

Niko Ahvenlampi

Piipsjärven koulun sähkösuunnittelu

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Huhtikuu 2017**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Huhtikuu 2017	Tekijä Niko Ahvenlampi
Koulutusohjelma Sähkötekniikka		
Työn nimi Piipsjärven koulun sähkösuunnittelu		
Työn ohjaaja Jari Halme	Sivumäärä 29 + 6 liitettä	
Työelämäohjaaja -		
<p>Oulaisten kaupunki on rakennuttamassa Piipsjärvelle uuden kyläkoulun. Piipsjärven vanha kyläkoulu on purettu 1990-luvun lopulla homevaurioiden vuoksi. Oulaisten kaupunki on järjestänyt tarjouskilpailun koulun rakentamisesta kokonaisvaltaisena urakkana. Rakennusliike, joka sai urakan, on tilannut NAVA-Sähkö Ay:ltä sähkösuunnittelun ja toteutuksen kyseiseen kohteeseen.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä perehdytään kohteen sähkösuunnitteluun. Tilaaja on laatinut ulkopuolisen konsultin kanssa lähtötiedot, jotka sähkösuunnittelussa tulee huomioida. Sähkösuunnittelussa pyritään toteuttamaan valaistus ja muut järjestelmät mahdollisimman energiatehokkaasti. Tilaaja on lisäksi määritellyt mahdollisia tulevaisuudessa toteutettavia ratkaisuja, jotka sähkösuunnittelussa tulee ottaa huomioon.</p>		

Asiasanat Sähkösuunnittelu, sähköurakointi
--

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date April 2017	Author Niko Ahvenlampi
Degree programme Electrical Engineering		
Name of thesis Electric design for a school building		
Instructor -	Pages 29 + 6 Appendices	
Supervisor Jari Halme		
<p>A new primary school will be built in the town of Oulainen. It is to replace the old school building having mold problems. The project includes both planning and construction. The construction company with the winning offert decided to buy electric design and electrical installation from NAVA-Sähkö Ltd.</p> <p>This thesis deals with the electric design of a primary school building. The construction company has, with the help of a consult, specified input data for the design. Energy efficiency is an important requirement in lighting and in other technical systems. Electric design shall also include options for technical systems to be installed later.</p>		

<p>Key words Electrical design, electric installation.</p>

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 TAVOITTEET	2
2.1 Yleiset määräykset, standartit ja direktiivit.....	2
2.2 Valaistuksen tavoitteita.....	2
2.3 Tietojärjestelmän keskeiset tavoitteet	3
2.4 Turvallisuusjärjestelmän tavoitteita.....	3
2.5 Olosuhdeohjauksia koskevat keskeiset tavoitteet.....	3
2.6 Liittymisjohto (SÄHKÖENERGIA).....	3
2.7 Asennusreittien tavoitteita.....	3
2.8 Pääjakelu tavoitteita.....	4
2.9 Sähköistyksen tavoitteita.	4
2.10 Voimaryhmäjohdot.....	4
2.11 Maadoitukset.....	4
2.12 Sähköinen lukitus.....	5
2.13 Rikosilmoitinjärjestelmä	5
2.14 Kameravalvontajärjestelmä	5
2.15 Palovaroitinjärjestelmä	5
2.16 Rakennusautomaatiojärjestelmä.....	6
3 SÄHKÖSUUNNITTELU	7
3.1 Sähköliittymä	7
3.2 Syöttökaapelin mitoittaminen liikuntasali	8
3.3 Aluekaapelointi.....	9
3.4 Sähköpääkeskuksen suunnittelu	10
3.5 Maadoitukset	13
3.6 Pistorasiat.....	14
3.7 Autolämmituspistorasiat.....	14
3.8 Valaistuksen mitoitus	15
3.9 Turvavalistusjärjestelmä	18

3.10	Asennusreitit	19
3.11	Yleiskaapeloinnin suunnittelu	20
3.12	Antennijärjestelmät	21
3.13	Äänentoistojärjestelmät	22
3.14	Ajannäyttöjärjestelmä.....	23
3.15	Sähköinen lukitus.....	23
3.16	Sisäänpyyntö ja avunpyyntöjärjestelmä.....	23
3.17	Rikosilmoitinjärjestelmä	24
3.18	Palovaroitinjärjestelmä	24
3.19	Kameravalvontajärjestelmä	25
3.20	Sähkölämmitysjärjestelmät ja laitteet.	25
4	YHTEENVETO.....	28
	LÄHTEET.....	29
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella ja toteuttaa sähköjärjestelmät Oulaisten Piipsjärvelle rakennettavaan uuteen kouluun. Uudisrakennus tulee vanhan koulurakennuksen paikalle, se on purettu aiemmin 1990-luvulla. Uudisrakennus tulee olemaan kerrosalaltaan 363 m² ja tilavuus 1089 m³.

Uuteen koulurakennukseen tulee:

- kolme luokkahuonetta
- opettajanhuone
- neljä wc:tä,
- pukuhuoneet opettajille,
- erillinen pukuhuone muulle henkilökunnalle
- kaksi siivouskomeroa
- tekninen tila
- varasto opetusmateriaalille.

Yläkertaan rakennetaan ilmastointikonehuone, johon on sisäänkäynti koulun käytävältä. Portaat laskeaan erillisellä työkalulla. Tontilla on rakennettu 2000-luvulla uusi liikuntasalirakennus, joka liitetään kaikilta järjestelmiltä uuteen kouluun. Liikuntasalirakennuksessa sijaitsevaa lämmitysjärjestelmää hyödynnetään uuden koulun lämmityksessä. Koulun suunnittelussa käytettävät järjestelmät pyritään valitsemaan niin, että niiden huolto ja ylläpito vaatii hyvin vähän erillisiä toimenpiteitä. Nykyaikaista tekniikkaa hyödyntäen pyritään valitsemaan kustannustehokkaita laitekokonaisuuksia, joilla pyritään vähentämään kiinteistön omistajan ylimääräisiä käyttökustannuksia.

2 TAVOITTEET

Piipsjärven koulun suunnittelussa tavoitteena on ottaa huomioon laitteistojen ja laitekokonaisuuksien mahdollisimman pieni huoltokerroin. Sähkölaitteiksi pyritään valitsemaan sellaisia laitteita, joiden elinikä on mahdollisimman pitkä.

2.1 Yleiset määräykset, standardit ja direktiivit

Suunnittelussa määritellään, että sähköurakoitsija noudattaa sähköasennuksissa voimassa olevia standardeja, esimerkiksi:

- SFS 6000 Pienjänniteasennukset -standardisarja
- SFS-EN 12464 Työkohteiden valaistus
- SFS-EN 1838 Turvavalaistusjärjestelmä standardi
- SFS-EN 50173 Yleiskaapeloinnin eurooppalaiset EN- Standardit.

2.2 Valaistuksen tavoitteita

Valaistussuunnittelussa tavoitteena on valita tehokkaat valaisimet, joiden elinikä on pitkä ja huoltokustannukset alhaiset. Vaadittavat vähimmäisvalaistusvoimakkuudet, joista osan tilaaja on antanut tähän kohteeseen:

- | | |
|------------------|---------|
| - käytävät | 300 lx |
| - tekniset tilat | 300 lx |
| - pukuhuoneet | 300 lx |
| - luokkatilat | 500 lx |
| - toimistot | 500 lx |
| - työpisteet | 500 lx. |

Valaistuksen ohjaus toteutetaan kytkimin, kiinteistöautomaatiolla, liiketunnistimilla ja läsnäolotunnistimilla. Sellaisissa tiloissa, joissa on vähäinen valontarve, ohjataan valaistusta läsnäolotunnistimilla.

2.3 Tietojärjestelmän keskeiset tavoitteet

Antennijärjestelmä, puhelinjärjestelmä ja ATK-järjestelmän kaapelointi suunnitellaan ja toteutetaan yleiskaapelointina viestintäministeriön määräyksen 65/2013 mukaan. Tietoverkko- ja antennijakolaitteet johdotetaan ja sijoitetaan tekniseen tilaan.

2.4 Turvallisuusjärjestelmän tavoitteita

Kiinteistö varustetaan poistumisreittivalaistuksella. Opastevalaisimet sijoitetaan opastamaan poistumisteille. Poistumistie valaisimet palavat jatkuvasti. Kiinteistöön asennettavat turvavalaisimet sijoitetaan poistumisreiteille. Turvavalaisimet syttyvät turvavalokeskuksen ohjaamina, joka toimii vaihevah-tien ohjaamina.

2.5 Olosuhdeohjauksia koskevat keskeiset tavoitteet

Käytävävalaistusta ohjataan kiinteistöautomaatiolla. Yöaikana kyseiset valot syttyvät liiketunnistimilla. WC- ja varastovalot syttyvät myös liiketunnistimilla.

2.6 Sähkön-syöttö

Rakennukseen suunnitellaan uusi liittymisjohto verkkoyhtiön osoittamasta paikasta. Mitoitus tapahtuu 3 x 200 A pääsulakekoon perusteella. Tällä varaudutaan myöhemmin mahdollisesti asennettavaan lämpöpumppulämmitykseen.

2.7 Asennusreittien tavoitteita

Rakennukseen pyritään suunnittelemaan kattavasti johtoteitä kaapelijärjestelmille. Pääjohtoreiteille suunnitellaan erilliset johtoreitit vahvavirtakaapeloinnille ja heikkovirtakaapeloinnille. Asennusreittien sijoittelussa pyritään huomioimaan, että reitit kaapelihyllyt sijoittuvat pääsääntöisesti alakattojen yläpuolelle jääviin tiloihin, pukuhuoneisiin ja muihin tiloihin, joissa ne eivät herätä huomiota. Toimistotiloihin, luokkahuoneisiin ja muihin vastaaviin tiloihin asennetaan alumiiniset pulverimaalatut johtokanavat kalusteasennuksia ja kaapelointeja varten. Johtokanavissa on erilliset johtotilat vahvavirtajoh-

doille ja telejohdoille. Teknisiin tiloihin asennetaan valaisinripustuskiskot valaisimien kiinnitysalustaksi ja kaapeleiden johtoreiteiksi. Pinta-asennukset toteutetaan sähköasennuslistoilla siistiä ulkonäköä vaativissa tiloissa. Kaapeleiden ja asennusreittien läpiviennit suljetaan lävistetyn rakenteen alkuperäisiä ominaisuuksia vastaaviksi palo-osastoinnin, äänieristyksen, lämpöeristyksen, kosteussuojauksen ja ilmaston osalta, sekä ulkonäön osalta.

2.8 Pääjakelun tavoitteita

Kohteessa tavoitteena on mitoittaa uusi sähköverkon liittymäkaapeli siten, että huomioidaan mahdollinen myöhempi maalämpöön siirtyminen öljylämmityksen sijasta. Sähköverkon liittymiskaapeli mitoitetaan yli tämänhetkisen tarpeen. Tulevaisuudessa rakennuksien lämmitys on tarkoitus toteuttaa maalämmöllä, jolloin sähkönkulutus kasvaa merkittävästi.

