

Niko Ylinen

MODERNIN OMAKOTITALON SÄHKÖSUUNNITTELU

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma

2017

MODERNIN OMAKOTITALON SÄHKÖSUUNNITTELU

Ylinen, Niko
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2017
Ohjaaja: Ylinen, Marko
Sivumäärä: 34
Liitteitä: 7

Asiasanat: valaistussuunnittelu, sähkösuunnittelu, rakennusautomaatio, sähkötekniikka

Tämän opinnäytetyön aiheena on sähkösuunnittelu Porin Noormarkun kaupungin-osaan valmistuvalle uudelle asuinrakennukselle. Työssä perehdytään nykyaikaiseen sähkösuunnitteluun. Työkohteeseen tehdään perinteisen sähköjärjestelmän lisäksi KNX-rakennusautomaatiojärjestelmä, joka tulee ohjaamaan rakennuksen toimintoja.

Suunnittelu koostui kolmesta suuremmasta kokonaisuudesta. Ensimmäisessä vaiheessa suunniteltiin valaistus hyödyntäen DIALux-valaistussuunnitteluohjelmistoa. Toisessa vaiheessa tehtiin varsinainen sähkösuunnittelu ja sen dokumentointi CADs-ohjelmistolla. Kolmas vaihe oli KNX-järjestelmään perehtyminen ja sen suunnittelu.

Työ rajoittuu sähkösuunnittelun eri vaiheisiin ennen rakennustöiden alkua. Rakennustyöt aloitetaan kesällä 2017.

ELECTRICAL DESIGN OF A MODERN HOME

Ylinen, Niko

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electric and Automation Engineering

May 2017

Supervisor: Ylinen, Marko

Number of pages: 34

Appendices: 7

Keywords: electrical engineering, KNX, lightning design, building automation

The purpose of this thesis was to make electrical design to the new residential building in the district of Noormarkku in Pori. The intention of the thesis was to clarify a modern electrical design. In the project under design will come KNX-building automation system in addition for regular electric system. KNX will control almost everything in the building for example lights and HVAC systems.

The planning comprises from three main phase. The first phase was lightning designing with DIALux lightning design software. In second phase was the proper electric design and its documentation with CADS design software. Third phase was familiarization with KNX-system and its planning.

The thesis is limited to electric planning before construction work have started. Construction work will be started in summer 2017.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	SÄHKÖSUUNNITTELUN KÄYNNISTÄMINEN	6
2.1	Aloituspalaveri	6
2.2	Yhteenveto tilaajan kanssa	7
3	VALAISTUSSUUNNITTELU.....	8
3.1	Valaistussuunnittelu	8
3.2	Valon perussuureet.....	8
4	VALAISTUSSUUNNITTELU DIALUX -OHJELMALLA	10
4.1	DIALux.....	10
4.2	DWG-kuvan tuonti ja rakennusten luominen	11
4.3	Valaisinhakemistojen käyttö.....	14
4.4	Valaisimien ja laskentakohteiden sijoittaminen mallinnukseen	16
4.5	Valaistuslaskelma.....	18
5	SÄHKÖSUUNNITELMA.....	20
5.1	Sähköpistekuvat	20
5.2	Yleiskaapelointi- ja antennijärjestelmä	21
5.3	Keskukset.....	22
5.4	Asemapiirustus.....	23
5.5	Piirikaaviot.....	23
5.6	Keskuksien syöttökaapelit	23
6	KNX-RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ.....	24
6.1	KNX	24
6.2	Kommunikointi ja yleiset komponentit	26
6.3	KNX-tarpeet.....	27
6.4	KNX-komponentit.....	27
6.5	KNX-piirikaaviot	33
7	YHTEENVETO	34
	LÄHTEET	35
	LIITTEET	
LIITE 1	Asemapiirustus	
LIITE 2	Tasopiirustus vahvasähkö	
LIITE 3	Tasopiirustus heikkosähkö	
LIITE 4	Keskukset	
LIITE 5	Yleiset piirikaaviot	
LIITE 6	KNX –piirikaaviot	
LIITE 7	Valaistuslaskelmat	

1 JOHDANTO

Tutkielmassa perehdytään nykyaikaisen uudisrakennuskohteen sähkösuunnitteluun. Nykyisin sähkösuunnittelijan tehtävinä eivät ole vain perinteiset tasopiirustukset ja keskuskäviöt, vaan työnkuva on saanut uusia piirteitä kehityksen myötä. Tietokoneohjelmistoilla saadaan mallinnettua kokonaisia taloja ja ympäristöjä, jolloin suunnittelutyön voi nähdä konkreettisesti jo ennen rakennusvaihetta. Monissa suunnittelukohteissa on erilaisia erikoisjärjestelmiä, jotka vaativat paljon erityisosaamista ja varsinkin suuremmissa suunnitteluprojekteissa työt jakautuvat erityisosaamisen mukaan.

Tutkielmassa tarkasteltava työkohte on Porin Noormarkun kaupunginosaan rakennettava uudisrakennus. Rakennuksen arkkitehtina toimii Kaarlo Koskinen Suunnittelu Koskinen Oy:stä ja LVI-suunnittelijana on Risto Soini RS LVI ja ENERGIAKONSULTOINTI Oy:stä. Kohteeseen rakennetaan noin 300m² asuinrakennus ja noin 60m² talousrakennus. Tontin yksi sivu rajoittuu Noormarkunjokeen.

Sähkötyöt kohteeseen tuottaa sähköurakointiyritys Sähikäinen Oy, joka on perustettu vuonna 1999. Yrityksen perustaja Matti Ylinen toimii myös yrityksen toimitusjohtajana. Sähikäinen Oy on työllistänyt toimintavuosiensa aikana muutamia ihmisiä, ja vaikka yritys onkin varsin pieni, niin on se toiminut erilaisissa konsultaatiotehtävissä ympäri maailmaa ja yrityksessä on paljon erityisosaamista eri sähkö- ja automaatiotekniikan osa-alueilta.

Suunnittelutyöt sisältävät kohteen valaistussuunnittelun, sähkösuunnittelun ja KNX-rakennusautomaatiojärjestelmän suunnittelun. Näistä ensimmäinen ja viimeinen eivät ole minulle entuudestaan tuttuja, mutta sähkösuunnittelu on kuulunut työtehtäviini aikaisemminkin. Opinnäytetyön yhtenä tarkoituksena onkin syventää omaa osaamistani kaikilla edellä mainituilta osa-alueilla.

Työssä pyritään hyödyntämään viimeisempiä suunnitteluohjelmistoja, jotka ovat tehty helpottamaan ja nopeuttamaan sähkösuunnittelutyötä. Tasopiirustukset tehdään CADS-ohjelmistolla ja valaistussuunnittelu DIALux-valaistussuunnitteluohjelmistolla.

2 SÄHKÖSUUNNITTELUN KÄYNNISTÄMINEN

2.1 Aloituspalaveri

Suunnitteluprojekti käynnistettiin aloituspalaverilla, jossa läsnä olivat sähkösuunnittelun tilaaja Matti Ylinen Sähikäinen Oy:stä sekä asiakkaat Milla Haapajärvi ja Tuomo Rosendahl. Asiakkaalla oli rakennussuunnittelijan sekä LVI-suunnittelijan tekemät suunnitelmat, joiden pohjalta kartoitettiin asiakkaan tarpeita ja toiveita.

Ensimmäiseksi käytiin lävitse rakennussuunnitelmat ja tutkittiin tulevat rakenteet. Kohteen ulkoseinät rakennetaan eristeharkoista ja sisäseinät perinteisellä puurunkoisella rakenteella, joihin laitetaan pinnalle Gyproc-levyt. Sähköjärjestelmän kaapeloinnissa käytetään TAM-putkijohtoja ja KNX-järjestelmän KLM-kaapelit putkitetaan. TAM-putkijohdot nopeuttavat kaapelien asentamista putkitettuina, sillä johtimet ovat valmiiksi vedettyinä putkien sisään nipuille, jolloin niitä ei tarvitse putkittaa erikseen.

Rakennus on kolmikerroksinen, joten päätimme sijoittaa siihen kaksi ryhmäkeskusta. Ensimmäinen ryhmäkeskus, joka on myös huomattavasti suurempi, sijoitetaan tekniseen tilaan kellariin. Toinen ryhmäkeskus sijoitetaan yläkertaan neljänteen makuuhuoneeseen. Tontille rakennetaan myös kahden auton ja pienen varaston sisältävä talousrakennus. Talousrakennuksen seinien rakenne on samanlainen kuin asuinrakennuksessa. Talousrakennuksen lounaissivulle sijoitetaan mittauskeskus ja varastoon sijoitetaan vielä yksi ryhmäkeskus.

Palaverissa seuraavaksi siirryimme keskustelemaan rakennuskohteen ympäristöstä. Tontti sijaitsee Koskipolku 5:ssä ja se rajoittuu Noormarkunjokeen. Asiakas toivoi reilusti valoa ympäristöön ja varauksen joenrantaan johtavan polun valaisemiseen. Rakennusten julkisivuun toivottiin seinävalaisimia, joista osoittaa valonsäteet ylös- sekä alaspäin.

Talousrakennuksen valaistukseksi kaavailtiin 60cm x 60cm upotettavia LED-paneeleita, jotka tuovat tehokkaan yleisvalon, joka riittää tarkemmissakin tehtävissä.

Pistorasioita ja 16A-voimapistorasioita sijoitetaan ympäri autotallia. Varastoon ja ulkoseiniin sijoitetaan muutamia pistorasioita. Autotalliin tulee myös sähköinen nosto-ovi, joka vaatii sähköliitäntävarauksen kattoon tai seinään.

Asuinrakennus on suuri ja pinta-alaltaan yli 300m³, joten suunniteltavaa sen osalta riittää runsaasti. LVI-suunnitelmista katsoimme, mitä laitteita LVI-suunnittelija oli valinnut ja mihin hän oli ne sijoittanut. Tekniseen tilaan rakennuksen kellarissa sijoittui suurin osa LVI-laitteista, kuten maalämpöpumppu, lämminvesivaraaja ja kellarin viemäripumppaamo. Alakerran kodinhoitohuoneeseen tulee IV-kone, mutta asiakkaan toiveissa on, että sen paikka tulisi vielä siirtymään muualle.

Asiakas toivoi asuinrakennuksen valaistukselta nykyaikaisuutta ja tyylikkyyttä. Päätimme suunnitella rakennuksen valaistuksen DIALux-valaistussuunnitteluohjelmalla, jotta asiakas näkisi rakennuksen mallinnuksen jo suunnitteluvaiheessa. Valaistus toteutetaan täysin LED-tekniikalla, lähinnä kohde- ja paneelivalaisimilla, mutta joukkoon laitetaan myös epäsuoraa valaistusta, joka toteutetaan LED-nauhoilla.

Molempien rakennusten valaistukset sekä laitteiden ohjaukset toteutetaan KNX-järjestelmällä. Asiakas toivoi helppokäyttöistä ja pitkäikäistä kiinteistöautomaatiojärjestelmää, joten päädyimme valitsemaan KNX-järjestelmä. KNX-järjestelmän edut ovat standardisoidussa järjestelmässä, joten voimme valita KNX-komponentteja monilta eri valmistajalta ja ne ovat kaikki yhteensopivia. (KNX:n [www-sivut](http://www.knx.org), ei vuosilukua)

2.2 Yhteenveto tilaajan kanssa

Aloituspalaverin jälkeen pidimme muodollisen yhteenvetopalaverin sähkösuunnittelutyön tilaajan, Matti Ylisen, kanssa. Kävimme läpi asiakkaan toiveet ja piirsimme ideoita pohjapiirustuksen kopioihin. Ideointi jonkun kanssa on suositeltavaa, sillä silloin tulee mieleen paljon enemmän asioita kuin yksin pohtiessa. Tämän yhteistyön pohjalta oli helpompi aloittaa suunnittelutyö ja pääsin heti käsiksi varsinaiseen suunnitteluun, sillä perusasiat oli jo mietitty valmiiksi.

3 VALAISTUSSUUNNITTELU

3.1 Valaistussuunnittelu

Valaistussuunnittelun tärkeys ei omakohtaisten kokemusteni perusteella ole yltänyt vielä kuluttajien keskuuteen, sillä asiakkaat eivät yleensä edes tiedä mitä valaistussuunnittelulla tarkoitetaan. Valaistussuunnittelu on hyvin tärkeä osa kiinteistöjen sähkösuunnittelua, sillä valaistus vaikuttaa voimakkaasti ihmisen mielentilaan ja viihtyvyyteen. Positiivisimmat vaikutukset ihmisten hyvinvointiin, vireyteen ja suorituskykyyn saadaan, kun seinien ja kattopinnan valaistusvoimakkuus on yli 300 lx ja työtasojen valaistusvoimakkuus 500 lx (Fagerhultin www-sivut, ei vuosilukua). Yksityisten asuinrakennusten valaistusta ei ole vielä standardisoitu, mutta työssä on käytetty hyväksi standardia: ”SFS-EN 12464-1 Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. Osa 1: Sisätilojen työkohteiden valaistus”.

3.2 Valon perussuureet

Valaistustekniikassa käytetään neljää eri perussuuretta:

1. valovirta

- kuvaa kuinka paljon näkyvää valoa valonlähde säteilee
- valovirran SI-järjestelmän mukainen mittayksikkö on lumen (lm).
- valaisimen valovirtaan vaikuttaa tehon lisäksi sen rakenne, erityisesti valaisimen kupu ja mahdollinen heijastin vaikuttaa valovirran määrään

2. valovoima

- kuvaa pistemäisen valon lähteen lähettämän valon määrää avaruus-kulmaa kohti
- valovoiman SI-järjestelmän mukainen mittayksikkö on kandela (cd).
- valovoiman avulla voidaan esimerkiksi valita tarvittava kohdevalaisin
- valovoima voidaan esittää yksinkertaisemmin valonjakokäyrällä (kuva 15 ks. s 17)

3. valaistusvoimakkuus

- kuvaa tietylle pinta-alalle tulevaa valovirran määrää.
- valaistusvoimakkuuden SI-järjestelmän mukainen mittayksikkö on luks (lx)
- valonlähteen ja pinnan, kuten työtason, välisen etäisyyden kaksinkertaistaminen vähentää valaistusvoimakkuuden neljännesosaan alkuperäisestä
- valaistusvoimakkuus on erityisen tärkeässä roolissa kun valaisimien asennuskorkeuksia suunnitellaan

4. luminanssi

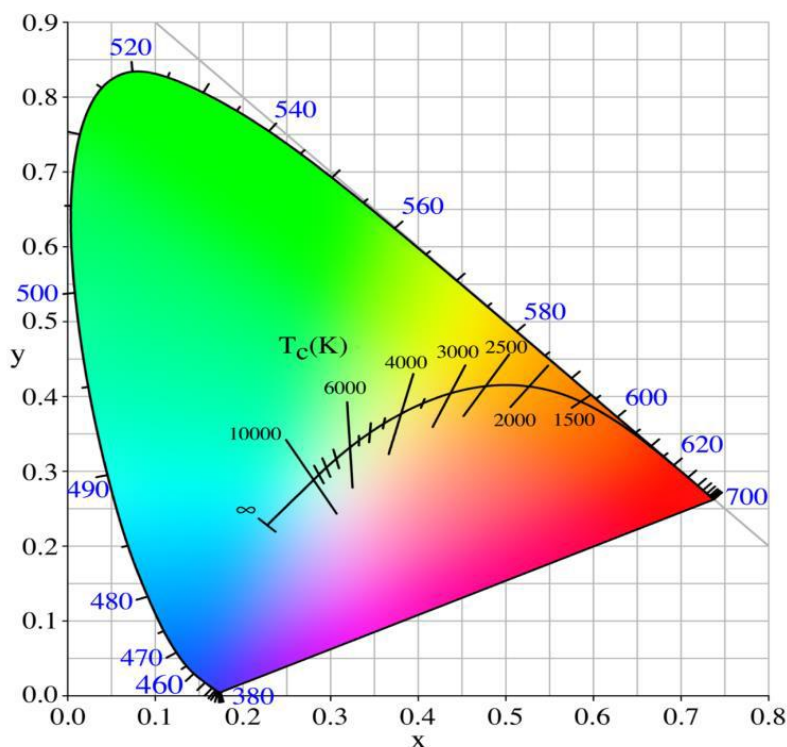
- kuvaa pinnalta lähtevää valon voimakkuutta eli "pinnan kirkkautta"
- luminanssin SI-järjestelmän mukainen mittayksikkö on kandela per neliömetri (cd/m²).
- luminanssiin vaikuttavat monet asiat, kuten pinnan materiaali, väri, tasoisuus ja katselusuunta
- valaistussuunnittelussa tulee valaisimen luminanssi ottaa huomioon, jotta se ei häikäise
 - sitä voidaan vähentää esimerkiksi opaalisella suojakuvulla

(Lampputiedon www-sivut, ei vuosilukua)

Näillä perussuureilla voidaan verrata eri valaisimia ja päättää valaisin kohteen tarpeen mukaan. Näiden lisäksi yksi valaisimen tärkeä ominaisuus on värilämpötila. Värilämpötilan yksikkö on kelvin (K). Värilämpötila on sellaisen mustan kappaleen lämpötila, jonka säteilemä valo vastaa tarkasteltavaa valoa eli värilämpötila määrittää valaisimen tuottaman valon sävyn. Yleisimmät valosävyt LED-valaistuksissa ovat:

- lämmin valkoinen 2700K - 3500K
- valkoinen 3700K - 5400K
- kylmä valkoinen 5400K - 7000K

(Lampputiedon www-sivut, ei vuosilukua).



Kuva 1. Väriämpötilat, Planckin käyrä (Kurki, 2014)

Valaisemista saattaa olla monia erilaisia tyyppisiä myynnissä, joissa edellä mainitut arvot eroavat toisistaan. Tällöin on tärkeää tietää, mitä eri suureet tarkoittavat ja mihin ne vaikuttavat. Valaistuksen tulee olla riittävän tehokas, mutta se ei saa häikäistä. Valaistuksen pitää olla tasainen ja sen tulee sopia rakennuksen sisustukseen ja käyttötarkoitukseen. Hyvä valaistus on erityisen tärkeää keittiön ja muiden kodin huoneiden työtasoilla, sekä muissa paikoissa missä luetaan tai tehdään tarkkaa työtä.

4 VALAISTUSSUUNNITTELU DIALUX -OHJELMALLA

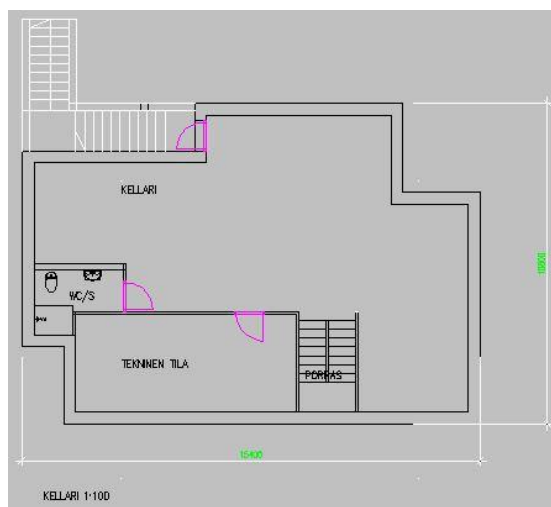
4.1 DIALux

DIALux on valaistussuunniteluohjelmisto ammattilaiskäyttöön ja sitä käyttää yli 680 000 suunnittelijaa ympäri maailman. Ohjelma on ilmainen, mutta silti sitä kehitetään jatkuvasti (DIALux:in [www-sivut](http://www.dialux.com), ei vuosilukua). Yksinkertaistettuna DIALux-ohjelmalla on mahdollista mallintaa kokonainen rakennus, kuten esimerkik-

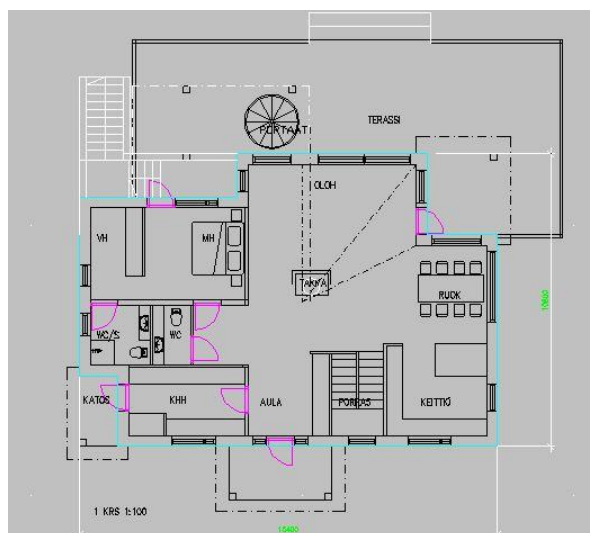
si omakotitalo. Se onnistuu helposti tuomalla CAD-pohjakuva projektiin. Tämän jälkeen valitaan haluttu valaisin, jolloin ohjelma laskee käyttäjälle kuinka monta valaisinta tarvitaan, jotta valon määrä on riittävä.

