja taukotilan osalta tunnusteltiin erilaisten valaistuksenohjausjärjestelmien mahdollisuuksia. Pienlogiikkaohjaus valikoitui käyttöömme hyvän hinta/laatusuhteen ja yksinkertaisuutensa vuoksi. DALI-ohjaustapa suljettiin pois lähinnä kalliin hankintahinnan takia. Ohjauksen taakse tulisi neljä valaistusryhmää, eikä valaisimilta vaadittaisi lisäominaisuuksia, kuten esimerkiksi himmennettävyyttä. (6, s. 20.)

4.2 Läsäolotunnistimet

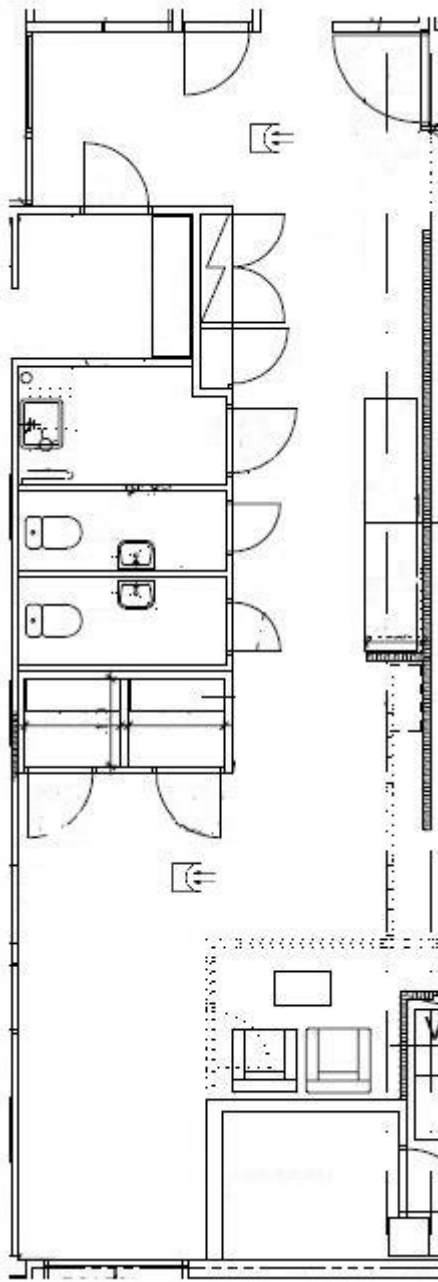
Normaalien liiketunnistimien sijaan haluttiin käyttää 360 asteen läsnäolotunnistimia paremman havainnoinnin saavuttamiseksi. Läsäolotunnistimiksi valikoitui Luxomat PD2-M -läsnäolotunnistin, jonka käyttöjännite on 230 V. Avotoimiston päätetyöskentely on usein liikehdinnältään vähäeleistä, jolloin yksinkertaiset liiketunnistimet eivät välttämättä havaitseisi henkilöiden läsnäoloa.

Läsäolotunnistimien sijoituksessa vältettiin katvealueiden muodostumista asentamalla tunnistimet keskeisiin paikkoihin. Asettelussa oli tärkeää myös huomioida turhien havainnointien karsiminen. Myös ilta-aikaan käytössä oleva käytävä sijaitsee heti avotoimiston välittömässä läheisyydessä, joten haluttiin, että käytävällä tapahtuva liikennöinti ei käynnistä avotoimiston valaistusta.



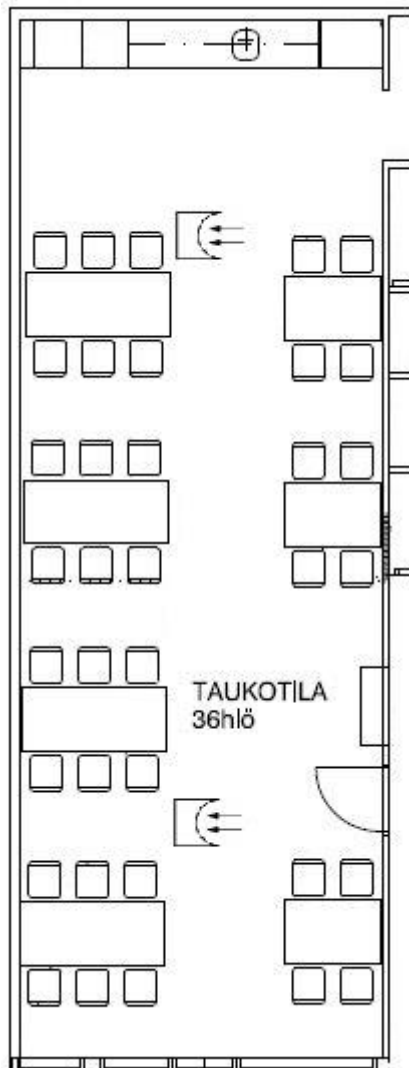
Kuva 11 Avotoimiston läsnäolotunnistimet.