2.9 Sähköistyksen tavoitteita.

Rakennukseen asennetaan käytön edellyttämät pistorasiat siirrettävien laitteiden sähköistystä varten. Luokissa ja muissa tiloissa tulee olla riittävä määrä pistorasioita. Jokaiselle laitteelle tulee löytyä riittävän läheltä pistorasia. Käytävillä ja muissa tiloissa tulee olla siivousvälineiden vaatimat pistorasiat. Ulkotiloista tulee löytyä kiinteistöhuoltoon varten tarpeellinen määrä pistorasioita. Isompia tapahtumia varten kiinteistöstä tulee saada kolmivaiheista sähköä.

2.10 Voimaryhmäjohdot

Keittiölaitteet ja lvi-tekniset laitteet liitetään sähköverkkoon laitevalmistajien ohjeiden mukaan. Keittiöön asennetaan lämpökojeiden sähköohjaukseen kytkin ja merkkivalo. Tekniseen tilaan suunnitellaan voimapistorasiat 5x16 A ja 5x32 A.

2.11 Maadoitukset

Rakennukseen asennetaan määräysten SFS 6000-5-54 maadoitusjärjestelmä.

2.12 Sähköinen lukitus

Ulko-oviin suunnitellaan sähköinen lukitus. Oville, joista koulupäivinä kuljetaan, asennetaan lukituksenohjaus, kiinniolo-ohjaus ja kiinniolovalvonta. Muille oville asennetaan lukituksenohjaus ja kiinniolovalvonta. Ohjaus ja valvonta ristiriitahälytyksineen on toteutettava kiinteistöautomaation kautta. Kulunvalvontajärjestelmässä on akkuvarmennettu. Liikuntasalirakennuksen ulko-ovet liitetään samaan järjestelmään.

2.13 Rikosilmoitinjärjestelmä

Rikosilmoitinjärjestelmällä pyritään valvomaan kiinteistöä murroilta. Järjestelmän tavoitteena on lähettää tapahtumasta mahdollisimman aikaisessa vaiheessa avunpyyntö kiinteistön hoitajalle. Liiketunnistimet sijoitetaan murtoaltille alueille paloilmaisimet asennetaan jokaiseen tilaan. Kiinteistöön ei asenneta paloilmaitteistoja, koska palovaroitinjärjestelmä on kohteessa riittävä, koska kohteessa ei ole ympärivuorokautista käyttöä.

2.14 Kameravalvontajärjestelmä

Rakennukseen asennetaan tallentava digitaalinen värivideovalvontajärjestelmä ulkoalueiden, sisäänkäyntien ja käytävien valvontaan. Kameranat ovat 3 megapikseli taso poe-liitännällä. Ulkokamerat on varustettu ir-valaisimilla. Tallennin on varustettu 1 terabitin kiintolevyllä, sekä lcd-näytöllä. Ulkokameroita 3 kpl ja sisäkameroita 3 kpl. Lisäksi halutaan mahdollisuus liittää vähintään 6 lisäkameraa. Liikuntasalirakennukseen asennetaan lisäksi ulkokamera ja sisäkamera.

2.15 Palovaroitinjärjestelmä

Rikosilmoitinkeskukseen liitetään palovaroittimet. Varoittimet asennetaan käytäville, luokkiin, keittiöön, teknisiin tiloihin ja tiloihin joissa on palokuormaa. Liikuntasalirakennuksessa saliin, aulaan, ivkonehuoneeseen ja lämmönjakohuoneeseen.

2.16 Rakennusautomaatiojärjestelmä

Kiinteistö varustetaan kiinteistöautomaatio järjestelmällä. Järjestelmällä ohjataan ja valvotaan LVIAS-järjestelmien toimintaa. Järjestelmä on DDC tai vastaava. Järjestelmä mittaa säätää ja valvoo kiinteistön eri järjestelmiä. Rakennusautomaatiojärjestelmään liitetään valvonta- ohjaus- ja mittaus pisteet seuraavista järjestelmistä:

- LVI-järjestelmien
- sähkön pääjakelun
- valaistuksen jakokeskuskohtaiset
- sähkö- ja telejärjestelmien.

3 SÄHKÖSUUNNITTELU

3.1 Sähköliittymä

Liittymäkaapelina käytetään AXMK 4x150S. Kaapelimitoituksessa käytetään perustana mahdollisesti käyttöön tulevaa 200 A pääsulakekokoa.

Kaapelin pituus muuntajalta on 59 metriä ja oikosulkuvirta alle 4000A.

SFS 6000 käsikirjan taulukosta C52.1 saadaan kaapelin minimi kuormitettavuudeksi 221 A. Seuraavaksi tarkastellaan SFS 6000 käsikirjasta taulukon B52.3 alumiinikaapelin kuormitettavuutta asennustavan D (monijohdinkaapeli maassa) mukaisesti. Taulukkoa tarkastelemalla alumiinikaapeliksi soveltuu maa-asennuksessa 150 mm².

Oikosulkuvirraksi 200 A nimellisvirralle vaaditaan sähköasennukset käsikirjan D1-2012 taulukoin 41.5. gG sulakkeella 5,0 s irtikytkentäajan mukaan 1250 A.

Yksivaiheinen oikosulkuvirta I_k saadaan kaavasta :

$$I_k = (c \cdot U) / (\sqrt{3} \cdot Z) \quad (1)$$

c kerroin 0,95, joka ottaa huomioon jännitteen aleneman eri komponenteissa.

U pääjännite.

Z virtapiirin kokonaisimpedanssi.

Kokonaisimpedanssi saadaan laskemalla yhteen jakeluverkon impedanssi ennen liittymä pistettä (katujakokaapissa) ja liittymäkaapelin impedanssi.

Virtapiirin kokonaisimpedanssi saadaan kaavasta

$$Z = Z_v + (z_l^2) \quad (2)$$

Z_v impedanssi ennen liittymäpistettä

z suojattavan kaapelin impedanssi pituusyksikköä kohti

l Suojattavan kaapelin pituus

Kerroin 2 tulee meno- ja paluujohtimen huomioimisesta.

Impedanssi ennen liittymää Z_v saadaan ratkaistua tiedossa olevasta oikosulkuvirrasta (4000 A)

$$Z_v = (c \cdot U) / (\sqrt{3} \cdot I_k) \quad (3)$$

I_k oikosulkuvirta (4000 A)

c kerroin (0,95), joka ottaa huomioon jännitteen aleneman liittimissä.

U pääjännite (400 V)

z Kaapelin pituus (0,059 km)

Laskemalla saadaan impedanssiksi ennen liittymispistettä: $Z_v = 0,055 \Omega$,

kokonaisimpedanssiksi $Z = 0,090 \Omega$.

Lopuksi keskukselle lasketaan tuleva oikosulkuvirta, joka on 2530,2 A riittävälaskennallinen minimi oikosulkuvirta oli 1250A, joten laskelmalla saatu 2530 A oikosulkuvirta on riittävä.

Oikosulkusuojauksen tarkasteluun en katso tarpeelliseksi paneutua sen syvällisemmin. Suurin oikosulkusuojana toimiva sulakkeen koon löytää sähköasennukset käsikirjan D1-2012 taulukosta 43.2, joka tälle kaapelille on gG 630A. Oikosulkuvirta laskelman perusteella katujakokaappiin voidaan laittaa gG 315A sulake. D1-2012 taulukko 41.5 vaadittu I_k 2200 A jotta 5s laukaisuaika toteutuu. Tällöin se lektiivisyys säilyy.

3.2 Syöttökaapelin mitoittaminen liikuntasali

Liikuntasali on erillinen rakennus. Sen syöttökaapelissa otetaan huomioon maalämpölaitteiston sähköntarve tulevaisuudessa. Nykyinen sähköliittymä liikuntasalissa on 35 A. Tulevaisuudessa, jos kiinteistöön asennetaan maalämpöpumppu, sen tarvitsema käyttövirta on 44,3 A ja suositeltava sulakekoko on 50 A. Syöttökaapelia mitoittaessa ylikuormitussuoja on 80 A, mutta kaapeli tässä tapauksessa mitoitetaan 100 A mukaan.

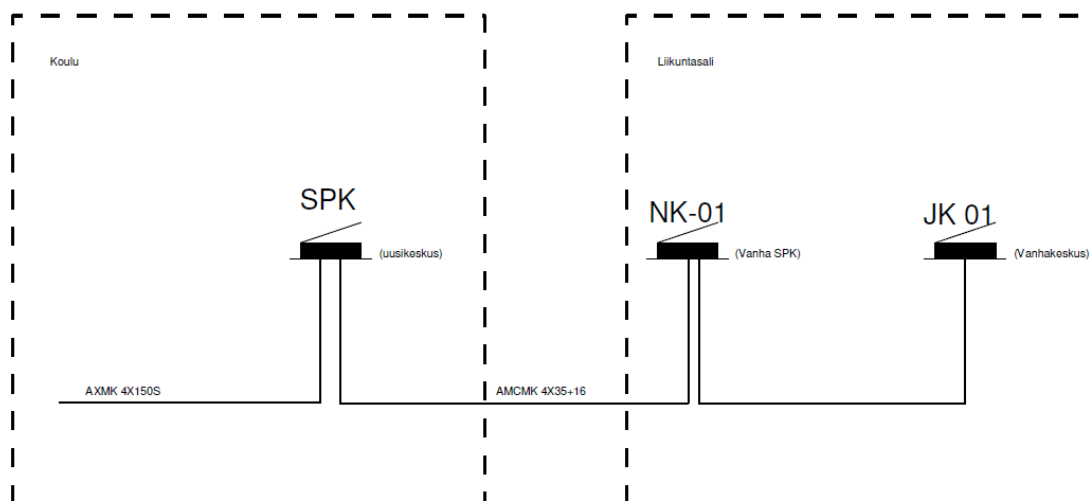
Edellä mainittujen taulukoiden mukaan johtimen kuormituksen miniarvo on 110 A.

Seuraavaksi tarkastellaan SFS 6000 käsikirjaa taulukon B52.3 alumiinikaapelin kuormitettavuutta asennustavan D (monijohdinkaapeli maassa) mukaisesti. Taulukkoa tarkastelemalla alumiinikaapeliksi soveltuu maa-asennuksessa 35 mm².

Oikosulkuvirraksi 100 A nimellisvirralle vaaditaan Sähköasennukset käsikirjan D1-2012 taulukon 41.5. gG sulakkeella 5,0 s irtikytkentäajan mukaan 580 A.

Edellisestä kohdan kaavoilla laskettuna saamme liikuntasalin keskukselle oikosulkuvirraksi 852 A.

Johtopäätöksenä liikuntasalin syöttökaapeli täytyy olla vähintään 35 mm².