4.2 DWG-kuvan tuonti ja rakennusten luominen

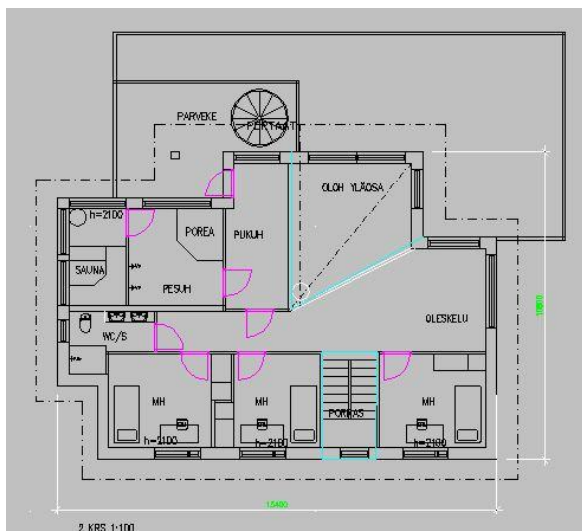
Suunnittelu DIALux-ohjelmalla alkaa DWG-kuvan tuonnista ohjelmaan. Ensin luotiin rakennussuunnittelijan lähettämistä pohjapiirustuksista 4 eri DWG-kuvaa:



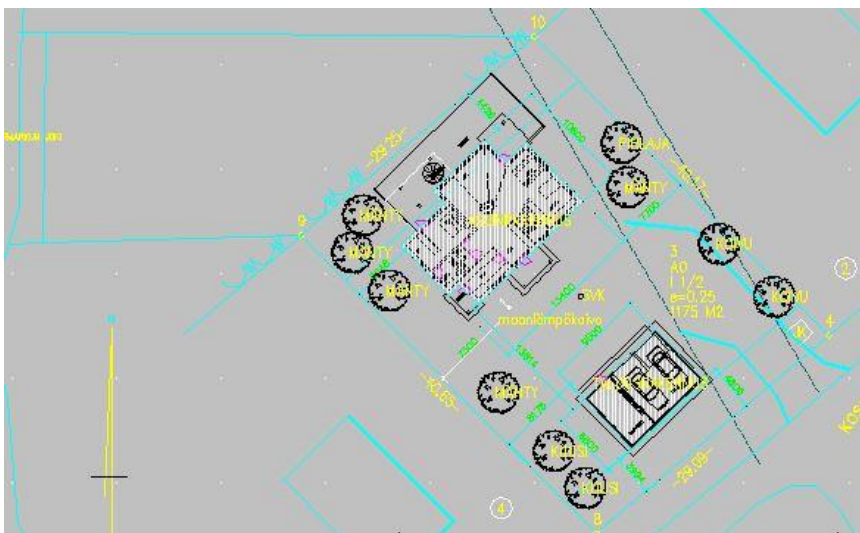
Kuva 2. kellarin pohjapiirustus (Suunnittelu Koskinen Oy, 2017)



Kuva 3. alakerran pohjapiirustus (Suunnittelu Koskinen Oy, 2017)



Kuva 4. yläkerran pohjapiirustus (Suunnittelu Koskinen Oy, 2017)



Kuva 5. asemakaava (Suunnittelu Koskinen Oy, 2017)

Rakennuksen kerroskuviissa ei ole mitään muuta kuin kyseisen tason pohjapiirros. Tämän jälkeen tiedostot haetaan DIALux-ohjelmaan *piirrokset*-välilehdeltä. Sen jälkeen tulee huomioida, että skaalaus on oikeassa mittasuhteessa, jolloin valitaan mittasuhteeksi millimetrit ja se varmistetaan *mittanauha*- työkalulla kuvasta. Kun kaikki DWG-kuvat on tuotu ja asetukset määritetty toimiviksi, tulee kuvat kohdistaa *ympäristö*-kuvaan käyttämällä *siirrä piirrosta*-työkalua.

Työ jatkui rakennusten luomisella ohjelmaan. Kun DWG-kuvat on tuotu ohjelmaan, on seinät suhteellisen helppo piirtää. Ensin piirretään ulkoseinät *piirrä uusi rakennus*-työkalulla, jolloin myös määritellään huonekorkeudet ja se, montako kerrosta

rakennukseen tulee. Tämän jälkeen piirretään sisäseinät, jolloin ohjelma määrittää 3D-mallin rakennuksesta.

Seuraava vaihe on aukkojen eli ovien ja ikkunoiden luonti. Ohjelmassa on runsaasti valmiiksi määriteltyjä malliaukkoja ja suunnitelmaan valittiin samantyyppiset aukot kuin rakennussuunnittelijan kuvissa. Ikkunat ja ovet sijoitellaan seiniin *piirrä uusi rakennuksen aukko*-työkalulla. Ikkunoiden ja ovien mittoja voidaan muuttaa tarvittaessa myös jälkikäteen.

Tässä vaiheessa mallinnettu rakennus alkaa jo muistuttaa hieman taloa, mutta katto puuttuu, joten se lisätään seuraavaksi. Niin sanottu pääkatto koostuu kahdesta palasesta, jotka liimataan kiinni toisiinsa. Sen lisäksi täytyy tehdä erikseen katot myös sisäänkäyntien päälle. DIALux-ohjelman *piirrä katto*-työkalu on mielestäni hieman kömpelö, sillä katto koostuu kahdesta eri suuntaan osoittavasta harjasta ja mittoja täytyy säädellä, jotta katto näyttää edes suhteellisen aidolta.

Samat vaiheet toistettiin talusrakennuksen mallintamisessa ja se onnistui ongelmitta. Seuraavaksi mallinnettiin ympäristö. Ympäristön mallintaminen aloitettiin piirtämällä tontin rajat ja kohottamalla maata oikeaan korkeuteen, jotta kellarikerros jää maan alle. Rakennussuunnittelija oli sijoitellut tontille puita ja kulkureitit, joten jatkoin niistä. Tämän jälkeen tein vielä terassien mallinnuksen sekä loin kellarin ulko-ovelle johtavan kulkureitin.



Kuva 6. Mallinnettu ympäristö DIALux-ohjelmassa (Ylinen, 2017)



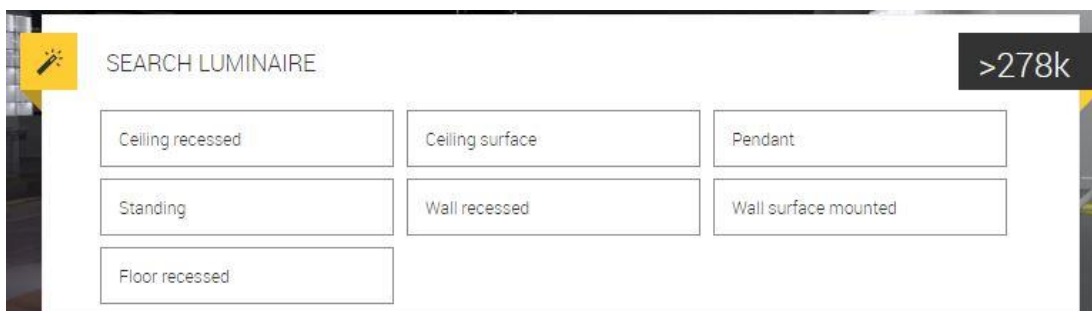
Kuva 7. Mallinnettu ympäristö DIALux-ohjelmassa 2 (Ylinen, 2017)

4.3 Valaisinhakemistojen käyttö

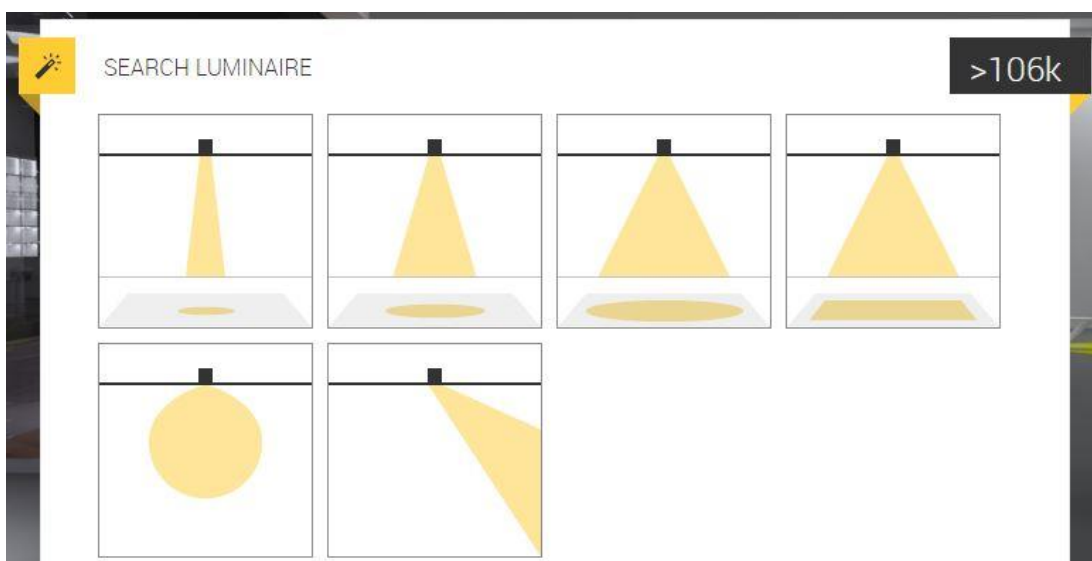
DIALux-ohjelmassa valaisimet lisätään ohjelmaan suoraan valmistajien hakemistoista. Kun valaisin noudetaan tätä kautta, on siihen jo määritelty valotekniset tiedot ja 3D-malli. Työssäni käytin kahta hakemistoa: Rexel Finland ja LUMsearch. Rexel Finlandin hakemistosta löytyy osa tukun myymistä tuotteista, mutta LUMsearch hakemistosta löytyy huomattavasti enemmän valaisimia, sillä se toimii yhteistyössä monien eri valaisinvalmistajien kanssa. LUMSearch on erittäin helppokäyttöinen, seuraavissa kuvissa näytän kuinka hakemisto toimii.



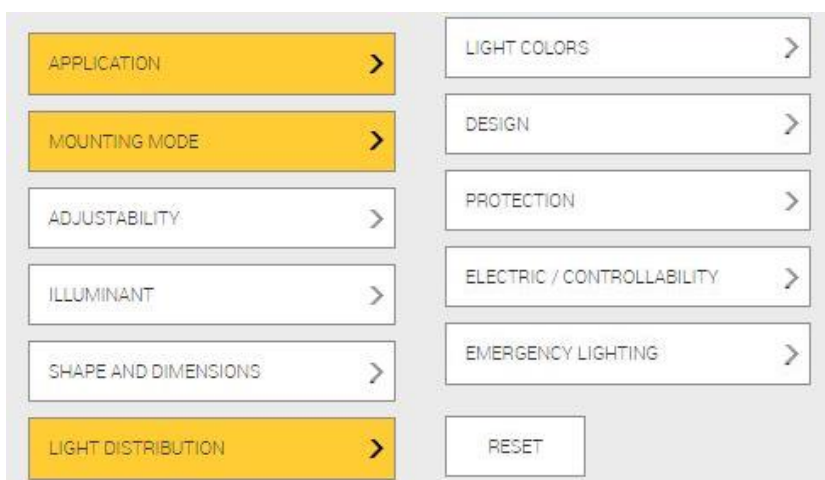
Kuva 8. LUMSearch, valaisimen sijoituskohteen valinta (Ylinen, 2017)



Kuva 9. LUMSearch, valaisimen asennustavan valinta (Ylinen, 2017)



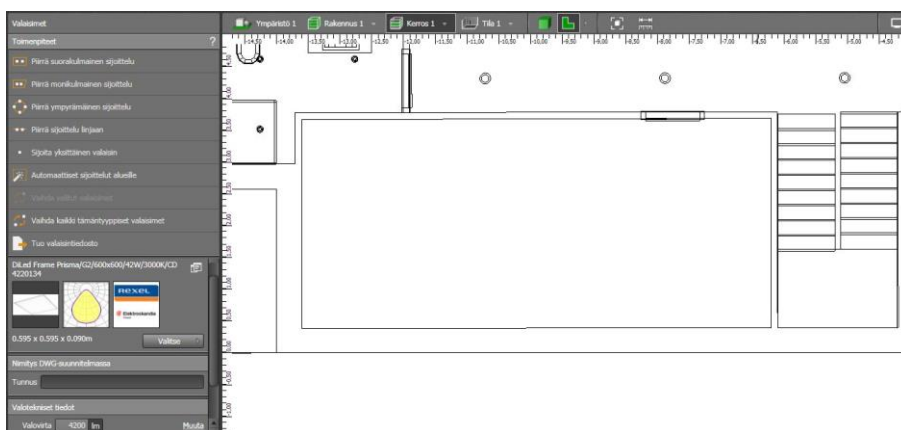
Kuva 10. LUMSearch, valaisimen valojakauman valinta (Ylinen, 2017)



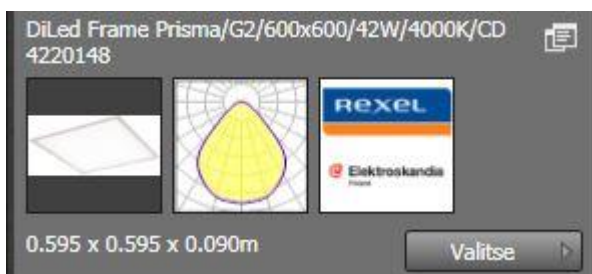
Kuva 11. LUMSearch, valaisimen lisätiedot (Ylinen, 2017)

4.4 Valaisimien ja laskentakohteiden sijoittaminen mallinnukseen

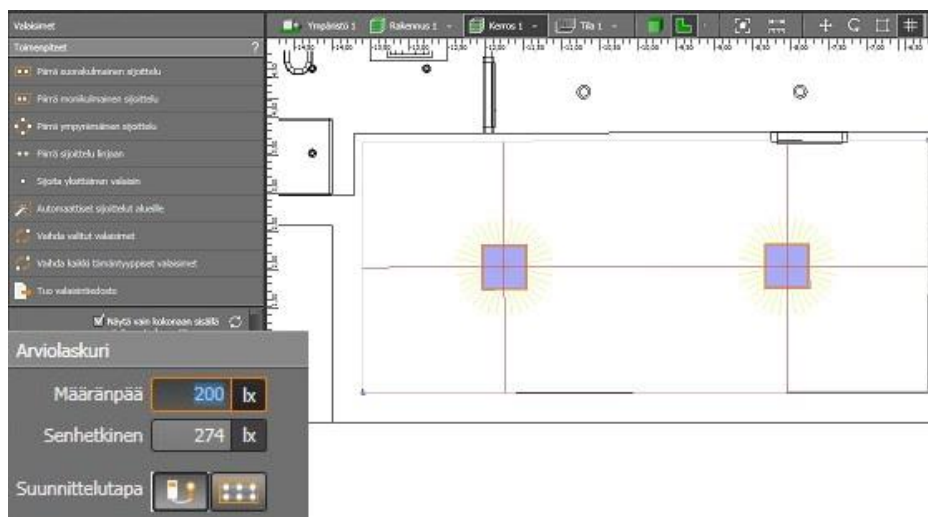
Yksinkertaisimmillaan valaistussuunnittelu DIALux-ohjelmassa on suorakulmaisessa tilassa. Ensiksi valitaan haluttu valaisin hakemistosta, jonka jälkeen valitaan *piirrä suorakulmainen sijoittelu*-työkalu ja valitaan haluttu alue. Tämän jälkeen asetetaan toivottu valaistustaso, jolloin ohjelma laskee ja sijoittaa tarvittavat valaisimet alueelle.



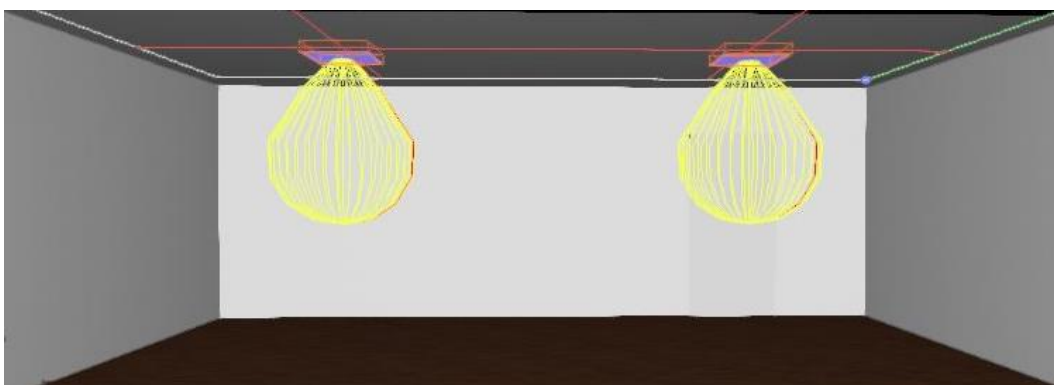
Kuva 12. DIALux, valaistussuunnittelu tekniseen tilaan (Ylinen, 2017)



Kuva 13. DIALux, halutun valaisimen valinta (Ylinen, 2017)



Kuva 14. DIALux, halutun valaistusarvion valinta (Ylinen, 2017)



Kuva 15. DIALux, valaisimet ja valonjakatumiskäyrät 3D-näkymässä (Ylinen, 2017)

Tällä periaatteella jokainen huone käytiin lävitse ja tarvittavat valaisimet saatiin asetettua rakennuksiin.

Seuraavaksi asetetaan laskentakohteet DIALux-ohjelmaan. Ohjelma valitsee laskentakohteiksi automaattisesti jokaisen huoneen, mutta tietyt kohteet, kuten työtasot, tulee asettaa ohjelmaan erikseen. Tällöin valitaan *työalueet*-välilehdeltä *piirrä suorakulmainen laskentaobjekti*, jonka jälkeen on mahdollista valita mallinnukseen haluttu työtaso, kuten keittiöpöytä. Tämän jälkeen ohjelma luo laskentaobjektin ja siitä saadaan laskennan tiedot ajettua ulos myöhemmin.

4.5 Valaistuslaskelma

Valaistuslaskelmat voidaan suorittaa, kun edellä mainituissa luvuissa käsitellyt asiat on suoritettu. Nyt on mahdollista saada lopulliset tulokset, eli valaistusarvot, mallinnuksessa käytetyillä valaisimilla. Laskelma käynnistetään *aloita laskelma-* painikkeella, jonka jälkeen ohjelma alkaa suorittaa analyysia. Analyysi kestää, tietokoneen laskentatehosta riippuen, useita minuutteja. Laskennan jälkeen saadaan tulokseksi 3D-kuvat maailmasta (Kuva 16,17,18) ja laskentaobjektien tulokset (liite 7).