Avotoimiston 360 asteiset läsnäolotunnistimet asennettiin kuvan 16 mukaisiin kohtiin havainnoimaan tilaa. Avotoimiston pohjapiirroksen vasemmalla puolella sijaitsee käytävä, joten oli tärkeää, että kuvassa vasemmanpuoleiset tunnistimet eivät havainnoi käytävällä tapahtuvaa liikettä. Avotoimiston mitat olivat 25 kertaa 20 metriä, joten havaintosäteeltään viiden metrin tunnistimet sopivat projektiin juuri sopivasti.



Kuva 122 Käytävän läsnäolotunnistimet

Kuvassa 12 havainnollistetaan läsnäolotunnistimien sijaintia. Käytävässä käytettiin myös 360 asteen läsnäolotunnistimia, vaikka käytävämalleja on myös saatavilla. Projektin käytävän tapauksessa tilaan saapuminen voi tapahtua ainakin kolmesta suunnasta kummankin läsnäolotunnistimen kohdalla.



Kuva 13 Taukotilan läsnäolotunnistimet

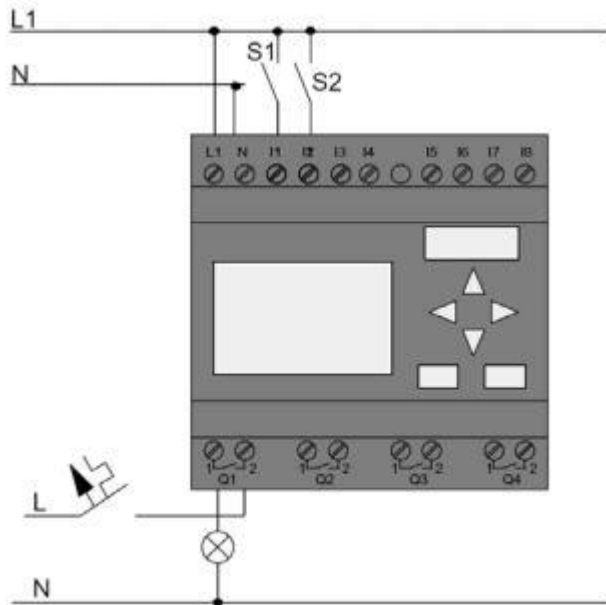
Kuvan 13 taukotilan 360 -asteiset läsnäolotunnistimet on asennettu sisäänkäyntien välittömään läheisyyteen.

4.3 Siemens Logo:n asennus



Kuva 14 Logiikan asennus ryhmäkeskuksessa.

Kuva 14 havainnollistaa logiikan sijainnin ryhmäkeskuksessa. Pienlogiikka asennettiin ryhmäkeskukseen DIN-kiskoon, josta myös logiikan painikkeiden käyttö oli tarvittaessa mahdollista.



Kuva 15 Logic!:n johdotus

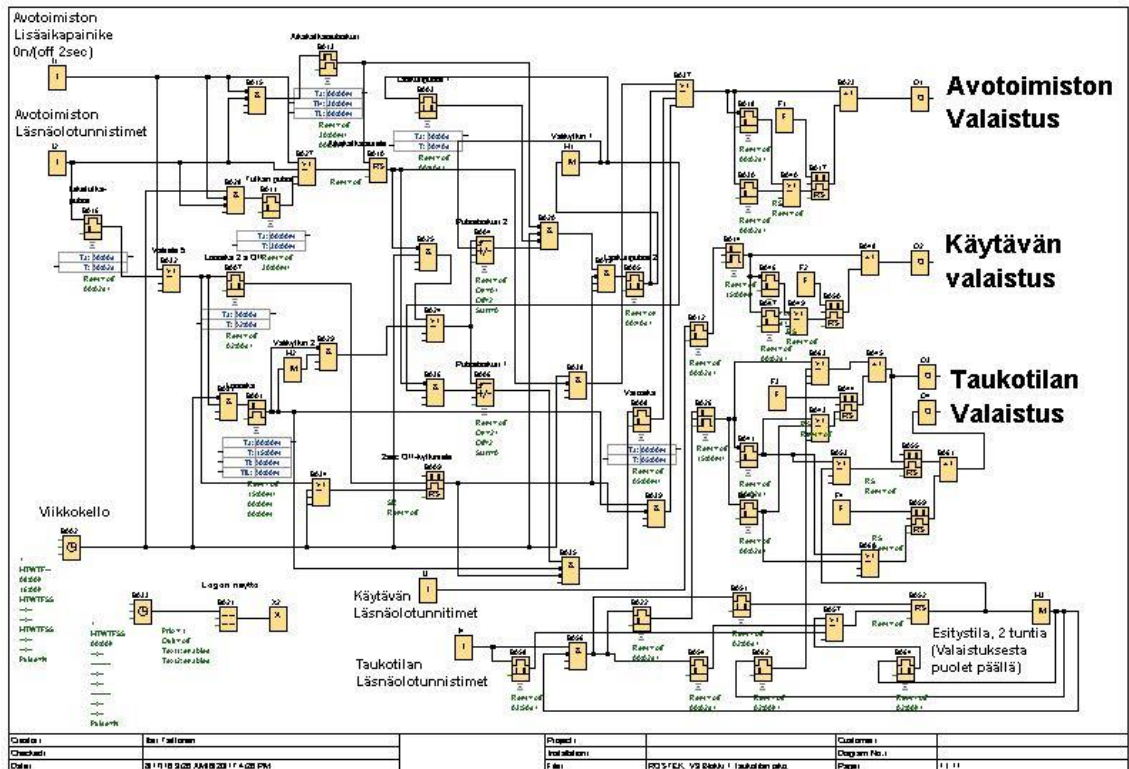
Kuvassa 15 on havaintokytkentä logiikan johdotukselle. Kuvan mukaisessa kytkennässä käytössä on kaksi tuloa, I1 ja I2, ja yksi lähtö Q2. Useamman tulon ja lähdön kytkeminen tapahtuu samalla periaatteella kytkemällä vaihejohdin jäljellä oleviin tuloihin I3 ja I4 sekä lähtöihin Q2, Q3 ja Q4. Lähdöt kytketään lisäksi nollapotentiaaliin. Jokaisella lähdöllä on oma kuorma (L), jota logiikka ohjaa.