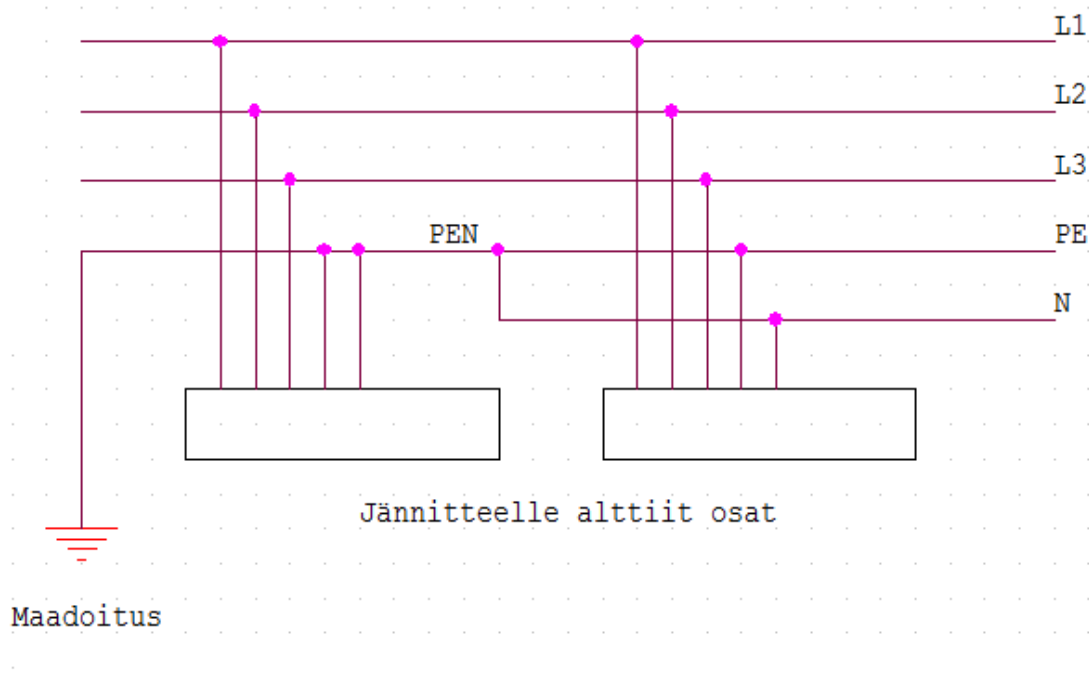
KUVA 1. Nousujohtokaavio.

3.3 Aluekaapelointi

Sähkösuunnittelussa on hyvä aina ottaa huomioon kohteen käyttötarkoituksen muuttuminen. Tässäkin kohteessa maakaapelointia suunnitellessa otimme huomioon mahdollisesti tulevaisuudessa ajankohtaiseksi tulevia valokuitukaapelointeja ja sähköautomaation vaatimia kaapelointilisäyksiä. Lisäsimme aluekaapeloinnin yhteyteen putkivarauksia rakennuksien välille ja piha-alueen ulkopuolelle teknisestä tilasta. Liite 1.

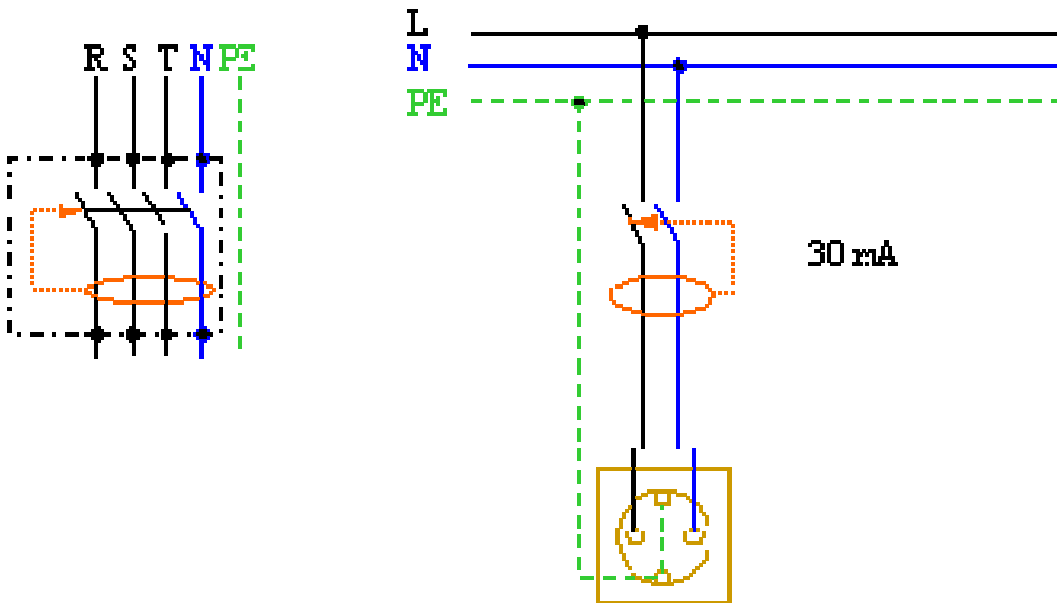
3.4 Sähköpääkeskuksen suunnittelu

Sähköpääkeskuksen nimellisjännite on 400 V (Suomessa käytössä oleva pienjännite) ja nimellisvirta 250A. Keskuksen jakelujärjestelmä on TN-S nykyisen standardin mukaan.



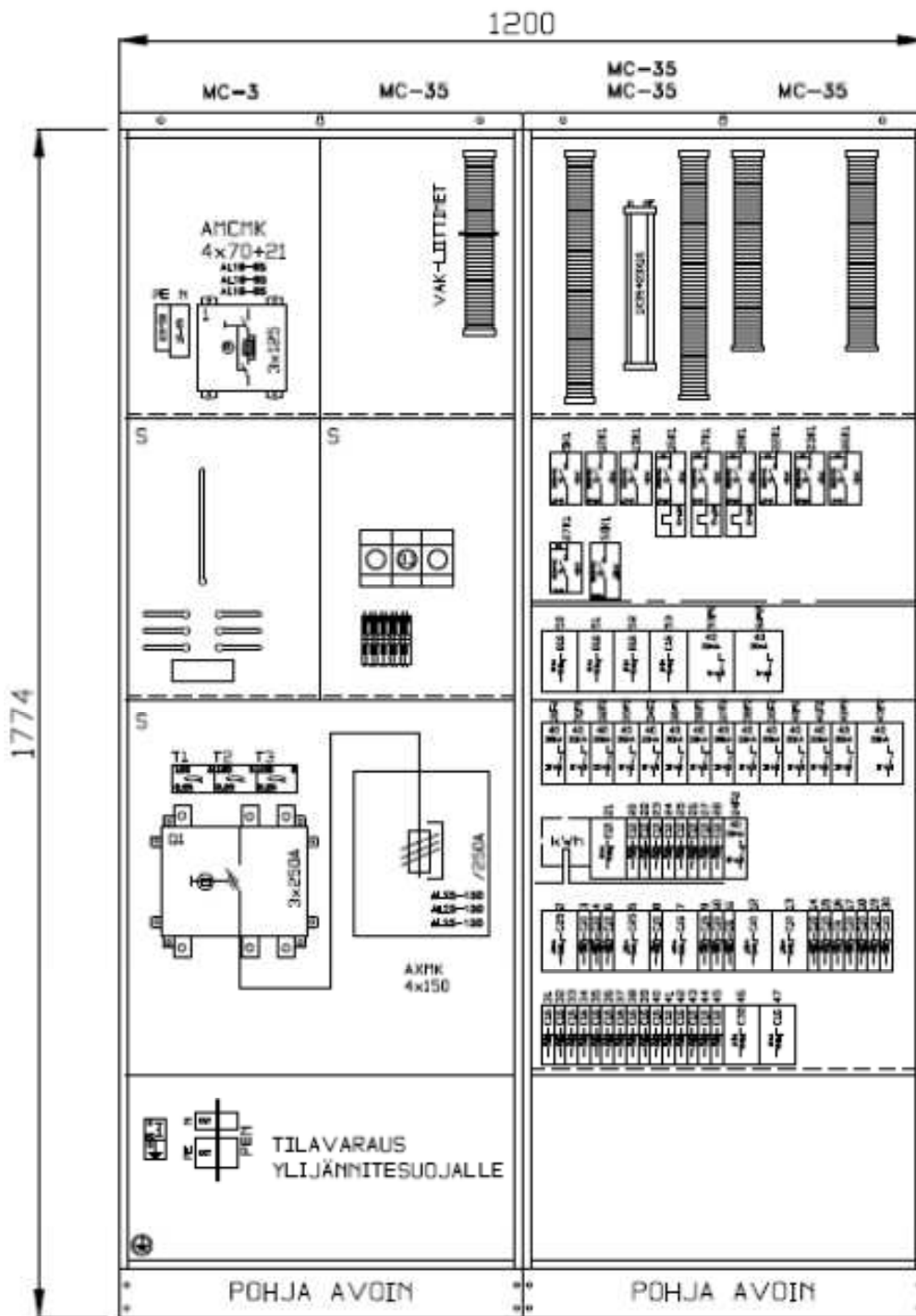
KUVA 2 Nykyisin käytössä olevasta TN-S -järjestelmä.

TN-S -järjestelmässä kiskot merkitään L1, L2, L3, N ja PE. Keskus on kennokeskus, joka sijoitetaan lukittuun tekniseen tilaan johon kotelointiluokaksi riittää IP 20. Keskus on pinnalle kiinnitetty. Sähkötalustusta varten keskuksen suunniteltiin vitamuuntajat, jotka ovat 160/5A Lk0,2s. Virtamuuntajat jäävät nimellisvirraltansa alle keskuksen nimellisvirran, koska käyttöön tuleva sähköliittymä on 100 A. Näin saavutamme tarkemman mittaustuloksen. Ylijännitesuojaus ei tässä kohteessa ole pakollinen, koska liittymäkaapeli on koko matkalta maan alla. Ylijännitesuojille suunnitellaan tilavaraus. Keskuksen suunnitellaan ohjattuja lähtöjä kiinteistön tekniikalle esimerkiksi kiertovesipumpuille, poistoilmapuhaltimille, autonlämmityksille ja valaistuksille. Näitä lähtöjä hallitsee kiinteistöautomaatio. Kaikki pistorasiat tulevat vikavirtasuojauksella nykyisäännösten mukaan. Ainoastaan kylmäkoneet jäävät vikavirtasuojauksen ulkopuolelle.