Laskentaobjektien tuloksista selviää seuraavat asiat:

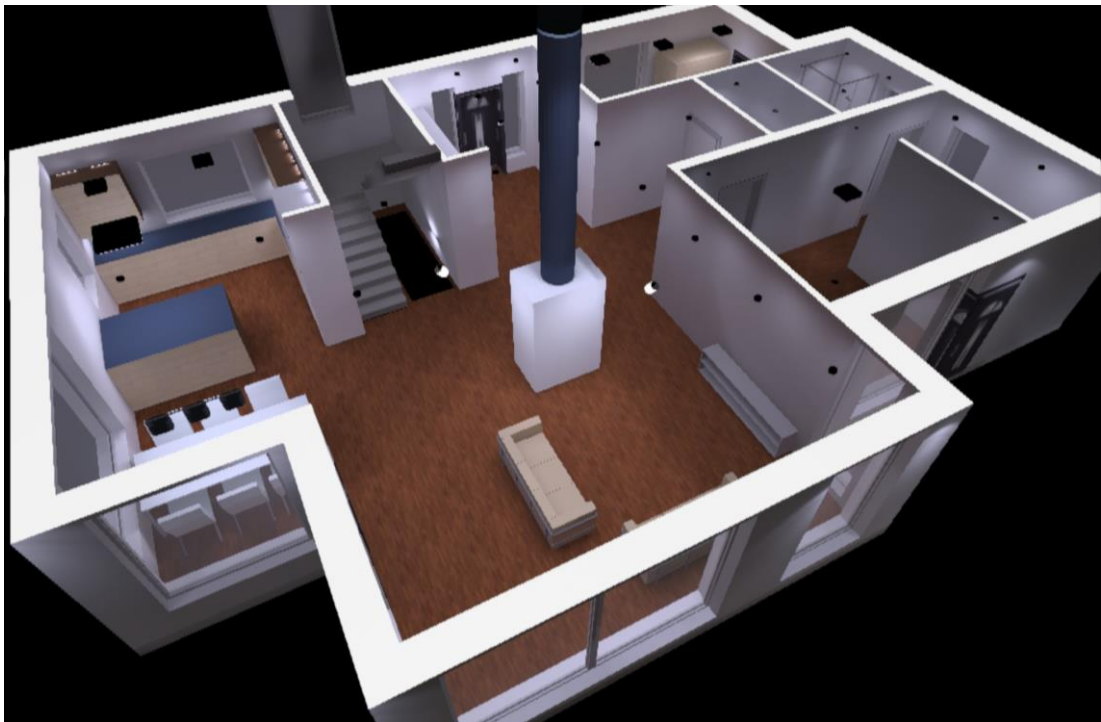
- tasojen ja tilojen valaistusvoimakkuudet
- 2D-kuva valaistusvoimakkuuden jakautumisesta tilassa, josta selviää myös valaisimien pisteet
- tarvittavat valaisimet ja niiden tarkat tiedot sekä valonjakatumiskäyrät
- kokonaisteho
- tilan laskennallinen vuosikulutus



Kuva 16. DIALux, valmis valaistussuunnitelma 1 (Ylinen, 2017)



Kuva 17. DIALux, valmis valaistussuunnitelma 2 (Ylinen, 2017)



Kuva 18. DIALux, valmis valaistussuunnitelma 3 (Ylinen, 2017)

5 SÄHKÖSUUNNITELMA

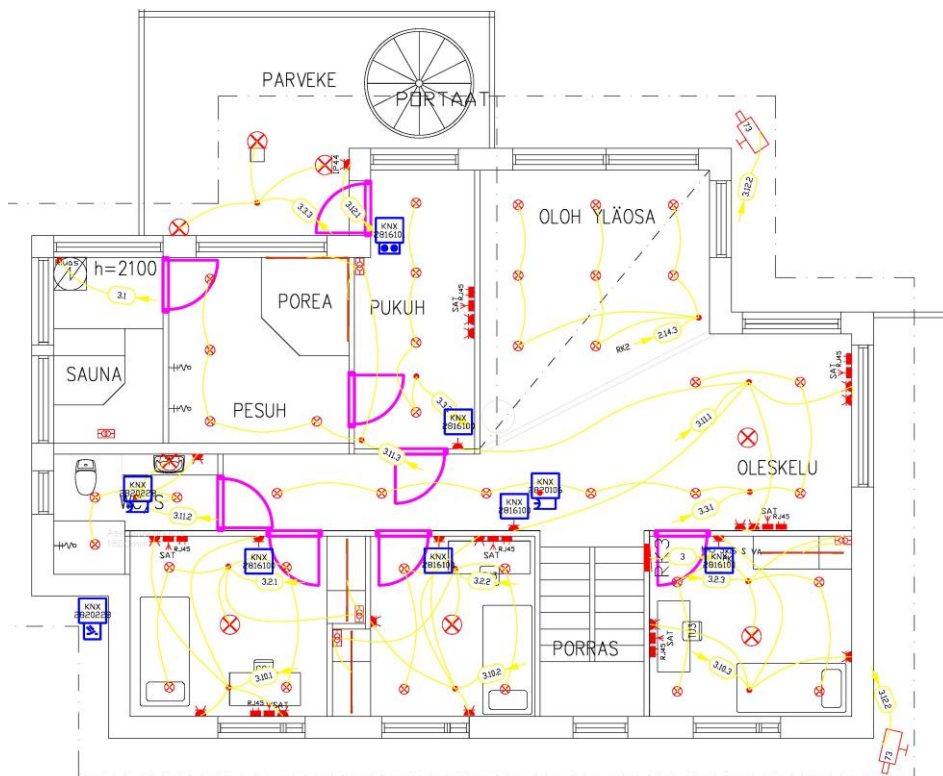
5.1 Sähköpistekuvat

Sähkösuunnitelma aloitettiin suunnittelemalla tasopiirustus CADS Planner 17-ohjelmalla ja se tehdään rakennussuunnittelijan laatiman pohjapiirroksen päälle. Tasopiirroksessa esitetään sähköjärjestelmään kuuluvien pisteiden ja laitteiden paikat piirrosmerkein sekä niiden johdotukset johdotusviivoin.

Valaisimet sijoitettiin DIALux-projektin mukaisiin paikkoihin, mutta tarkemmat mitat valaisimien sijoituspisteistä tarkentuvat rakennusvaiheen edetessä. Pisto- sekä datarasioita sijoitettiin reilusti ympäri rakennusta, jotta tulevaisuudessakin niitä olisi oikeissa paikoissa. Asiakkaan toiveet täytettiin esimerkiksi lisäämällä makuuhuoneisiin sänkyä vastapäätä pisto- sekä antennirasiat 1,80m korkeuteen, jotta seinälle saisi tarvittaessa siististi television. KNX-komponentit ja niiden kaapelointi sijoitettiin myös tasopiirustukseen. Ne piirrettiin eri tasoon, jotta saadaan eroteltua vahva- ja heikkovirtakuvat. Palovaroittimia suunniteltiin taloon enemmän kuin standardi vaatii (yksi alkavaa 60m² kohden). Jokaiseen tilaan, paitsi vessoihin ja kylpyhuoneeseen, sijoitettiin palovaroittimet turvaamaan asukkaiden elämää talossa. Palovaroittimet kaapeloidaan MMJ 5 x 1.5mm²-kaapeleilla, jotta palovaroittimet saadaan liitettyä verkkovirtaan ja toisiinsa. Tämä siksi, että kun yksi hälytyn ilmoittaa mahdollisesta tulipalosta, niin myös muut hälyttimet alkavat hälyttää.

Ryhmäjohtoja ja johdotusta piirrettäessä vakiintuneen käytännön mukaan johdonsuojakatkaisijoita käytettäessä 10 A:n suojalaitteella käytetään 1,5mm²-johtimia, ja 16 A:n suojalaitteella 2,5mm²-johtimia. Tämä pätee, mikäli oikosulkuvirran riittävyys ja jännitteenalenema eivät vaadi poikkipinta-alaltaan suurempia johtimia (Tiainen 2012, 216 - 218). Valaistus ja pistorasiaryhmät on eroteltu omiin ryhmiinsä.

Rakennuksen tekniseen tilaan tuleville LVI-laitteille merkittiin tarvittavat syötöt. Niille merkittiin myös turvakytkimet helpottamaan asennuksen kytkentävaihetta ja mahdollisia huoltoja. Lämmitys toteutettiin kiinteistöön vesikiertoisella lattialämmityksellä, joten lämmityksen mitoitus jäi LVI-suunnittelijalle.



Kuva 19. tasopiirustus yläkerta (Ylinen, 2017)

5.2 Yleiskaapelointi- ja antennijärjestelmä

Asuinrakennukseen suunniteltiin Viestintäviraston määräyksen (määräys 65 B/2016) mukainen kiinteistön sisäverkkojen ja teleurakoinnin yleiskaapelointijärjestelmä. Yleiskaapelointijärjestelmään kuuluu antenni- ja datarasiat, niiden kaapelointi sekä tarvittavat kotelot ja komponentit. Tekniseen tilaan sijoitettiin pieni laitekaappi, johon tuotiin kaikkien datarasioiden johdotus. Johdotus toteutetaan suojaamattomalla kat6-luokitetulla parikaapelilla. Kaappiin tehdään vain kaapelienpäät valmiiksi ja ne asetetaan kytkentäkiskoihin. Tietoverkkoyhtiö Elisa toimittaa kiinteistöön *talokaapeli*-paketin, joka liittyy yleiskaapelointijärjestelmän yleiseen tietoliikenneverkkoon. Asiakas ostaa itse haluamansa reitittimen ja palomuurin laitekaappiin.

Asuinrakennukseen suunniteltiin myös tarvittavat antennijärjestelmät. Antennirasiat tulevat kahdesta eri tähtipisteestä, yläkerran ryhmäkeskuksen alla on ensimmäinen ja teknisessä tilassa toinen tähtipiste. Katolle asennetaan UHF-, VHF- ja ULA-antennit.

Nämä antennit kattavat kaikki mahdolliset kanavapaikat nykyisessä antenniverkossa sekä FM-radiotaajuudet.

Kiinteistöön suunniteltiin myös varaukset valvontakameroita varten, mutta asiakas halusi asentaa haluamansa järjestelmän myöhemmin itse. Kameroille varattiin ethernet-kaapeli sekä sähkönsyöttö 3x1,5mm² MMJ-kaapelilla.

5.3 Keskukset

Asuinrakennukseen sijoitettiin kaksi ryhmäkeskusta, toinen tekniseen tilaan ja toinen yläkerran neljänteen maakuuhuoneeseen. Tämän lisäksi talousrakennuksen sivuseinälle sijoitettiin mittauskeskus ja talousrakennuksen sisälle vielä kolmas ryhmäkeskus. Mittauskeskukseksi valittiin 25A nimellisvirralla varustettu Enston EVEP125.06-mittauskeskus. Keskus asennetaan, rakentamisvaihetta varten, ensiksi jalustalla oikean asennuspaikan lähistölle, josta se siirretään oikeaan asennuspaikkaan sitten, kun se on mahdollista. Tämä tehdään, jotta saadaan työmaalle väliaikainen sähkönsyöttö.

Loput keskuksista tilataan tyhjinä koteloina ja ne kasataan tarvittavilla komponenteilla itse. Päätimme toteuttaa keskuksien kokoonpanon itsenäisesti, sillä rakennuksiin tuleva KNX-järjestelmä vaatii huomattavasti tilaa keskuksista ja valmiita paketteja ei ole tarjolla. Tekniseen tilaan valittiin Rittalin SE 5841.500-keskus, joka on 180cm korkea ja 1200cm leveä. Tähän reilun kokoiseen kaappiin saadaan tehtyä helposti sisäiset johdotukset ennen sen asentamista paikoilleen. Kaikki kaapelit tulevat keskukseen ensin riviliittimelle ja siitä eteenpäin sulakkeille tai KNX-osille. Tyhjää tilaa keskukseen jää noin 20 %. Yläkerran ryhmäkeskukseksi valittiin UTU:n Bulldog 1200-keskus, jossa on 144 moduulipaikkaa. Keskus upotetaan seinään ja se jää oven taakse, kun ovi on avoinna. Viimeiseksi ryhmäkeskukseksi, eli talousrakennuksen varastoon asennettavaksi keskukseksi, valittiin pienempi UTU:n Bulldog 850-keskus, jossa on 96 moduulipaikkaa. Tämä keskus upotetaan myös seinään.

Keskukset dokumentoidaan keskuskaaviolla ja keskuslayoutilla. Keskuslayoutissa on esitelty keskuksen rakenne ja mitat sekä komponenttien sijoituspisteet. Keskuskaavi-

ossa esitetään keskuksen sisäinen kaapelointi, ryhmien johdonsuoja-automaatit ja vikavirtasuojat sekä muita komponentteja. Suunnitelmassa on myös huomioitu tulevat uudistukset sähköturvallisuuslakiin ja standardeihin (Sähköinfon www-sivut, 2017), esimerkiksi myös valaistus on suojattu vikavirtasuojalla.

5.4 Asemapiirustus

Asemapiirroksista käy ilmi rakennusten ja muiden kiinteiden rakennelmien sijainti tontin alueella minimissään. Sähköasennuksista asemapiirrokseseen merkitään tulevien liittymiskaapeleiden asennusreitit, sähköpääkeskus, maadoituselektrodi, antenni- ja yleiskaapeloinnin jakamokeskukset sekä maakaapelein yhteydessä olevien muiden keskusten ja valaisimien, pistorasiatolppien yms. laitteiden sijainti kaapelointineen. (Sähköalan www-sivut, 2010). Pollari-valaisimet kaapeloidaan MCMK 4x2.5mm²+2.5mm²-kaapelilla ja keskuksien syöttökaapelit ovat AMCMK 4x25mm²+16mm²-kaapeleita. Molemmille rakennuksille tulee omat maadoituselektrodit, jotka liittyvät rakennuksien päämaadoituskiskoihin. Maadoituselektrodit ovat 16mm² paljasta kuparijohdinta ja ne kiertävät rakennuksen ympärillä.

5.5 Piirikaaviot

Yleiset piirikaaviot piirrettiin antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmistä, maadoituksista sekä LED-nauhojen muuntajien kytkennöistä. KNX-järjestelmästä tehtiin omat piirikaaviot, joissa näkyy tarkalleen se, kuinka laitteet tulee kytkeä. Palaan tähän aiheeseen myöhemmin luvussa 7, jossa käsittelen enemmän KNX-järjestelmää.

5.6 Keskuksien syöttökaapelit

Aluetta hallinnoiva verkkoyhtiö lupasi toimittaa sähköliittymän kaapelin mittauskeskukselle asti. Mitoitimme kaapelit itsenäisesti siitä eteenpäin. Kiinteistöön tulee 25A-sähköliittymä, joten mittauskeskukseen tulee 25A-pääsulakkeet. SFS6000-5-52 taulukon C.52.1 mukaan johtimen kuormitettavuuden minimiarvo 25A gG-sulakkeella

on vähintään 28A, mutta se voi olla huomattavasti suurempikin, riippuen korjauskertoimista.

Teknisen tilan ryhmäkeskuksen (RK2) syöttökaapelin mitoituksessa ei ole huomioitavia korjauskertoimia, sillä kaapeli kulkee upotettuna maassa ja sisätiloissa >1m matkan pinta-asennuksena. Kaapeliksi valittiin AMCMK 4x25/16mm²-voimakaapeli. Syöttö jatkaa matkaa RK2:lta yläkerran ryhmäkeskukseen (RK3) ja tässäkin asennuksessa ei ole huomioitavia korjauskertoimia, sillä kaapeli kulkee yksin uppoasennettuna. Syöttökaapelina käytetään samaa AMCMK 4x25/16mm² voimakaapelia, sillä kaapeli kulkee myös lattiavalussa. Varaston ryhmäkeskuksen (RK1) mitoituksessa ei ole huomioitavia korjauskertoimia. Keskusta syötetään samalla AMCMK 4x25/16mm²-voimakaapelilla, sillä kaapelin pituus tulee olemaan melko lyhyt, vain noin 5 metriä, ja siihen tullaan käyttämään mahdollisesti ylijääneet kaapelit. Kaapelit ovat suunnitelmassa reilusti ylimitoitettuja, mutta koska hintaero 4x16/10mm² AMCMK-kaapeliin on hyvin pieni, päätimme käyttää yhtä kokoa isompaa kaapelia. Näin toimimalla varmistamme kaapelin koon ja oikosulkuvirran riittävyyden myös tulevaisuudessa.

AMCMK 4x25/16-kaapeli on tyypillinen maakaapeli PVC-eristeellä. Kaapelissa on kolme vaihejohdinta sekä nollajohdin. Nämä johtimet ovat alumiinia ja niiden poikkipinta-ala on 25mm². Kaapelissa on lisäksi 16mm² konsentrinen kuparisuojajohdin. (Rekan www-sivut, ei vuosilukua)

6 KNX-RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

6.1 KNX

KNX on hajautettu väyläpohjainen kiinteistönohjausjärjestelmä, jolla voidaan ohjata kaikkia kiinteistön valaistus-, lämmitys-, ilmanvaihto-, markiisi- yms. laitteita. Hajautetulla järjestelmällä tarkoitetaan, ettei järjestelmässä ole lainkaan keskusyksikköä, vaan jokaisessa komponentissa on sisäänrakennettuna ominaisuudet toimia yksinään väylässä. Hajautettu järjestelmä nostaa komponenttien hintaa, mutta vapauttaa

järjestelmät niin sanotuista aloituskustannuksista, koska kallista keskusyksikköä ei tarvita. Sama järjestelmä siis sopii yhtä hyvin Helsingin Musiikkitaloon tai vaihtoehtoisesti yksittäiseen kerrostalohuoneistoon. (Luova sähkön www-sivut, 2015)



Kuva 20. KNX-järjestelmä (BAULOGIC, 2016)

KNX on standardoitu järjestelmä kaiken kokoisiin kiinteistöautomaatioratkaisuihin. Se perustuu ISO/IEC 14543- ja EN 50090-standardeihin. European Home Systems Protocol (EHS)-, BatiBUS- ja European Installation Bus (EIB)-standardit yhdistettiin vuonna 1997 ja niistä muodostettiin KNX. KNX-järjestelmän komponentteja valmistavat monet suuret sähkötarvikkeita valmistavat yritykset, kuten ABB, Schneider Electric ja GIRA. Kaikki KNX-merkinnällä varustetut komponentit tarkastetaan kolmannen osapuolen taholta, jolloin varmistetaan komponenttien yhteensopivuus vaikka niillä olisikin eri valmistaja (KNX www-sivut, ei vuosilukua).

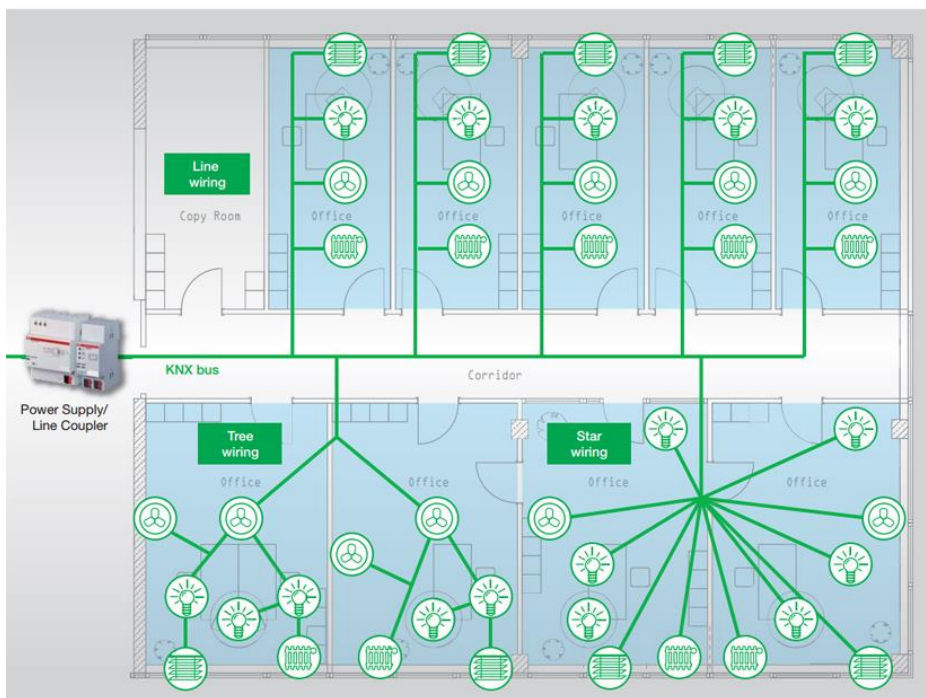
6.2 Kommunikointi ja yleiset komponentit

KNX-laitteet kommunikoivat yhdessä neljällä eri vaihtoehtoisella tavalla (KNX www-sivut, ei vuosilukua):

- parikaapeli
- datasähkö
- radio
- ethernet

Näistä yleisin vaihtoehto on parikaapeli, joka voidaan kaapeloida esimerkiksi KLM 4x0.8mm²-kaapelilla. Saneerauskohteissa muut vaihtoehdot usein helpottavat asentamista. Parikaapeloinnissa voidaan käyttää useampaa erilaista väylärakennetta. KNX-järjestelmässä käytetään n. 30VDC jännitettä ja se luokitellaan SELV (Safety Extra Low Voltage) järjestelmäksi. (Harsia, 2005)

KNX-väylän rakenne voidaan valita useammasta eri vaihtoehdoista. Väylän tulee olla joko väylä-, puu- tai tähtirakenteinen. Väylää ei saa yhdistää renkaaksi, sillä se aiheuttaa varjosanomiam väylään. Virtalähteen ja toimilaitteen etäisyys saa olla korkeintaan 350m, kahden väylään kytketyn toimilaitteen etäisyys toisistaan korkeintaan 700m ja väylän kokonaispituus korkeintaan 1000m. (Piikkilä, Kallioharju, 2015)



Kuva 21. KNX-väylän rakenne (ABB, 2015)

KNX-järjestelmään kuuluu paljon erilaisia komponentteja. Toiminnan kannalta tärkein on virtalähde, joka syöttää käyttöjännitteen väylään. Kaikki järjestelmäkomponentit toimivat 24VDC-jännitteellä ja komponentit ottavat sen väylästä. Virtalähde syöttää n. 30VDC-jännitettä, jotta se saa kompensoitua jännitteen aleneman. Jännitelähteenä käytettävät suojajännitemuuntajat täyttävät SFS-EN 60 742 suojaerotusmuuntajat ja suojajännitemuuntajat standardin vaatimukset. Virtalähteen lisäksi on muita keskukseen sijoitettavia komponentteja kuten relelähtöjä, linjayhdistimiä ja väylämuuntimia. Väylämuuntimilla saadaan yhdistettyä esimerkiksi mittauksissa käytetyn Modbus-väylän tai valaistusohjauksissa käytetyn DALI-väylän KNX-väylään. Yhteen KNX-väylään saadaan liitettyä korkeintaan 64 toimilaitetta. Tosin virtalähteen antama virtaraja 640mA rajoittaa jo monessa tapauksessa aikaisemmin. Linjayhdistimillä saadaan kuitenkin yhdistettyä KNX-väyliä yhteen, jolloin toimilaitteiden määriä saadaan kasvatettua tarpeen mukaan. Keskuskomponenttien lisäksi väylään liitetään toimilaitteet kuten kytkimet, kosketuspaneelit ja termostaatit.

