



Savunpoistojärjestelmä

Suunnittelu, ohjelmointi ja tehdastestaus

Jaakko Heinonen

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2022

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Automaatiotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Automaatiotekniikka

HEINONEN, JAAKKO:
Savunpoistojärjestelmä
Suunnittelu, ohjelmointi ja tehdastestaus

Opinnäytetyö 43 sivua, joista liitteitä 9 sivua
Toukokuu 2022

Tämän opinnäytetyön ensisijaisena tavoitteena oli toteuttaa asiakkaan vaatimukseen sopiva savunpoistojärjestelmä. Opinnäytetyön toissijaisena tavoitteena oli esittää järjestelmän toteutuksen vaiheet sähkösuunnittelusta, ohjelmoinnista sekä tehdastestauksesta. Työ tehtiin yhteistyössä JIS-Automationin kanssa, jolta savunpoistojärjestelmä oli tilattu.

Työn teoriaosuudessa perehdyttiin savunpoiston tehtäviin, erilaisiin savunpoistomenetelmiin sekä näiden keskeisiin eroihin. Lisäksi selvitettiin, millainen savunpoistojärjestelmä on tarpeellinen millaisessakin kohteessa.

Järjestelmän suunnitteluvaiheessa perehdyttiin asiakkaan toimittamiin vaatimukseen sekä tilatun järjestelmän ja tulevien toimilaitteiden lähtötietoihin. Tässä vaiheessa pohdittiin, millaisia komponentteja sekä laitteita järjestelmän ohjauskeskukseen vaaditaan, jotta kaikki toiminnallisuudet saadaan toteutettua. Suunnitteluvaiheessa tutustuttiin myös johtimien sekä johdonsuojakatkaisijoiden mitoitukseen.

Ohjelmointivaiheessa toteutettiin järjestelmää ohjaava logiikkaohjelma. Tässä vaiheessa esitettiin erilaisten toimilaitteiden ohjauksia sekä järjestelmän turva- ja valvontaominaisuuksia.

Tehdastestausvaiheessa järjestelmän kytkennät sekä ohjelman oikea toiminta todennettiin siihen soveltuvilla menetelmillä, jonka jälkeen järjestelmä oli valmis asiakkaalle siirtoon.

Työn tuloksena asiakkaalle saatiin toimitusvalmis savunpoistojärjestelmä, sen piirikaavio sekä logiikkaohjelma. Luottamuksellinen aineisto on poistettu julkisesta raportista.

Asiasanat: savunpoistojärjestelmä, savunpoisto, suunnittelu, logiikkaohjelmointi, tehdastestaus

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical Engineering
Automation Engineering

HEINONEN, JAAKKO:
Smoke Ventilation System
Designing, Programming and Factory Acceptance Testing

Bachelor's thesis 43 pages, of which appendices 9 pages
May 2022

The primary objective of this thesis was to implement a smoke ventilation system suitable for the customer's requirements. The secondary objective of this thesis was to present the electrical designing, programming, and factory acceptance testing stages of the system. The system depicted in this thesis was ordered from JIS-Automation and was made in collaboration with them.

In the theoretical part of this thesis, the tasks of smoke ventilation, different methods and main differences between the methods were examined. Additionally, it was researched what kind of smoke ventilation system is required for any kind of site.

In the designing stage, the requirements, and the initial information on the scope of the system and actuators provided by the customer were examined. At this stage, it was considered what kind of components were needed in the control center in order to implement all the necessary functionalities. During this stage, the dimensioning of cables and circuit breakers were also studied.

In the programming part of this thesis, the logic program controlling the system was designed. Presented in this stage are the controls for different actuators, as well as systems security and monitoring functionalities. In the factory acceptance testing, the correct wiring of the of the control center and the functionality of the system were tested.

The results of this thesis were the delivery ready smoke ventilation system, it's circuit diagram and the logic program. Confidential material has been removed from the public report.

Key words: smoke ventilation system, smoke ventilation, designing, logic programming, factory acceptance testing

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	SAVUNPOISTO	7
	2.1 Rakennusten paloturvallisuusasetus 848/2017 § 42	7
	2.2 Savunpoiston tasot 1, 2 ja 3	8
	2.3 Savunpoistojärjestelmien tyypit	9
3	SUUNNITTELU	11
	3.1 Lähtötiedot	11
	3.2 Komponenttien valinta	12
	3.2.1 Releet	12
	3.2.2 Kontaktorit	15
	3.2.3 Ohjelmoitava logiikka	15
	3.2.4 Virtalähde	17
	3.2.5 Johtimet ja johdonsuojakatkaisijat	18
4	OHJELMOINTI	25
	4.1 Toimintojen kartoittaminen	25
	4.2 Ohjelman rakenne	25
	4.3 Toimilaitteiden ohjelmointi	26
	4.4 Testikäyttötilan ohjelmointi	28
	4.5 Toimintavalmius	29
5	TEHDASTESTAUS	31
6	YHTEENVETO	33
	LÄHTEET	34
	LIITTEET	35
	Liite 1. Toiminta-/säätökaavio	35
	Liite 2. Puhaltimien tekniset tiedot	37
	Liite 3. Piirikaavio	39
	Liite 4. Logiikkaohjelma	39
	Liite 5. Omron CP1E-N20DR-D tekniset tiedot	40
	Liite 6. DELTA DRL-24V75W1AZ tekniset tiedot	41
	Liite 7. Merkkilampun tekniset tiedot	42
	Liite 8. Releen tekniset tiedot	43

LYHENTEET JA TERMIT

VAK	Valvonta-alakeskus
RAU	Rakennusautomaatio
SPOK	Savunpoiston ohjauskeskus
SPLK	Savunpoiston laukaisukeskus

1 JOHDANTO

Savunpoistojärjestelmät ovat tärkeä osa rakennusten paloturvallisuutta. Niiden tarkoituksena on johdattaa myrkylliset palokaasut halitusti pois rakenteista, jotta saataisiin minimoitua ihmisille, esineille ja rakenteille syntyvät vahingot. Niiden avulla myös turvataan palokunnan toimintaa. Savunpoistomenetelmiä on pääasiassa kahdenlaisia, painovoimaisia ja koneellisia. Koneellinen savunpoisto täytyy aina mitoittaa. Tässä opinnäytetyössä ei perehdytä savunpoiston mitoitukseen.

Tämä opinnäytetyö käsittelee savunpoistojärjestelmien suunnittelua, ohjelmointia sekä tehdastestausta. Opinnäytetyö on tehty yhteistyössä JIS-Automationin kanssa, jolta savunpoistojärjestelmä oli tilattu. Opinnäytetyön tavoitteena on siis suunnitella ja ohjelmoida toimiva pieni savunpoistojärjestelmä ja todeta sen toimivuus tehdastestauksella. Suunnittelun pohjana toimii asiakkaan toimittamat lähtötiedot.

Savunpoistojärjestelmän suunnittelussa tarkastellaan ensin kokonaisuutta ja esitellään lähtötietoja järjestelmän vaatimuksista. Tämän jälkeen valitaan ohjauskomponentit ja suojauslaitteet mitoitetaan tarvetta vastaaviksi. Suunnittelun viimeisenä vaiheena piirretään keskuskuvat.

Suunnittelun jälkeen siirrytään järjestelmän logiikkaohjelmointiin, joka toteutetaan Omron CX-Programmer sovelluksella. Ohjelmointivaiheessa tarkastellaan millaisia asioita, sekä ominaisuuksia ohjelmoitaessa tulee ottaa huomioon, jotta järjestelmä on turvallinen sekä varmatoiminen niin käyttöönoton kuin tositilanteen aikana. Tehdastestauksessa testataan kaikki järjestelmän toiminnallisuudet ja todetaan järjestelmän oikeanlainen toiminta.

2 SAVUNPOISTO

Savunpoistolla tarkoitetaan menetelmää, jolla palotilanteessa syntyvät savukaasut saadaan poistettua rakennuksen sisätiloista. Yksinkertaisimmillaan savunpoisto voi olla rakennuksen ikkunan tai oven avaamista käsin. Tämä on usein riittävää pienissä rakennuksissa, kuten asuintaloissa. Savunpoiston tarve kuitenkin kasvaa mitä suuremmiksi rakennukset sekä niissä asuva tai työskentelevä ihmismassa kasvaa. Tätä tarvetta varten suunnitellaan savunpoistojärjestelmiä. Savunpoistojärjestelmillä voidaan tehostaa savunpoistoa ja tällä tavalla pelastaa ihmishenkiä, vähentää omaisuus- ja rakennevahinkoja sekä helpottaa palokunnan työtä. Savunpoistojärjestelmien tarkoitus on palotilanteessa ensisijaisesti varmistaa poistumisturvallisuus. Etenkin suurissa tiloissa, joissa poistumismatkat voivat olla pitkiä, palo voi kehittyä ja levitä siten, että savukaasut sulkevat poistumisreitit. Savunpoistolla voidaan palavaan huoneistoon tai tilaan luoda vyöhyke, jossa ilma on hengityskelpoista niin kauan, että ihmiset ehtivät poistua tilasta. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2020, 13–14, 17–18.)

2.1 Rakennusten paloturvallisuusasetus 848/2017 § 42

Savunpoistosta määrätään ympäristöministeriön rakennusten paloturvallisuusasetuksessa 848/2017 pykälässä 42.

Rakennuksiin on suunniteltava ja rakennettava sen tiloihin soveltuva mahdollisuus savunpoistoon sammutus- ja pelastustoiminnan tehostamiseksi. Korvaavan ilman sekä savunpoiston mahdollisuus on järjestettävä osastoituihin uloskäytäviin sekä hissikuiluihin. Kellarikerrosten savunpoisto on järjestettävä niin, ettei osastoituja uloskäytäviä sekä sammutusreittejä käytetä savunpoistamiseen. Perustelluista syistä savunpoiston järjestämiseen voidaan käyttää erityistoimenpiteitä, joihin kuuluu savunpoistopuhaltimet, savunpoistoluukut sekä savunpoistoikkunat tai helposti avattavat huoneiden yläosassa sijaitsevien ikkunoiden avulla. (Rakennusten paloturvallisuusasetus 848/2017.)

2.2 Savunpoiston tasot 1, 2 ja 3

Savunpoiston toteutus voidaan suunnittelua helpottamiseksi jakaa kolmeen tasoon. Näissä tasoissa määritetään, savunpoistomenetelmien käyttökohteet, käytetty laitteisto sekä vähimmäisvaatimukset.

Savunpoistotaso 1

Savunpoistotason 1 tarkoitus on pelastus- ja sammutustoiminnan tehostaminen. Savunpoisto voidaan toteuttaa tämän tason mukaisesti, kun rakennusten poistumistiet, osastointi sekä rakennusten ja rakenteiden luokkavaatimukset täyttyvät, eikä omaisuuden tai henkilöturvallisuuden suojelun vuoksi ole tarpeellista käyttää korkeampaa savunpoisto tasoa. Rakennusten ja rakenteiden luokkavaatimuksesta määrätään rakennusten paloturvallisuusasetuksessa. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2020, 41–42.)

Savunpoistotasolla 1, savunpoisto toteutetaan käyttäen tavallisia ikkunoita sekä ovia. Tässä tasossa savunpoistoa ei tarvitse mitoittaa, riittää että tarkistetaan palokunnalla olevan mahdollisuus poistaa savukaasut palotilasta ikkunoiden tai ovien kautta suoraan tai muiden tilojen kautta. Suuruusluokan 100 m² ja pienempien tilojen savunpoistotaso on 1. Tasoon 1 kuuluvia tiloja ovat esimerkiksi tavanomaiset asuin- ja toimistohuoneistot, asuinkerrostalojen irtaimistovarastot ja tavanomaiset työpaikkatilat sekä yksikerroksiset teollisuushallit. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2020, 41–42.)

Savunpoistotaso 2

Savunpoistotason 2 tarkoituksena on pelastamisen tehostaminen sekä sammutustyön turvaaminen. Tässä tasossa savunpoisto järjestetään erityistoimenpitein käyttämällä savunpoistoon suunniteltuja toimilaitteita. Tällaisia toimilaitteita ovat savunpoistoluukut, savunpoistoikkunat sekä savunpoistopuhaltimet. Tasoa 2 käytetään silloin, kun halutaan välttää suuret omaisuus ja ympäristöriskit sekä vaaditaan turvallisia olosuhteita sammutustyön onnistumiseksi. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2020, 43–44.)