KUVA 3. Pistorasioiden vikavirtasuojauksesta

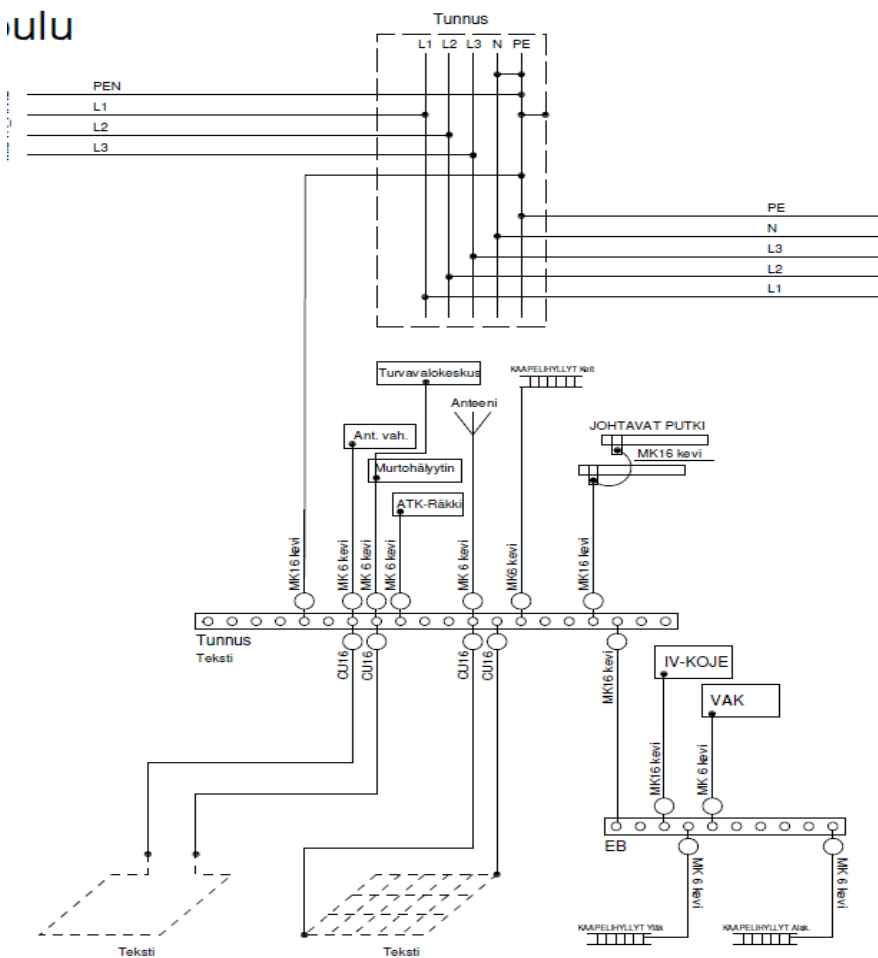
Keittiökojeet suunnitellaan etukojeen taakse. Etukojetta ohjataan keittiöstä emännänkytkimellä. 63 A tai suuremmat lähdöt suunnitellaan kahvavarokelähtöinä ja sitä pienemmät johdonsuoja-automaateilla. Keskukseen suunnitellaan myös pistorasialähdöt suurempaa tehoa tarvitsevia sähkölaitteita silmällä pitäen.



KUVA 4. Pääkeskus

3.5 Maadoitukset

Perustusmaadoituselektrodi suunniteltiin perustuksien alle siten, että perustusmaadoituselektrodi kiertää rakennuksen ympäri ja elektrodin molemmat päät tuodaan pääpotentiaalitasauskiskolle (MEB). Kohteeseen suunniteltiin kaksi potentiaalitasauskiskoa. Kiskot sijaitsevat teknisissä tiloissa sähköpääkeskuksen vieressä (MEB) ja ilmanvaihtokonehuoneessa (EB). Sähköpääkeskuksen PE yhdistetään potentiaalitasauskiskoon. Lattiaradoitukset liitetään potentiaalitasauskiskoon kahdesta eri kohdasta. Muita maadoitettavia kohteita ovat antennivahvistin, turvalokeskus, murtohälytín, ATK-ristikytentäteline, antennilaitteet, kaapelihyllyt, johtavat putkit ja ilmanvaihtokone. Liikuntasalissa oli maadoitukset ennestään jo toteutettu, joten niitä ei tarvitse suunnitella.



KUVA 5. Maadoituskaavio.

3.6 Pistorasiat

Rakennukseen suunnitellaan käytön edellyttämät pistorasiat siirrettävien laitteiden sähköistystä varten. Luokkiin suunnitellaan 10 kpl 2-osaisia maadoitettuja pistorasioita. Käytävälle sijoitetaan siivousta varten pistorasia(t) 6 metrin välein. Keittiöön suunnitellaan jokaiselle pistorasialiitännäiselle kojeelle pistorasia, sekä työpöydille 0,5 metrin välein pistorasia sähkökoneille. Koulun muihin työpisteisiin suunnitellaan 4 kpl 2-osaisia pistorasioita. Koulun muissa tiloissa pistorasiat sijoitetaan aina oven viereen. Näitä tiloja ovat esimerkiksi siivouskomerot, varastot ja pukuhuoneet. Koulun ulkopistorasiat suunnitellaan ulko-ovien läheisyyteen. Pistorasiaryhmien suunnittelussa huomioidaan kaapelien maksimipituudet, koska keskuksen syöttävä alue on suhteellisen suuri. Pistorasioista sähkökuva Liite 3.

Sallittu johtopituus l voidaan laskea kaavasta:

$$l = ((c \cdot U) / (\sqrt{3} \cdot I_k) - Z_v) / (2 \cdot z) \quad (4)$$

c	kerroin 0,95
U	pääjännite (400V)
I_k	oikosulkuvirta, joka aiheuttaa automaattisen poiskytkennän vaaditussa ajassa. (C16 johdonsuoja automaatile pienin vaadittu laskennallinen on 160A)
Z_v	impedanssi ennen suojalaitetta (aikaisemmin laskimme keskuksen oikosulkuvirran, mistä saamme tämän arvon $0,09\Omega$)
z	suojattavan johtimen impedanssi, joka löytyy D1 taulukosta 41.6 (2,5mm ² kuparille $8,77\Omega$)

Arvot kaavaan sijoittamalla saadaan kaapelin maksimipituudeksi 73 metriä. Tätä pituutta ei saa ylittää C16 johdonsuojan perässä olevalla ryhmäjohdolla. Johtopituudet muille johdonsuoja-automaateille olen laskenut erikseen.

3.7 Autolämmityspistorasiat

Henkilökunnan autopaikoille suunnitellaan autonlämmitysrasiat. Autonlämmitysrasiassa on 2 kpl maadoitettuja pistorasioita sekä vikavirtasuoja. Autonlämmitysrasia sijoitetaan metallipylvääseen, joka

on kiinnitetty betoniporsaaseen. Autojen lämmitystä ohjaa kiinteistöautomaatio. Autonlämmitystolppien sijainti näkyy liitteessä 1.

3.8 Valaistuksen mitoitus

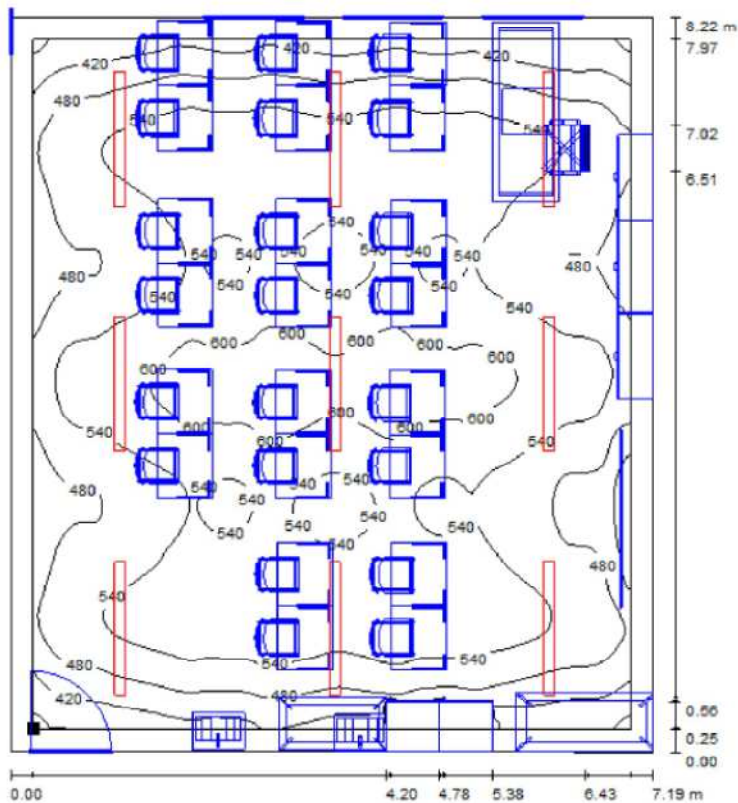
Valaistuksen suunnittelussa otetaan huomioon voimassa oleva valaistusstandardi SFS-EN 12464 ja tilaajan toiveet. Valaistuksen todentamiseksi valaistuslaskelmat tehdään Dialux-ohjelmaa hyödyntäen. Dialux on loistava ohjelma valaistuksien laskemiseen. Ohjelmalla on helppo laskea erilaisten valaisimien käyttäytymistä eri tilanteissa. Ohjelma laskee valaistustilanteista valomäärän, sekä heijastukset ym. valoteknisiä arvoja. Tiloja voidaan tarkastella eri suunnista 3D mallinnuksessa ja tarkastaa millä tilat tulevat näyttämään valmiina. Ohjelma huomioi myös valonlähteiden kuoleutumisen, mikä helpottaa valaistussuunnitelman laatimista.



KUVA 6. Dialux-ohjelman kolmiulotteinen näkymä.