6.3 KNX-tarpeet

Uudisrakennuskohteessa päätettiin hyödyntää KNX-rakennusautomaatiojärjestelmää. Asiakas toivoi yksinkertaista, mutta monipuolista järjestelmää, jossa olisi mahdollisuus myös etäkäyttöön. Näihin toimintoihin KNX on mahdollisesti paras ja helpoin ratkaisu. KNX-järjestelmään liitetään kiinteistön valaistus, lämmitys sekä ilmanvaihto ja sillä toteutetaan myös rikosilmoitinjärjestelmä. Näillä toiminnoilla saadaan suurin hyöty järjestelmästä ja sitä on mahdollista seurata digitaalisesti reaaliajassa. Järjestelmä tulee myös ohjaamaan tiettyjä pistorasioita ja laitteita, jotta turvallisuustekijät saadaan maksimoitua ja paloturvallisuusriskit minimoitua.

6.4 KNX-komponentit

Kohteeseen valittiin komponentit Schneider Electricin valikoimista. Tuotteet valittiin käyttötarpeisiin sopiviksi. Toimilaitteet ovat tyylikkäitä pienkosketuspaneeleita sekä perinteisempiä painonappeja. Kalustesarjaksi valittiin Exxact-sarja jonka muotoilu on nykytarpeisiin sopivaa designia. Kohteeseen ei tule niin sanottua *master control-*

kosketuspaneelia, vaan kohteeseen tehdään etäkäyttöliittymä, jonka saa avattua esimerkiksi mobiililaitteilla. Kohteeseen valittiin virtalähteeksi 640mA-malli, josta riittää tarpeisiin nähden riittävästi tehoa. Virtalähteitä tarvitaan kaksi, toinen RK2:een ja toinen RK3:een.



Kuva 22. KNX-virtalähde 640mA (Schneider Electric, 2016)

HomeLYnk on logiikka/visualisointiyksikkö kotiautomaatio- ja pieniin kiinteistöautomaatiojärjestelmiin. Se yhdistää rakennusautomaatiossa ja energianmittauksessa käytettäviä protokollia. Lisäksi sillä voidaan tuottaa visualisointi ja käyttöliittymä tableteille, älypuhelimille ja tietokoneille. HomeLYnkin muistiin voidaan tallentaa sähkön, veden ja muiden resurssien kulutustietoja ja tarkastella niitä viikko-, kuukausi- ja vuosinäkymissä. Käyttöliittymällä voidaan toteuttaa myös kello-ohjaukset. HomeLYnk:iä käytetään myös ohjelmointi- ja ethernetporttina. Sen avulla saadaan yhdistettyä KNX-väylä verkkoon sekä ohjelmointilaitteeseen eli tässä tapauksessa tietokoneeseen. (Schneider Electric, ei vuosilukua)



Kuva 23. homeLYnk (Schneider Electric, 2016)

Linjayhdistin tarvitaan, jotta saadaan liitettyä yläkerran sekä muiden tilojen väylät yhteen. Linjayhdistimelle tuodaan väyläkaapelit yläkerran RK3:sen virtalähteeltä sekä RK2:sen virtalähteeltä. Linjayhdistin sijoitetaan RK2:seen.



Kuva 24. linjayhdistin (Schneider Electric, 2016)

Enervent Freeway KNX-väyläsovitin yhdistää KNX-väylän Enerventin ilmanvaihtokoneeseen. Sen avulla voidaan kontrolloida ilmanvaihtokonetta tarpeen mukaan. Tämä helpottaa huomattavasti *kotona/poissa*-tilojen sekä muiden tarpeellisten ominaisuuksien käyttämisessä. Kesällä ilmanvaihtokonetta käytetään myös jäähdytyksessä, joten KNX-järjestelmän lämpötila-antureilta saadaan tärkeää tietoa myös jäähdytyskäyttöön.



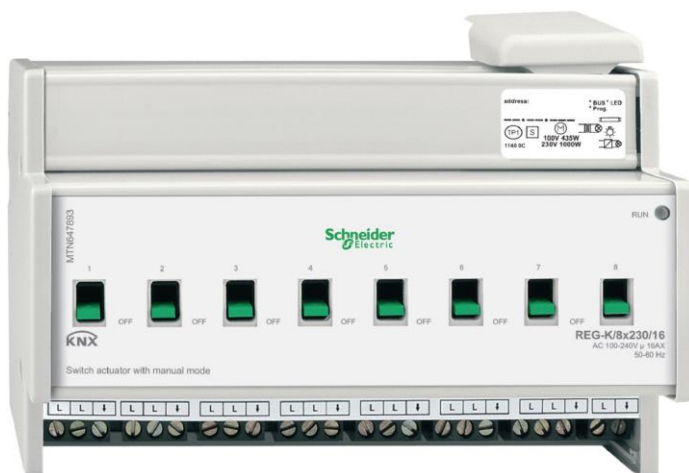
Kuva 25. Enervent Freeway KNX-väyläsovitin (Taloon.com, 2016)

Valojenohjaukseen tarvitaan himmennin- sekä releyksiköt. Kohteeseen valittiin himmentimet, jotka soveltuvat LED-kuormille. Himmentimiä tarvitaan yhteensä neljä kappaletta, kaksi pienempää 2 x 300W ja kaksi suurempaa 4 x 250W. Näiden lisäksi 10A-kärjillä varustettuja releyksiköitä tarvitaan viisi kappaletta. 12 x 10A-releyksiköitä tulee kolme kappaletta RK2:seen ja yksi kappale RK3:seen ja 8 x 10A-releyksiköitä tulee yksi kappale RK3:seen.



Kuva 26. 4 x 250W-himmenninyksikkö ja 12 x 10A-releyksikkö (Schneider Electric, 2016)

Tämän lisäksi kohteen keskuksiin tarvitaan vielä pistorasioiden 16A-kärjillä varustetut releyksiköt. Ne tulevat ohjaamaan tarvittavia pistorasioita, kuten esimerkiksi kodinkoneita. Releyksiköitä tarvitaan kolme kappaletta. Ensimmäinen 8 x 16A-releyksikkö sijoitetaan RK1:seen, missä se ohjaa pistorasioiden lisäksi myös valaistusta. Toinen 8 x 16A tulee RK3:seen jossa se ohjaa yläkerran pistorasioita. Ja viimeinen releyksikkö 12 x 16A tulee RK2:seen, jossa se ohjaa alakerran ja kellarin pistorasioita.



Kuva 27. 8x16A releyksikkö (Schneider Electric, 2016)

Perinteiset huonetermostaatit korvataan Schneider Electricin Multitouch Pro-pienkosketuspaneelilla. Termostaatin lisäksi paneelilla ohjataan kohteessa valaistusta. Paneeli tunnistaa eleitä, joten valot on mahdollista sytyttää vain käden heilautuksella. Multitouch Pro-pienkosketuspaneelissa on myös paljon muita mahdollisia toimintoja ja siihen voidaan ohjelmoida 32 eri toimintoa, kuten esimerkiksi kaihtimien tai ilmastoinnin ohjaus.



Kuva 28. Multitouch Pro (Schneider Electric, 2017)

Pienkosketuspaneelien lisäksi kohteessa käytetään myös painonappeja. Asennuspaikasta riippuen käytetään painonappeja, joissa on 2, 4 tai 8 painiketta. Väylään liitetyn painonapin etuna on sen muunneltavuus ilman kytkentöjen muutoksia. Yhdestä paikasta voidaan ohjata mitä tahansa valaisinryhmää.



Kuva 29. neljäosainen painonappi (Schneider Electric, 2016)

Kohteeseen asennetaan liike- ja läsnäolotunnistimia sisälle ja ulos. Ne tulevat ohjaamaan perinteisesti valaistusta, mutta ne liitetään myös murtohälytinja järjestelmän osiksi. Kun KNX-järjestelmä kytketään *poissa*-tilaan, muuttavat liiketunnistimet toimintaansa ja liittyvät osaksi murtohälytinja järjestelmää. Liikettä havaittuaan ne ilmoittavat homeLYnk-järjestelmän avulla käyttöliittymään, joka informoi käyttäjälle tilanteesta. Käyttäjä voi katsoa valvontakamerajärjestelmän avulla, mitä kohteessa tapahtuu. Schneider Electricin läsnäolotunnistimet ovat hyvin monipuolisesti ohjelmoitavissa ja alueesta saadaan esimerkiksi poistettua havaitsemissektoreita (Schneider Electric [www-sivut](http://www.schneider-electric.com), ei vuosilukua).



Kuva 30. läsnäolotunnistin sisätilakäyttöön (Schneider Electric, 2016)

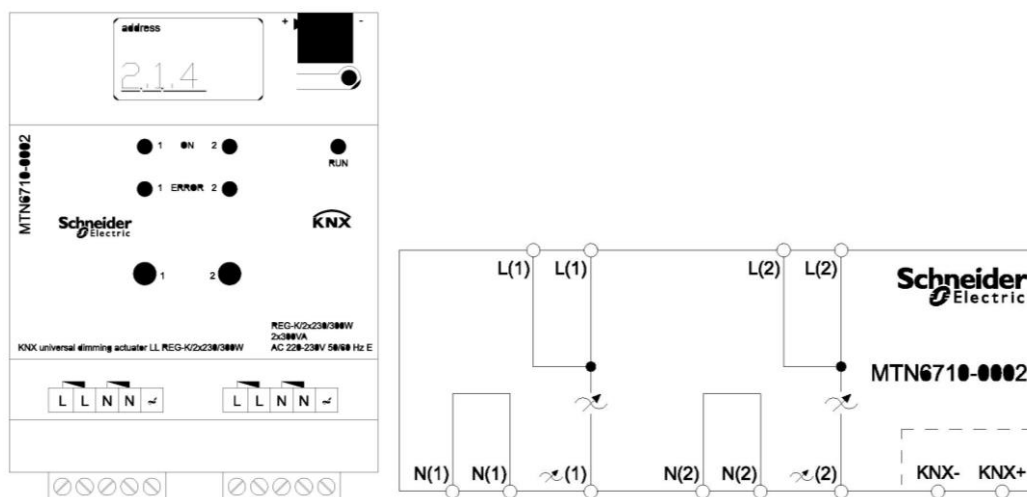
Ulos asennetaan Schneider Electricin valoisuus/lämpötila-anturi. Valoisuus-anturilla ohjataan ulkovaloja ja lämpötila-anturilla lämmitystä sekä ilmanvaihtoa. Valaistusvoimakkuutta voidaan säätää ohjelmallisesti ja valaistuksen ohjauksia voidaan tehdä useammalle eri valaistusvoimakkuudelle. Esimerkiksi numerovalo saadaan sytty-mään jo 50 luxissa, mutta muu ulkovalaistus syttyy vasta 30 luxissa.



Kuva 31. valoisuus/lämpötila-anturi (Schneider Electric, 2016)

6.5 KNX-piirikaaviot

Asennusta helpottamaan ja selkeyttämään piirrettiin piirikaaviot KNX-järjestelmän keskuskomponenteista. Schneider Electricin sivuilta saa ladattua tuotteiden CAD-tiedostot, jotka sisältävät tuotteen keskus- sekä johdotuskuvan.



Kuva 32. 2-kanavaisen himmentimen keskus- sekä johdotuskuva (Schneider Electric, 2016)

Piirikaavioissa esitetään kytkennät johdonsuojakatkaisijalta riviliittimelle. Johdonsuojien tunnuksot alkavat F-kirjaimella ja riviliittimien X-kirjaimelle. Ryhmän numeroinnit pysyvät kytkennässä identtisinä, sillä vain kirjaintunnus muuttuu. Näin piirikaavioista tulee selkeitä ja ne ovat helposti luettavissa.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyötä tehdessäni aikana opin runsaasti uusia ja tärkeitä asioita sähkösuunnittelusta. Monet minulle uutena tulleet asiat ovat sellaisia, että ne tulevat vastaan vain töitä tekemällä. Opinnäytetyötä kirjoittaessa myös kieliopilliset seikat muistivat jälleen paremmin mieleeni ja kirjoittamisesta tuli sujuvampaa sekä tekstistä selkeämpää. Kaikki tässä työssä esitellyt sähkösuunnitelmat on tehty itsenäisesti. Suunnitelmat tein viikonloppuisin koulun ohella ja niiden tekemiseen kului aikaa noin kaksi kuukautta. Suunnitelmien valmistumisen jälkeen aloitin opinnäytetyön kirjoittamisen, jota kirjoitin vapaapäivinäni noin kuukauden ajan.

Sähkösuunnittelun laajuus nykyaikaisissa taloissa on kasvanut huomattavasti vanhoihin verrattuna. Suurin osa kiinteistön laitteista vaatii sähköä ja asuinrakennuksiin on alettu asentaa myös erilaisia erikoisjärjestelmiä. Yleisimpinä erilaiset murtohälytinjärjestelmät, joita löytyy nykyisin monilta eri valmistajilta.

Entuudestaan tuntematon DIALux-suunnitteluohjelma tuli minulle projektin aikana hyvin tutuksi ja sen käyttö onnistuu jo sujuvasti. Opettelin käyttämään suunnitteluohjelmaa opetusvideoiden avulla, joita katsoin Internetistä Youtube-palvelusta. Opetusvideot olivat englanninkielisiä, mutta se ei aiheuttanut ongelmia, sillä puhun ja ymmärrän englantia sujuvasti. CADS-suunnitteluohjelmistoa olen käyttänyt paljon aikaisemminkin, joten sen käyttö oli tuttua. Projektin aikana pääsin kuitenkin laajentamaan ohjelmiston osaamistani erityisesti piirikaavio-sovelluksessa. Yleisten piirikaavioiden lisäksi kohteeseen piirrettiin myös KNX-järjestelmän kytkentäkuvat piirikaavioihin ja näin ne saatiin esitettyä selkeästi.

Kaikkea mahdollista tietoa rakennuksesta ei vielä ole ja suunnitelmat tulevat vielä todennäköisesti päivittymään rakennusurakan aikana, mutta se ei ole ongelma, sillä muutostyöt onnistuvat nykyisiin tiedostoihin helposti. Tämä on kuitenkin yksi hankaluus, joka saattaa tulla vastaan monissa rakennusurakoissa.

LÄHTEET

DIALux www-sivut. Viitattu 5.5.2017. <https://www.dial.de/en/home/>

Fagerhult Oy www-sivut. Viitattu 5.5.2017. www.fagerhult.com/fi/

Harsia, P. 2005. SELV ja PELV. Viitattu 5.5.2017. VirtuaaliAMK verkosto. Verk-
kodokumentti. Saatavissa:
<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/030503/1133959973706/1133960644395/1133962314826/1133962364904.html>

KNX www-sivut. Viitattu 5.5.2017. www.knx.org

Lampputieto www-sivut. Viitattu 5.5.2017. www.lampputieto.fi

Luova sähkö Oy www-sivut. Viitattu 5.5.2017. www.luovasahko.fi

Piikkilä, V., Kallioharju, K. KNX-DALI TAUSTOJA. Viitattu 5.5.2017. TAMK
Selvitys 2016.

Schneider Electric www-sivut. Viitattu 5.5.2017. www.schneider-electric.fi

SFS-EN 12464-1. Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. Osa 1: Sisätilojen työ-
kohteiden valaistus. 2011. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS.

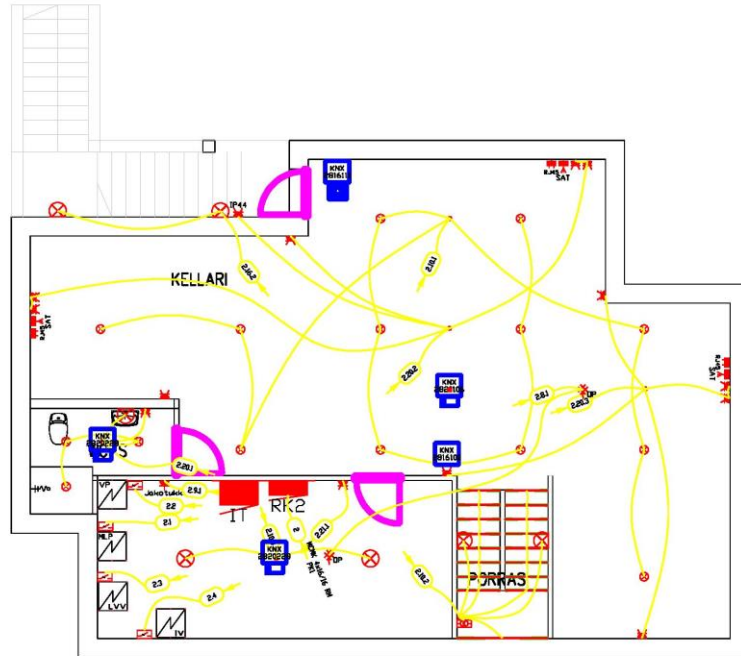
SFS-käsikirja 600-1 Sähköasennukset Osa 1: SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset
2012. Helsinki : Suomen standardisoimisliitto SFS 2012.

Sisäasiainministeriön asetus palovaroittimien sijoittamisesta ja kunnossapidosta.
2009. A14.5.2009/239.

Sähköala www-sivut. Viitattu 5.5.2017. <http://www.sahkoala.fi>

Tiainen, E. 2012. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Helsinki: Painokurki Oy.

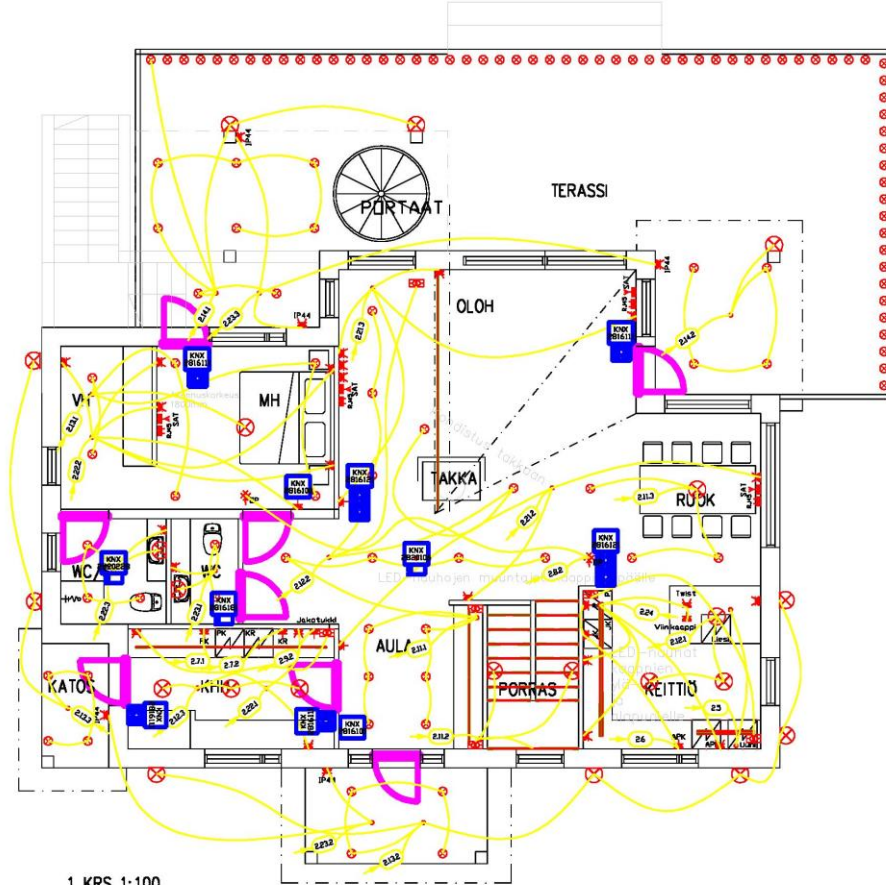
Viestintäviraston määräys kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista (Määräys
65B/2016)



KELLARI 1:100

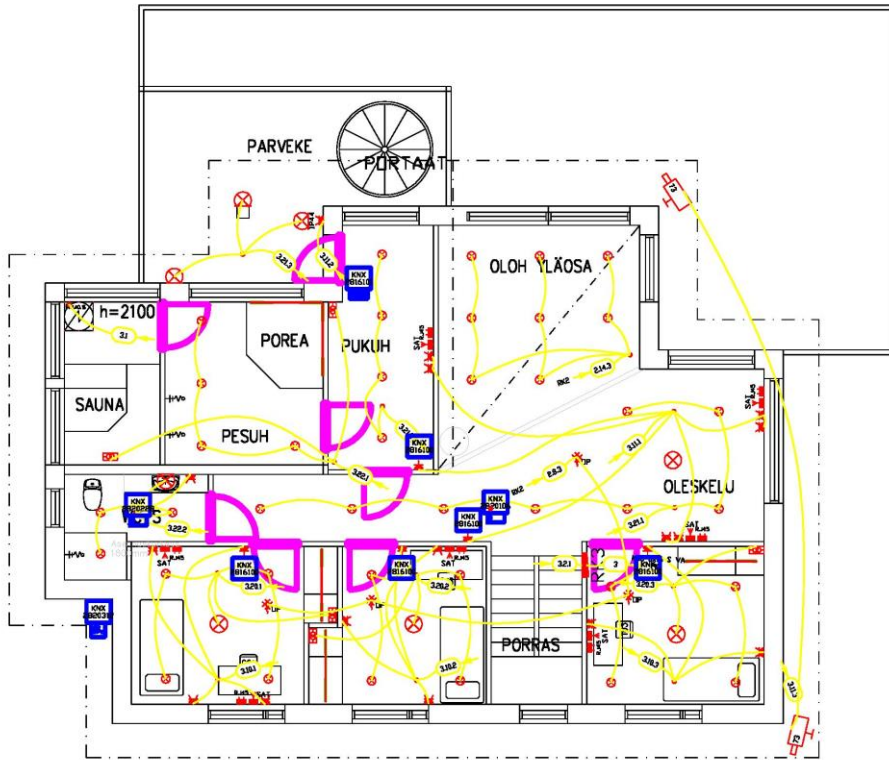
Tunn.	Lukum.	Muutos			Nimim.	Pvm
K.osa/Kyö	Kortt./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisten merkintöjä		
Noormarkku	8	3		SÄHKÖPIIRUSTUS		
Haapajärvi & Rosendahl Koskipolku 5 29600 Noormarkku				Tasopiirustus Kellari	MK: 1:200	
			Pvm 7.5.2017	Työnumero	Tilaaajan numero	
			Piirt. NYI	105	105	
			Suunn. NYI			
			Tark. MYI	Pirustusnumero		Muutos
			Yht.hiö NYI	SÄH		
			Lehti			