5 Siemens logo! Ohjelmointityö

Valaistuksen ohjelmointityö oli selkeästi työläin osa projektia. Ohjelma oli minulle uusi ja ohjelmointi suhteellisen vierasta. Pehdytysoppailla oli kuitenkin mahdollista opiskella tarvittava osaaminen yksinkertaisten ohjelmointitöiden tekemiseen.

Projektin edetessä ohjelmasta muovautui kuitenkin melko monipuolinen, minkä vuoksi ohjelman parissa kului työtunteja hieman ajateltua enemmän.

5.1 Soft Comfort 8.0



Kuva 16 Valaistuksen ohjelmointityö

Kuvassa 16 on kuvakaappaus valmiista ohjelmasta. Ohjelmointityö tehtiin Siemens logo! -starttipaketin mukana toimitetun Soft Comfort 8.0 -ohjelmiston avulla. Ohjelmisto oli helppo käyttää, ja se mahdollisti sekä Ladder- että Function Block Diagram -ohjelmoinnin.

Varsinainen projektin ohjelmointityö haki muotoaan läpi projektin, ja yksinkertaisesta ennakkoajatuksesta johtuen aloitin projektin ohjelmointityön Ladder Diagram -kielellä. Ohjelman suuruusluokka kasvoi melko nopeasti, ja oli selkeämpää alkaa käyttää FBD-ohjelmointimuotoa, jolloin eri lohkojen ja aikaohjelmien hallitseminen oli helpompaa.

5.2 Tulot ja lähdöt

Tulojen ja lähtöjen osoitteita merkitään ohjelmistossa kirjaimilla I ja Q, ja ne ovat tuloille esimerkiksi muotoa I1 ja lähdöille Q2.

Siemens Logo! Rce 230 -logiikkamoduuli sisältää vakiona neljä digitaalista tuloa ja neljä digitaalista lähtöä, mutta Siemensillä on myynnissä lukuisia lisämoduuleita, joilla on mahdollista kasvattaa tulojen ja lähtöjen määrää tarpeen mukaan. Tässä projektissa päätettiin kuitenkin selvittää ilman lisämoduuleja, mikä asetti omat haasteensa.

Ohjelmaan on määriteltä myös viikkokellotoiminto, joka ohjaa valaistusta arkisin klo 8–16. Viikkokellotoiminto käynnistää valaistuksen arkipäivisin klo 8 ja ylläpitää valaistusta 30 minuuttia läsnäolotunnistimien havaitessa liikettä. Jos tunnistimet eivät havaitse 30 minuutin aikana liikettä, valaistus kytkeytyy pois päältä. Viikkokelloajan ulkopuolella valaistus on päällä 15 minuuttia viimeisen havainnon jälkeen. Jos liikettä ei tuona aikana havaita, ohjelma käynnistää pulssitoiminnon, joka väläyttää valoja kaksi kertaa. Pulssien jälkeen valaistus on päällä vielä viisi minuuttia, jonka jälkeen kytkeytyy pois päältä kokonaan.

5.3 Lähtö 1, Q1, Avotoimiston valaistus

Avotoimiston valaistus ohjautuu päälle ja pois tulojen I1 ja I2 mukaan. Tulossa I1 on palautuvalle painokytkimelle tehty ohjausvaraus, jota voi käyttää lisäaikapainikkeena tai valaistuksen poiskytkemiseen viikkokelloajan ulkopuolella. Tulon I1 aktivointi käynnistää valaistuksen 15 minuutiksi kerrallaan. Viikkokelloajan ulkopuolella klo 16–8 on mahdollista sulkea avotoimiston valaistus pitämällä tulon I1 palautuvaa painikekytkintä painettuna yhtäjaksoisesti kahden sekunnin ajan.