Käytävän valaistus toteutetaan OMS UX-Relax ECO PAR-V A1 L1 4x14W -valaisimella. Esimerkiksi pääkäytävän valaistus toteutetaan yhdeksällä valaisimella, jotka upotetaan 600 x 600 levykattoon. Va-

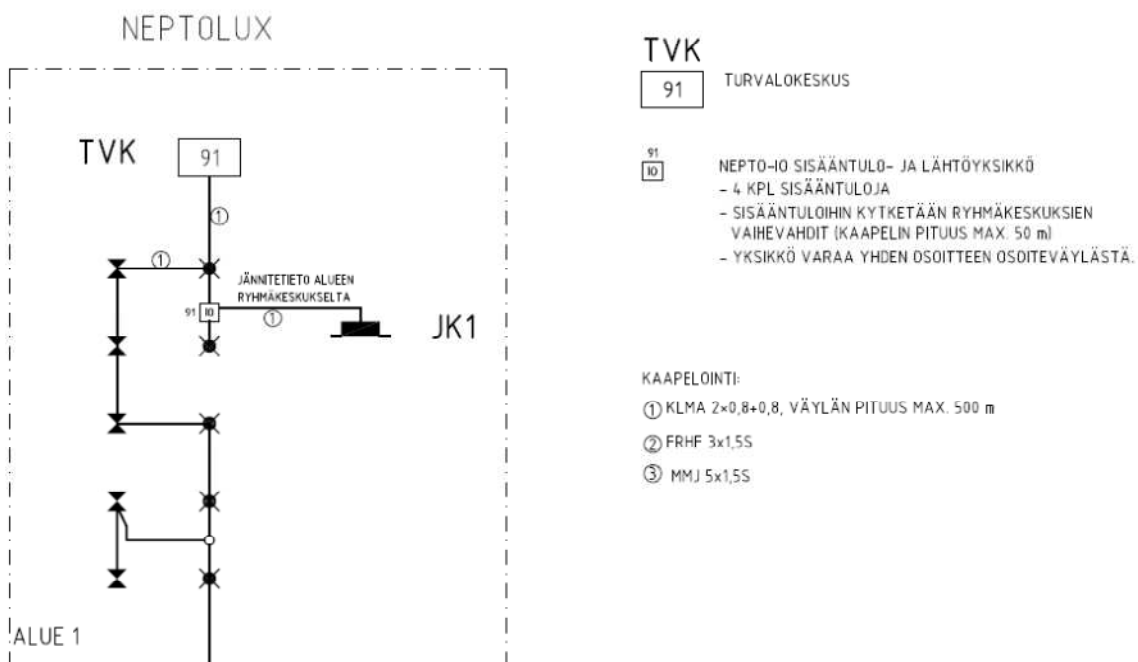
Luokka 3 / Käyttötaso / Isolux-käyrät (E)



KUVA 8. Luokkahuoneen valaistustulos

Keittiövalaistus toteutetaan teollisuusvalaisimella, joka kestää joissain määrin kosteutta. Valaisintyyppinä käytettiin Alppilux Oy:n AMS2490 Monix Slim -valaisinta, joka on 49w t5 loisteputkella ja HF-liitälaitteella varustettu. HF-liitälaitteen etuja ovat loistelamppujen pitkä käyttöikä, sekä konventionaaliseen liitälaitteeseen verrattuna pienemmät häviöt.

KLMA 2x0,8+0,8. Opastevalaisimiksi valitaan Neptolux-yhtiön osoitteelliset NFW20-D opastevalaisimet, jotka on helppo kiinnittää kattoon. Opastevalaisimet ovat osoitteellisia ja niiden katseluetäisyys on 20 metriä. Nämä opastevalaisimet soveltuvat hyvin pieneen kouluun, jossa ei ole pitkiä käytäviä. Opastevalaisimen toiminta-aika sisäisellä akulla on 1-3 tuntia. Turvavalaisimiksi valitaan Neptolux-yhtiön osoitteellinen turvavalaisin NFW68. Turvavalaisin on led-pohjainen, joka on varustettu yhdellä teholedillä ja sisäisellä akulla. Turvavalaisimen toiminta-aika 1-3 tuntia. Määräyksien mukaisen toiminta-ajan pitää olla vähintään yksi tunti sähkökatkon jälkeen. Turvavalokeskuksessa turvavalajien osoitteellinen testaus helpottaa kiinteistöhoitajan töitä. Neptolux-127 on myös varustettu automaattisella turvavalajien testauksella. Turvavalolaistuksen huoltohälytys liitetään kiinteistöautomaatioon, joka lähettää automaattisesti vikahälytyksen kiinteistöhoitajalle. (Turvavalolaistus) (Liite 4)

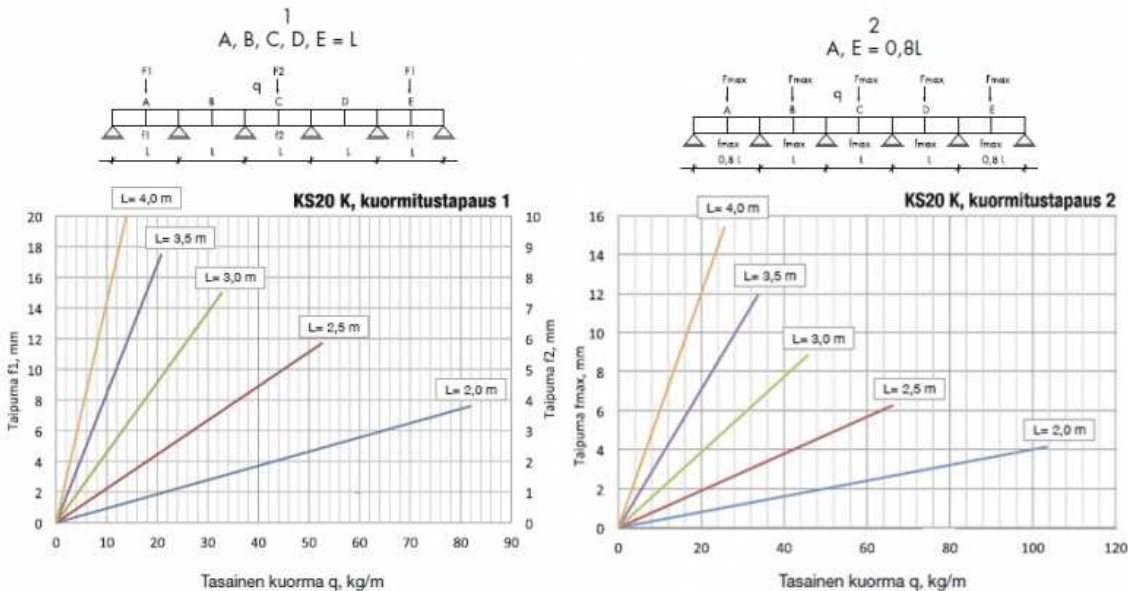


KUVA 10. Neptoluxin toteutusperiaatteesta

3.10 Asennusreitit

Asennusreitit sijoitellaan pääsääntöisesti tiloihin, missä on purettavat katot. Tikashyllyjen kiinnitys suunnitellaan kattokannakoinnilla. Kannaheväli mitoitetaan hyllyvalmistajan kuormitustaulukon mukaisesti. Hyllyillä kulkevat kaapelit ovat pääsääntöisesti normaaleita asennuskaapeleita, joiden paino on 170 g/m ja kaapeleita asennetaan alle 50kpl, jolloin kuormaksi tulee 8,5 kg/m. Hyllykannatus asennetaan siten, että taipuma ei ole ylitä 1/200 kaapelihyllyillä, jotka on asennettu näkyville. Käytännössä taipuma 1/200 tarkoittaa, että

esimerkiksi 3 m kannatinvälillä taipuma saa olla enintään 15 mm. Hyllynkannatusväliksisaadaan kuvasta 11 4 m, mutta kiinteistön rakenne huomioon ottaen suunnitelmissa käytämme maksimi kanakevälinä 2,8 m. Kiinteistössä kaapelihyllyt sijoitetaan keskikäytävän kattoon alakaton yläpuolelle siten, että heikkovirtakaapeleille ja vahvavirtakaapeleilla on omat hyllyt.



KUVA 11. Mekan-tikashyllyjen taipuma kuormaa funktiona.

Toimistotiloihin, luokkahuoneisiin ja vastaaviin tiloihin suunnitellaan alumiiniset pulverimaalattut johtokanavat (Meka instal 170-2M) kalusteasennuksia ja kaapelointeja varten. Johtokanavissa on erilliset johtotilat vahvavirta- ja telejohtoille. Liite 5

3.11 Yleiskaapeloinnin suunnittelu

Yleiskaapelointiverkko asennetaan noudattaen Viestintäviraston määräyksiä ja käyttäjän erityistoiveita. Uusi ATK-jakamo sijoitetaan tekniseen tilaan sähköpääkeskuksen viereen. ATK-kaappi on kooltaan 600x600x2000 ATK-kaappi on lukituksella varustettu, siinä on termostaattiohjattu jäähdytyspuhallin. Jakamolta tehdään putkireitti liikuntasalille, siihen asennetaan Cat 6 U/UTP -parikaapeli ja valokaapeli, joka on kaapelointiluokalta OF-2000 (yksimuoto). Kaikki kaapeloinnit päätetään asianmukaisesti paneeleihin ja liittimiin. Valokaapelit hitsataan valmiiksi. Liittymäjohtoille ja valokuidulle asennetaan putkivaraus, joka merkitään huolella asemakaavapiirustukseen. Tässä tapauksessa tilaaja/loppukäyttäjä ei ota kiinteistöön valokaapeliliittymää, eikä kupariliittymää vaan Internet-liittymä hoidetaan langattoman televerkon kautta. Putkivaraus asennetaan myöhempää käyttöä varten.

ATK kaapin varusteet:

- 3 kpl ristikytöntäpaneelleja
- 2 kpl laitehyllyjä
- 1 kpl pistorasiapaneeli
- 1 kpl valokuitu kytkentäpaneeli
- lisäksi tilanvaraus keskusradiovahvistimelle

Atk-kaapelointi suunnitellaan siten, että jokaiseen luokkahuoneeseen tulee 5 kpl 2-osaisia RJ-45-rasioita, sekä jokaiseen työpisteeseen 1 kpl. Lisäksi kiinteistöautomaatiokeskukselle ja keittiölle tulevat omat atk-pisteet. Nykyiseen liikuntasaliin suunniteltiin atk-pisteitä 2 kpl, salin molempiin nurkkiin ja 1 kpl näyttämölle, sekä oma ristikytöntäeline tekniseen tilaan. Videovalvonnalle suunnitellaan atk-pisteitä 2 kpl, käytävälle ja liikuntasalin eteiseen ja ulkokameroille 3 kpl. Kaapelointi suunnitellaan kategorian CAT-6 vaatimusten mukaisesti. Kaapeloinnissa ja reiteissä huolehditaan siitä, ettei 90 m maksimipituus cat-kaapeleilla ylity.

3.12 Antennijärjestelmät

Rakennukseen suunnitellaan antennijärjestelmä TV- ja radio-ohjelmien välittämiseksi luokkiin ja opettajainhuoneeseen. Nykyisen liikuntasalin vanhalle haaroittimelle asennetaan maanalle Tellu 7 - antennikaapeli. Lähetyksien vastaanottoa varten katolle asennetaan UHF-, VHF- ja FM- antennit, jotka suunnataan lähetyksiantennia kohti. Antennivahvistimeksi paikan huomioiden riittää normaali pientalo-vahvistin.

TAULUKKO 1 Antennitarvikkeet

Tarvike	Määrä	Ominaisuudet
UHF- Antenni	1 kpl	e21-69, g=15.5 dB
VHF- antenni	1 kpl	10-elem. e5-12, g=9-10 dB
FM- antenni	1 kpl	1-elem. v/H dipoli g=0 (v) / -3 (H) dB
Mastovahvistin	1 kpl	Terra MA080L ja PI008 Verkkolaite
Haaroitin	1 kpl	LAH 613PL kuuteen 13-15.5dB
Antennipiste	6 kpl	LARS 01 Päättävä ant.rasia 1dB
Antennikaapeli	262 m	Tellu 13

Antenniverkon mitoitus perustuu vaimeneman laskentaan. Kaapelin vaimennus on kaapelin pituus kerrottuna kaapelivaimennuksella pituusyksikköä kohti.