Terassiin upotettuja LED-kohdevalaisimia



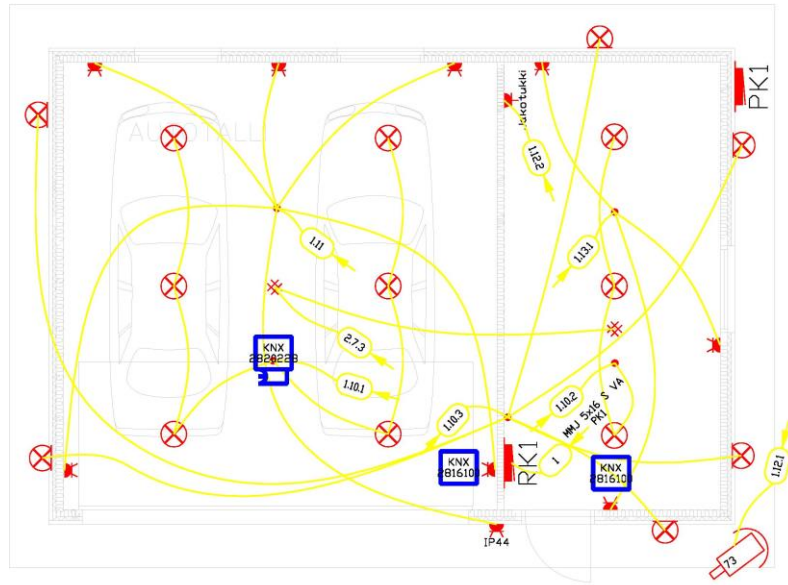
1 KRS 1:100

Tunn.	Lukum.	Muutos			Nimim.	Pvm
K.oso/Kytä	Noormarkku		Kortt./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisten merkintöjä
			8	3		
UUDISRAKENNUS			SÄHKÖPIIRUSTUS			
Haapajärvi & Rosendahl Koskipolku 5 29600 Noormarkku			Tasopiirustus Alakerta		MK: 1:200	
			Pvm	Työnumero	Tilaaajan numero	
			7.5.2017	105	105	
			Piirt.			
			NYI			
			Suunn.			
			NYI			
			Tark.			
			MYI			
			Yht.liiä			
			NYI			
			Lehti			
			SÄH		Piirustusnumero	Muutos

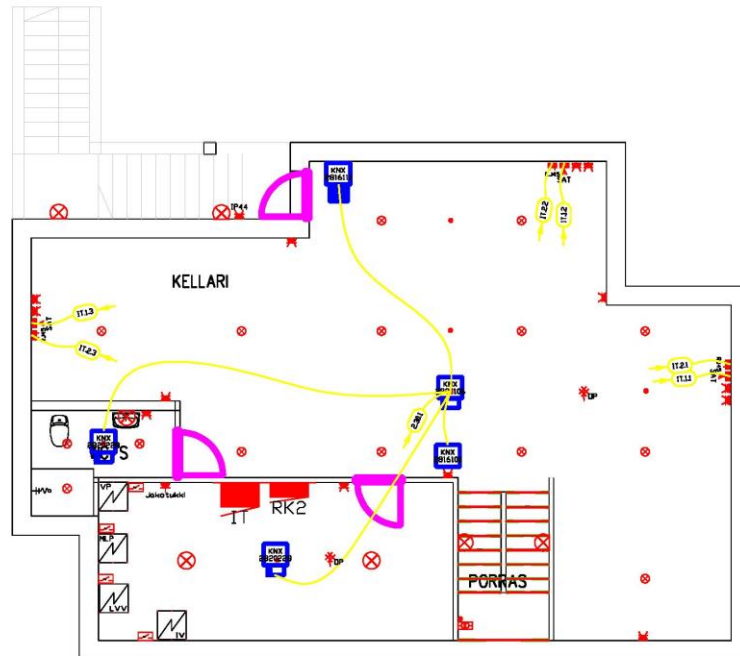


2 KRS 1:100

Tunn.	Lukum.	Muutos				Nimim.	Pvm
K.oso/Kytä	Kortt./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisten merkintöjä			
Noormarkku	8	3		SÄHKÖPIIRUSTUS			
Haapajärvi & Rosendahl Koskipolku 5 29600 Noormarkku				Tasopiirustus Yäkerta			MK:
			Pvm	Työnumero	Tilaaajan numero		
			7.5.2017	105	105		
			Piirt. NYI				
			Suunn. NYI				
			Tark. MYI				
			Yht.lhiö NYI	Pirustusnumero			Muutos
			Lehti	SÄH			

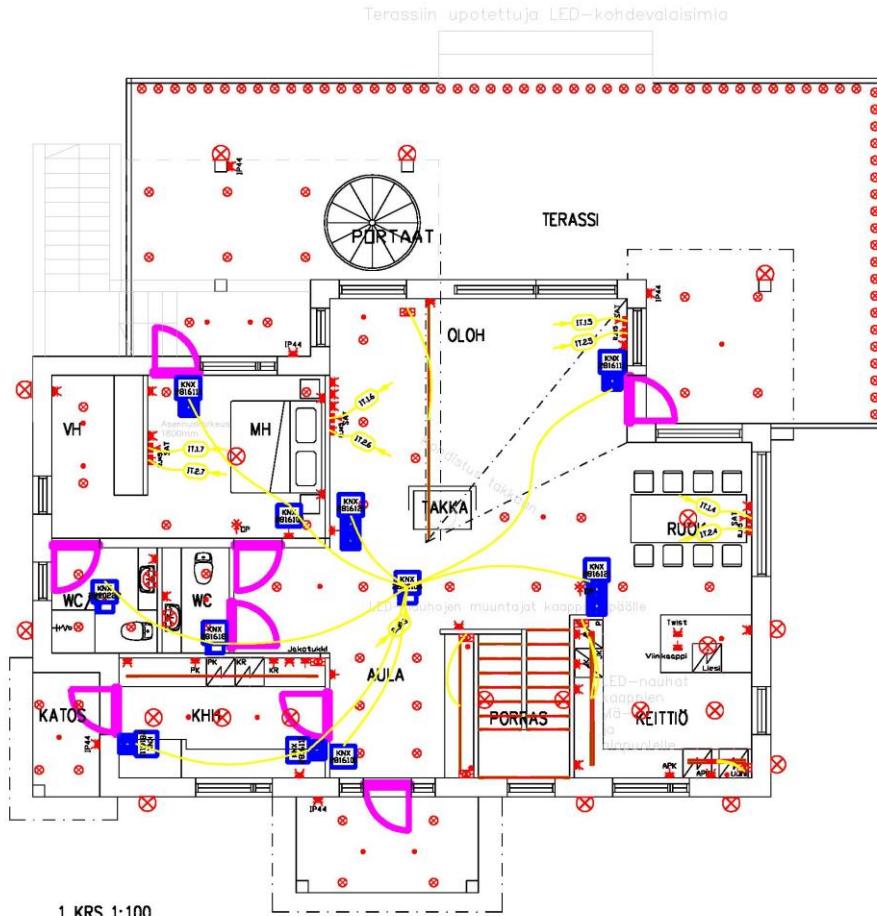


Tunn.	Lukum.	Muutos			Nimim, Pvm
K.osa/Kylä Noormarkku	Kortti./Tila 8	Tontti 3	Rno	Viranomaisten merkintöjä	
UUDISRAKENNUS				SÄHKÖPIIRUSTUS	
Haapajärvi & Rosendahl Koskipolku 5 29600 Noormarkku				Tasopiirustus Autotalli	MK: 1:200
			Pvm 7.5.2017	Työnumero	Tilajan numero
			Piirt. NYI	105	105
			Suunn. NYI		
			Tark. MYI	Piirustusnumero	Muutos
			Yht.hiö NYI		
			Lehti	SÄH	

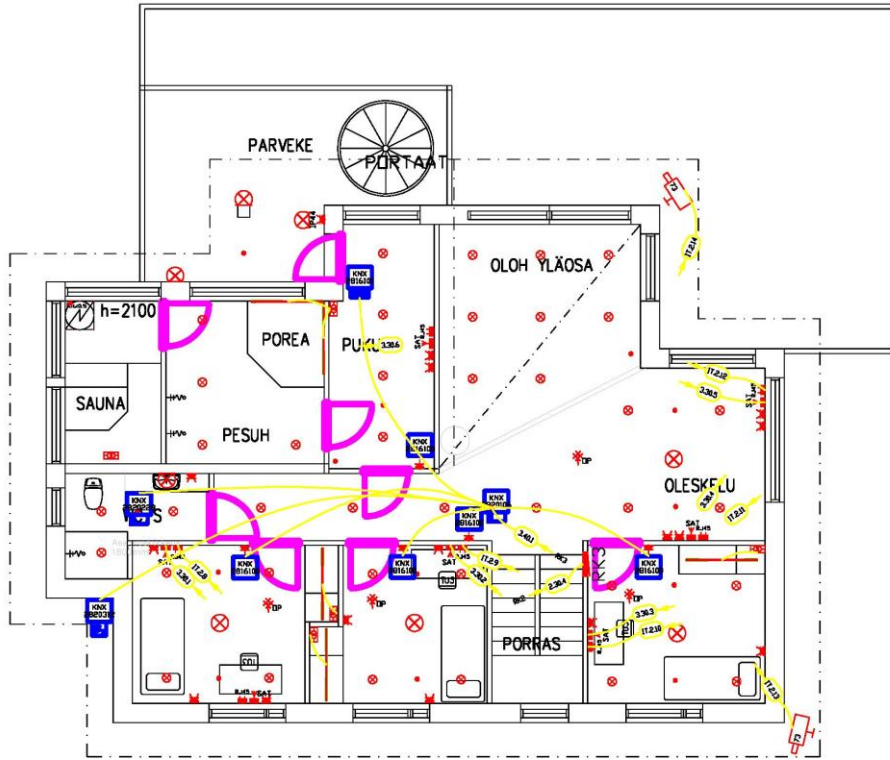


KELLARI 1:100

Tunn.	Lukum.	Muutos				Nimim.	Pvm
K.osa/Kyö	Kortt./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisten merkintöjä			
Noormarkku	8	3		SÄHKÖPIIRUSTUS			
Haapajärvi & Rosendahl Koskipolku 5 29600 Noormarkku				Tasopiirustus Kellari		MK: 1:200	
			Pvm	Työnumero	Tilaaajan numero		
			Piirt.	105	105		
			Suunn.				
			Tark.				
			Yht.hiö	Piirustusnumero		Muutos	
			Lehti	SÄH			

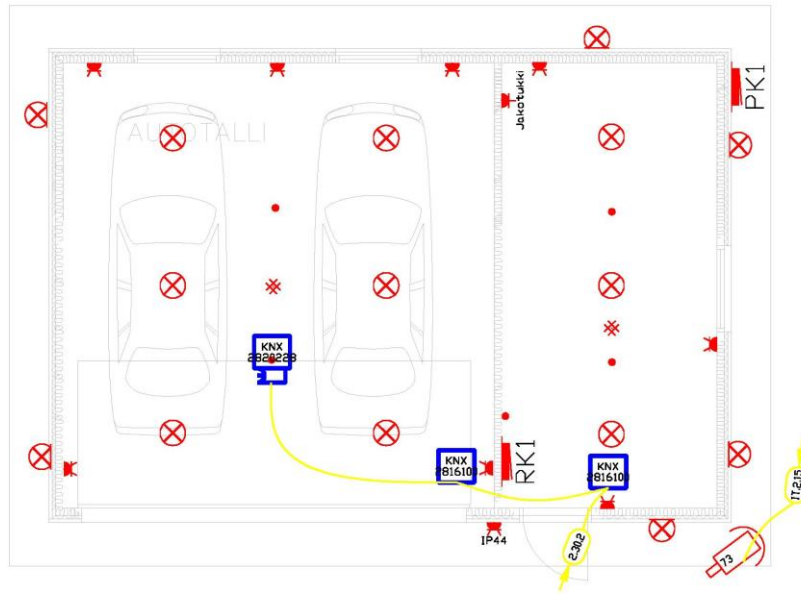


Tunn.	Lukum.	Muutos				Nimim. Pvm
K.oso/Kytä Noormarkku	Kortt./Tila 8	Tonlli 3	Rno	Viranomaisten merkintöjä		
UUDISRAKENNUS				SÄHKÖPIIRUSTUS		
Haapajärvi & Rosendahl Koskipolku 5 29600 Noormarkku				Tasopiirustus Alakerta	MK: 1:200	
			Pvm 7.5.2017	Työnumero	Tilaaajan numero	
			Piirt. NYI	105	105	
			Suunn. NYI			
			Tark. MYI			
			Yht.lhiö NYI	Pirustusnumero		Muutos
			Lehti	SÄH		

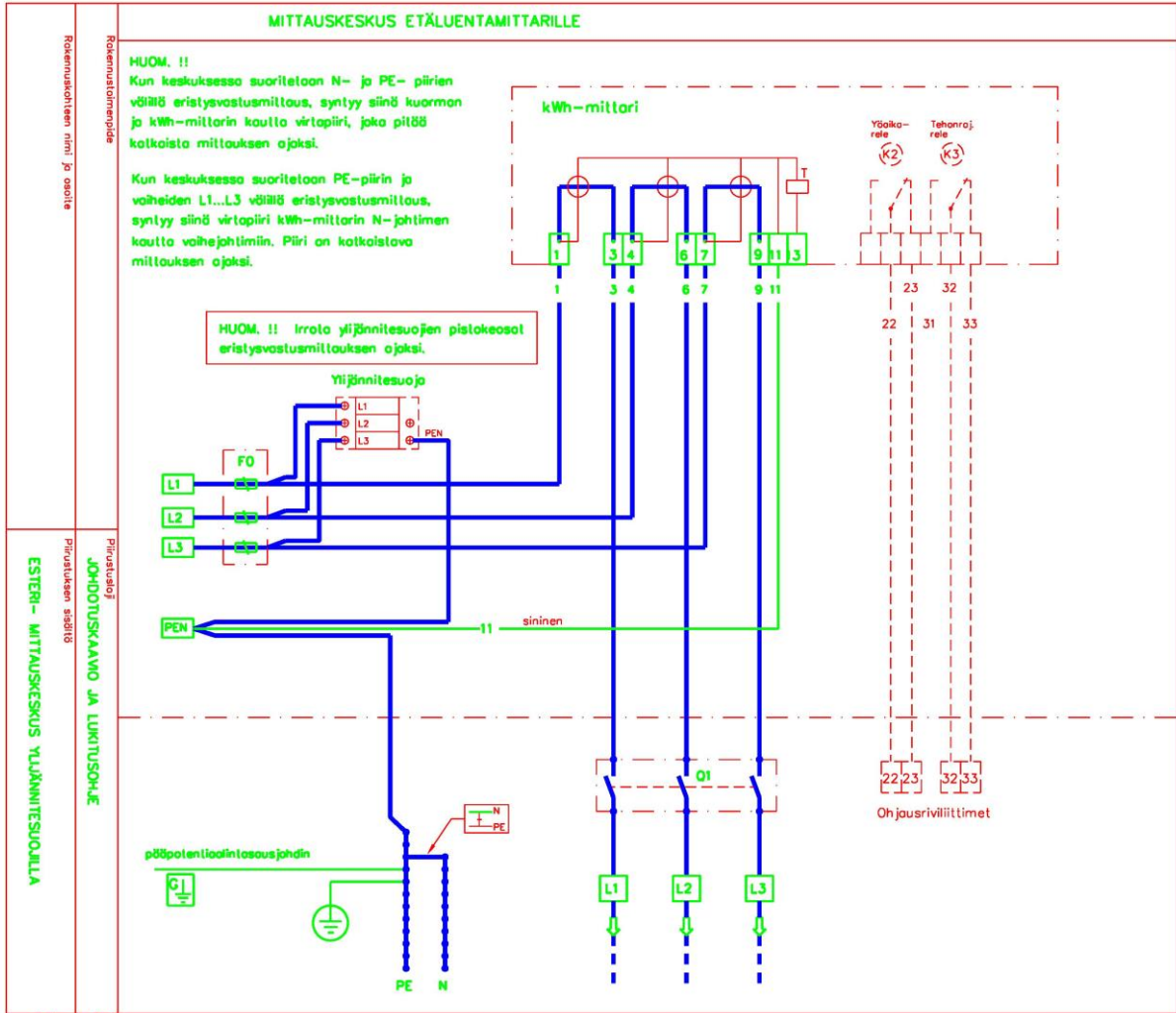


2 KRS 1:100

Tunn.	Lukum.	Muutos				Nimim. Pvm
K.oso/Kytä Noormarkku	Kortt./Tila 8	Tontti 3	Rno	Viranomaisten merkintöjä		
UUDISRAKENNUS				SÄHKÖPIIRUSTUS		
Haapajärvi & Rosendahl Koskipolku 5 29600 Noormarkku				Tasopiirustus Yläkerta MK:		
			Pvm 7.5.2017	Työnumero	Tilaaajan numero	
			Piir.t. NYI	105	105	
			Suunn. NYI			
			Tark. MYI			
			Yht.liiä NYI			
			Lehti	SÄH	Piirustusnumero	Muutos



Tunn.	Lukum.	Muutos			Nimim.	Pvm
K.oso/Kytä Noormarkku	Kortt./Tila 8	Tonlli 3	Rno	Viranomaisten merkintöjä		
UUDISRAKENNUS				SÄHKÖPIIRUSTUS		
Haapajärvi & Rosendahl Koskipolku 5 29600 Noormarkku				Tasopiirustus Autotalli		MK: 1:200
			Pvm	Työnumero	Tilaaajan numero	
			Piirt.	105	105	
			Suunn.			
			Tark.			
			Yht.liiä			
			Lehti	SÄH	Piirustusnumero	Muutos



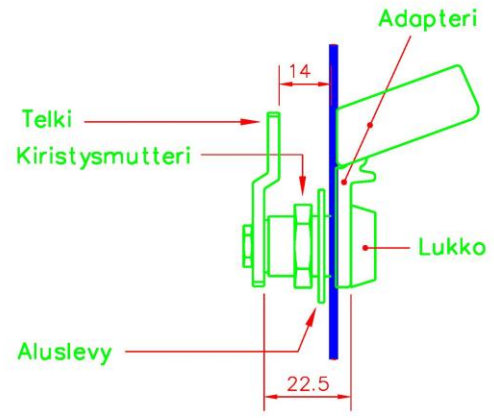
Rakennusvaiheen nimi ja osoite	Rakennusvaihe
ESTERI - MITTAUSKESKUS YLIJÄNNITESUOJILLA	
Piirustuksen sisältö	Piirustuksen nimi
JOHDOTUSKAAVIO JA LUKITUSOHJE	
Pvm.	Muutos
15.10.2011	
Tekijä	JM
Koodi	
ENEP125-08-Y_A	
Mittausosoite	Lahti
Piirustuksen numero	2
	2

Esteri-mittauskeskuksen lukitus

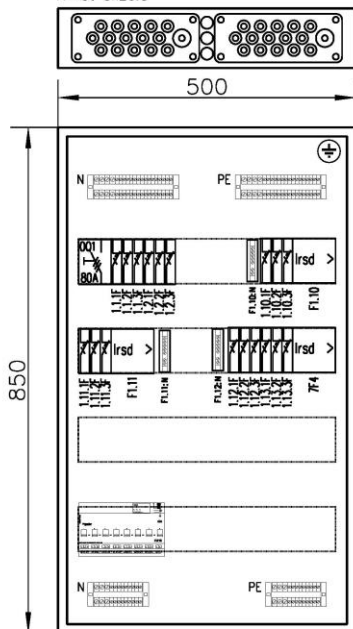
- keskus voidaan lukita oven asennettavalla metallikalustelukolla
- lukko tulee sarjottaa jakavan sähkölaitoksen lukkosarjaan, energialaitoksen pitää päästä lukemaan kWh-mittarin lukema
- lukkojen myynti: Valtuutetut Abloy-liikkeet tai Abloy Oy Wahlforssinkatu 20 80100 JOENSUU
- lukko sovitetaan oven adapterilla EAL 03.17, adapteri toimii myös lukon jäätymissuojana

- Lukko ABLOY 3275
- Telki 434635
- Adapteri EAL 3.17

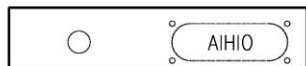
HUOM. !!
Varmista ennen lukon hankintaa jakavan sähkölaitoksen lukkosarja