Savunpoiston toimilaitteiden ohjaamista varten suunnitellaan savunpoistojärjestelmiä. Järjestelmän avulla voidaan helposti hallita suurten rakennusten mahdollisesti moniosaista savunpoistoa ja laukaista haluttaessa vain tarpeellisen alueen savunpoisto. Savunpoistojärjestelmä tulee olla laukaistavissa käsin savunpoistonlaukaisukeskuksesta ja laukaisukeskuksen läheisyydessä tulee olla kartta savunpoiston vaikutusalueista. Savunpoistotasoon 2 kuuluvia tiloja ovat asuinrakennusten porrashuoneet, maantason alapuolella olevat kerrokset, isot tuotantotilat ja varastorakennukset sekä sairaalat. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2020, 43–44.)

Savunpoistotaso 3

Savunpoistotason 3 tarkoitus on turvata henkilöiden poistuminen rakennuksesta palon alkuvaiheessa. Tätä savunpoistotasoa voidaan vaatia etenkin tiloissa, joissa poistumismatkat ovat pitkiä. Taso ei itse savunpoistotoimilaitteiden kannalta eroa tasosta 2, mutta tason 3 savunpoisto tulee olla automaattisesti käynnistyvä. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2020, 45.)

Savunpoistotason 3 järjestelmän tulee käynnistyä esimerkiksi savuilmamittaimen antaman herätteen perusteella, tilassa, josta heräte tulee. Järjestelmän tulee olla myös käsin laukaistava, kuten tason 2 järjestelmän. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2020, 45.)

2.3 Savunpoistojärjestelmien tyypit

Savunpoistomenetelmät voidaan jakaa kahteen luokkaan: painovoimaiseen sekä koneelliseen. Rakennuksen suunnitteluvaiheessa palotekninen suunnittelija päättää, millaista savunpoistoa rakennukseen tarvitaan sekä koneellisen savunpoiston tilanteessa mitoittaa tämän. Savunpoistojärjestelmillä voidaan käyttää samanaikaisesti molempia menetelmiä.

Painovoimaisessa savunpoistossa käytetään hyödyksi savukaasujen kuumudesta johtuvaa taipumusta nousta ylöspäin. Savun noustessa tilan katonrajaan voidaan ne poistaa kattoon tai seinän yläosaan asennettavan savunpoistoluukun kautta. Painovoimaista savunpoistoa voidaan tehostaa avaamalla mahdollisia

lattiatasossa olevia ikkunoita sekä ovia, joista tilaan voidaan tuoda korvausilmaa. Tällöin ovista ulkoa tuleva viileämpi ilma puskee kuumia kaasuja tehokkaammin kohti savunpoistoluukkuja. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2020, 62.)

Koneellisessa savunpoistossa savukaasujen poistoa tehostetaan rakennuksen kattoon sekä seinän yläosiin asennetuilla savunpoistopuhaltimilla sekä korvausilmapuhaltimilla. Savunpoistopuhaltimen tarkoitus on poistaa tilasta suuria määriä ilmaa ja tämän mukana savukaasuja. Tämä prosessi kuitenkin aiheuttaa tilaan alipainetta, josta voi muodostua ongelmia etenkin, jos savunpoisto toteutetaan savunpoistokanavien kautta. Alipaineen kasvaessa liian suureksi savunpoistokanava voi esimerkiksi puristua kasaan ja tippua. Tämän myötä se on myös henkiloturvallisuusriski. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2020, 63.)

Etenkin alipaineen vuoksi koneellista savunpoistoa käytettäessä on erityisen tärkeää huolehtia korvausilman tuonnista tilaan, josta savua poistetaan. Monissa tapauksissa korvausilman tarve voidaan täyttää pelkän ulko-oven tai ikkunan avaamisella. Joissain tapauksissa tämä ei kuitenkaan ole riittävää, jolloin korvausilman tuonnin tehostamiseksi on syytä käyttää korvausilmapuhallinta. Tällaisia tapauksia voivat olla sellaiset, joissa riittävää painovoimaista korvausilmaa ei pystytä varmistamaan tai korvausilman tuontia halutaan muista syistä tehostaa. Syitä tehostamiseen voi olla poistumisreittien turvallisuuden parantaminen. Korvausilma puskee kuumia savukaasuja ylös, jolloin se auttaa luomaan hengityskelpoisen vyöhykkeen poistumisen ajaksi.

3 SUUNNITTELU

Savunpoistojärjestelmän suunnittelu vaatii monipuolista tietämystä sähkö- sekä automaatiotekniikasta. Suunnitteluvaiheessa suunnittelija toteuttaa savunpoistojärjestelmän SPOK:n sekä SPLK:n suunnittelun. Tähän sisältyy keskusten komponenttien ja laitteiston valinta sekä suojalaitteiden ja johtimien mitoitus. Savunpoistojärjestelmän suunnittelijan tulee olla tietoinen myös ohjelmoitavien logiikoiden ominaisuuksista sekä rajoituksista.

3.1 Lähtötiedot

Savunpoistojärjestelmän suunnittelu alkaa aina lähtötietoihin sekä asiakkaan vaatimukseen tutustumisesta. Lähtötietoina voi tulla säätökaavioita, savunpoiston toimintasuunnitelmia tai palovihko. Kahdesta jälkimmäisestä löytyvät erityisesti ohjelmointivaiheessa erityisen tärkeät tiedot. Näitä tietoja ovat savulohkojen lukumäärä ja niiden tunnuksiset sekä toimilaitteet vaikutusalueineen.

Suunnitteluvaiheessa kuitenkin erityisen hyödyllinen dokumentti on säätökaavio. Säätökaaviossa esitetään kaikki järjestelmän toimilaitteet sekä niiden kytkeytyminen järjestelmään. Tästä kaaviosta voidaan nähdä, millaisia tuloja sekä lähtöjä savunpoistokeskuksen sisältämä ohjelmoitava logiikka tarvitsee. Yleisimmät savunpoistossa sekä ainoat tässä projektissa käytettävät tietotyypit ovat binäärimuotoiset tulot sekä lähdöt. Binäärimuotoisista tuloista käytetään jatkossa termiä indikointi.

Tämän projektin lähtötietoina toimitettiin toiminta-/säätökaavio (Liite 1) sekä tekniset tiedot kohteeseen tulevista savunpoistopuhaltimista (Liite 2). Kaaviossa on esitettyä suunnitelma järjestelmän toiminnasta, sekä toimilaitteet ja niiden kytkeytyminen ohjauskeskukseen. Kaaviossa on esitetty myös savunpoiston ohjauskeskuksen kytkeytyminen VAK:iin.

Säätökaaviosta nähdään, että järjestelmään kuuluu 2 kappaletta savunpoistopuhaltimia ja näiden sääsuojaletkut sekä 1 kappale nosto-ovia. Säätökaaviossa sekä puhaltimien teknisistä tiedoista ilmenee, että molempien puhaltimien

käyttöjännite on 400 V ja teho 7,5 kW. Teknisissä tiedoissa kerrotaan myös puhaltimien luukkujen avaajamoottorien käyttöjännitteeksi 230 V ja tehoksi 60 W. Avaajamoottoreita luukussa on kaksi kappaletta.

3.2 Komponenttien valinta

Ennen keskuksen sekä piirikaavion piirtämisen aloittamista, on kannattavaa pohdita millaisia komponentteja ja kuinka paljon järjestelmään tarvitaan. Etenkin jos suunnittelija itse valitsee järjestelmään käytettävän kojekaapin, on syytä tietää, kuinka paljon tilaa komponentit vaativat. Tätä projektia varten kojekaappi oli kuitenkin jo valmiiksi valittu.

Savunpoistokeskuksissa on harvoin monia erityyppisiä komponentteja. Esimerkiksi tässä projektissa on vain neljää erityyppistä komponenttia: releitä, joilla ohjataan laitteita sekä tuodaan tietoja logiikalle, kontaktoreita, joilla ohjataan savunpoistopuhaltimia, johdonsuojakatkaisijoita, joilla suojataan kaapeleita liian suurilta virroilta sekä pääkytkin. Muita järjestelmään valittavia laitteita ovat logiikka sekä 24 VDC virtalähde logiikalle ja 24 VDC jännitteellä toimiville laitteille. Komponenttien valinnan yhteydessä on myös hyvä mitoittaa järjestelmän johtimien poikkipinta-alat, sillä tämä vaikuttaa suoraan johdonsuojakatkaisijoiden valintaan.

3.2.1 Releet

Releet ovat eräänlaisia sähköohjattavia kytkimiä, joiden toiminta perustuu sähkömagneettiin. Kun sähkömagneetille tuodaan virtaa, vetää se releen sisällä olevan kontaktin kiinni, jolloin releen läpi pääsee kulkemaan virtaa. Kun releen sähkömagneetilta katkaistaan virta, aukeaa releen sisällä oleva kontakti ja virran kulku releen läpi estyy. Releitä voidaan käyttää myös käänteiseen ohjaukseen, jolloin sähkömagneetin aktivoituessa, releen kontakti aukeaa ja virran kulku releen läpi estyy. Releiden avulla voidaan ohjata korkeajännitteisiä piirejä matalammalla jännitteellä. Releiden valinnassa on kaksi vaikuttavaa tekijää: jänniteluokitus sekä tarvittavien koskettimien määrä. Jänniteluokitus määräytyy relettä ohjaavan piirin jännitteen mukaan. (Yleiselektroniikka n.d.)

Releet ovat oleellinen osa savunpoistojärjestelmien toimintaa. Releillä ohjataan savunpoistopuhaltimia lukuun ottamatta kaikkia järjestelmän toimilaitteita, joilta myös tuodaan tilatietoja logiikalle omien releidensä välityksellä. Releiden avulla myös viedään tietoja järjestelmän ulkopuolelle esimerkiksi RAU:lle tai VAK:lle. Tässä järjestelmässä releitä vaaditaan puhaltimien luukkujen ohjauksiin, merkkilampun ohjaukseen, VAK tietojen ohjaukseen, sekä erilaisten tilatietojen välittämiseen logiikalle.

Yhden puhaltimen sääsuojaluukun ohjausta varten tarvitaan kaksi relettä. Toisella releellä ohjataan luukku auki ja toisella kiinni. Luukkuja ohjataan ohjelmoitavalla logiikalla 24 VDC jännitteellä ja ohjaukseen vaaditaan releitä yksi kosketin. Näiden tietojen perusteella releiksi valitaan siis yhden koskettimen 24 VDC releet, joita tarvitaan yhteensä 4 kappaletta luukkujen ohjaamiseksi.

Luukuilta tuodaan logiikalle kiinni-tilatiedot. Tilatiedon tuomiseksi tarvitaan yksi rele luukku kohti. Luukkujen tilatiedot on toteutettu tavallisesti laitteessa olevilla potentiaalivapailta mikrokytkimillä. Tämä tarkoittaa sitä, että savunpoistokeskuksesta tulee viedä jännite luukun mikrokytkimelle, josta se tuodaan takaisin releelle. Kun mikrokytkin sulkeutuu, päästää se jännitteen läpi, jolloin keskuksessa oleva rele aktivoituu ja logiikka saa tämän kautta tiedon. Luukkujen tilatietoihin käytetään tavallisesti 24 VDC jännitettä ja tiedon viemiseksi logiikalle tarvitaan yksi kosketin. Näiden tietojen perusteella releiksi valitaan siis yhden koskettimen 24 VDC releet, joita tarvitaan yhteensä kaksi kappaletta.

Savunpoistopuhaltimissa on tavallisesti turvakytkimet. Savunpoistojärjestelmissä näiden tilaa halutaan valvoa, sillä turvakytkimen ollessa OFF-asennolla järjestelmä ei voi käynnistää puhallinta, eikä järjestelmä tällöin ole toimintakykyinen. Turvakytkimillä on potentiaalivapaa apukosketin, jonka avulla tämä valvonta voidaan toteuttaa. Kuten puhaltimen sääsuojaluukun tilatiedossa, myös turvakytkimen tilatietoon voidaan käyttää 24 VDC jännitettä ja tiedon viemiseksi logiikalle tarvitaan vain yksi kosketin. Näiden tietojen perusteella releiksi valitaan yhden koskettimen 24 VDC releet, joita tarvitaan yhteensä kaksi kappaletta.

Savunpoistojärjestelmissä tyypillisesti valvotaan syöttävän sähköverkon vaiheiden toimivuutta. Vaiheiden toiminnan valvominen on tärkeää, sillä yhdenkin vaiheen vikaantuessa järjestelmä ei toimi oikein tai ei lainkaan. Myös vaiheiden valvonta voidaan toteuttaa releiden avulla. On kuitenkin huomioitava, että kolmesta vaiheesta vain kahta on valvottava. Tämä johtuu siitä, että jos ohjelmoitavalle logiikalle virtaa syöttävä vaihe vikaantuu, sammuu logiikka, jolloin koko järjestelmä sammuu. Relettä ohjaa vaiheissa kulkeva 230 VAC jännite ja tiedon logiikalle viemiseen tarvitaan yksi kosketin. Näiden tietojen perusteella releiksi valitaan kaksi yhden koskettimen 230 VAC relettä.