Pisin kaapelipituus sisäisessä verkossa on 43m ja lyhin kaapelipituus on 15 m.

Pisimmälle kaapelille vaimenema on:

$$43 \text{ m} \times 13 \text{ dB} / 100 \text{ m} = 5,6 \text{ dB}$$

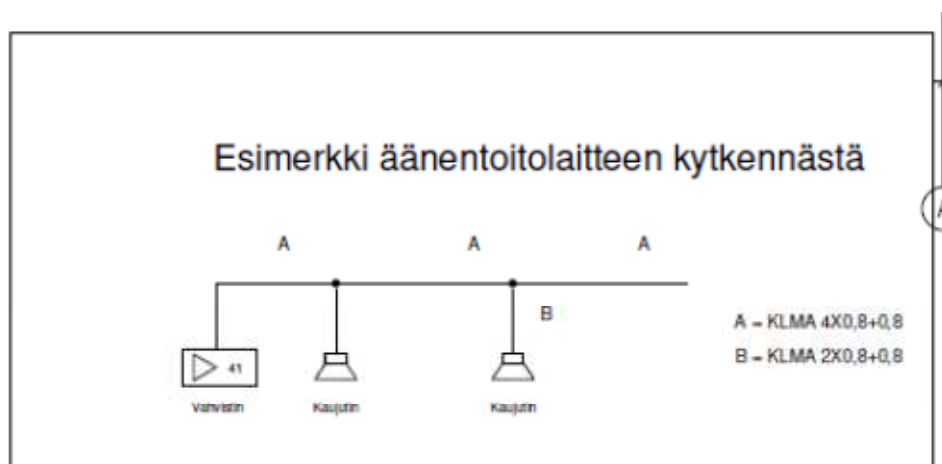
Pisimmän kaapelin vaimennus on 5,6 dB ja lyhimmän vaimennus 2 dB. Koko antenniverkon osalta signaalinvaimennus on kaapelivaimennuksen, haaroittimen vaimennuksen ja antennipisteen vaimennuksen summa.

$$5,6 \text{ dB} + 13 \text{ dB} + 1 \text{ dB} = 19,6 \text{ dB}$$

3.13 Äänentoistojärjestelmät

Rakennukseen suunnitellaan keskusradiojärjestelmä. Järjestelmää käytetään kuulutuksiin ja välituntisoittoon. Kuulutuskoje on 6-kanavainen, mikä mahdollistaa laitteiston laajennuksen.

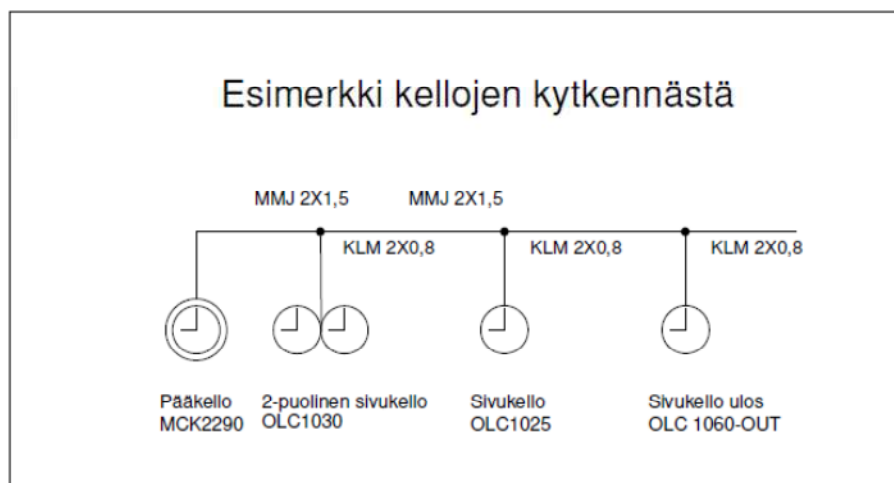
Nykyisessä liikuntasalissa on valmiina liitoskotelo, kaiuttimet ja mikrofoni-pistorasiat. Liikuntasaliin lisätään pöytävahvistin. Pakko-ohjaus ja 0/dB -tulo tulevat koulun keskusradiolta.



KUVA 12. Esimerkki äänentoistolaitteen kytkennästä.

3.14 Ajannäyttöjärjestelmä

Rakennukseen suunnitellaan ajannäyttöjärjestelmä ulos, luokkiin, käytäville ja opettajainhuoneeseen. Ajannäyttötahdistus otetaan Internetistä. Ajannäyttöjärjestelmä suunnitellaan siten, että runkokaapelointi kulkee koulun käytävillä, ja siitä otetaan haarat yksittäisille kelloille. Pääkello sijoitetaan tekniseen tilaan. Sivukelloina toimii perinteinen viisaripulssikello, joka saa minuutin välein pääkelloilta pulssin.



KUVA 13. Esimerkki kellojen kytkennästä

3.15 Sähköinen lukitus

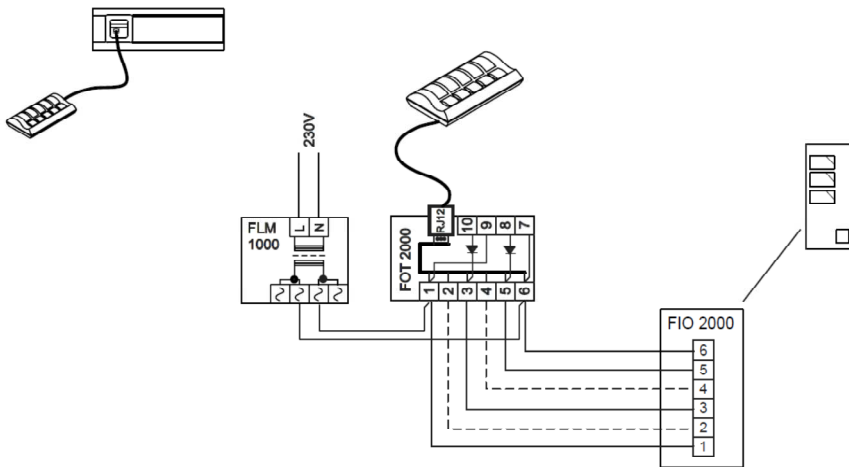
Ulko-oville asennettavan sähköisen lukitusjärjestelmän suunnittelussa huolehditaan riittävä kaapelointi joka ovelle. Oville, joista on koulupäivinä liikennettä, asennetaan lukituksenohjaus, kiinniolo-ohjaus ja valvonta. Muille oville (esim. tekniset tilat) asennetaan lukituksen valvonta ja kiinniolon valvonta.

3.16 Sisäänpyyntö ja avunpyyntöjärjestelmä

Kohteessa suunnitellaan ainoastaan johtajan huoneeseen sisäänpyyntöjärjestelmä. Järjestelmä suunnitellaan ABB -laitteistolla. Inva-WC -tiloihin suunniteltiin avunpyyntöjärjestelmä, joka on varustettu kutsu- ja kuittauspainikkeilla WC-tiloissa sekä hälytyskojeilla WC-tilan ulkopuolella. Painettaessa

kutsupainiketta hälytyskojeisiin sytty hälytysvalo ja sumneri alkaa soida. Kutsu kuitataan WC-tilan kuittauspainikkeella. Lisäksi kutsu välitetään kiinteistöautomaatiojärjestelmään.

BASIC SYSTEM



KUVA 14. Periaatekuva sisäänpyyntöjärjestelmästä.

3.17 Rikosilmoitinjärjestelmä

Rakennukseen suunnitellaan väylätyyppinen rikosilmoitusjärjestelmä murtotapahtumien havaitsemiseksi. Liikeilmaisimet sijoitetaan luokkiin, käytäviin, opettajainhuoneeseen, johtajan huoneeseen, keittiöön ja eteiseen. Ilmaisimien sijoittelussa pyritään huomioimaan mahdolliset murtautumisreitit. Järjestelmän hälytykset (murto, sabotaasi, vika) välitetään päivystäjän puhelimeen ja rakennusautomaatiojärjestelmään. Paikallishälytystä varten suunnitellaan sireenin ulkoseinälle ja käytäviin. Liikuntasalirakennukseen suunniteltiin lisälajennus yksikkö, johon liitetään liikuntasalin liiketunnistimet. Liikuntasaliin tulee myös 3 kpl liiketunnistimia. Liite 5

3.18 Palovaroitinjärjestelmä

Palovaroitinjärjestelmä on osa rikosilmoitinjärjestelmää. Palovaroittimia suunnitellaan kiinteistöön yksi jokaista alkavaa 60 neliötä kohti sisäasiainministeriön asetuksen (239/2009) mukaisesti. Lisäksi palovaroittimet suunnitellaan kaikkiin niihin erillisiin tiloihin, missä on palokuormaa, kuten keittiöön, teknisiin tiloihin ja varastoihin.

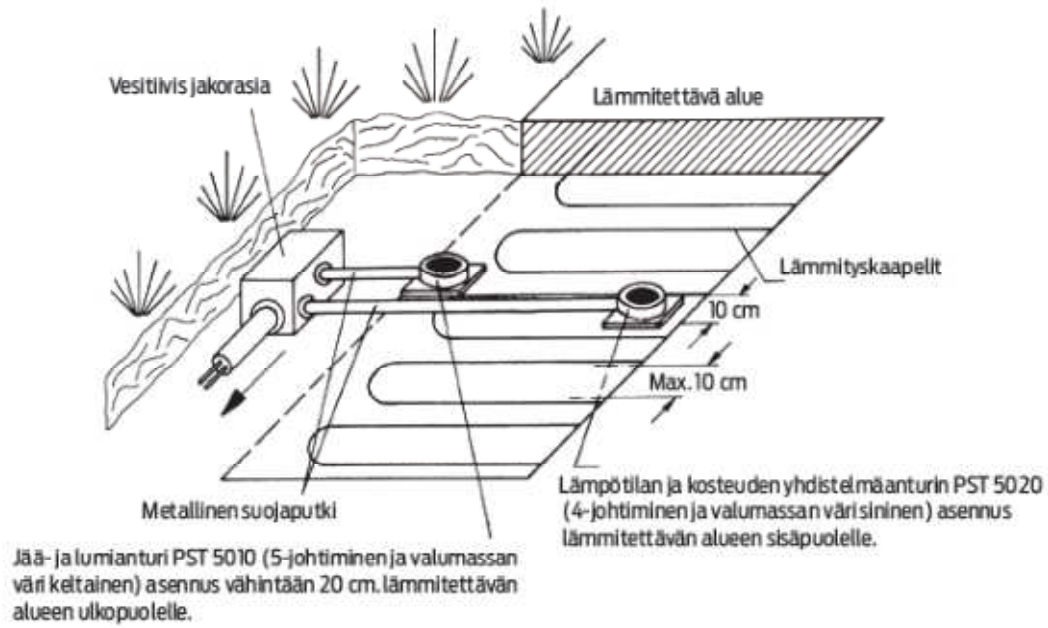
Liikuntasalirakennuksessa palovaroittimet suunnitellaan saliin, aulaan, iv-konehuoneeseen ja lämmönjakohuoneeseen. Liite 5