2 x MC-MULTIGATE 16
Aihiot 3x20.5



Keskuksen syvyys 100 mm



Aihiot 1x48 mm

EN 61 439-3	Sähkö n:o	3332113	Nimellinen toimituskerroin	2--3 autom./vaihe 0,8
Malli	bulldog 3842			4--5 autom./vaihe 0,7
Pt / kW	I _{nA} / A	U _n / V	P _H / kW	6--9 autom./vaihe 0,6
Nimellisjännite	U _n 400 V		Nimellistajajuus	50 Hz
Apupiirin nimellisjännite	- V		Suojaus sähköiskulta	Suojamaad. ja kotelointi
Nimellisristysjännite	U _i 400 V		Maadoitusjärjestelmä	TN-S järjestelmä
Nimellisvirta, keskus	I _{nA} 50 A		Ympäristöolot	Normaalit
Nimellisvirta, piirit	I _{nc} - A		EMC-käyttöympäristö	A ja B
Terminen rajavirta	I _{cw ts} < 10 kA		Paino	- kg
Dynaaminen rajavirta	I _{pk} - kA			

bulldog

UTU OY
MADE IN FINLAND




















MALLI bulldog 3842

I_{nA} 50 A EN 61 439-3

U_n 400 V IP 30

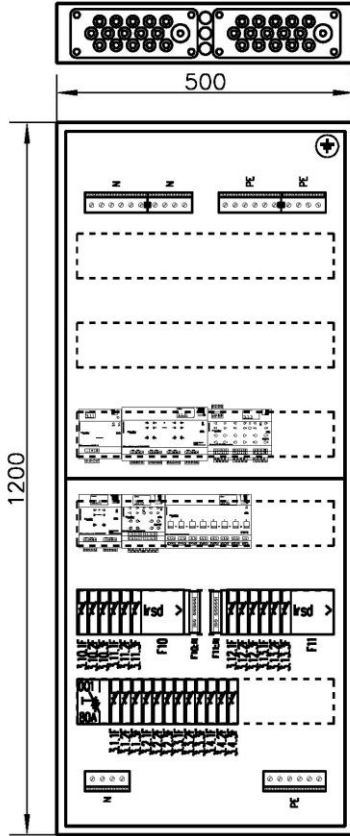
F 50 Hz TYÖ N:0

Suunn.	NYI	Pvm.	2.4.2017	KOKOONPANOKUVA	Lehti	1/2	Arkistotunnus
Tark.	MYI	Muutos		Keskustunnus	Piir. n:o		
Hyv.	MYI	Suhde	1:10 (A4)				3332113

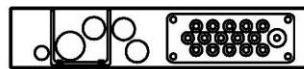
KESKUS	NRO	NIMITYS	A/A	kW	JOHDOTUS
		Pääkytkin	80A		
	1.1.1		C10		
	1.1.2		C10		
	1.1.3		C10		
	1.2.1		C10		
	1.2.2		C10		
	1.2.3		C10		
	1.10.1	Valaistus autotalli	C10		MMJ 3x1.5 S RU
	1.10.2	Valaistus varasto	C10		MMJ 3x1.5 S RU
	1.10.3	Ulkovalaistus autotalli	C10		MMJ 3x1.5 S RU
	1.11.1	PR autotalli	C16		MMJ 5x2.5 S RU
	1.11.2	PR autotalli	C16		MMJ 5x2.5 S RU
	1.11.3	PR autotalli	C16		MMJ 5x2.5 S RU
	1.12.1	Kamera autotalli	C10		MMJ 3x1.5 S RU
	1.12.2	PR jakotukki autotalli	C10		
	1.12.3		C10		
	1.13.1	PR varasto	C16		MMJ 3x2.5 S RU
	1.13.2		C16		
	1.13.3		C16		

Suunn. NYI	Pvm. 2.4.2017	PÄÄKAAVIO	Lehti 2/2	Arkistotunnus
Tark. MYI	Muutos	Keskustunnus	Piir. n:o	
Hyv. MYI	Suhde			3332101

2 x MC-MULTIGATE 16
Aihiot 3x20.5



Keskuksen syvyys 100 mm



MC-MULTIGATE 16
Aihiot 1x48+1x23,5+3x37,5 mm

EN 61 439-3	Sähkö n:o 3332155	Nimellinen tasoituskerroin	2--3 autom./vaihe 0,8
Malli bulldog 3848+SLY1.2J			4--5 autom./vaihe 0,7
P _L / kW	I _{NA} / A	U _n / V	P _H / kW
			6--9 autom./vaihe 0,6
Nimellisjännite	U _n 400 V	Nimellisteho	50 Hz
Apupiirin nimellisjännite	- V	Suojaus sähköiskulta	Suojamaad. ja katelointi
Nimellisieristysjännite	U _i 400 V	Moodoitusjärjestelmä	TN-S järjestelmä
Nimellisvirta, keskus	I _{NA} 50 A	Ympäristöolot	Normaalit
Nimellisvirta, piirit	I _{NC} - A	EMC-käyttölämpötilä	A ja B
Terminen rajoitus	I _{CB 1s} < 10 kA	Paino	- kg
Dynaaminen rajoitus	I _{pk} - kA		

bulldog

UTU OY
MADE IN FINLAND

MALLI bulldog 3848+SLY1.2J

I_{NA} 50 A EN 61 439-3

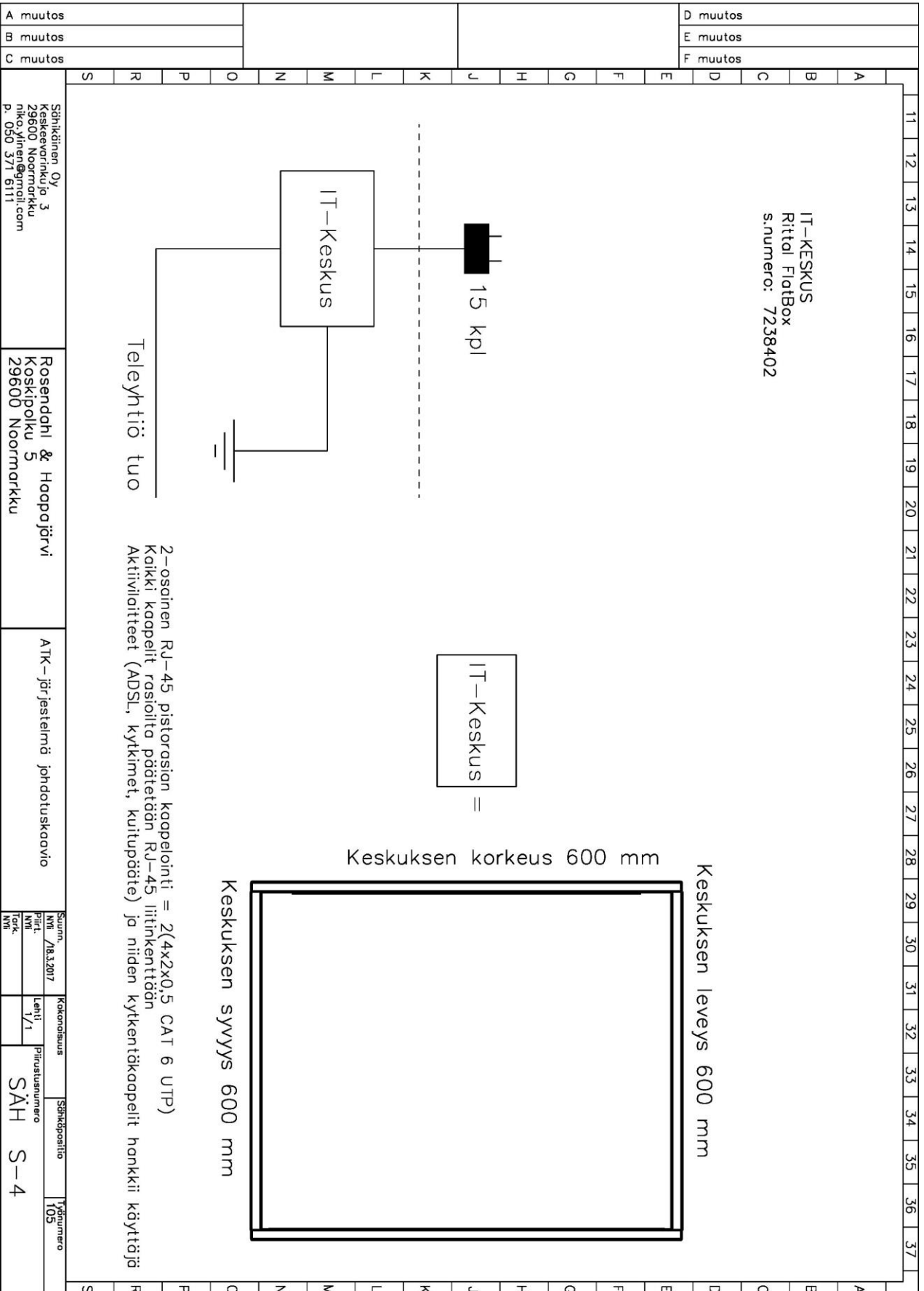
U_n 400 V IP 30

F 50 Hz TYÖ N:o

Suunn. NY	Pvm. 2.4.2017	KOKOONPANOKUVA	Lehti 1/2	Arkistotunnus
Tark. MY	Muutos	Keskustunnus	Piir. n:o	
Hyv. MY	Suhde 1:10 (A4)			3332155

KESKUS	NRO	NIMITYS	A/A	kW	JOHDOTUS	
		Pääkytkin	80A			
	3.1.1	Kiuas	C16		MMJ 5x2.5 S RU	
	3.1.2	Kiuas	C16		MMJ 5x2.5 S RU	
	3.1.3	Kiuas	C16		MMJ 5x2.5 S RU	
	3.2.1	KNX	C10		ML 1.5	
	3.2.2		C10			
	3.2.3		C10			
	3.10.1	PR makuuhuone 2	C16		MMJ 3x2.5 S RU	
	3.10.2	PR makuuhuone 3	C16		MMJ 3x2.5 S RU	
	3.10.3	PR makuuhuone 4	C16		MMJ 3x2.5 S RU	
	3.11.1	PR Aula	C16		MMJ 5x2.5 S RU	
	3.11.2	PR Parveke	C16		MMJ 3x2.5 S RU	
	3.11.3	Talon kamerat	C10		MMJ 5x1.5 S RU	
	3.20.1	Valaistus makuuhuone 2	C10		MMJ 5x1.5 S RU	
	3.20.2	Valaistus makuuhuone 3	C10		MMJ 5x1.5 S RU	
	3.20.3	Valaistus makuuhuone 4	C10		MMJ 5x1.5 S RU	
	3.21.1	Valaistus aula	C10		MMJ 5x1.5 S RU	
	3.21.2	Valaistus pukuhuone	C10		MMJ 5x1.5 S RU	
	3.21.3	Valaistus pesuhuone	C10		MMJ 5x1.5 S RU	
	3.22.1	Valaistus kylpyhuone & sauna	C10		MMJ 5x1.5 S RU	
	3.22.2	PR & Valaistus yökerran WC	C10		MMJ 5x1.5 S RU	
	3.22.3		C16			

Suunn.	NYi	Pvm.	26.3.2017	PÄÄKAAVIO	Lehti	2/2	Arkistotunnus
Tark.	MYi	Muutos		Keskustunnus	Piir. n:o		
Hyv.	NYi	Suhde					3332118



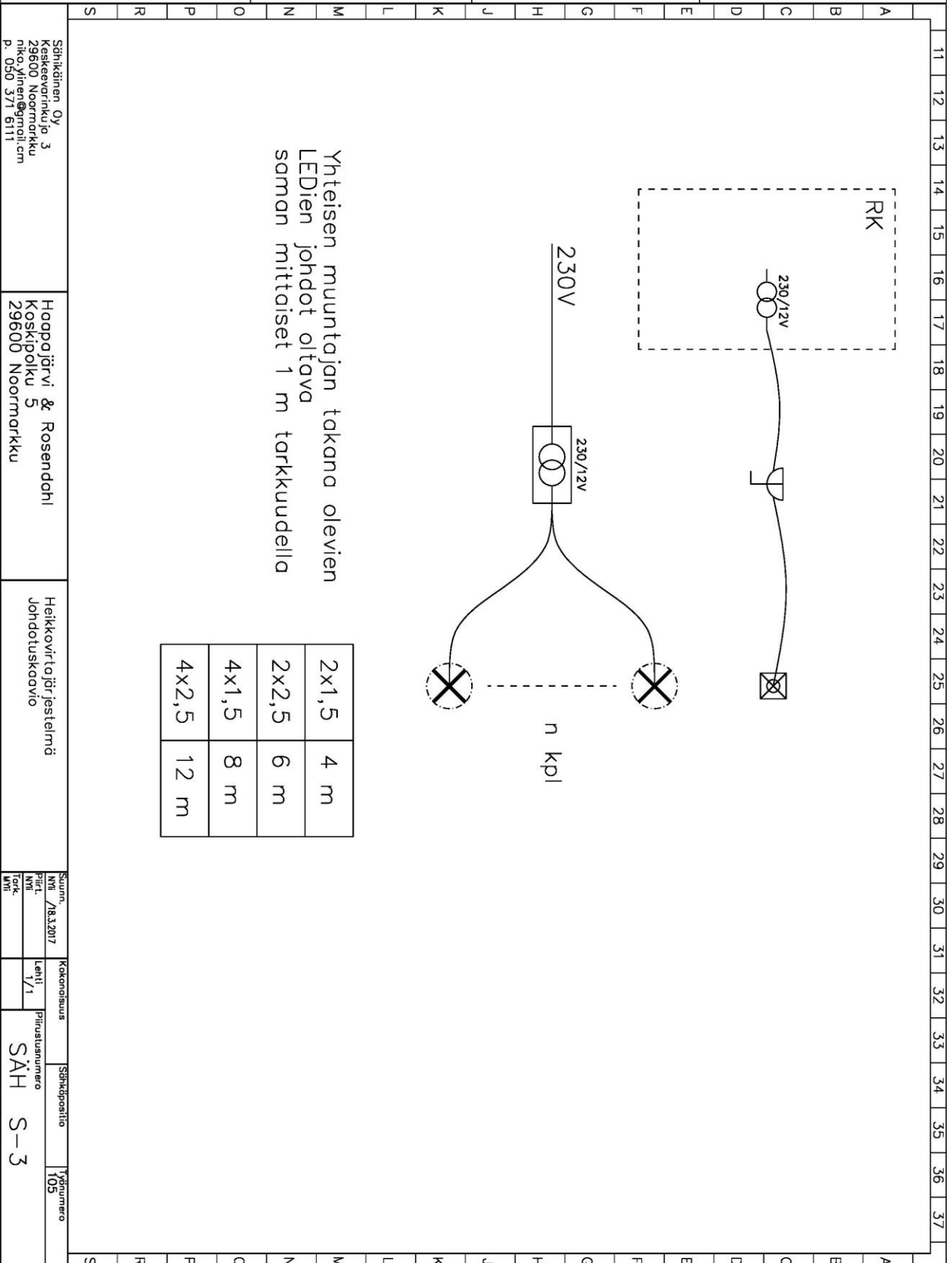
Sähköinen Oy
Keskevorinkuja 3
29600 Noormarkku
niko.yhinen@gmail.com
p. 050 371 6111

Rosendahl & Haapajärvi
Koskipolku 5
29600 Noormarkku

ATK-järjestelmä johdotuskaavio

Suunn.	Kokonaisuus	Sähköpostio	Yönumero
Mitt./18.3.2017	Lahti 1/1	Piirustusnumero	105
Piir.		SÄH	S-4
Mitt.			
lask.			

A muutos			D muutos
B muutos			E muutos
C muutos			F muutos



Sähköinen Oy
 Keskevorinkuja 3
 29600 Noormarkku
 niko.yhinen@gmail.com
 p. 050 371 6111

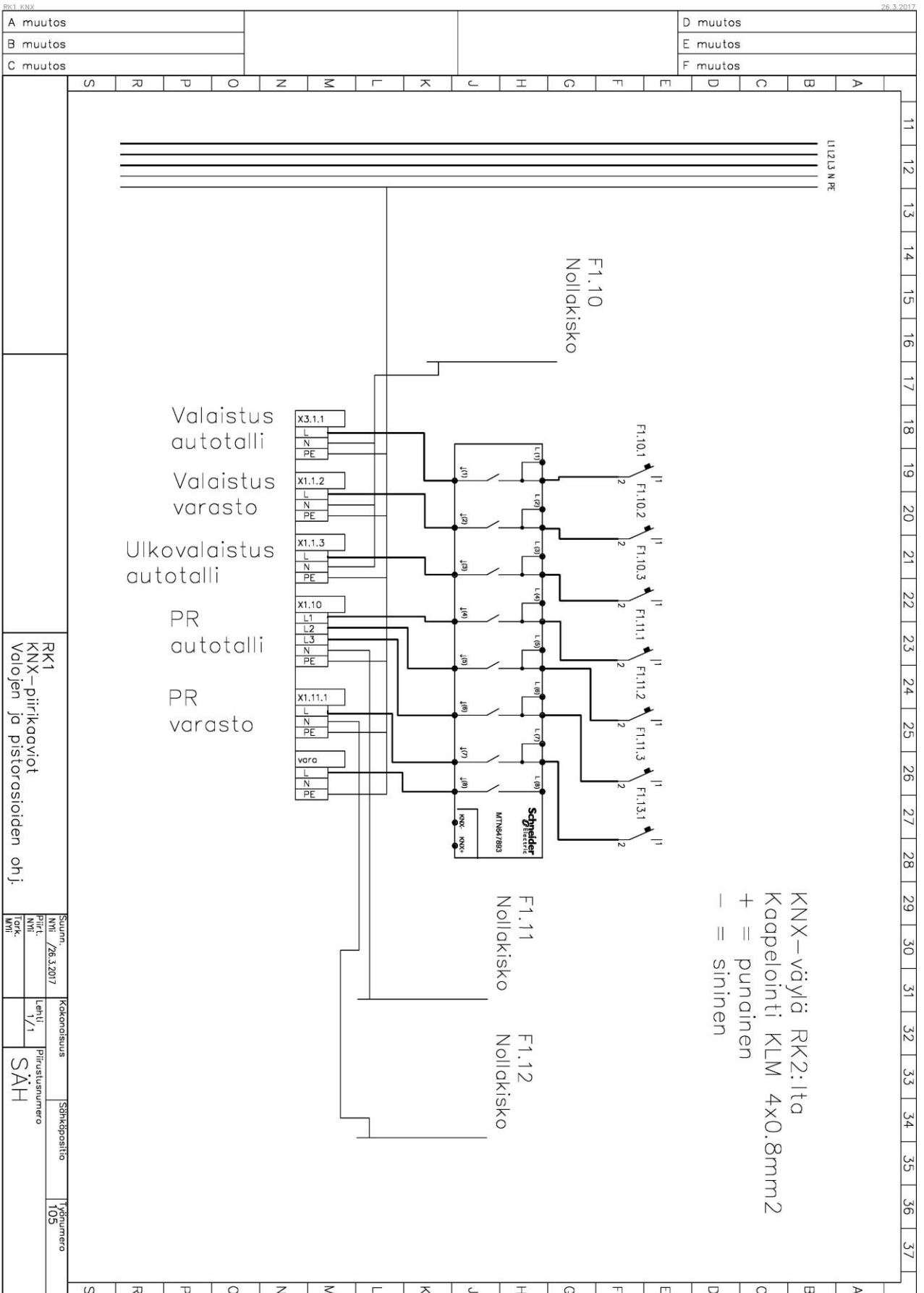
Haapajärvi & Rosendahl
 Koskipolku 5
 29600 Noormarkku