Tähän asti kaikki järjestelmään valitut releet ovat olleet yksi koskettimisia. Joissain ohjaustilanteissa yhden koskettimen rele ei kuitenkaan ole riittävä. Esimerkiksi tässä järjestelmässä samalla releellä ohjataan keskuksessa olevaa merkkilamppua, jonka käyttöjännite on 24 VDC sekä keskuksen ulkopuolelle vietävää tilatietoa, joka jätetään keskuksen päässä potentiaalivapaaksi, sillä tämän jännite tulee keskuksen ulkopuolelta. Kaksi koskettimisen releen avulla voidaan siis ohjata kahta toisistaan erillistä virtapiiriä. Relettä ohjataan logiikalla 24 VDC jännitteellä, joten releeksi valitaan kahden koskettimen 24 VDC rele.

Tavallisesti savunpoistojärjestelmissä ei tarvitse käyttää muita kuin yhden tai kahden koskettimen releitä. Asiakas oli kuitenkin toivonut järjestelmään muutamia vapaaksi jätettäviä potentiaalivapaita ohjauksia, jotka aktivoituvat savunpoiston käynnistyessä. Näitä ohjauksia voidaan käyttää savunpoiston laukaisutiedon viemiseen VAK:lle tai esimerkiksi erilaisten toimilaitteiden ohjaamiseen. Lähtötietojen mukana tulleessa säätökaaviossa oli esitettyä nosto-ovi, joka savunpoiston käynnistyessä avataan tämän releen avulla.

Pyynnön vuoksi järjestelmään päädyttiin laittamaan kaksi kappaletta neljän koskettimen releitä. Releitä ohjataan logiikalla. Vaikka kaikki muut järjestelmän logiikalla ohjattavat releet ovat olleet 24 VDC jännitteellä ohjattavia, valittiin nelikoskettimisten releiden ohjausjännitteeksi 230 VAC.

3.2.2 Kontaktorit

Kontaktorit ovat toimintaperiaatteeltaan samankaltaisia releiden kanssa. Itseasiassa ainoa käytännön ero kontaktoreiden ja releiden välillä on, että kontaktoreilla ohjataan suuritehoisia ja tavallisesti kolmivaiheisia virtapiirejä (JF-Parede n.d.). Kontaktorit ovat usein 230 VAC ohjattavia laitteita, joskin niistäkin löytyy 24 VDC ohjattavia malleja. Kontaktoreilla ohjattavia laitteita tässä järjestelmässä ovat savunpoistopuhaltimet.

Kontaktoreiden valintaan tässä projektissa vaikuttaa niillä ohjattavien savunpoistopuhaltimien teho sekä se, että kontaktorissa on apukosketin. Apukosketin toimii samalla tavalla kuin mikä tahansa tavallisen releen kosketin. Apukosketin on tärkeä, sillä sen avulla voidaan viedä kontaktorin tilatieto logiikalle ja vahtia kontaktorin toimintaa. Koska järjestelmän savunpoistopuhaltimet ovat teholtaan 7,5 kW, valitaan kontaktoreiksi tälle teholle sopiva kolmivaiheinen 230 VAC kontaktori, jossa on apukosketin.

3.2.3 Ohjelmoitava logiikka

Ohjelmoitavat logiikat ovat eräänlaisia tietokoneita, joiden avulla voidaan toteuttaa erilaisia automaatiojärjestelmiä. Logiikoilla voidaan toteuttaa lähes millainen automaatiojärjestelmä tahansa. Logiikat ovat kuitenkin erinomaisia tämän projektin savunpoistojärjestelmän kaltaisten automaatiojärjestelmien toteuttamisessa yksinkertaisen toimintansa ja nopean ohjelmoitavuutensa ansiosta.

Logiikat koostuvat tavallisesti keskusyksiköstä sekä tulo- ja lähtöporteista. Keskusyksikössä tapahtuu ohjelman suoritus. Keskusyksikössä on myös logiikan ohjelmointiin vaadittava portti sekä mahdolliset liitännät kenttäväyliin, kuten Profibus DP:seen tai Modbus:iin.

Logiikan liittäminen automaatiojärjestelmien toimilaitteisiin tapahtuu tulo- sekä lähtöporttien avulla. Nämä portit voivat olla keskusyksikköön integroituja tai erillisiä moduuleita. Tuloja sekä lähtöjä on kahta eri päätyyppiä: analogisia sekä digitaalisia.

Analogiset tulot sekä lähdöt voivat saada erilaisia arvoja omilla toiminta-alueillaan. Nämä arvot välitetään logiikalle virta- tai jänniteviestinä. Analogiset tulot sekä lähdöt ovat tarpeellisia silloin, kun halutaan ohjata jonkin toimilaitteen asentoa portaattomasti tai kun halutaan mitata vaikkapa huoneen lämpötilaa. Analogisia tuloja ei oikeastaan käytetä savunpoistojärjestelmissä. Analogisia ohjauksia voidaan tarvittaessa kuitenkin käyttää esimerkiksi taajuusmuuttajalla ohjattavien savunpoistopuhaltimien pyörimisnopeuksien säätämiseen.

Digitaalisilla tuloilla sekä lähdöillä on vain kaksi mahdollista arvoa: 0 tai 1. Nämä soveltuvat erinomaisesti laitteiden tilatiedon lukemiseen sekä tilan vaihtamiseen. Digitaaliset tulot käyttävät tavallisesti 24 VDC jännitettä, jolloin 24 VDC tulkitaan logiikassa arvoksi 1 ja 0 VDC arvoksi 0. Tässä järjestelmässä käytetään vain digitaalisia tuloja sekä lähtöjä.

Yrityksen käytössä on pääasiassa Omronin teollisuustason logiikoita. Tämän vuoksi logiikan valintaan tätä projektia varten vaikuttaa vain tulojen sekä lähtöjen riittävä määrä.

Aiemmissa kappaleissa oli esiteltynä jo joitakin logiikan ohjauksia sekä tulevia tilatietoja. Näihin lukeutuivat savunpoistopuhaltimien ja luukkujen ohjaukset sekä luukkujen, kontaktorien, turvakytkimien ja vaiheiden tilatiedot. Näiden lisäksi tuloportteja tarvitaan savunpoiston laukaisulle, testikäytön aktivoimiselle sekä tilatietojen valvonnalle. Koska vaiheiden valvonta yhdistetään yhteen tuloon ja puhaltimien turvakytkinten tilatiedot yhdistetään yhteen tuloon, saadaan digitaalisten tulojen tarpeeksi 9 kappaletta.

Puhaltimien luukkujen auki ohjaukset voidaan yhdistää samaan lähtöön kuin myös kiinni ohjaukset. Sen sijaan puhaltimien ohjaukset täytyy pitää erillään porrastetun käynnistyksen vuoksi. Näiden lisäksi lähdöt tarvitaan keskuksen toimintavalmiudesta ilmoittavalle merkkilampulle, puhaltimien toimintalampulle sekä niin kutsutulle ”Laukaisu tapahtunut” tiedolle, jonka avulla ohjataan yhtä nosto-ovea sekä viedään tieto laukaisusta VAK:lle. Digitaalisten lähtöjen tarpeeksi muodostuu 7 kappaletta.

Näiden tietojen perusteella voidaan yrityksen valikoimasta valita logiikka, joka parhaiten vastaa näitä tarpeita. Logiikaksi valittiin Omronin CP1E-N20DR-D mallinen logiikka. Tässä logiikassa on integroituna 12 kappaletta digitaalisia tuloja sekä 8 kappaletta digitaalisia lähtöjä. Tässä siis jää myös kolme tuloa sekä yksi lähtö vielä tarvittaessa varalle.

3.2.4 Virtalähde

Savunpoistojärjestelmän syöttävän kolmivaiheisen verkon pääjännite on 400 VAC, jossa yhden vaiheen jännite on 230 VAC. Tämä ei sovellu laitteille, joiden käyttöjännite on 24 VDC. Näitä laitteita ovat logiikka, keskuksen merkkilamppu, 24 VDC releet sekä logiikan tuloihin yhdistettävät laitteet. Sopivan kokoisen virtalähteen valitsemiseksi tulee tietää 24 VDC laitteiden kokonaistehonkulutus. Laitteiden tehonkulutus on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. 24 VDC laitteiden määrät ja tehonkulutukset

Laite	Kappalemäärä	Teho (W/kpl)
Logiikka	1	13
Merkkilamppu	4	0,48
Rele	9	0,5

Taulukossa 1 esitettyjen tehonkulutusten perusteella voidaan laskea kokonaisteho P_k seuraavasti:

$$P_k = 13 \text{ W} + 4 \cdot 0,48 \text{ W} + 9 \cdot 0,5 \text{ W}$$

$$P_k = 19,42 \text{ W}$$

Laskelman mukaan järjestelmään riittäisi 20 W virtalähde. Virtalähteitä ei kuitenkaan elinkaaren pituuden säilyttämisen vuoksi kannata mitoittaa tasan kulutusarpeen mukaan. Myös mahdolliset lisäykset järjestelmään on hyvä ottaa huomioon, ettei virtalähdettä jouduta heti vaihtamaan. Tästä syystä järjestelmälle sopiva virtalähde olisi esimerkiksi 30 W 24 VDC virtalähde. Savunpoistokeskuksen valmistuksen aikana kuitenkin pienitehoisin virtalähde varastossa oli 75 W. Tämän vuoksi myös järjestelmän piirikaavioon (liite 3) on piirretty 75 W virtalähde.

3.2.5 Johtimet ja johdonsuojakatkaisijat

Oikean johtimen poikkipinta-alan valinta on kaikissa sähkötöissä erittäin tärkeä osa suunnittelua. Liian pienen johtimen valinnalla voi olla pahimmillaan jopa hen- genvaarallisia seurauksia. Jokaisella kaapelikoolla on asennustavasta riippuen tietty suurin virta, jonka johdin kestää. Jos tämä virta ylittyy, voi virran aiheuttama lämpö esimerkiksi sulattaa johtimen, josta syntyy merkittävä paloturvallisuus- sekä sähköturvariski. Näiden riskien vähentämiseksi johtimet on hyvä suojata johdonsuojakatkaisijoilla. Johdonsuojien tarkoitus on vika- tai ylikuormitustilan- teessa suojata virtapiirin johtimia liian suurilta virroilta.

Johtimien sekä johdonsuojien mitoitus ovat riippuvaisia toisistaan, sillä johtimen poikkipinta-ala määrittää, kuinka suurella nimellisvirralla varustettu johdonsuoja- katkaisija voidaan valita, jotta tämä toimii ennen kuin johtimien kuormitettavuus ylitetään. Kaapeleiden mitoituksessa tulee ottaa huomioon kaapelin asennus- tapa. Asennustapoja on neljää erityyppiä, tapa A eli uppoasennus, tapa C eli pinta-asennus, tapa D eli maa-asennus ja tapa E eli ilma-asennus. Jokaisella näistä asennustavoista on omat rajoituksensa suurimmalle sallitulle kuormitetta- vuudelle kullakin johtimen poikkipinta-alalla sekä johtimen materiaalilla. Koska valmiiksi tiedetään, että käytössä on vain kuparisia johtimia, on seuraavassa tau- lukossa (taulukko 2) esitetty vain kuparijohtimien kuormitettavuudet.

TAULUKKO 2. Johtojen kuormitettavuudet (A) eri asennustavoilla (Sähkö- ja urakoitsijaliitto STUL ry 2018, S.226)

Johtimen nimellispoikkipinta (mm ²)	SFS 600:n mukaiset asennustavat			
	A	C	D	E
Kupari				
1,5	14	18,5	26	19
2,5	19	25	35	26
4	24	34	46	36
6	31	43	57	45
10	41	60	77	63
16	55	80	100	85
25	72	102	130	107
35	88	126	160	134
50	105	153	190	162
70	133	195	240	208
95	159	236	285	252
120	182	274	325	292
150	208	317	370	338
185	236	361	420	286
240	278	427	480	456
300	316	492	550	527

Johdonsuojia on standardin SFS-EN 60898 mukaan kolme tyyppiä: B, C sekä D. Jokaisella näistä tyypeistä on erilaiset ominaisarvot, laukaisukäyrät sekä käyttökohteet. Taulukossa 2 on esitetty johdonsuojakatkaisijoiden ominaisarvot tyypeittäin.