3.19 Kameravalvontajärjestelmä

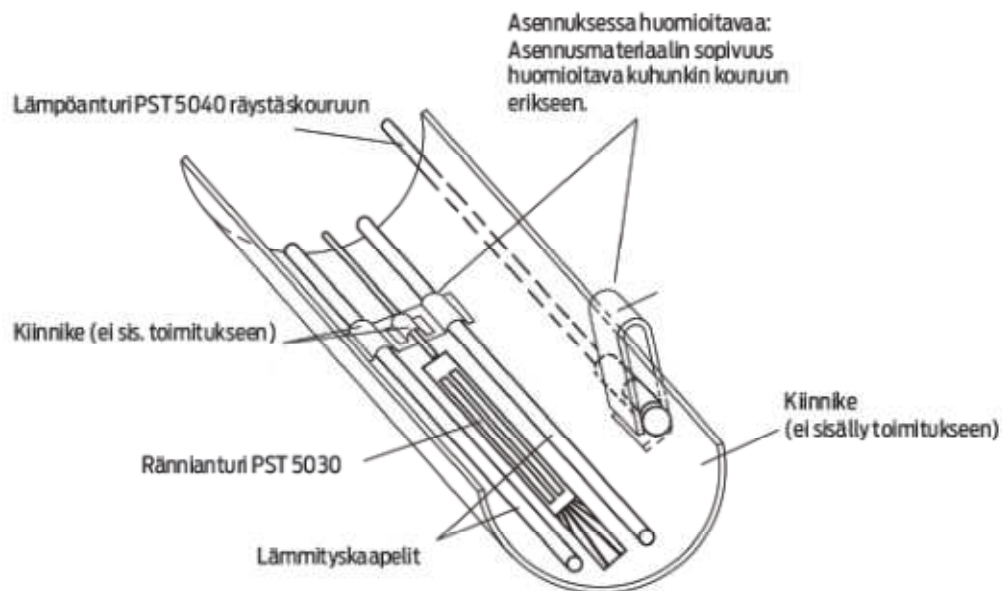
Rakennukseen suunnitellaan tallentava täysin digitaalinen IP-kamerajärjestelmä. Kamerat ovat 3 megapikselin tasoja. Ne on varustettu 3,3-12 mm objektiiveilla, autoiiriksillä, poe-liitännällä ja ir-valaisimilla. Poe-liitännällä saavutamme sen edun, ettei kameralle tarvitse kaapeloida muuta kuin tietoverkkokaapelointi. Verkkokaapeloinnissa kulkee kameran tarvitsema käyttöjännite, ja tiedonsiirto tapahtuu tallentimelle tietoverkkoa pitkin. Kytkin, johon kamerat liitetään täytyy olla Poe-kytkin. Kameravalvonnan kytkimen ja tallentimen suunnittelemme teknisen tilan ATK-kaappiin, mihin niille oli varattu tila. Tallentimen hallinta suunnitellaan johtajan huoneeseen. Ulkokamerat sijoitetaan kuvaamaan sisääntuloja ja piha-alueita. Sisäkamerat sijoitetaan sellaisiin paikkoihin, joissa kamerat kuvaavat mahdollisimman hyvin sisäkäytävien tapahtumia. Liite 5

3.20 Sähkölämmitysjärjestelmät ja laitteet.

Sulanapitokaapelit suunnitellaan syöksytorviin ja sadevesikouruihin. Ulkoportaisiin ja kuistehini lisätään sulanapitokaapelit. Käyttämällä sulanapito-ohjausjärjestelmän kanssa maa-antureita ja ränniantureita minimoidaan kohteen energiankulutus lämmittämällä alueita vain silloin, kun on tarvetta. Ohjauskeskus tunnistaa antureiden kautta lumi- ja jäätälanteen ja säätää sulanapitojärjestelmää anturitietojen perusteella. Sulanapitokaapeleita ohjataan älykkäällä sulanapidon ohjausjärjestelmällä. Tähän valitsin Pistesarjat PST 5000 sulanapidon ohjausjärjestelmän. Ohjausjärjestelmään liitetään maa-anturit ja rännianturit. Lämmityskaapelit asennetaan lastausluiskalle ja pääsisäänkäynnin ulkolaatoitukselle. Sadevesijärjestelmään asennetaan itsesäätävät sulanapitokaapelit syöksytorviin ja sadevesiränneihin. Sulanapitokaapeleiden tehon määrittämiseen käytetään valmistajien suosittelemia asennustehoja. Piha-alueilla lämmitystehon tarve on 300 W/m² ja syöksytorviin tarvittava teho on 30 W/m. Liite 6



KUVA 15. Maa-anturin asentaminen.



KUVA 16. Rännianturin asentaminen.

3.21 Rakennusautomaatiojärjestelmä

Kiinteistön järjestelmiä ohjataan kiinteistöautomaatiolla. Kiinteistöautomaation suunnittelu ja toteutus kuuluu automaatiourakoitsijalle. Sähkösuunnitteluun kuuluu toteutuksen kaapeloinnin suunnittelu. Järjestelmällä ohjataan ja valvotaan LVIAS-järjestelmien toimintaa, sekä mitataan eri järjestelmien energiankulutusta. Kiinteistöautomaation tarvitsemat ohjauspisteet on huomioitu sähköpääkeskusta suunnitellessa. Rakennusautomaatiojärjestelmään liitetään mm:

- LVI-suunnitelmassa määritellyt LVI-järjestelmien ohjaus-, valvonta- ja mittauspisteet
- sähkön pääjakelun valvontapisteet
- sisä- ja ulkovalaistuksen jakokeskuskohtaiset ohjaus- ja valvontapisteet
- sähkö- ja telejärjestelmien valvontapisteet
- sähkönkulutuksen seuranta

4 YHTEENVETO

Sähkösuunnitelma Piipjärven koululle on perussähköistystä. Kohteen järjestelmässä käytetään energiatehokkaita ratkaisuja. Joihinkin järjestelmiin olisi mahdollisesti vielä lisätä energiaa säästävää tekniikkaa, mutta tilaaja ei ollut halukas nostamaan rakennusbudjettia. Kohteen suunnittelu ja toteutus on kuitenkin mielenkiintoista, koska kyse on pienestä koulurakennuksesta, johon tulevat kuitenkin kaikki järjestelmät. Kohde toteutetaan kokonaisvaltaisena rakennusurakkana, johon laskimme hinnan ennen urakan saamista. Jokaiseen järjestelmään lasketaan tietty määrä rahaa. Järjestelmät täytyy suunnitella siihen varatun budjetin mukaan, mikä tuo oman haasteensa kohteen suunnitteluun.

Näin jälkeen päin kohteen lopputulosta katsellen olen tullut siihen tulokseen, että kohde on onnistunut. En lähtisi muuttamaan tekemiäni ratkaisuja.

LÄHDELUETTELO

www.finlex.fi 805/2005 Sisäasiainministeriön asetus
rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta

Käsikirja rakennusten sähköasennuksista D1-2012. Espoo: Sähkö ja teleurakoitsijaliitto STUL ry

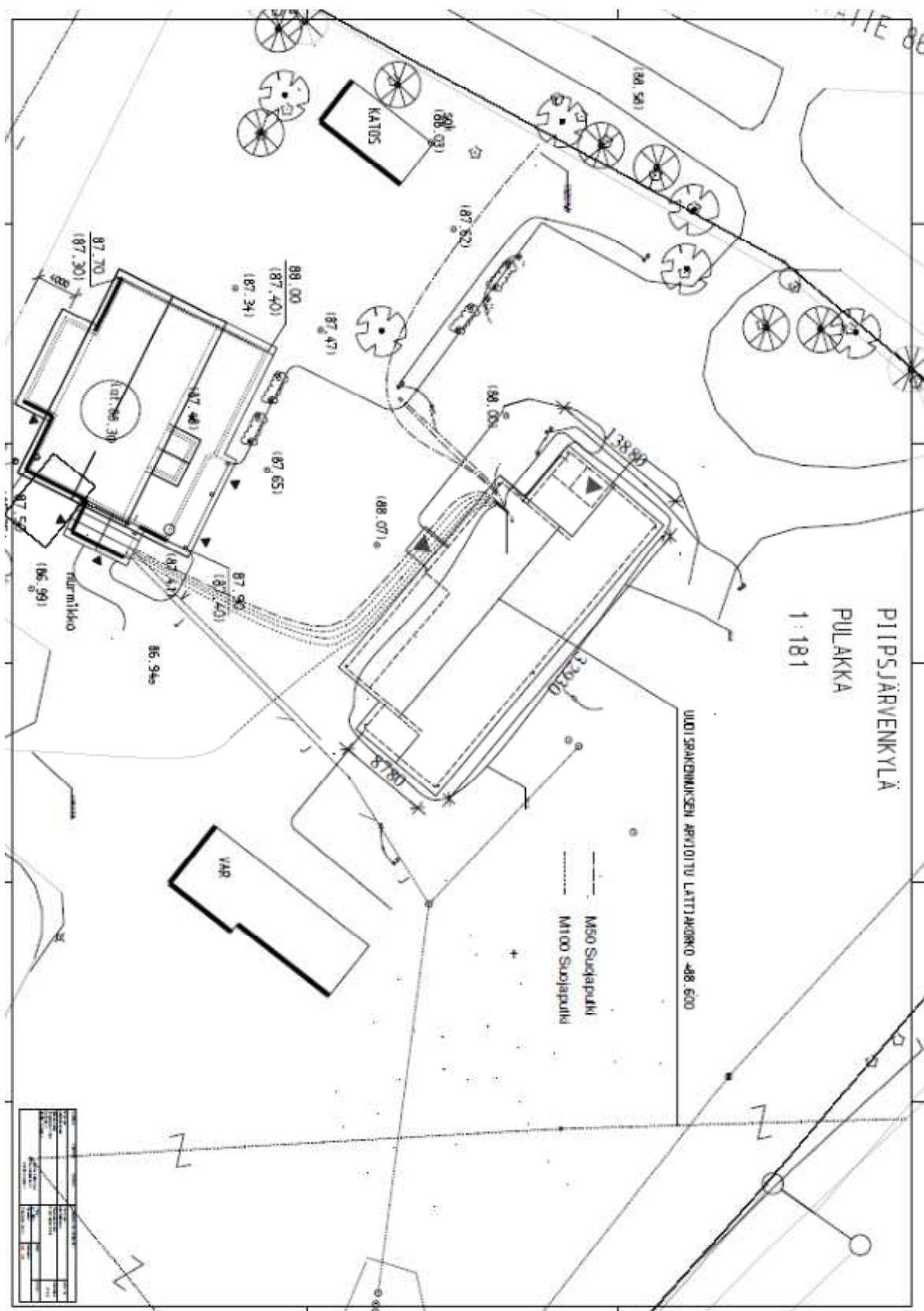
SFS-KÄSIKIRJA 600-1 2012. Espoo: Sähkö ja teleurakoitsijaliitto STUL ry