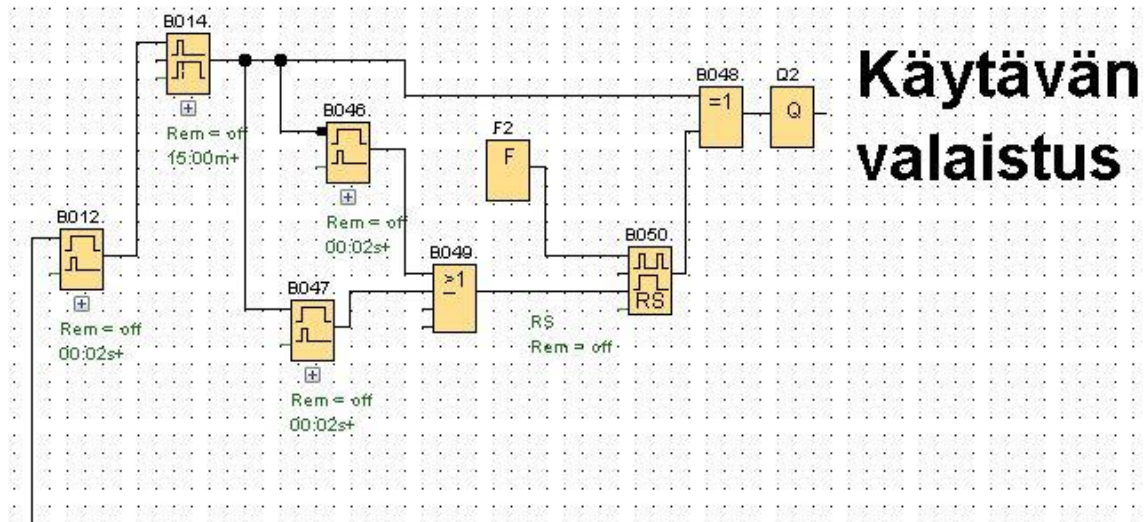
Tuloa 2 ohjaa avotoimiston läsnäolotunnistimet, jotka havaittuaan liikettä antavat ohjelmallisesti pulssin, josta käynnistyy aikaohjelma, joka pitää valaistuksen päällä 30 minuuttia.

Projektin loppupuolella läsnäolotunnistimet asetettiin potentiometreistä pulssiasetukselle ja ohjelmallisesti pidettiin valaistusta päällä 15 minuuttia kerrallaan. Neljästä läsnäolotunnistimesta syntyi kuitenkin paljon häiritsevää ääntä, kun tunnistimien sisäiset releet vaihtelivat asentoa. Arvioimme äänen häiritsevän toimistotyöskentelyä, joten muutin ohjelmaa siten, että läsnäolotunnistimet voitiin asettaa 15 minuutin kestoiselle päästölle ja ääntä kuului huomattavasti vähemmän.

5.4 Lähtö 2, Q2, Käytävän valaistus

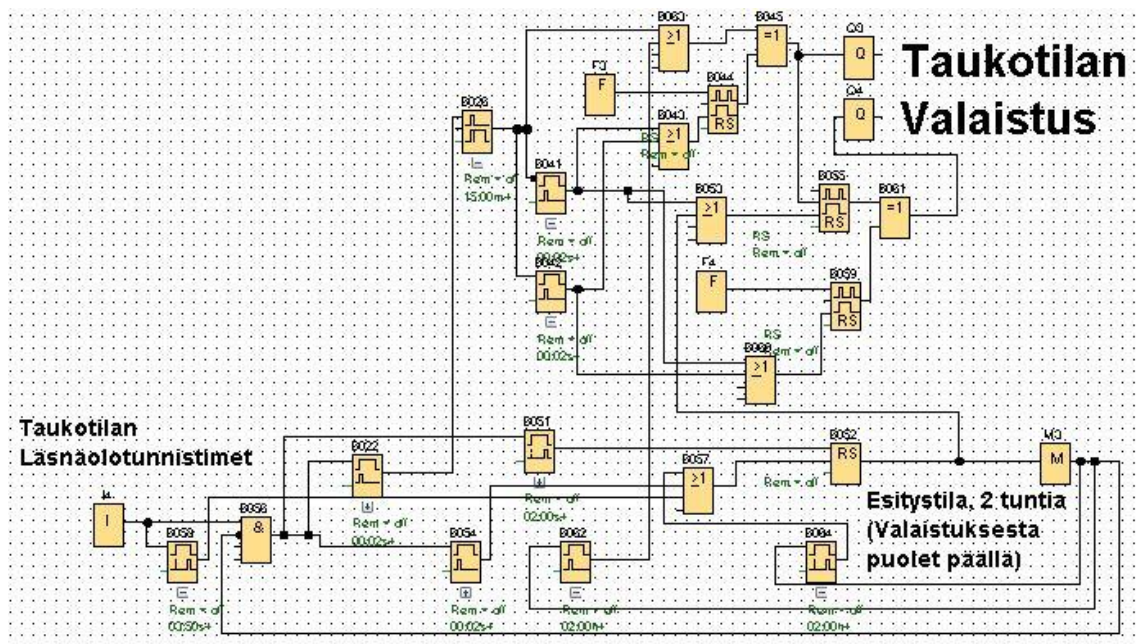
Käytävän valaistus, lähtö 2, ohjautuu päälle tulon 3 mukaan. Käytävän kummassakin päässä on läsnäolotunnistimet, jotka liikkeen havaittuaan aloittavat aikaohjelman, joka pitää valaistuksen päällä 15 minuuttia. Kuvassa 21 näkyvä lohko B014 on Off-delay -lohko, joka aktivoituessaan jatkaa tiedon lähettämistä tulosignaalin päättymisen jälkeen. Tässä tapauksessa Off-delay -lohkoon on asetettu ajaksi 15 minuuttia, jonka jälkeen valaistus sammuu. Lohkoa B012 käytetään pulssimaisena syöttönä ajastinlohkolle B014. Lohko B012 lähettää 0,02 sekunnin pituisen pulssin, joka päättyessään aloittaa lohkon B014 15 minuutin ajanoton alusta. Näin ollen ajastin alkaa aina alusta liiketunnistimen havainnosta ja suljetaan pois mahdollisuus, että käytävän alueen runsaasta liikennöinnistä johtuen ajastin ei ehtisi missään vaiheessa nollautua.