TAULUKKO 2. Johdonsuojakatkaisijoiden ominaisarvot (Sähkö- ja urakoitsijaliitto STUL ry. 2018, S. 266)

Laukaisukäyrä ja nimellisvirrat	Terminen laukaisu	Laukaisuaika	Magneettilaukaisu	Laukaisuaika	
B	≤ 63 A	1,13 I _n	> 1 _h	3 I _n	≥ 0,1 s
		1,45 I _n	< 1 _h	5 I _n	< 0,1 s
C	≤ 63 A	1,13 I _n	> 1 _h	5 I _n	≥ 0,1 s
		1,45 I _n	< 1 _h	10 I _n	< 0,1 s
D	≤ 63 A	1,13 I _n	> 1 _h	10 I _n	≥ 0,1 s
		1,45 I _n	< 1 _h	20 I _n	< 0,1 s

Taulukon ensimmäisessä kahdessa sarakkeessa on esitettyä minkä tyyppistä johdonsuojaa kukin rivi koskee ja mikä on johdonsuojan suurin nimellisvirta, jotta seuraavat tiedot pitävät paikkansa. Sarakkeessa terminen laukaisu ja sitä seuraavassa laukaisuaika sarakkeessa on esitetty johdonsuojan nimellisvirran kerroin sekä aika, jonka kuluttua johdonsuojakatkaisija laukeaa virran aiheuttaman lämmön vuoksi. Taulukosta nähdään, että jos johdonsuojan lävitse kulkee jatkuvasti 1,45-kertainen johdonsuojan nimellisvirta, laukeaa johdonsuoja tunnin kuluessa. Terminen laukaisu toimii laitteen ylikuormitussuojana.

Sarakkeessa magneettilaukaisu ja sitä seuraavassa laukaisuaikasarakkeessa on esitettyä johdonsuojan nimellisvirran kerroin sekä aika, jossa johdonsuojakatkaisija laukeaa virran suuruuden vuoksi. Esimerkiksi tyyppin B johdonsuoja 10 A nimellisvirralla laukeaa alle 0,1 sekunnissa, jos tämän suojaaman toimilaitteen virta kasvaa 50 A:iin. Magneettilaukaisu toimii laitteen oikosulkusuojana.

B-tyypin johdonsuojat soveltuvat tyyppiltään resistiivisille kuormille, joilla on pienet käynnistysvirrat. Tällaisia ovat esimerkiksi valaistus- sekä lämmitysryhmät. B-tyypin johdonsuojia ei käytetä tässä savunpoistojärjestelmässä.

C-tyypin johdonsuojat soveltuvat samankaltaisiin sovelluksiin kuin B-tyypin johdonsuojat. Lisäksi C-tyyppi soveltuu myös hieman induktiivisille kuormille sekä kestää paremmin suurempia käynnistysvirtoja. Tässä järjestelmässä C-tyypin johdonsuojia tullaan käyttämään savunpoistopuhaltimien sääsuojualuukkujen sekä 24 VDC virtalähteen suojaamiseen.

D-tyypin johdonsuojat kestävät näistä kolmesta tyyppistä parhaiten suuria käynnistysvirtoja. Tästä syystä ne soveltuvat hyvin savunpoistopuhaltimien sähkömoottoreiden suojaukseen.

Savunpoistojärjestelmässä johtimien mitoitus täytyy tehdä niin keskuksen sisäisille, kuin toimilaitteille meneville johtimille. Johtimien poikkipinta-ala on hyvä merkitä näkyviin piirikaavioon kunkin piirretyn johtimen viereen, jotta keskuksen valmistaja osaa valita oikean johtimen.

Järjestelmän kaikki 24 VDC johtimet on helppo mitoittaa käyttäen apuna järjestelmään valitun 24 VDC virtalähteen teknisiä tietoja (liite 6). Teknisistä tiedoista ilmenee, että virtalähteen suurin syöttämä virta 24 VDC jännitteellä on 3,125 A. Kirchhoffin virtalain mukaan tiettyyn pisteeseen tulevien ja siitä lähtevien sähkövirtojen summat ovat yhtä suuret. Tämän tiedon perusteella voidaan olla varmoja siitä, että minkään järjestelmässä olevan johtimen läpi kulkeva virta ei voi olla suurempaa, kuin 3,125 A.

Keskuksen sisään kaapelikouruihin asennettavat johtimet ovat uppoasenteisia, joten mitoitukseen käytetään taulukon 2 asennustapa C:n mukaisia kuormitettavuuksia, sillä johtimia ei sijoiteta asennusputkiin seinän sisälle. Heti kuitenkin huomataan, että taulukossa pienin johdinkoko on 1,5 mm², jonka kuormitettavuus on 18,5 A. Näin suurelle kuormitettavuudelle ei kuitenkaan ole minkäänlaista perustetta, sillä johtimissa kulkee korkeintaan 3,125 A. Keskustuotannossa on käytössä tällaisia tilanteita varten käytettävissä monisäikeistä 0,75 mm² johdinta. Tämän johtimen kuormitettavuuden tiedetään olevan 6 A, joka on noin 2-kertainen virtalähteen syöttämään suurimpaan virtaan verrattuna. Johdin on myös joustavampi verrattuna 1,5 mm² johtimeen verrattuna, jonka ansiosta se on helpompaa käsitellä ja asentaa.

Johtimien suojaukseksi ei tarvita erillistä johdonsuojakatkaisijaa. Tämä johtuu siitä, että virtalähteellä on sisäinen 5 A lasiputkisulake 24 VDC syöttöä varten. On hyvä huomioda, että vikatilanteessa 5 A lasiputkisulake katkaisee syötön ennen kuin saavutetaan 0,75 mm² johtimen suurin kuormitettavuus. Keskuksen 24 VDC johtimiksi siis valitaan 0,75 mm² monisäikeinen johdin.

Seuraavaksi mitoitetaan keskuksen syöttöliittimiltä lähtevät johtimet. Näiden johtimien mitoitusta varten täytyy laskea järjestelmän suurin mahdollinen yhden vaiheen kuormitus. Piirikaavion (liite 3) sivuilta 4 ja 5 nähdään, että keskusta syötävillä vaiheilla on hieman erilaiset kuormat. Kaikille vaiheille yhdenmukaista on kahden kolmivaiheisen puhaltimen syöttö. Vaiheelle 1 on kytketty puhaltimen 1 sääsuojaluukun syöttö, kuten myös vaiheelle 2 puhaltimen 2 sääsuojaluukun syöttö. Vaiheelle 3 on kytketty 24 VDC virtalähteen syöttö. Vertailemalla puhaltimien teknisistä tiedoista (liite 2) löytyvää luukun nimellisvirtaa $I_{Luukku} = 0,52$ A ja

virtalähteen teknisistä tiedoista löytyvää nimellisvirtaa $I_{VL} = 0,9 \text{ A}$, voidaan todeta, että

$$I_{VL} > I_{Luukku}$$

Tämän perusteella johtimen mitoitus suoritetaan vaiheen 3 suurimman kuormituksen perusteella. Vaiheen 3 suurin kuormitus saadaan vaiheeseen kytkettyjen laitteiden nimellisvirtojen summasta.

Vaihetta 3 kuormittaa kahden puhaltimen syöttö sekä 24 VDC virtalähteen syöttö. Virtalähteen nimellisvirta oli $I_{VL} = 0,9 \text{ A}$. Puhaltimen teknisissä tiedoissa (liite 2) nimellisvirraksi 400 V käyttöjännitteellä on ilmoitettu $I_{PUH} = 14,2 \text{ A}$. Näillä tiedoilla voidaan laskea riittävällä tarkkuudella vaiheen kokonaiskuormitus I_K .

$$\begin{aligned} I_K &= 2 \cdot I_{PUH} + I_{VL} \\ I_K &= 2 \cdot 14,2 \text{ A} + 0,9 \text{ A} \\ I_K &= 29,3 \text{ A} \end{aligned}$$

Tätä kuormituksenarvoa vertaamalla taulukon 2 sarakkeeseen C, voidaan päätellä, että syöttöjohtimien kooksi riittäisi 4 mm^2 . Koneellisissa savunpoistojärjestelmissä kuitenkin harvoin käytetään alle 10 mm^2 johtimia, joten johtimen kooksi valitaan 10 mm^2 .

Puhaltimille sekä sääsuojaluukuille mitoitetaan keskuksen sisäiset johtimet ja johdonsuojakatkaisijat sekä keskukselta laitteelle vedettävät kenttäjohtimet. Molemmille laitteille vedettävät johtimet voidaan mitoittaa puhaltimen teknisissä tiedoissa ilmoitettujen nimellisvirtojen avulla. Puhaltimien nimellisvirtaa vertaamalla taulukon 2 sarakkeeseen C, voitaisiin keskuksen sisäisten johtimien kooksi valita $1,5 \text{ mm}^2$. Kuitenkin tässä tapauksessa johdinta mitoittaessa, tulee huomioon ottaa myös johdonsuojakatkaisijan mitoitus ja johdonsuojakatkaisijaa mitoittaessa tulee ottaa huomioon puhaltimen etenkin puhaltimen käynnistysvirta, jotta johdonsuoja ei katkaise virtaa tarpeettomasti.

Puhaltimet ovat tyypiltään oikosulkumootoreita. Koska puhaltimet ovat suorasähkökäynnisteisiä on otettava huomioon, että käynnistysvirta voi olla 5–10 kertainen nimellisvirtaan nähden (Kuusisto 2012). Puhaltimet kytketään tavanomaisesti kolmiokytkennällä ja niiden käyttöjännite on 400 V. Johdonsuojaa mitoittaessa puhaltimelle on hyvä käyttää 10 kertaista nimellisvirtaa, jotta johdonsuoja ei katkaise syöttöä puhallinta käynnistettäessä. Puhaltimien johtimet suojataan tavallisesti tyyppin D johdonsuojilla, jotka kestävät hetkellisesti jopa 20

kertaa suuremman virran, nimellisvirtaansa verrattuna. Koska puhaltimen käynnistysvirran voidaan arvioida olevan noin 140 A, voidaan taulukon 2 perusteella johdonsuojaksi valita 16 A D-tyyppin johdonsuojakatkaisija. Kuitenkin JIS-Automationin kokeneempi sähkösuunnittelija osasi kertoa, että vastaavissa puhaltimissa 16 A johdonsuoja tai edes 20 A johdonsuojakatkaisijat eivät ole olleet riittävän suuria, vaan ovat laenneet puhallinta käynnistäessä. Tämän vuoksi hän suositeli 25 A D-tyyppin johdonsuojakatkaisijaa.

Jos puhaltimen johtimet suojataan D-tyyppin 25 A johdonsuojakatkaisijalla, ei aiemmin valittu 1,5 mm² enää kelpaa, sillä ne eivät kestä johdonsuojan laukeamiseen vaadittua virtaa. Valitaan siis uusi johdin, joka kestää asennustapa C:llä vähintään 25 A. Taulukosta 2 ilmenee, että 2,5 mm² johdin voitaisiin mitoittaa juuri ja juuri tähän tarkoitukseen. On kuitenkin turvallisempaa valita johdin, joka kestää suuremman virran, kuin johdonsuojakatkaisijan nimellisvirran. Tämän vuoksi puhaltimia syöttävien keskuksen sisäisten johtimien poikkipinta-alaksi valitaan 4 mm².

Puhaltimelle mitoitetaan myös kenttäjohtimen minimi koko. Koska johtimen lopullista asennustapaa ei voida tietää, on mitoittamiseen hyvä käyttää asennustapa A:n mukaisia arvoja, sillä muut asennustavat sallivat asennustapa A:n mukaan valitun johtimen poikkipinta-alan. Kun verrataan valitun johdonsuojakatkaisijan 25 A nimellisvirtaa taulukon 2 sarakkeeseen A. Voidaan todeta, että johtimien poikkipinta-alaksi sopii 6 mm². Puhaltimien johtimiksi valitaan siis 4 mm² keskuksen sisälle ja 6 mm² kenttäkaapeliksi. Johtimet suojataan D 25 A johdonsuojakatkaisijalla.

Järjestelmän sääsuojaluukkujen johtimille ei tehty omaa mitoitusta työn aikana. Tämä johtuu siitä, että luukkujen syöttö vedetään tyypillisesti aina 1,5 mm² johtimilla keskuksen sisällä sekä kentällä ja suojataan C-tyyppin 10 A johdonsuojakatkaisijalla. Luukun teknisten tietojen (liite 2) mukaan, luukun nimellisteho on $P_n = 120 \text{ W}$ ja käyttöjännite on 230 V. Näiden tietojen perusteella voidaan laskea luukun nimellisvirta I_n kaavaa 1 käyttämällä.

$$I_n = \frac{P_k}{U} \tag{1}$$

$$I_n = \frac{120 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 0,52 \text{ A}$$

Luukun nimellisvirran perusteella johtimeksi voitaisiin valita pienempi johdin kuin $1,5 \text{ mm}^2$ ja pienentää johdonsuoja esimerkiksi C-tyyppin 2 A johdonsuojaksi. Johtimen poikkipinta-alaksi päätettiin kuitenkin valita $1,5 \text{ mm}^2$, jotta tämä pysyy yhtenevänä muiden järjestelmien kanssa. Kenttäjohtimista tulee ottaa huomioon, että savunpoistokäytössä toimilaitteiden johtimien täytyy olla palonkestävää tyyppiä, kuten FRHF ja kohteen sähkösuunnittelija päättää aina viimekädessä asennettavan johtimen poikkipinta-alan ottaen huomioon kunkin johtimen suojaukseen käytetyn johdonsuojakatkaisijan tyyppin ja nimellisvirran.