Heikkovirtajärjestelmiä
 Johdotuskaavio

Suunn.	18.3.2017
Piirt.	
Kort.	
Malli	

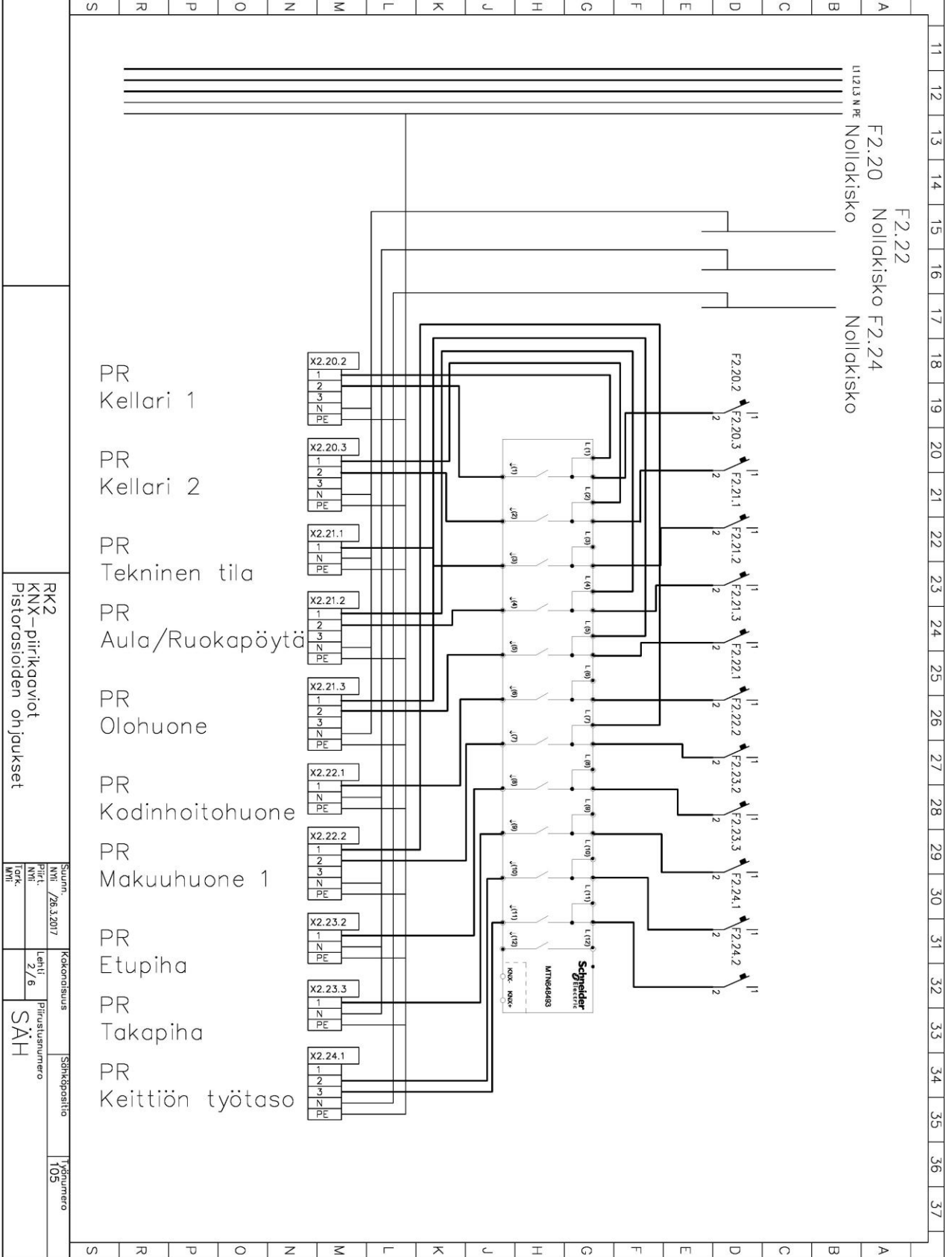
Kokonaisuus
 Lähti 1/1

Piirustusnumero
 SÄH S-3
 Yönumero
 105



A muutos											D muutos																						
B muutos											E muutos																						
C muutos											F muutos																						
A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	R	S	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	R	S
																	<p style="text-align: center;">Schneider Electric</p> <p style="text-align: center;">MTN680204</p>																
<p>KNX-väylä RK2: selta Kaapelointi Draka KLM 4X0,8 + = punainen - = sininen</p>																	<p>KNX-väylä RK3: selta Kaapelointi Draka KLM 4X0,8 + = punainen - = sininen</p>																
RK2 KNX-piirikaaviot linjayhdistin											Suunn. /26.3.2017 Kokonaissuus Sähköpostia Yönnunero																						
Piir. / KML lok.											Lehti / 1/6 Piiirustununero SÄH																						
											105																						

A muutos		D muutos
B muutos		E muutos
C muutos		F muutos



RK2
KNX-piirikaaviot
Pistorosioiden ohjaukset

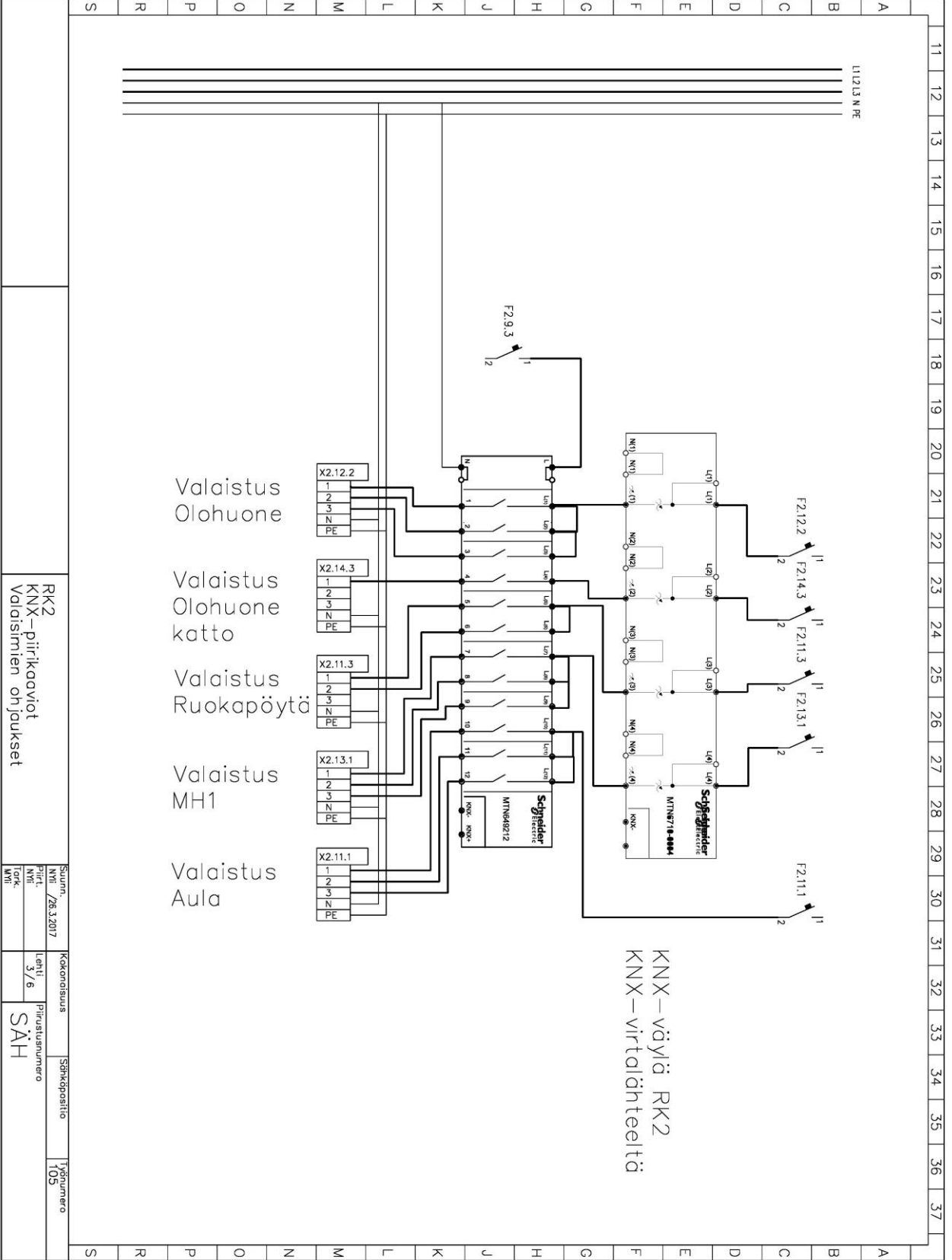
Suunn.	KML	/26.3.2017
Piir.	KML	
Korj.		
KML		

Kokonaissuus
Lehti 2/6

Piirustusnumero
SÄH

Sähköpostio
Yönumero
105

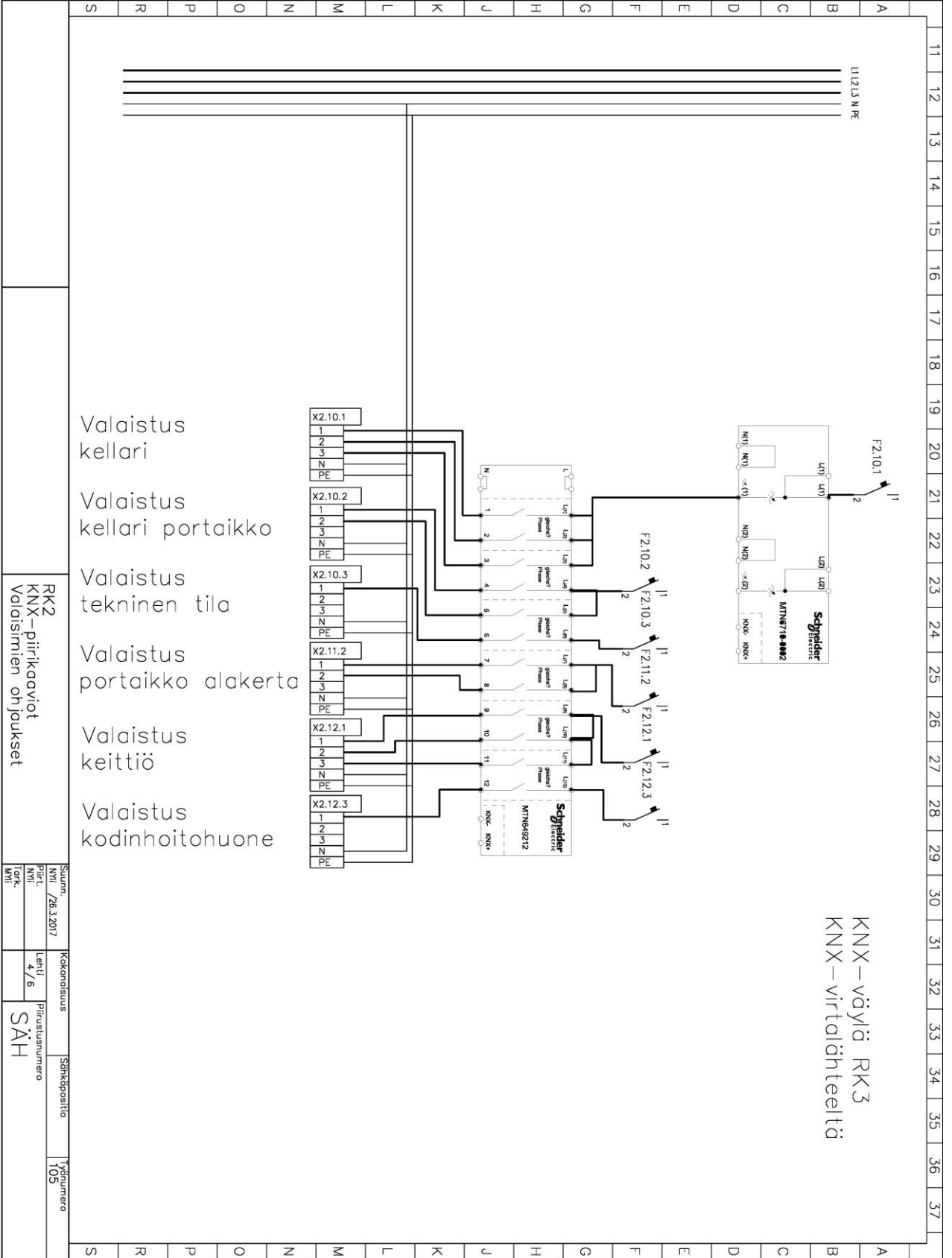
A muutos		D muutos
B muutos		E muutos
C muutos		F muutos



RK2
KNX-piirikaaviot
Valaisimien ohjaukset

Suurin nimi / 26.3.2017	Kokonaissuus	Sähköposti	Talokumero
Yht. nro	Lehti / 6	Piirustusnumero	103
Yht. nro		SÄH	

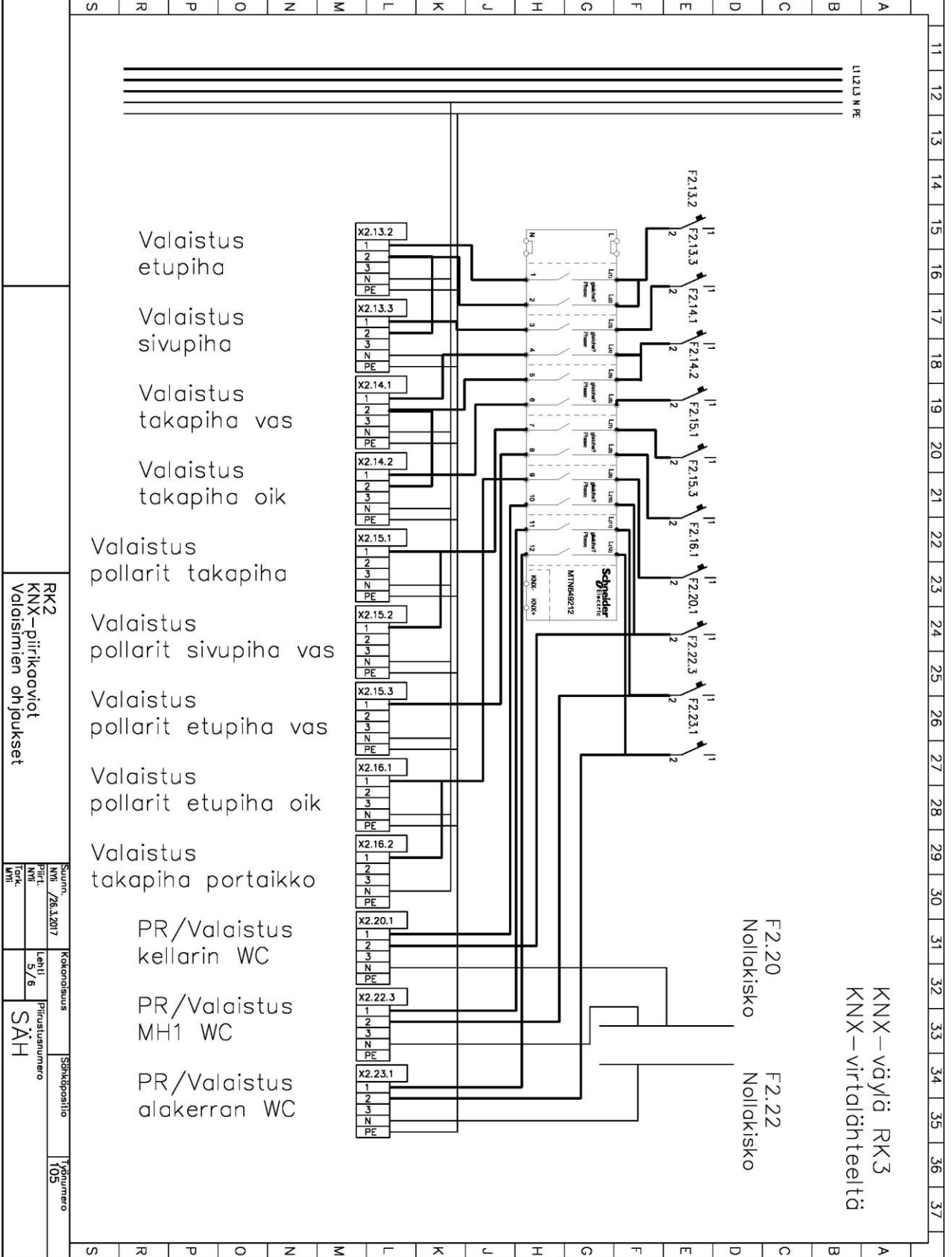
A muutos		D muutos
B muutos		E muutos
C muutos		F muutos



KNX-väylä RK3
KNX-virtalähteeltä

Suunn. /26.3.2017	Kokonaissuus	Sähköpostio	Tönnöry
Piir. /4/6	Lehti	Piirustusnumero	
lok. /MII		SÄH	

A muutos		D muutos
B muutos		E muutos
C muutos		F muutos



RK2
KNX-piirikaaviot
Valaisimien ohjaukset

Suunn.	KN1 / 26.3.2017
Piiritt.	KN1
lok.	KN1

Kokoonaisuus	Lehti 5/6
--------------	-----------

Piirustusnumero
SÄH

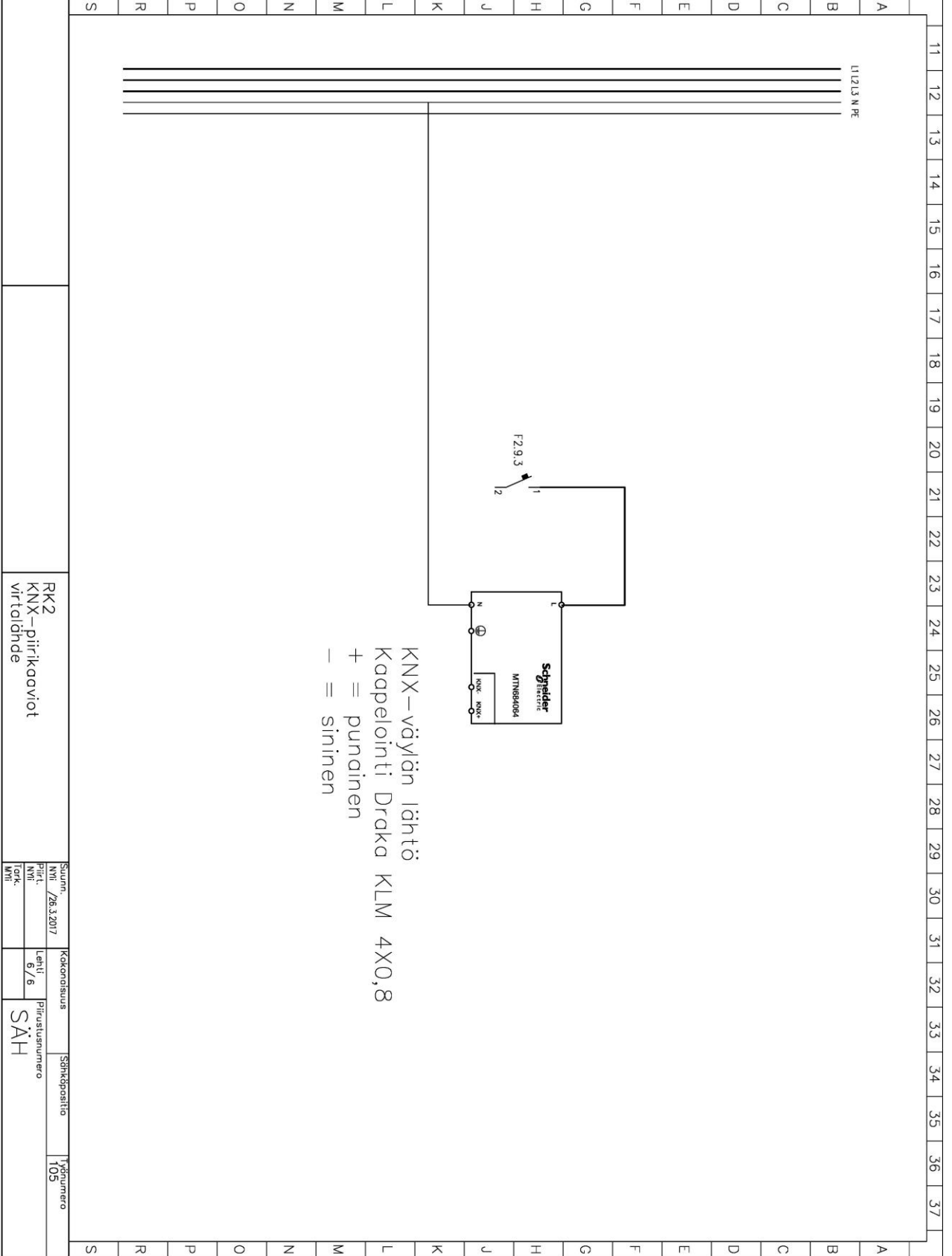
Sähköpostio

Yönumero
105

KNX-väyät RK3
KNX-virtalähteeltä

F2.20 Nollakisko
F2.22 Nollakisko

A muutos		D muutos
B muutos		E muutos
C muutos		F muutos

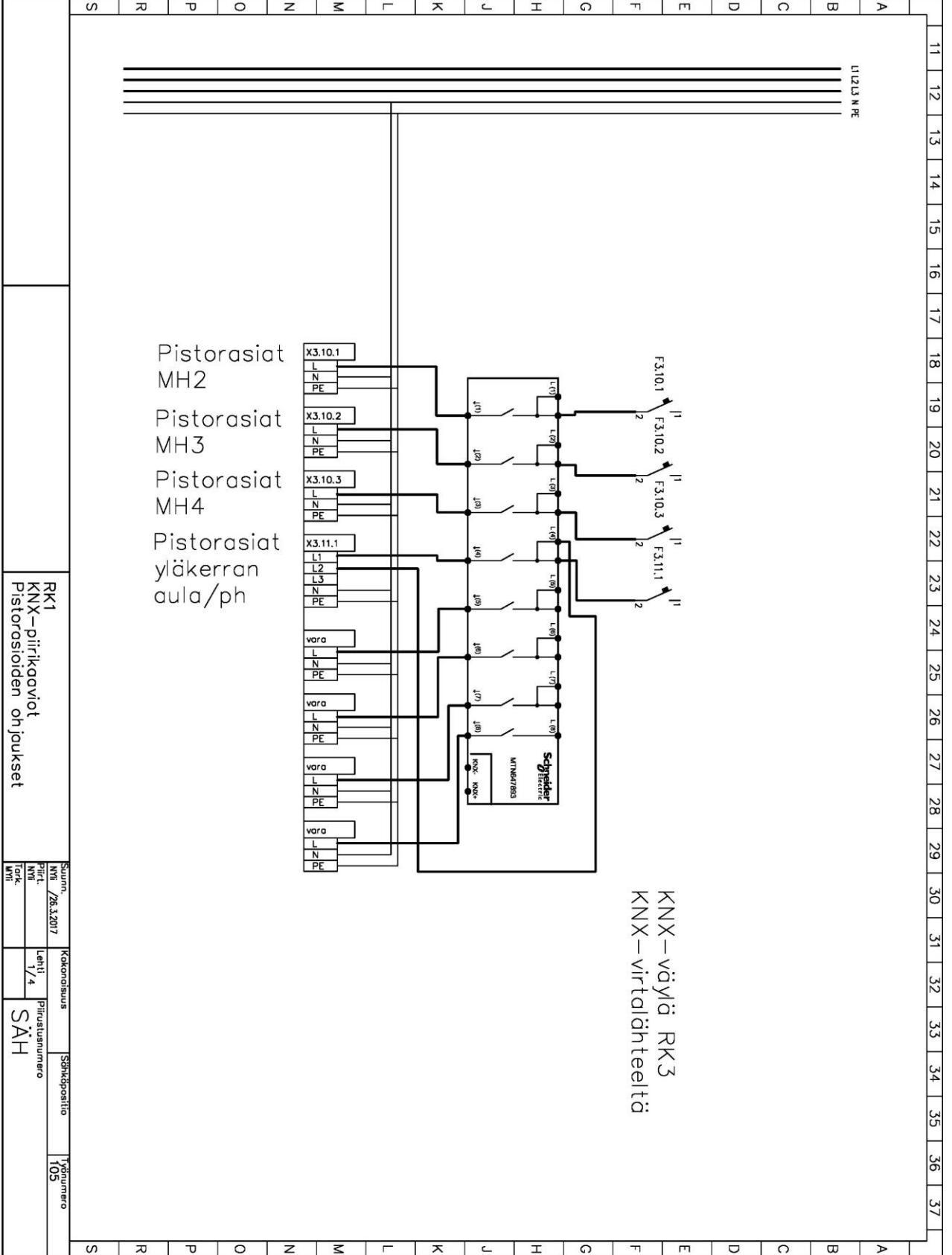


KNX-väylän lähtö
 Kaapelointi Draka KLM 4X0,8
 + = punainen
 - = sininen

RK2
 KNX-piirikaaviot
 vrt:dnde

Suunn. KMI /26.3.2017	Kokonaissuus	Sähköpostio	Töönnumero
Piir. KMI	Lähti 6/6	Piirustusanumero	
lok. KMI		SÄH	