Kuvassa 17 esitetään, että varsinaisen aikaohjelman jälkeen rinnalle on ohjelmoitu funktiokytkimelle F2 oma piiri, josta on mahdollista sammuttaa valaistus manuaalisesti.



Kuva 17 Käytävän valaistuksen ohjelmointi.

5.5 Lähtö 3 ja lähtö 4, Q3 ja Q4, Taukotilan valaistus

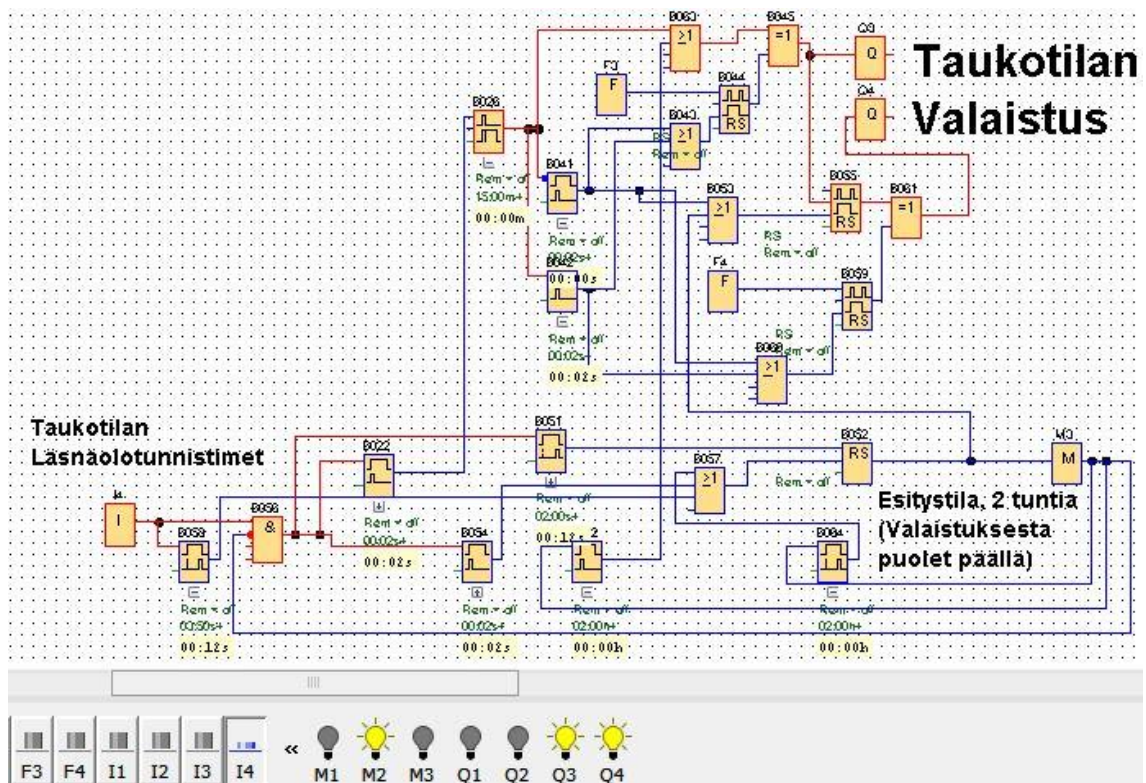


Kuva 18 Taukotilan valaistus.