Viimeinen mitoitettava johdin sekä johdonsuojakatkaisija koskevat järjestelmän 24 VDC virtalähteen syöttöä. Virtalähteen teknisissä tiedoissa (liite 6) on ilmoitettu nimellisvirta $I_n = 0,9 \text{ A}$, jonka virtalähde ottaa 230 V jännitteellä. Nimellisvirran perusteella voitaisiin johtimien poikkipinta-alaksi valita $0,75 \text{ mm}^2$ johtimet. Virtalähteitä syöttävien johtimien kooksi on kuitenkin yrityksessä yleisesti käytetty $1,5 \text{ mm}^2$ johtimia, joten myös tässä projektissa virtalähteen syötölle valitaan $1,5 \text{ mm}^2$ johtimia. Kuten johtimien kohdalla, virtalähteiden johdonsuojiksi on yrityksessä ollut tapana valita C-tyyppin 6 A johdonsuoja.

4 OHJELMOINTI

Pienten savunpoistojärjestelmien toiminnallisuus on pohjimmiltaan hyvin yksinkertainen. Kun järjestelmä laukaistaan, tulee järjestelmällä ohjattavien toimilaitteiden, kuten savunpoistoluukkujen ja savunhallintapeltien avautua sekä savunpoistopuhaltimien käynnistyä. Järjestelmiin kuitenkin ohjelmoidaan myös käyttönottoa ja häiriöiden sekä toiminnan valvontaa helpottavia ominaisuuksia. Nämä toiminnallisuudet eivät kuitenkaan vaikuta tositilanteessa laukaistavan savunpoiston toimintaan. Järjestelmän ohjelmointiin käytettiin logiikkaohjelmointia ja Omronin CX-Programmer sovellusta. Ohjelma kokonaisuudessaan on esitetty liitteessä 4.

4.1 Toimintojen kartoittaminen

Ohjelmointi aloitetaan tutustumalla savunpoiston toimintaselostukseen. Nimensä mukaisesti tästä dokumentista ilmenee, kuinka järjestelmän tulee toimia. Tämän projektin tapauksessa toimintaselostus oli sisällytettynä lähtötietoina toimitettuun toiminta-/säätökaavioon (liite 1). Toimintaselostuksesta ilmenee, että savunpoiston lauetessa, nosto-ovi aukeaa ja 30 sekunnin viiveen jälkeen savunpoistopuhaltimet käynnistetään. Toimintaselostuksessa mainitaan myös poistoilmakoje, jonka tulee pysähtyä, kun savunpoisto laukaistaan. Tätä poistoilmakojetta ei kuitenkaan suoraan ohjata savunpoistokeskukselta, vaan keskukselta viedään ”savunpoisto laukaistu” tieto VAK:lle, josta poistoilmakojeelle annetaan pysäytyskäsky. Selostuksessa ei mainita puhaltimien sääsuojaluukkujen aukaisusta mutta nämä ohjataan aina välittömästi auki, kun savunpoisto laukaistaan. Kun savunpoisto pysäytetään, nosto-oven ohjaus vapautetaan, puhaltimet pysähtyvät ja sääsuojaluukut suljetaan.

4.2 Ohjelman rakenne

Hyviin ohjelmointitapoihin kuuluu selkeän ja helppoluettavan ohjelman tekeminen. Tätä helpottamaan ohjelma jaetaan useampaan omaan ohjelmaosioon. Jokaisella ohjelma osiolla on oma tarkoituksensa ja selkeästi nimettyjen ohjelmaosioiden avulla on helppoa ymmärtää, mitä mikin osio pitää sisällään. Pienessä

savunpoistojärjestelmässä ohjelmaosiot muodostuvat tavallisesti lohkokytkinosisosta, toimilaitteosioista sekä niin kutsutusta indikointiosioista.

Lohkokytkinosisossa lasketaan savulohkojen käynnistyskäskyt sekä mahdolliset lohkojen väliset lukitukset. Toimilaitteosiossa lasketaan toimilaitteiden ohjaukset sekä niiden ristiriitahälytykset. Toimilaitteosioita on yleensä useita ja ne jaotellaan toimilaitte tyypeittäin. Esimerkiksi yhdessä osiossa voidaan laskea kaikki savunhallintapeltien ohjaukset ja toisessa osiossa savunpoistopuhaltimien ohjaukset. Indikointiosiossa lasketaan keskuksen kaikkien merkkilamppujen ohjaukset. Jaottelun ansiosta ohjelmasta johtuvia mahdollisia ongelmia on helppoa etsiä ja korjata.

4.3 Toimilaitteiden ohjelmointi

Toimilaitteiden ohjelmointiin kuuluu itse toimilaitteiden ohjaamisen ohjelmoinnin lisäksi ristiriitahälytysten laskemista. Ristiriitahälytyksillä tarkoitetaan hälytystä, kun toimilaitteen tila ei vastaa sillä hetkellä vallitsevaa ohjaustilaa. Toimilaitteiden ohjausten toiminnallisuuksissa on pieniä eroja toimilaitteen tyypistä riippuen.

Puhaltimen ohjaukseen käytetään yhtä lähtöä logiikalta. Tällä lähdöllä ohjataan puhaltimen kontaktoria. Kun kontaktori aktivoituu, käynnistyy puhallin. Puhallin ei kuitenkaan ikinä saa käynnistyä välittömästi, kun savunpoisto käynnistetään. Tämä johtuu siitä, että puhaltimen sääsuojaluukulle sekä mahdollisille savunhallintapelleille tai savunpoistoluukuille tulee antaa aikaa avautua. Näin säästytään toimilaitteisiin kohdistuvilta vahingoilta. Puhaltimen käynnistyksen viivästys on tavallisesti 30 sekuntia.

Puhaltimen ohjausta viiväستetään ohjelmassa ajastimen avulla. Kun ajastimeen asetettu aika on kulunut, annetaan puhaltimelle käynnistyslupa riippumatta siitä, onko puhaltimen luukku tai mahdollinen savunhallintapelti auki. Toiminnan ajatus on siinä, että hätätilanteessa savunpoistoa käytettäessä on aina käynnistytävä määräajan kuluttua. Jos savunpoiston ei annettaisi käynnistyä esimerkiksi luukun vajavaisen toiminnan vuoksi, ei savunpoistojärjestelmä täytä tehtäväänsä.

Kahden puhaltimen samanaikainen käynnistys voi aiheuttaa suurien käynnistysvirtojen vuoksi komplikaatioita. Käynnistysvirtojen suuruus voi pahimmillaan aiheuttaa keskusta syöttävän ryhmäsulakkeen toiminnan, jolloin koko järjestelmä sammuu. Tämän vuoksi puhaltimien käynnistykset tulee porrastaa. Tyypillinen porrastus on 3–5 sekuntia. Puhaltimien ohjaukset ovat esitetty liitteen 4 sivuilla 2 ja 3 riveillä 1.

Sääsuojaluukun ohjaukseen käytetään kahta lähtöä logiikalta. Ensimmäisellä lähdöllä luukku ohjataan auki ja toisella kiinni. Jos kumpikaan ohjaus ei ole aktiivisena, luukun asento pysyy paikallaan. Luukkuja ei ole suunniteltu kestämään jatkuvaa ohjausjännitettä kumpaankaan suuntaan. Tämän vuoksi luukkujen ohjauksia rajoitetaan ajallisesti. Kuten puhaltimen käynnistysviive, myös luukkujen ohjauksen katkaisu toteutetaan ajastimien avulla. Kun savunpoisto käynnistetään, aktivoidaan luukun aukiohjaus sekä tämän ajastin. Ajastimeen asetetun ajan tullessa täyteen, katkaistaan luukun aukiohjaus. Kun savunpoisto pysäytetään, aktivoidaan luukun kiinniohjaus sekä tämän ajastin. Ajastimeen asetetun ajan tullessa täyteen, katkaistaan luukun kiinniohjaus. Järjestelmän molempia luukkuja voidaan ohjata samalla logiikan lähdöllä ja luukkujen tyypillinen ohjausaika on 3 minuuttia. Luukkujen auki- sekä kiinniohjaukset ovat esitetty liitteen 4 sivulla 2 riveillä 1 ja 2.

Toimilaitteiden ohjauksen yhteyteen ohjelmoidaan myös toimilaitteiden ristiriitahälytykset. Ristiriitahälytysten toiminta on yksinkertainen: jos toimilaitteen tila ei määräajassa saavuta haluttua tilaa, annetaan ristiriitahälytys. Hälytys toteutetaan vertailemalla kyseisen toimilaitteen ohjauksen tilaa, sekä toimilaitteen tilatietoa. Jos ohjauksen sekä toimilaitteen tilatieto eivät ole yhdenmukaiset, alkaa ristiriitahälytyksen laukaisuun määritetty ajastin laskemaan aikaa alaspäin.

Savunpoistoluukuille, savunhallintapelleille sekä korvausilmaikkunoille määritetään tavallisesti kaksi ristiriitahälytystä: auki- sekä kiinni-hälytykset. Auki-hälytyksen tarkoitus on tarkkailla toimilaitteen, esimerkiksi savunpoistoluukun aukeamista määrätyssä ajassa laitteen ohjauksen aktivoitumisesta. Savunpoistoluukuilta tuodaan tavallisesti ainoastaan kiinni-tilatieto ohjauslogiikalle. Tämän tilatiedon avulla ristiriitahälytys lasketaan siten, että kiinni-tilatiedon on poistuttava määrätyssä ajassa toimilaitteen aktivoinnista. Jos laitteelta tuotaisiin auki-

tilatieto, laskettaisiin ristiriitahälytys siten, että auki-tilatieto on saavutettava ennen määrätyn ajan loppuun kulumista. Auki ristiriitahälytyksen aktivoitumiseen määritetään tavallisesti 60 sekunnin viive, sillä monilla luukuilla tai pelleillä voi kulua jopa 40 sekuntia saavuttaa täydellinen avautuminen. Auki ristiriitahälytyksen ohjelmointi on esitetty liitteen 4 sivujen 2 ja 3 rivillä 4.

Kiinni-hälytyksen tarkoitus on täsmälleen päinvastainen auki-hälytykseen verrattuna. Hälytyksen tarkoitus on valvoa, että toimilaitteet sulkeutuvat määräajassa niiden sulkemisen aktivoitumisesta. Jos laitteelta tuodaan ainoastaan kiinni-tilatieto, täytyy tämä tilatieto saavuttaa ennen määrätyn ajan loppuun kulumista. Vastaavasti laitteelta tuotaessa vain auki-tilatieto, tilatiedon tulee poistua ennen määrätyn ajan loppuun kulumista. Kiinni-ristiriitahälytyksen aktivoitumiseen määritetään tavallisesti 3 minuutin viive. Tämän hälytyksen tarkoitus on ilmoittaa mahdollisista auki jääneistä luukuista, pelleistä sekä korvausilmaikkunoista, sillä nämä laitteet ovat usein rakennusten ulkokuoressa, joista voi esimerkiksi sade kelillä vuotaa vettä sisään. Kiinni-ristiriitahälytyksen ohjelmointi on esitetty liitteen 4 sivujen 2 ja 3 rivillä 3.

Puhaltimille ohjelmoidaan vain yksi ristiriitahälytys. Tämän hälytyksen tarkoitus on valvoa, että puhaltimen kontaktorin koskettimet sulkeutuvat, kun savunpoisto laukaistaan. Tämän ristiriitahälytyksen toimintaperiaate on täysin sama, kuin edellä kuvatussa luukun ristiriitahälytyksessä. Hälytyksen aktivointia varten vertaillaan puhaltimen käynnistyskäskyä sekä kontaktorin tilatietoa. Jos kontaktori ei aktivoitu määrätyn ajan kuluttua ohjauskäskyn aktivoitumisesta, laukaistaan hälytys. Hälytyksen aktivoitumiseen määritetään tavallisesti 2 sekunnin viive. Puhaltimen ristiriitahälytyksen ohjelmointi on esitetty liitteen 4 sivujen 2 ja 3 rivillä 5.