A muutos		D muutos
B muutos		E muutos
C muutos		F muutos

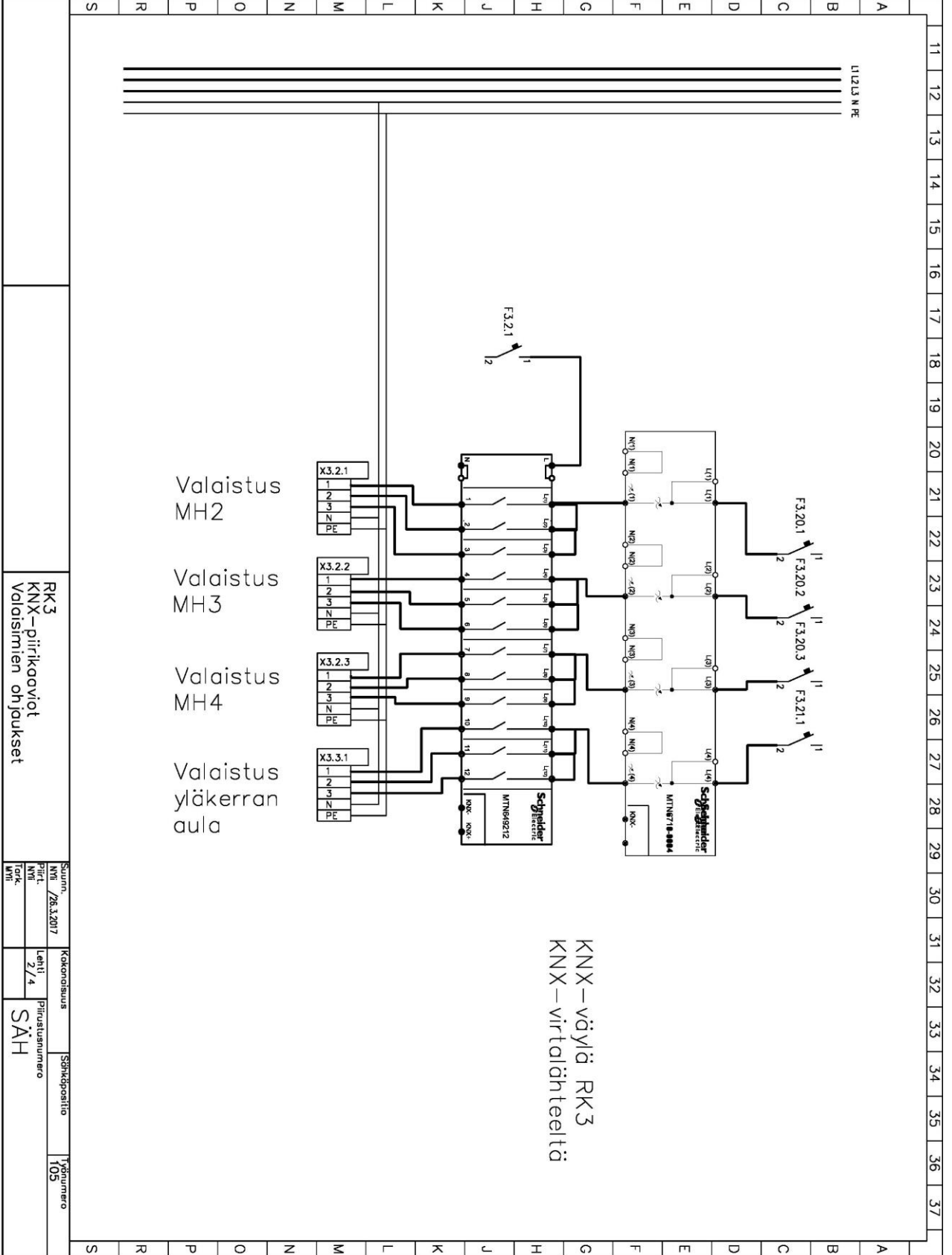


KNX-väylä RK3
KNX-virtalähteeltä

RK1
KNX-piirikaaviot
Pistorasioiden ohjaukset

Suunn. NMI /26.3.2017	Kokonaisuus	Sähköpostio	Tönnöry
Piiritt. NMI	Lähti T/4	Piirustusnumero	
lokk. NMI		SÄH	

A muutos		D muutos
B muutos		E muutos
C muutos		F muutos

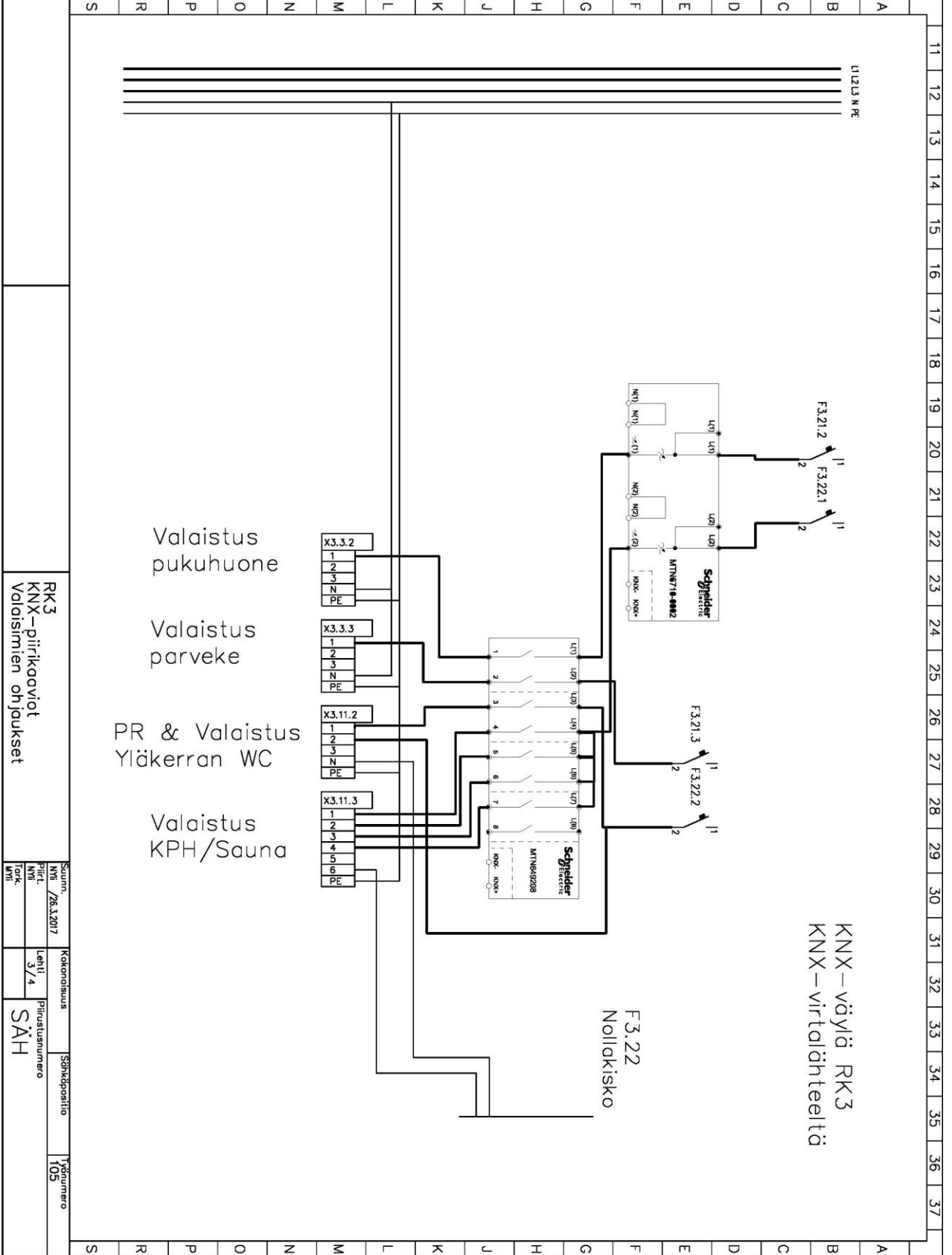


KNX-väylä RK3
KNX-virtalähteeltä

RK3
KNX-piirikaaviot
Valaisimien ohjaukset

Suunn. KML /26.3.2017	Kokoonaisuus	Sähköpostio	Yönnumero
Piiritt. KML	Lähti 2/4	Piirustusnumero	
lokk. KML		SÄH	

A muutos		D muutos
B muutos		E muutos
C muutos		F muutos



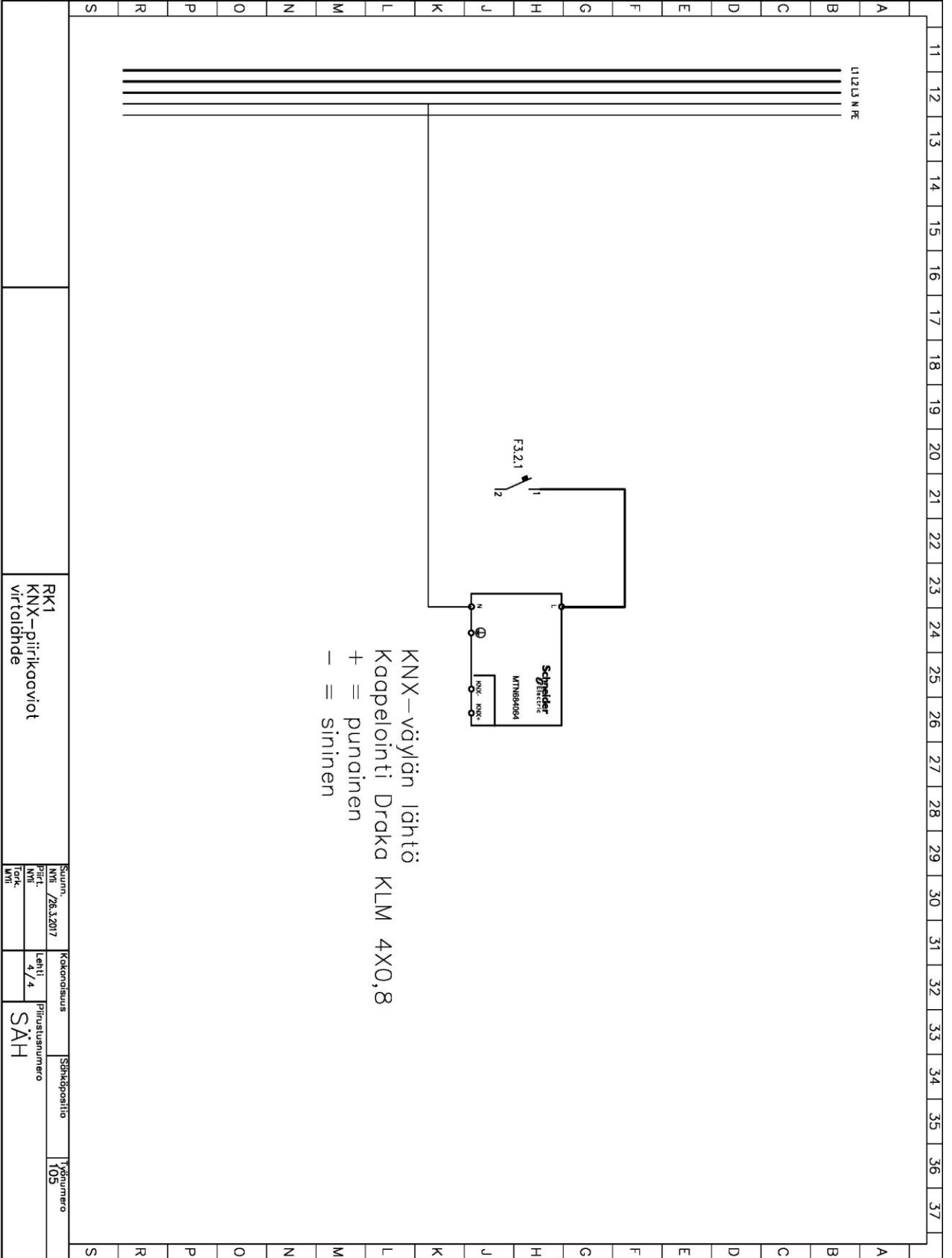
KNX-väylä RK3
KNX-virtalähteeltä

F.3.22
Nollakisko

RK3
KNX-piirikaaviot
Valaisimien ohjaukset

Suunn. MNI /26.3.2017	Kokoonaisuus	Sähköpostio	Yönumero
Piiritt. MNI	Lähti 3/4	Piirustusnumero	
lok- MNI	SÄH		

A muutos		D muutos
B muutos		E muutos
C muutos		F muutos



KNX-väylän lähtö
 Kaapelointi Draka KLM 4X0,8
 + = punainen
 - = sininen

RK1
 KNX-piirikaaviot
 vrt:dahde

Suunn. KML /26.3.2017	Kokoonaisuus	Sähköpostio	Yönumero
Piir. KML	Lähti 4/4	Piirustusanumero	105
lok- 2011		SÄH	

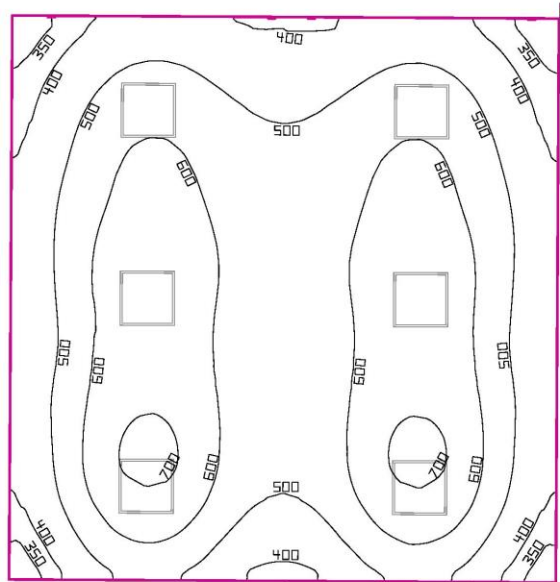
Projekti 1

20.2.2017

Ympäristö 1 / Rakennus 2 / Kerros 1 / Autotalli / Tilan yhteenveto

DIALux

Autotalli



Tilan korkeus: 3.112 m, Heijastussuhteet: Katto 70.0%, Seinät 84.4%, Lattia 20.0%, Alenemakerroin: 0.80

Käyttötaso

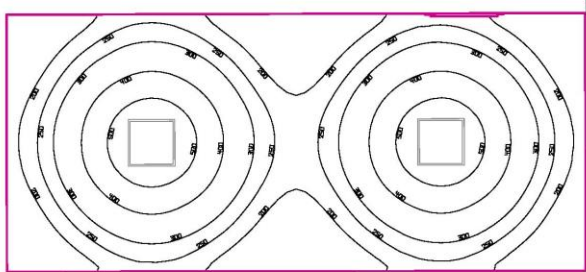
Pinta	Tulos	Keski (Ohje)	Min.	Maks.	Min./keskim.	Min./ maks.
1 Käyttötaso 17	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx] Korkeus: 0.800 m, Reuna-alue: 0.000 m	541 (≥ 500)	304	726	0.56	0.42

# Valaisin	Φ (Valaisin) [lm]	Teho [W]	Valoteho [lm/W]
6 Rexel Finland - 4220134 DiLed Frame Prisma/G2/600x600/42W/3000K/CD	4202	42.0	100.0
Kaikkien valaisimien summa	25212	252.0	100.0

Ominaisliitäntäteho: 6.77 W/m² (Tilan pinta-ala 37.23 m²)

Kulutus: 440 - 690 kWh/a enimmäisarvosta 1350 kWh/a

Tekninentila



Tilan korkeus: 2.620 m, Heijastussuhteet: Katto 70.0%, Seinät 86.1%, Lattia 9.9%, Alenemakerroin: 0.80

Käyttötaso

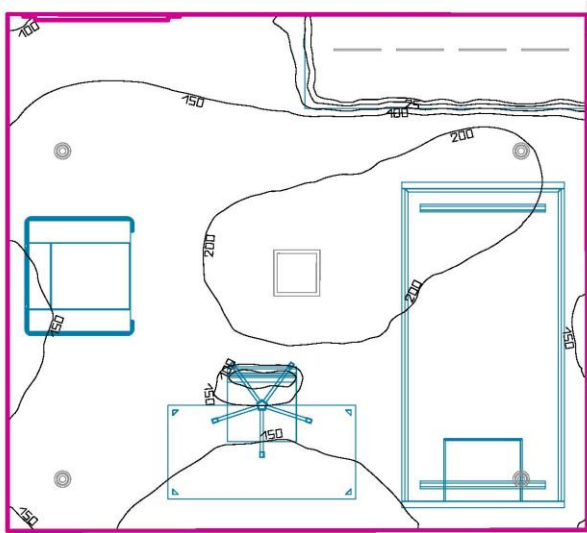
Pinta	Tulos	Keski (Ohje)	Min.	Maks.	Min./keskim.	Min./ maks.
1 Käyttötaso 2	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx] Korkeus: 0.800 m, Reuna-alue: 0.000 m	296 (≥ 200)	103	585	0.35	0.18

#	Valaisin	Φ(Valaisin) [lm]	Teho [W]	Valoteho [lm/W]
2	Rexel Finland - 4220148 DiLed Frame Prisma/G2/600x600/42W/4000K/CD	4352	42.0	103.6
Kaikkien valaisimien summa		8704	84.0	103.6

Ominaisliitäntäteho: 3.44 W/m² (Tilan pinta-ala 24.38 m²)

Kulutus: 1 kWh/a enimmäisarvosta 900 kWh/a

Makuuhuone 4



Tilan korkeus: 4.473 m, Heijastussuhteet: Katto 70.0%, Seinät 86.1%, Lattia 9.9%, Alenemakerroin: 0.80

Käyttötaso

Pinta	Tulos	Keski (Ohje)	Min.	Maks.	Min./keskim.	Min./ maks.
1 Käyttötaso 9	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx] Korkeus: 0.800 m, Reuna-alue: 0.000 m	158 (≥ 150)	0.03	221	0.00	0.00

# Valaisin	Φ(Valaisin) [lm]	Teho [W]	Valoteho [lm/W]
4 Feilo Sylvania - 3036750 Lumiance LED flexible strip NWH, IP 20	170	2.0	84.8
4 Megaman luminaires - L0504RC PLANEX	350	5.0	70.0
1 Rexel Finland - 4220128 DiLed Frame Prisma/G2/300x300/12W/3000K/ CD	1050	12.0	87.5
Kaikkien valaisimien summa	3130	40.0	78.3

Ominaisliitäntäteho: 3.27 W/m² (Tilan pinta-ala 12.23 m²)

Kulutus: 33 - 45 kWh/a enimmäisarvosta 450 kWh/a