Taukotilaan suunniteltiin alun perin yksi valaistusryhmä, jossa kahdeksan valaisimen ryhmä käynnistyy ja sammuu yhenmukaisesti läsnäolotunnistimien havainnointien mukaan. Asiakkaan edustaja esitti projektin loppupuolella pyynnön valaistuksen jakami-

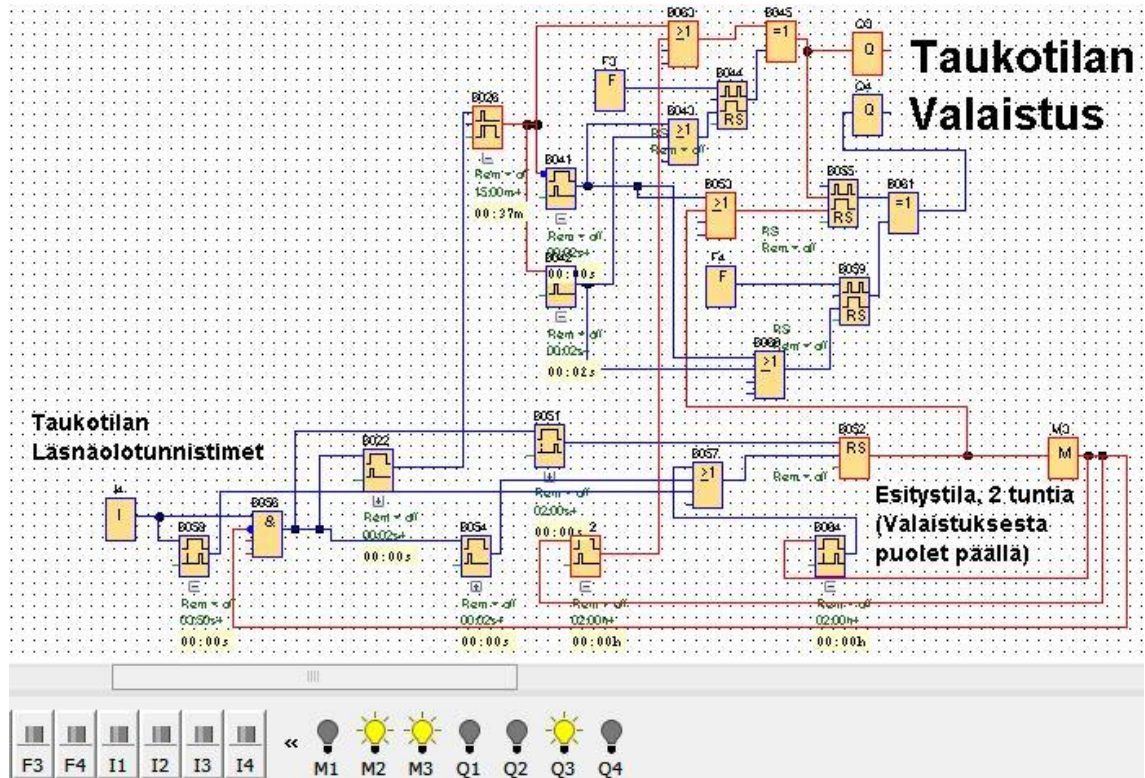
sesta kahteen ryhmään, jolloin puolet tilasta olisi mahdollista pimentää projektoriesityksiä varten. Ohjelmoin taukotilan koko valaistuksen aluksi lähtöön 3, mutta taukotilan ryhmälisäyksen johdosta jaoin puolet huoneen valaisimista lähdölle 3 ja toisen puolen lähdölle 4.

Siemens Logo-moduulin tuloja ei ollut enää kuin yksi jäljellä, joten käytin yhtä tuloa kahden lähdön ohjaamiseen. Taukotilassa oli kummassakin päädyssä läsnäolotunnistimet, jotka säädettiin pulssitoiminnolle. Lisäksi samaan ryhmään asennettiin toisen sisäänkäynnin viereen palautuva painikekytkin. Läsnäolotunnistimien tuoteselosteessa määriteltiin pulssin pituudeksi korkeintaan yksi sekunti, joten ohjelmoin valaistuksen puolittavan ohjelman käynnistyvän kahden sekunnin on-delay -ajastimella. Teoriassa läsnäolotunnistimet voivat aiheuttaa itsenäisesti kahden sekunnin kestoisen pulssin, joten yli kahden sekunnin pulssin saavuttamiseksi täytyy painokytintä painaa yhtäjaksoisesti korkeintaan kahden sekunnin ajan, että esitystila käynnistyy.



Kuva 19 Simuloitu valaistustilanne taukotilasta.

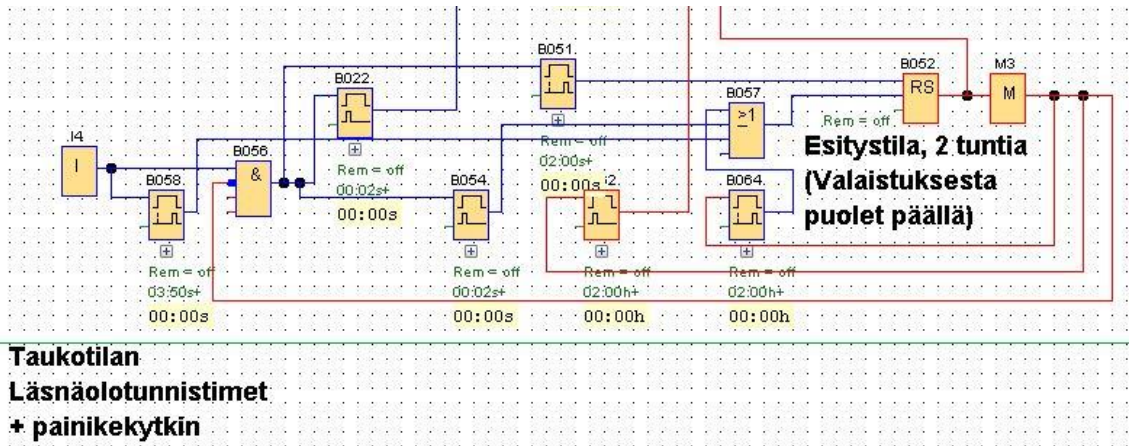
Kuvassa 19 on taukotilan valaistuksen normaalitilanne, jossa molemmat lähdöt ovat aktiivisia ja kaikki valaisimet ovat päällä. Valaistus ohjautuu päälle läsnäolotunnistimien havainnoista 15 minuutiksi.