4.4 Testikäyttötilan ohjelmointi

Testikäyttötila on toiminto savunpoistojärjestelmissä, jolla parannetaan järjestelmän käyttöönoton ja ylläpidon aikana tapahtuvan testauksen turvallisuutta. Testikäyttötilan tarkoitus on estää savunpoistopuhaltimien käynnistyminen, jos puhaltimelle määritetyt imupiste-ehdot eivät täyty. Imupisteet ovat esimerkiksi savunhallintapellein tai savunpoistoluukuin hallittavia aukkoja, joiden kautta savua poistetaan. Imupisteen ollessa kiinni savunpoistopuhaltimen suuri imuteho

aiheuttaa nopeasti alipainetta ja voi aiheuttaa suuria vahinkoja rakenteisiin, etenkin savunpoistokanaviin, sillä nämä lyhyistyvät alipaineen vaikutuksesta kasaan. Tällaisten tilanteiden estämiseksi järjestelmiin ohjelmoidaan imupiste-ehtoja. Ehdot toteutetaan savunhallintapeltien, luukkujen ja mahdollisuuksien mukaan myös korvausilmaovien tai ikkunoiden tilatiedoilla.

Imupiste-ehdot ohjelmoidaan suoraan savunpoistopuhaltimen ohjauksen yhteyteen. Tavallisessa tilanteessa puhallin saa luvan käynnistyä, kun käynnistysviive on kulunut. Koska tavallisessa tilanteessa puhaltimelle ei aseteta käynnistysehtoja, täytyy puhaltimen käynnistyslupa tulla imupiste-ehtojen kautta. Ohjelmassa käynnistyslupan kulku haarotetaan kahteen polkuun, joita ohjataan testikäyttötilakytkimellä. Kun testikäyttötilakytkimen asento on 0, käynnistyslupa kulkee tavallisesti suoraan käynnistysviiveen jälkeen puhaltimen ohjaukselle. Kun kytkimen asento on 1, käynnistyslupa kulkee imupiste-ehtojen läpi, jonka jälkeen se kulkee puhaltimen ohjaukselle.

Järjestelmän ainoat imupisteet muodostuvat puhaltimien sääsuojaluukuista, joiden täytyy olla auki ennen puhaltimen käynnistystä. Sääsuojaluukuilta järjestelmään tuodaan tilatiedot luukkujen kiinni asennoista. Kun nämä tilatiedot ovat tosia, ei puhaltimia saa käynnistää. Imupiste-ehtojen ja testikäyttötilan toiminta on esitetty liitteen 4 sivujen 2 ja 3 rivillä 1.

4.5 Toimintavalmius

Toimintavalmius tarkoittaa, että järjestelmä toimii oikein ja on valmiina käyttöön. Toimintavalmiutta ilmaistaan savunpoistonpuhallin- sekä laukaisukeskuksen kansissa olevilla toimintavalmius -merkkivaloilla. Kun merkkivalo palaa vihreänä, on järjestelmällä kaikki kunnossa, jos merkkivalo palaa punaisena, ilmoittaa järjestelmä viasta, joka voi vaikuttaa järjestelmän oikeaan toimintaan. Toimintavalmiustieto viedään usein myös VAK:iin, josta huoltohenkilökunta saa hälytyksen järjestelmän vikaantuessa.

Toimintavalmiuden tehtävä on siis valvoa asioita, jotka vaikuttavat järjestelmän toimintaan. Valvottaviin asioihin tavallisesti kuuluu syöttävien vaiheiden, johdon-suojakatkaisijoiden ja turvakytkimien tilojen sekä ristiriitahälytysten valvonnat.

Näistä valvonnoista luukkujen ristiriitahälytyksille ohjelmoidaan ohitusmahdollisuus, sillä joissain harvoissa tilanteissa näiden tilatietoja ei kytketä järjestelmään. Tilatietojen kytkeminen on kuitenkin aina suositeltavaa.

Toimintavalmius ohjelmoidaan aina siten, että kun järjestelmässä ei ole vikoja, tulee ohjauksen olla päällä. Tämä johtuu siitä, että jos toimintavalmiustiedolla ohjattava rele, tätä ohjaava johdin tai järjestelmältä VAK:lle vietävä johdin vikaantuu, huomataan vika heti, sillä signaali katkeaa.

5 TEHDASTESTAUS

Tehdastestaus on viimeinen ja äärimmäisen tärkeä vaihe ennen järjestelmän toimittamista asiakkaalle asennusta varten. Tehdastestauksessa käydään läpi kaikki järjestelmän toiminnallisuudet ja samalla tarkkaillaan sekä järjestelmän fyysistä, että ohjelmallista puolta mahdollisten virheiden tai ei toivottujen ominaisuuksien varalta. Järjestelmien tarkka tehdastestaus helpottaa huomattavasti toimituksen ja asennuksen jälkeistä käyttöönottoa, sillä mahdollisia vikoja tarvitsee tämän jälkeen hakea vain itse toimilaitteista ja niiden kytkennöistä.

Tehdastestauksen ensimmäinen vaihe on tarkistaa, että kaikki kytkennät ovat piirikaavion mukaan oikein ja oikosulkuja ei ole. Tämän vaiheen suorittaa tehtävään koulutettu automaatioasentaja. Ennen varsinaisen toiminnallisen testauksen aloittamista kytketään laukaisukeskus, sekä tilatietojen testausta varten suunniteltu ohjausrasia savunpoiston ohjauskeskukseen.

Toiminnallinen testaus aloitetaan pääkytkimen kääntämisellä asentoon 1. Seuraavaksi 24 VDC virtalähteen johdonsuojakatkaisija kytketään päälle ja tarkistetaan, että virtalähde sekä ohjelmoitava logiikka käynnistyvät. Jos logiikka käynnistyy normaalisti, ladataan siihen järjestelmän ohjelma.

Ohjelman latauksen jälkeen testataan toimilaitteiden ohjausten toiminta. Ohjaukset voidaan testata jännitteenkoettimella toimilaitteita syöttäviltä riviliittimiltä. Järjestelmän käynnistyessä tulee puhaltimien sääsuojaluukkujen ohjauksen olla kiinni-suuntaan. Jännitteenkoettimella testataan, että sääsuojaluukun syöttävillä riviliittimillä piirikaavion mukaan oikeiden liittimien välillä on 230 V jännite. Tämän jälkeen tarkistetaan, että luukkujen kiinniohjausten aikakatkaisu toimii odottamalla ohjaukselle määritetty aika, jonka jälkeen jännitteenkoettimella todetaan, että ohjausjännite on 0 V. Luukkujen aukiohjaus-toiminto testataan laukaisemalla savunpoisto laukaisukeskuksesta. Laukaisun jälkeen jännitteenkoettimella testataan, että luukun syöttävillä riviliittimillä on piirikaavion mukaan oikeiden liittimien välillä 230 V jännite. Tämän jälkeen testataan luukkujen aukiohjausten aikakatkaisun toiminta odottamalla ohjaukselle määritetty aika, jonka jälkeen jännitteenkoettimella todetaan, että ohjausjännite on 0 V.

Puhaltimen ohjauksen toiminnan testaus suoritetaan käynnistämällä savunpoisto ja tarkkailemalla, että puhaltimen kontaktorin koskettimet sulkeutuvat määritetyn ajan kuluttua. Kun kontaktorin koskettimet sulkeutuvat, voidaan testata järjestelmän testikäyttötilan toiminta. Kun testikäyttötila-kytkin käännetään laukaisukeskuksen kannesta asentoon 1 ja puhaltimien luukkujen kiinni-tilatiedot asetetaan aktiivisiksi, tulee kontaktorien koskettimien avautua. Kun tilatiedot taas poistetaan, tulee kontaktoreiden koskettimien sulkeutua.

Toimilaitteiden toiminnan testauksen jälkeen voidaan testata toimintavalmiuden toiminta. Toimintavalmiuteen vaikuttaa johdonsuojakatkaisijoiden tilat, turvakytkimien tilat sekä ristiriitahälytykset. Kun kaikki johdonsuojat ovat kytketty päälle, turvakytkimet asennossa 1, eikä järjestelmässä ole ristiriitahälytyksiä, tulee keskuksen merkkivalon palaa vihreänä. Kun mikä tahansa johdonsuoja suljetaan tai turvakytkin käännetään asentoon 0, tulee toimintavalmius valon muuttua punaiseksi.

Kiinni-ristiriitahälytyksen toiminta voidaan testata, kun savunpoistoa ei ole laukaistu. Tässä tilassa sääsuojaluukkujen kiinni-tilatiedot voidaan poistaa, jolloin hälytykselle määritetyn ajan kuluttua keskuksen toimintavalmius -merkkivalon tulee muuttua vihreästä punaiseksi. Hälytyksen ollessa aktiivinen, kytketään kiinni-tilatieto aktiiviseksi, jolloin hälytyksen tulee poistua ja toimintavalmius -merkkivalon muuttua takaisin vihreäksi.

Auki-ristiriitahälytyksen toiminta testataan laukaisemalla savunpoisto ja kytke-mällä sääsuojaluukkujen kiinni-tilatiedot aktiivisiksi. Hälytykselle määritetyn ajan kuluttua, tulee toimintavalmius -merkkivalon muuttua vihreästä punaiseksi. Kun sääsuojaluukkujen kiinni-tilatiedot poistetaan, tulee toimintavalmius -merkkivalon palautua vihreäksi.

Kun järjestelmän kaikki toiminnot ovat testattu ja todettu toimiviksi edellä esite-tyillä tavoilla, voidaan järjestelmän tehdastestaus kuitata läpäistyksi. Tämän jäl-keen järjestelmä valmistellaan asiakkaalle lähetystä varten. Kun järjestelmä on asennettu, tehdään tälle vielä käyttöönotto testit.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli toteuttaa asiakkaan vaatimusten mukainen savunpoistojärjestelmä sekä esittää vaiheet järjestelmän suunnittelusta tehdastestaukseen. Työssä vaadittiin sekä sähkötekniikan, että automaatiotekniikan osaamista, joka monipuolisuudellaan teki työstä mielekäästä. Työssä haasteita aiheuttivat järjestelmän johtimien sekä johdonsuojien oikea mitoitus, sillä automaatiotekniikan suuntauksella näihin ei juurikaan tutustuta. JIS-Automationin kokeiden suunnittelijoiden avustuksella haasteista kuitenkin päästiin yli.

Järjestelmä valmistui maaliskuussa 2022, jolloin se myös lähetettiin asiakkaalle. Opinnäytetyön kirjoitushetkellä järjestelmää ei ollut vielä asennettu. Onnistuneen tehdastestauksen perusteella työn voidaan kuitenkin arvioida onnistuneen hyvin ja lopputulos on konkreettinen toimiva järjestelmä. Tulevaisuudessa järjestelmälle tullaan tekemään käyttöönottotestaus sekä koestus, jolloin järjestelmä voidaan lopullisesti todeta toimivaksi.