ST- Kortisto Paloilmoittimen suunnittelu, asennus, huolto ja kunnossapito 2009

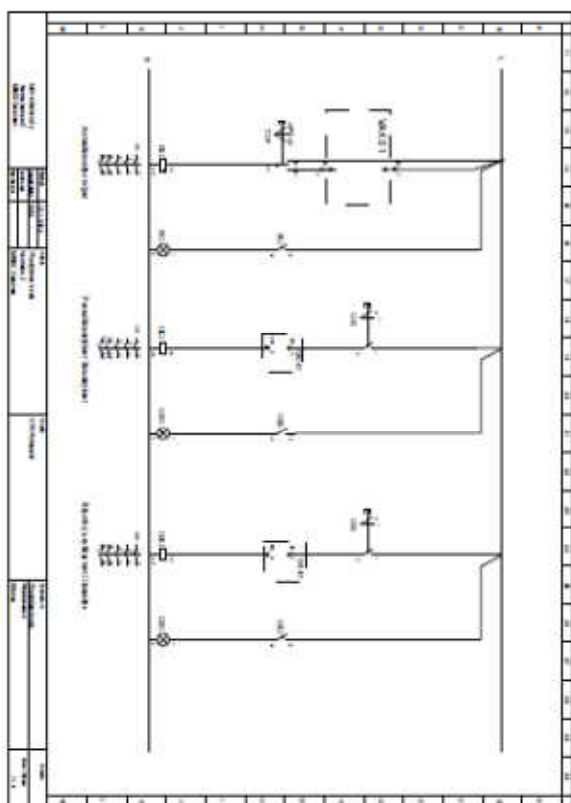
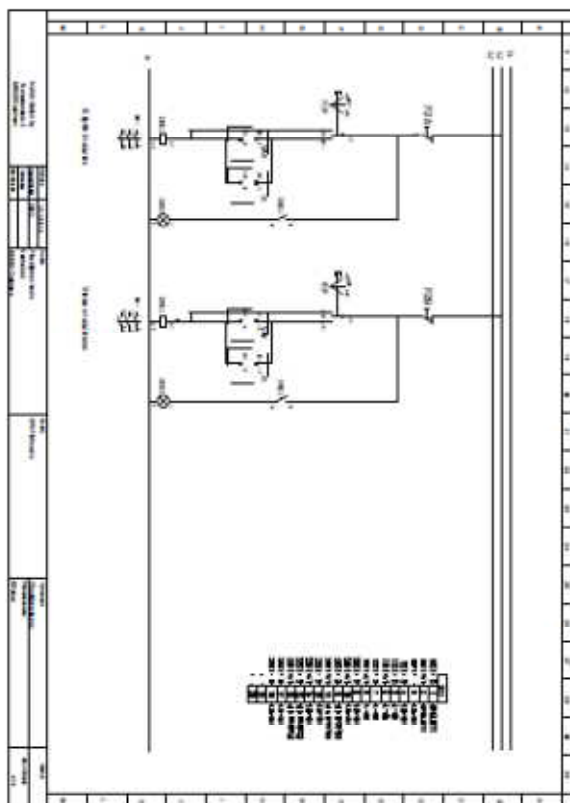
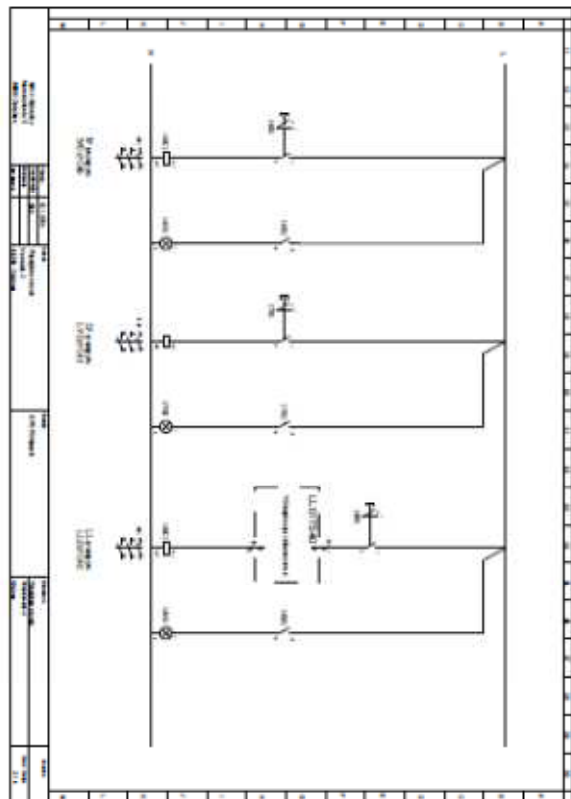
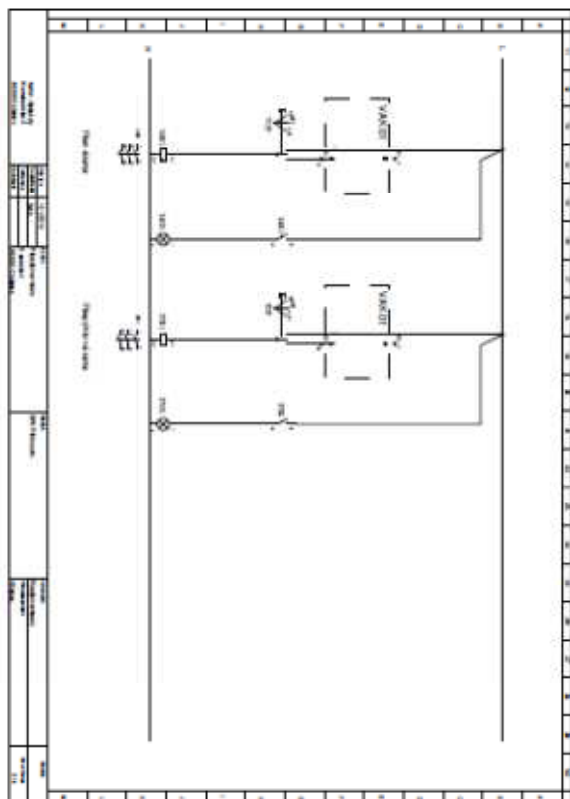
Toimittajien tuote esitteet:

- Meka
- Pistesarjat
- Neptolux
- Siemens

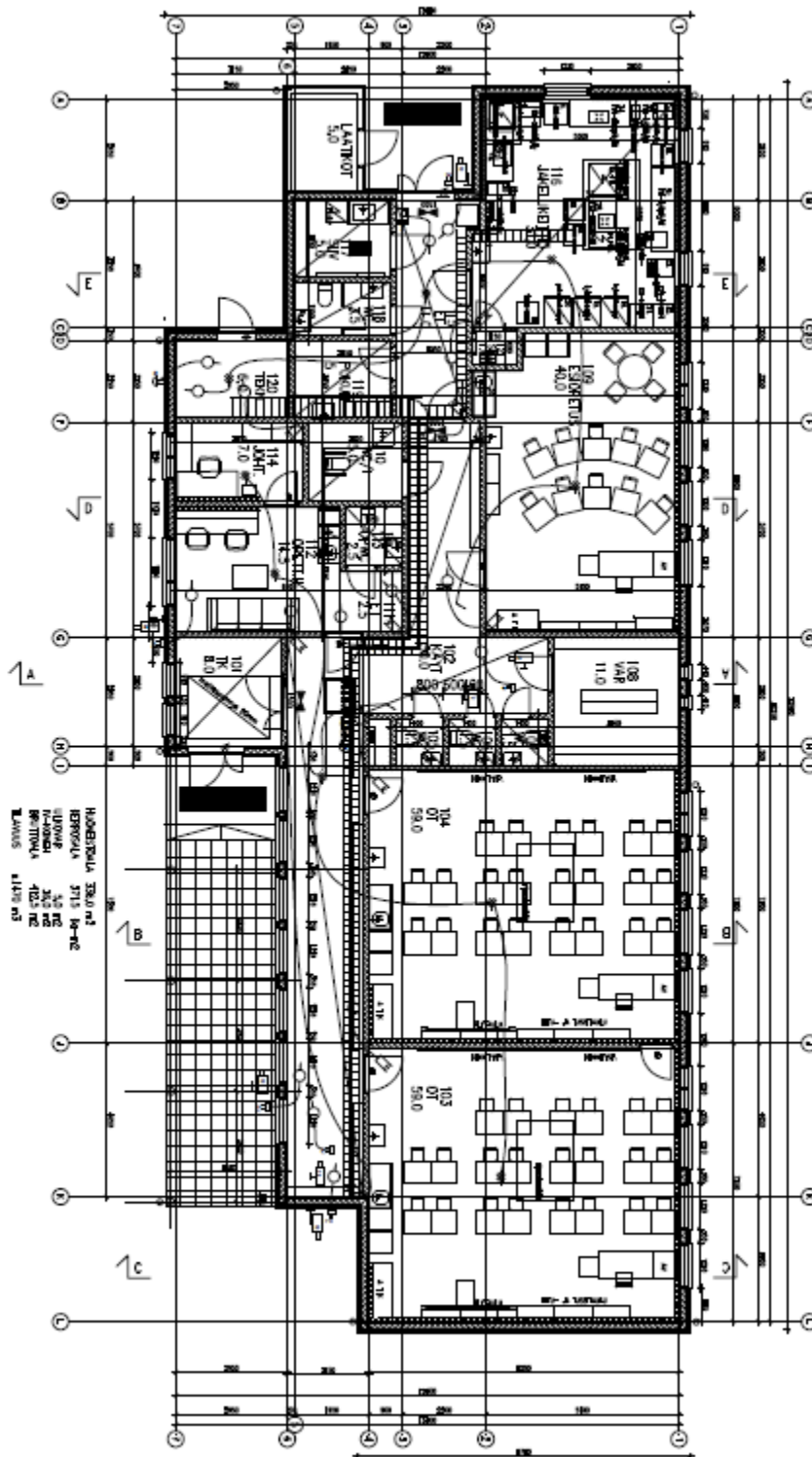
ASEMAPIIRROS



SÄHKÖPÄÄKESKUKSEN PIIRIKAAVIO



VIDEOVALVONTA



HOIKKILINEN 3800 m²
 IIRIKKALA 3715 m² B-1C
 JÄRVIK 300 m²
 KÄRKÖNEN 300 m²
 RANTALA 420 m²
 SAARELA 110 m²

1:1000
 1:500
 1:200
 1:100
 1:50
 1:20
 1:10
 1:5
 1:2
 1:1