Kuva 20 Simulointitilanne taukotilan esitystilan valaistuksesta.

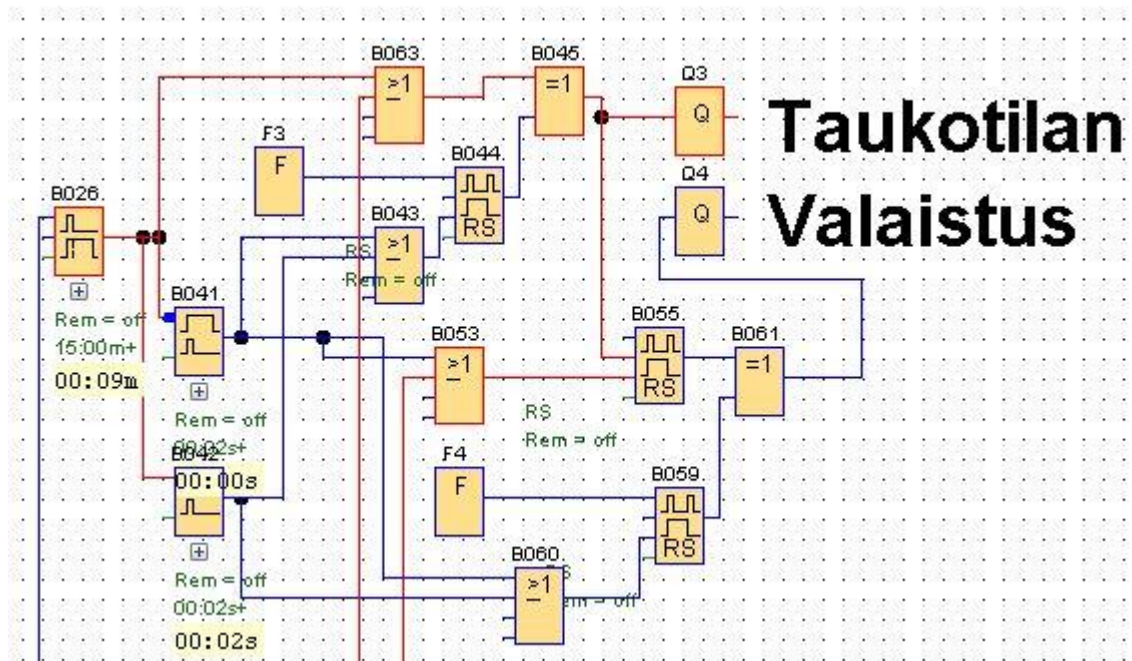
Kuvassa 20 on tilanne, jossa esitystila on käynnissä eli puolet taukotilan valaistuksesta on pois päältä. Punaiset viivat kuvaavat ohjelman aktiivisia piirejä. Alimmaisena kuvassa 20 on punaisilla viivoilla merkittynä on piiriloikka, joka käynnistyy yli kahden sekunnin pulssista.

Jännitepulsstin kesto on ylittänyt kaksi sekuntia ja esitystila on käynnistynyt. Esitystila kestää kerrallaan kaksi tuntia jonka jälkeen valaistus palautuu normaalitilaan. Esitystila on mahdollista sulkea myös manuaalisesti painamalla painokytintä yhtäjaksoisesti 3,5 sekuntia, jonka jälkeen valaistus palaa normaalitilaan.



Kuva 21 Esitystila lähempää tarkasteltuna.

Kuvan 21 tulon I4 aktivoituessa myös B051 On-delay -relelohko aktivoituu. On-delay -lohko B051 päästää tiedon eteenpäin, kun tieto on tullut katkeamatta yli kahden sekunnin ajan. Siirtynyt tieto matkaa RS-kiikun B052 SET-koskettimelle. RS-kiikun käynnistyessä tieto kulkee pyyhkäisyreleelle B062, johon asetettu kahden tunnin ajastin.



Kuva 22 Taukotilan esitystilan ohjelma lähempää tarkasteltuna.