LÄHTEET

Kuusisto, J. 2012. Ohje sähkömoottorin rutiinikoestusarvojen laskentaan. Sähkötekniikan tutkinto-ohjelma. Vaasan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 15.5.2022. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/43455/Kuusisto_Jarkko.pdf

Mikä on kontaktori: Rakenne, tyypit ja sovellukset. n.d. JF-Parede. Verkkosivu. Viitattu 13.5.2022. <https://fi.jf-parede.pt/what-is-contactor-construction>

Mikä on rele? n.d. Yleiselektroniikka. Verkkosivu. Viitattu 13.5.2022. <https://www.yeint.fi/uutiset/releet>

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2020. RIL 232-2020 Rakennusten savunhallinta. Suunnittelu, toteutus ja ylläpito. Helsinki: Grano oy

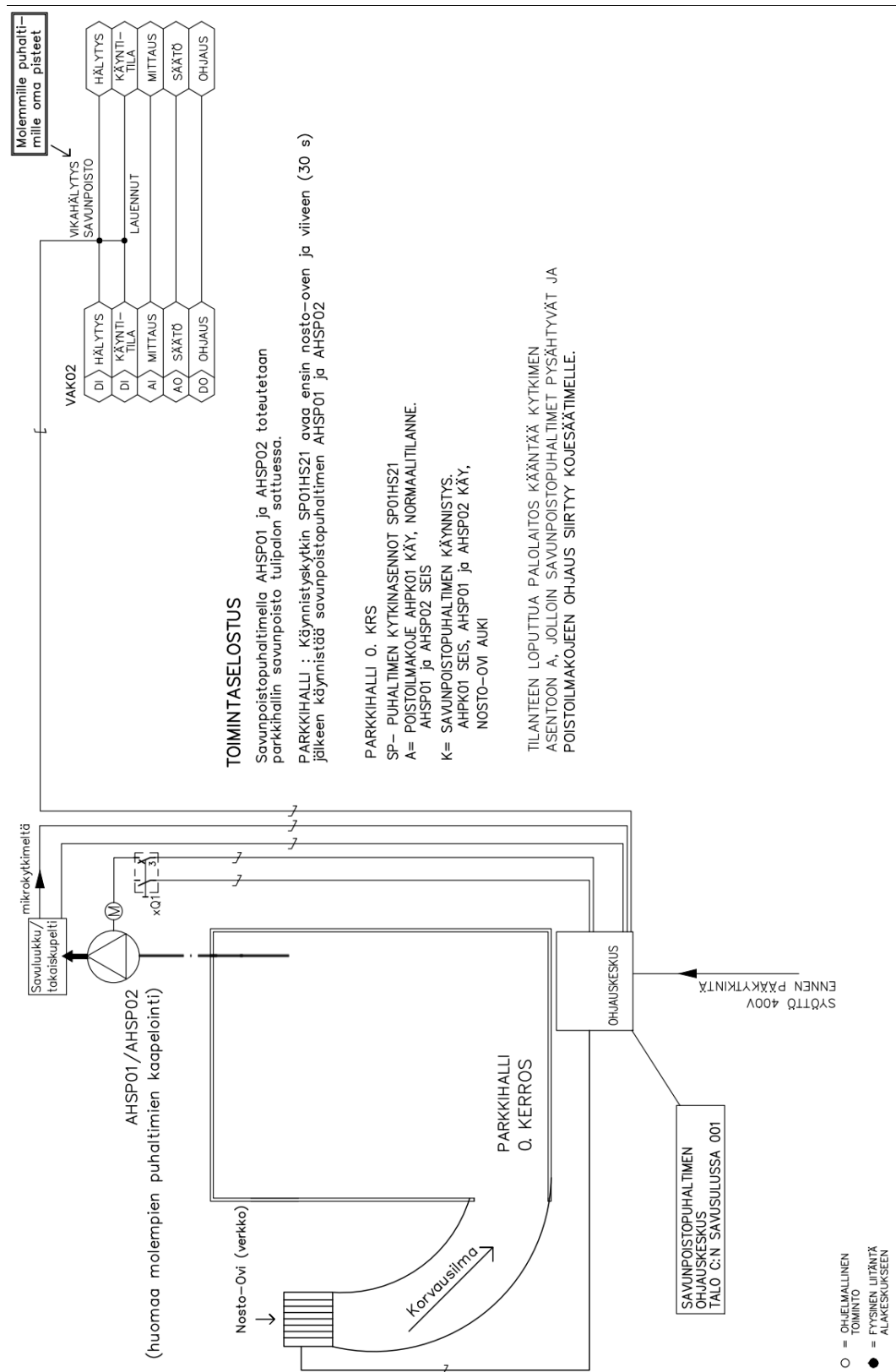
Sähkö- ja urakoitsijaliitto STUL ry. 2018. D1-2017. 27. Helsinki: Painokurki Oy.

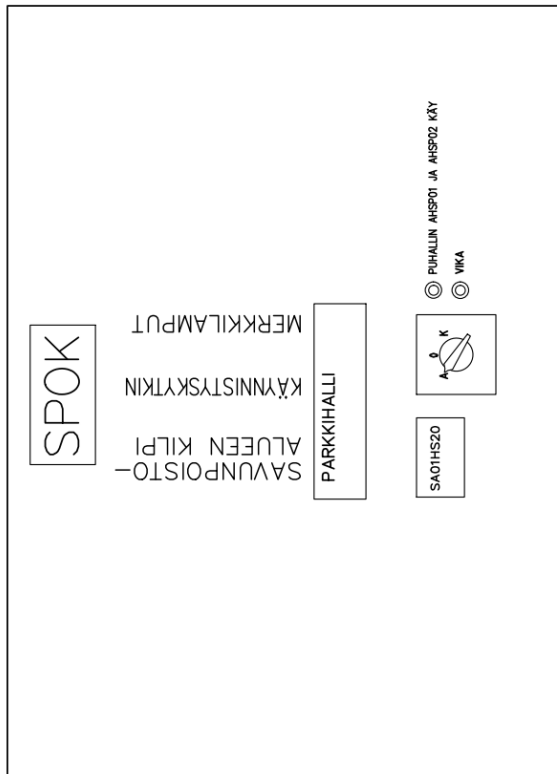
Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 28.11.2017/848. Viitattu 16.4.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170848#Pidm45237815930544>

LIITTEET

Liite 1. Toiminta-/säätökaavio

1 (2)





- SAVUNPOISTOPUHALTIMIEN OHJAUSKESKUS SPOK
- KOTILO POLTTOMAALATTU TERÄS IP 34
 - SARANOITU KIRKAS PEITEKANSI
 - LUKITTAVA, PALOKUNNAN SARJOITUS
 - VALKOISET NIMIKILVET (KAIVERRETTU TEKSTI, 5 mm KORKEA)
 - NOKKAKYTKIMET KIRKKAAN KANNEN ALLA
 - URAKOITSIJAN MITOITTAAMAN KESKUKSEN KOTELON LAITTEIDEN TILANTARPEEN MUKAAN
 - KESKUKSEN MAHTUMINEN ASENNUSPAIKKAAN ON VARMISTETTAVA
 - KESKUKSEN KOKOONPANOPIIRUSTUS JA KYTKENTÄPIIRUSTUKSET ON HYVÄKSYTTÄVÄ TILAAJALLA
 - RIVILIITTIMET KOTELOSSA KYTKIMIEN ALLA
 - KAUKO-OHJAUKSENA AVATTAVIEN LUUKKUIJEN SEKÄ PUHALTIMIEN LED-LAMPUT VIHREÄT
 - VIKAHÄLYTYSTEN LED-LAMPUT PUNAISET

Laitteet ja kesukset IU, kaapeloinnit ja kytkennät SU

Urakoitsija (IU) hankkii savunpoistokeskuksen toimivana kokonaisuutena dokumentoituna logiikoinen ja moottoriähtöinen sekä taajuusmuuttajan.

Savunpoistokeskuksen SPK kaapelit ja liitettävien puhaltimien tehot:

- AHSP01 ja AHSP02 $\alpha=7,5$ kW
- AHSP01 ja AHSP02 syöttökaapeli FRHF 5x2,5S
- peltien (24V) ja mikrokytkimien kaapelointi FRHF 7x1,5
- turvakytkimien kaapelointi FRHF 5x1,5s ja FRHF 2x2x0,8
- Hatch luukkujen kaapelointi FRHF 5x1,5s ja FRHF 2x2x0,8
- IV-pysäytys ja tiedot FRHF12x2x0,8 JE-H (SPK-OK -> VAK)

Liite 2. Puhaltimien tekniset tiedot

1 (2)

THT/HATCH-90-4T-10-F-400 IE3

AHSP01 ja AHSP02



THT/HATCH on savunpoistopuhallin lämpöeristetyssä kotelossa, moottoreilla avutuvalla ja sulkeutuvalla luukulla. Käyttötarkoitus on savunpoistokäyttö tulipalotapauksissa. Lämpötilankesto on +400°C/2h

Savunpoistopuhallin lämpöeristetyssä kotelossa, moottoreilla avutuvalla ja sulkeutuvalla luukulla. Tarkoitettu savukaasujen nopeaan ja tehokkaaseen poistoon rakennuksista, tulipalotapauksissa. CE-merkitty kokonaisuus. Standardin EN-12101-3 vaatimusten mukaisesti. Luokka F-400.

**Rakenne:**

- Erittäin tukeva rakenne. Kestää kovia ilmastomuutoksia
- Ulkovaippa galvanoitua teräslevyä.
- Sadevesitiivis ja kestää lumikuormaa.
- Lämpöeristetty.
- Nopea ja helppo asentaa katolle tai pihakannelle.
- Luukun avautuminen ja sulkeminen karamoottorein.
- Luukun asennon tilatieto valmiiksi johdotettu.
- Puhaltimen turvakytin asennettu ja johdotettu ulkovaippaan.
- Turvakytimen asennon tilatieto valmiiksi johdotettu.
- Kaikki syöttö- ja tilatietokaapelit (5 kpl) tuotu läpi pohjalevystä.

Puhallin:

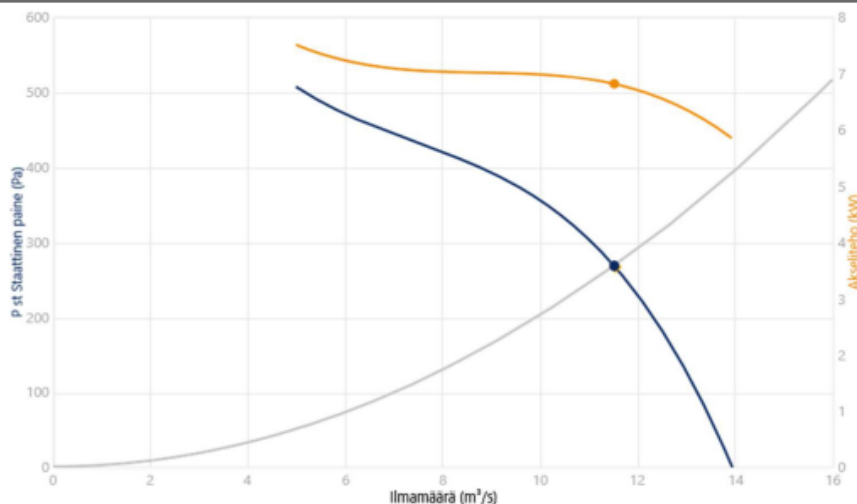
- THT savunpoistopuhallin. +400 °C/2h
- Puhallinrunko teräslevyä. Korroosionestokäsittely polyesterijauhemaalilla.
- Siipipyörä alumiinivalua. Säädettävät lapakulmat.

Puhallinmoottori:

- H-eristysluokan oikosulkumoottori. Kuulalaakerit. Suojausluokka IP55. IE3-hyötysuhdeluokka.
- Kolmivaihemoottori 230/400 V 50 Hz (3 kW moottoritehoon asti).
- Kolmivaihemoottori 400/690 V 50 Hz (yli 3 kW moottoritehoilla).
- Toimintalämpötila S1 jatkuvassa käytössä on -25°C...+50°C.
- Toimintalämpötila S2 hätätapauskäytössä +400°C/2h.

Avaajamoottorit (2 kpl):

- Karamoottoreiden syöttöjännite 230 V, 50 Hz, 60 W, 85 VA
- Karamoottoreiden suojausluokka IP65.
- Toimintavarmuus Re 10 000 (vähintään 10 000 avaus- ja sulkukertaa)
- Enimmäiskuorma luukun avautuessa 1000 N.

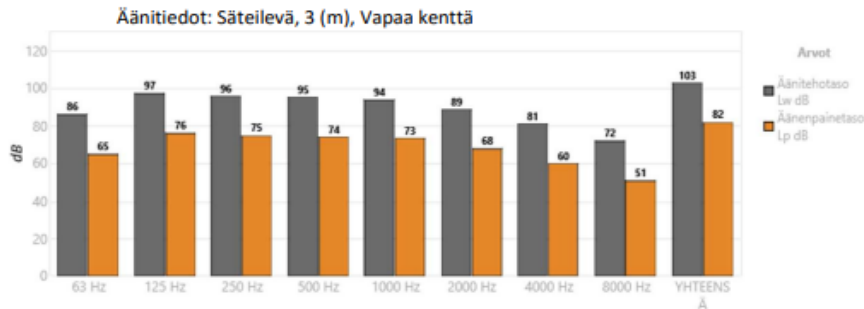
PUHALTIMEN OMINAISKÄYRÄ ILMAN TIHEYDellä 1,2KG/M³**Suunniteltu toimintapiste**

Q (m ³ /s)	11,51
P st (Pa)	267,3

Toimintapiste (TP)

Q (m ³ /s)	11,51
P st (Pa)	267,3
P dyn (Pa)	196,5
P tot (Pa)	463,8
Pyörimisnopeus (rpm)	1460
Siipikulma (°)	22
Jatkuvan käytön enimmäislämpötila (°C)	40
Ilman nopeus (m/s)	18,1
Hyötysuhde (%)	78,52
SFP (kW/m ³ /s)	0,6563
Akseliheho (kW)	6,8

2 (2)



Oktaavikaista	Lw dB	Lp dB
63 Hz	86	65
125 Hz	97	76
250 Hz	96	75
500 Hz	95	74
1000 Hz	94	73
2000 Hz	89	68
4000 Hz	81	60
8000 Hz	72	51
YHTEENSÄ	103	82

TEKNISET OMINAISUUDET

Maks. ilmamäärä (m ³ /s)	13,93
Pyörimisnopeus (rpm)	1460
Maksimi P st Staattinen paine (Pa)	506,7
Maksimi P kok Kokonaispaine (Pa)	543,4

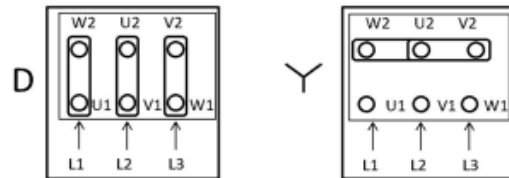
ERP

Hyötysuhde	40,2%	Paine (Pa)	409
Hyötysuhdetaso N	40,1	Sähköteho (kW)	11,752
Liitäntätapa	C	Pyörimisnopeus (rpm)	1465
Hyötysuhdeluokka	Staattinen	Taajuusmuuttaja	VSD ei tarvita
Ominaisuhde	1,01	ErP-vaatimustenmukaisuus	2015
Ilmamäärä (m ³ /h)	41490		

♦ Tiedot ovat määritetty optimaalisissa energiatehokkuuspisteissä.