Kuvasta 21 nähdään, että pyyhkäisyrele lähettää pulssia kaksi tuntia OR-lohkolle B063 ja siitä XOR-lohkolle B045. XOR-lohko B045 jatkaa tiedon lähdölle Q3, mutta koska aiemmin mainittu RS-kiikku B062 on päällä, pitää se myös pulssireleen B055 RESET -

kosketinta päällä. Pulssirele B055 estää tiedon kulkemisen ensin XOR-lohkolle B061 ja siitä eteenpäin lähdölle Q4. Tässä tilanteessa valaistuksesta on ainoastaan puolet päällä.

Ohjelmoin jokaiselle lähdölle lisäksi mahdollisuuden painikeohjaukseen, jotta logiikalta on tarvittaessa mahdollista hallita valaistusta vaikka ohjelma on käynnissä. Kuvassa 25 näkyvät lohkot F3 ja F4 merkitsevät päälle/pois -painikkeita. Koska painikkeet ovat palautuvia, F3 ja F4 jatkavat tiedon ensin pulssireleiden trigger -koskettimiin, jotka tekevät painikkeista päälle/pois -periaatteella toimivia. Pulssireleiltä tieto jatkaa XOR-porttien kautta lähdöille Q3 ja Q4.

5.6 Ohjelman syöttäminen logiikkaan ja käyttöönotto

Tietokoneelle, josta ohjelma siirrettiin luotiin verkko-osoite muotoa 192.168.100.1. Siemens Logo!:n verkko-osoitteeksi luotiin 192.168.100.10. Tämän jälkeen ohjelma siirrettiin Ethernet -kaapelilla logiikkaan. Soft Comfort 8.0 -ohjelman online -simulointitilassa oli mahdollista ohjata valaistusta suoraan tietokoneelta ja tehdä viime hetken varmistuksen ohjelman toimivuudesta. Ohjelman syöttämisen jälkeen järjestelmä oli heti käyttövalmis ja valaistus toimi juuri kuten tehdyssä ohjelmassa.

6 Loppusanat ja projektin arviointi

Projektissa tehtiin LV-, IV, ja sähköurakoiden lisäksi valaistuksen ohjaus ohjelmoitavalla pienlogiikalla, joka saatettiin käyttöohjeineen asiakkaan käyttöön. Ohjeet sisälsivät valaistuksen toimintaselostuksen ja tilakohtaiset ohjetarrat kytkimien läheisyydessä. Käyttöjännitteeltään 230 V:n ohjelmoitava logiikka asennettiin suoraan ryhmäkeskuksen Din-kiskoon, joten valaistuksen ohjauksen ohittaminen on tarvittaessa helppoa. Varmuuskopion lataaminen on yksinkertaista, joten ohjelman muutostyöt ovat myös helposti tehtävissä.

Projekti sujui hyvin ja pysyi aikataulussa. Minulle tämä oli ensimmäinen tämän kokoluokan projekti eikä kokemuspohjaa tällaisesta urakoinnista juuri ollut. Haasteita tuotti monen päällekkäisen projektinosan hallinta ja aikataulussa pysyminen. Joillakin tavarantointimittajilla kesäajan toimitusajat olivat poikkeavia, mikä teki aikataulussa pysymisestä haasteellista.

Kuten aikaisemmin mainittiin, tein ohjelmointityötä ensimmäistä kertaa. Jälkeenpäin ajateltuna asioita olisi voinut hoitaa hieman toisin ja helpommin. Ohjelmointi toimi kuitenkin hyvänä opetuksena tulevaisuuden tilanteiden varalle, joissa tällaisesta osaamisesta voi olla hyötyä. Siemens logo 230 RCE -moduuli ja Soft comfort 8.0 osoittautuivat lopulta erittäin monipuolisiksi työkaluiksi, jolla on mahdollista tehdä helposti pieniä käytännön ohjausprojekteja. Soft Comfort 8.0 tarjosi käyttöliittymän, jonka vuoksi ohjelmointia oli pienen perehtymisen jälkeen helppo ymmärtää.

Lähteet

- 1 Värjä Pertti., Mikkola, Jukka-Matti. 1995. Ohjelmoitavat Logiikat
- 2 Siemens Logo!, käsikirja. Verkkoaineisto. <http://www.siemens.fi/pool/products/industry/iadt_is/tuotteet/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat/logo/logo_0ba6_ba7_web.pdf>. Luettu 5.7.2017
- 3 Haltsonen, Seppo; Levomäki, Jaakko; Rautanen, Esko. 2013. Digitaalitekniikka. 4., uudistettu painos. Porvoo: Bookwell Oy
- 4 Valaistustieto. Energiatehokas valaistus. Verkkoaineisto. <<https://valaistustieto.fi/energiatehokas-valaistus/>>. Luettu 15.6.2017.
- 5 Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry., Suomen valoteknillinen seura ry. 1998. Lamput ja valaisimet
- 6 Kallioharju, Kari. 2012. DALI-koulutus, teoriaosio. Verkkoaineisto. Tampereen ammattikorkeakoulu. <http://www.oamk.fi/~kurki/Valaistustekniikka/DALI_teoria_joulu2014.pdf>. Luettu 4.7.2017