MOOTTORIN TIEDOT

Nimellisteho (kW)	7,5
Hz/vaiheet	50/3
Pyörimisnopeus (rpm)	1460
Navat	4P
Nimellisvirta (A) 380-400 V D	14,2
Nimellisvirta (A) 660-725 V Y	8,17
Suojausluokka	IP55
Savunpoistoluokka	F400
Moottorin rungon koko	132M



Tiedot voivat muuttua. Tarkasta tiedot moottorin tyyppikilvestä.

Liite 3. Piirikaavio

Liite 4. Logiikkaohjelma

Liite 5. Omron CP1E-N20DR-D tekniset tiedot

CP1E-E□□(S)D□-□ CP1E-N□□(S□)D□-□/NA20D□-□

General Specifications

Type	AC power supply models		DC power supply models	
Model	CP1E-□□□S□□□-A CP1E-□□□□□-A		CP1E-□□□S□□□-D CP1E-□□□□□-D	
Enclosure	Mounted in a panel			
Dimensions (H x D x W)	<p>E/N/NA□□-type CPU Unit with 10 I/O points (CP1E-E10D□□□): 90mm #1 x 85mm #2 x 66 mm CPU Unit with 14 or 20 I/O points (CP1E-□14D□□□20D□□□): 90mm #1 x 85mm #2 x 86 mm CPU Unit with 30 I/O points (CP1E-□30D□□□): 90mm #1 x 85mm #2 x 130 mm CPU Unit with 40 I/O points (CP1E-□40D□□□): 90mm #1 x 85mm #2 x 150 mm CPU Unit with 60 I/O points (CP1E-N60D□□□): 90mm #1 x 85mm #2 x 195 mm CPU Unit with 20 I/O points and built-in analog (CP1E-NA20D□□□): 90mm #1 x 85mm #2 x 130 mm</p> <p>E/N□□S(1)-type CPU Unit with 14 or 20 I/O points (CP1E-□14SD□□□20SD□□□): 90mm #1 x 79mm #2 x 86 mm CPU Unit with 30 I/O points (CP1E-□30S(1)D□□□): 90mm #1 x 79mm #2 x 130 mm CPU Unit with 40 I/O points (CP1E-□40S(1)D□□□): 90mm #1 x 79mm #2 x 150 mm CPU Unit with 60 I/O points (CP1E-□60S(1)D□□□): 90mm #1 x 79mm #2 x 195 mm</p>			
Weight	CPU Unit with 10 I/O points (CP1E-E10D□□□): 300g max. CPU Unit with 14 I/O points (CP1E-□14(S)D□□□): 360g max. CPU Unit with 20 I/O points (CP1E-□20(S)D□□□): 370g max. CPU Unit with 30 I/O points (CP1E-□30(S)D□□□): 600g max. CPU Unit with 40 I/O points (CP1E-□40(S)D□□□): 660g max. CPU Unit with 60 I/O points (CP1E-□60(S)D□□□): 850g max. CPU Unit with 20 I/O points and built-in analog (CP1E-NA20D□□□): 680g max.			
Electrical specifications	Supply voltage	100 to 240 VAC 50/60 Hz	24 VDC	
	Operating voltage range	85 to 264 VAC	20.4 to 26.4 VDC	
	Power consumption	15 VA/100 VAC max. 25 VA/240 VAC max. (CP1E-E10D□□□-A/□14(S)D□□□-A/□20(S)D□□□-A)	9 W max. (CP1E-E10D□□□-D) 13 W max. (CP1E-N14D□□□-D/N20D□□□-D)	
		50 VA/100 VAC max. 70 VA/240 VAC max. (CP1E-NA20D□□□-A/□30(S)D□□□-A/□40(S)D□□□-A/ N60(S)D□□□-A)	20 W max. (CP1E-NA20D□□□-D/N30(S)D□□□-D/N40(S)D□□□-D/ N60(S)D□□□-D) *4	
	Inrush current	120 VAC, 20 A for 8 ms max. for cold start at room temperature 240 VAC, 40 A for 8 ms max. for cold start at room temperature	24 VDC, 30 A for 20 ms max. for cold start at room temperature	
	External power supply #3	Not provided. (CP1E-E10D□□□-A/□14(S)D□□□-A/□20(S)D□□□-A) 24 VDC, 300 mA (CP1E-NA20D□□□-A/□30D□□□-A/□40D□□□-A/□60D□□□-A/ □30SDR-A/□40SDR-A/□60SDR-A)	Not provided	
	Insulation resistance	20 MΩ min. (at 500 VDC) between the external AC terminals and GR terminals	Except between DC primary current and DC secondary current	
	Dielectric strength	2,300 VAC 50/60Hz for 1 min between AC external and GR terminals Leakage current: 5 mA max.	Except between DC primary current and DC secondary current	
Power OFF detection time	10 ms min.	2 ms min.		
Application environment	Ambient operating temperature	0 to 55 °C		
	Ambient humidity	10% to 90%		
	Atmosphere	No corrosive gas.		
	Ambient storage temperature	-20 to 75 °C (excluding battery)		
	Altitude	2,000 m max.		
	Pollution degree	2 or less: Conforms to JIS B3502 and IEC 61131-2.		
	Noise resistance	2 kV on power supply line (Conforms to IEC61000-4-4.)		
	Overvoltage category	Category II: Conforms to JIS B3502 and IEC 61131-2.		
	EMC Immunity Level	Zone B		
	Vibration resistance	Conforms to JIS 60068-2-6. 5 to 8.4 Hz with 3.5-mm amplitude, 8.4 to 150 Hz Acceleration of 9.8 m/s ² for 100 min in X, Y, and Z directions (10 sweeps of 10 min each = 100 min total)		
Shock resistance	Conforms to JIS 60068-2-27. 147 m/s ² , 3 times in X, Y, and Z directions			
Terminal block	Fixed (not removable)			
Terminal screw size	M3			
Applicable standards	Conforms to EC Directive			
Grounding method	Ground to 100 Ω or less.			

* 1 Total of 110 mm with mounting brackets.

* 2 Excluding cables.

* 3 Use the external power supply to power input devices. Do not use it to drive output devices.

* 4 This is the rated value for the maximum system configuration. Use the following formula to calculate power consumption for CPU Units with DC power.
Formula: DC power consumption = (5V current consumption × 5 V/70% (internal power efficiency) + 24V current consumption) × 1.1 (current fluctuation factor)

The above calculation results show that a DC power supply with a greater capacity is required.

Liite 6. DELTA DRL-24V75W1AZ tekniset tiedot

TECHNICAL DATASHEET

LYTE DIN Rail Power Supply

DRL-75W series / DRL-□V75W1AZ

Specifications

Model Number	DRL-12V75W1AZ	DRL-24V75W1AZ	DRL-48V75W1AZ
--------------	---------------	---------------	---------------

Input Ratings / Characteristics

Nominal Input Voltage	100-240 Vac		
Input Voltage Range	85-264 Vac		
Nominal Input Frequency	50-60 Hz		
Input Frequency Range	47-63 Hz		
DC Input Voltage Range ^{*1}	120-375 Vdc		
Input Current	1.4 A typ. @ 115 Vac, 0.9 A typ. @ 230 Vac		
Efficiency at 100% Load	87.5% typ. @ 230 Vac	89% typ. @ 230 Vac	90% typ. @ 230 Vac
Max Inrush Current (Cold Start)	50 A typ. @ 230 Vac		
Leakage Current	< 1 mA @ 240 Vac		

^{*1} Power supply can operate at DC input voltage, please connect +pole to L, -pole to N and PE terminal to an earth wire or to the machine ground.

Output Ratings / Characteristics^{*2}

Nominal Output Voltage	12 Vdc	24 Vdc	48 Vdc
Factory Set Point Tolerance	12 Vdc ± 2%	24 Vdc ± 2%	48 Vdc ± 1%
Output Voltage Adjustment Range	10.8-13.2 Vdc	21.6-26 Vdc	43.2-52.8 Vdc
Output Current	6.2 5A	3.125 A	1.57 A
Output Power	75 W	75 W	75.36 W
Line Regulation	< 0.5% (@ 85-264 Vac, 100% load)		
Load Regulation	< 1% (0-100% load)		
PARD ^{*3} (20 MHz)	< 120 mVpp @ > -10°C to +70°C < 360 mVpp @ ≤ -10°C to -30°C	< 120 mVpp @ > -10°C to +70°C < 360 mVpp @ ≤ -10°C to -30°C	< 240 mVpp @ > -10°C to +70°C < 480 mVpp @ ≤ -10°C to -30°C
Rise Time	30 ms typ. @ nominal input (100% load)		
Start-up Time	1200 ms typ. @ 115 Vac (100% load) 1000 ms typ. @ 230 Vac (100% load)		
Hold-up Time	16 ms typ. @ 115 Vac (100% load) 60 ms typ. @ 230 Vac (100% load)		
Dynamic Response (Overshoot & Undershoot O/P Voltage)	± 10% @ 115 Vac & 230 Vac input, 0-50%, 50-100% load (Slew Rate: 2.5 A/μS, 50% duty cycle @ 100 Hz & 1 kHz)		
Start-up with Capacitive Loads	5,000 μF Max	5,000 μF Max	4,000 μF Max

^{*2} For power de-rating from -10°C to -20°C, and 40°C to 70°C @ 115 Vac & 50°C to 70°C @ 230 Vac, and Vin < 100 Vac, see power de-rating on page 3.

^{*3} PARD is measured with an AC coupling mode, 5cm wires, and in parallel to end terminal with 0.1 μF ceramic capacitor & 47 μF electrolytic capacitor. PSU need to burn in around 5 minutes when AMB ≤ 0°C

Liite 8. Releen tekniset tiedot

Tuotetiedot

Tekniset tiedot



Rele, Harmony Relay, plug-in, 10 A, 1 vaihtokosketin, LED, 24 V DC

Sähkönumero: 2720964 RXG13BD

GTIN-koodi : 3606480688843

Tuotetiedot

Tuoteryhmä	Harmony Electromechanical Relays
Sarjan nimi	Interface rele
Tuote tai komponentti tyyppi	Plug-in rele
Laitteen lyhytnimi	RXG
Koskettimen tyyppi ja rakenne	1 C/O

Täydentävät tiedot

Tila LED	Mukana
Koskettimen materiaali	Hopeaseos (AgSnO2In2O3)
Maximum contact resistance	100 mOhm
[Ithe] Konventionaalinen suljettu lämpövirta	10 A -40...55 °C
[Ie] Nimelliskäyttövirta	10 A 30 V (DC) UL 10 A 30 V (DC) IEC 10 A 250 V (AC) IEC 10 A 250 V (AC) UL
Maksimi kytkentäjännite	250 V AC 30 V DC
Kuormitusvirta	10 A 250 V AC
Maksimi kytkentäkapasiteetti	2500 VA
Minimi kytkentäkapasiteetti	500 mW 100 mA, 5 V DC
Toimintataajuus	<= 1800 sykliä/tunti Kuormituksessa <= 18000 sykliä/tunti Ei kuormaa
Käyttöaste	20 %
Mekaaninen kestävyys	10000000 cycles
Sähköinen kestävyys	100000 cycles Ei Resisttiivinen kuorma 55 °C 100000 cycles NC Resisttiivinen kuorma 55 °C
[Ui] Eristysjännite	250 V IEC 300 V CSA 300 V UL
[Uimp] Syöksyjännitekesto	6 kV 1,2/50 µs
Läpilyöntilujuus	1000 V AC Koskettimien välillä kanssa Mikrokatkaisu eristys 5000 V AC Kelan ja koskettimen välillä kanssa Vahvistettu eristys eristys
Coil resistance	1100 Ohm +/- 10 %