

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikka

Opinnäytetyö

Toni Kangassalo

**PERUSKOULUN TEKNISEN TYÖN OPETUSTILOJEN SÄHKÖSUUNNITTELU SEKÄ
HUOLTO JA KUNNOSSAPITO**

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2008

DI Jarkko Lehtonen
Ylöjärven kaupunki, ohjaaja käyttötekniikko Seppo Liski

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Sähkövoimatekniikka

Kangassalo, Toni

Peruskoulun teknisen työn opetustilojen sähkösuunnittelu sekä huolto ja kunnossapito

Opinnäytetyö

48 sivua + 30 liitesivua

Työn ohjaaja

DI Jarkko Lehtonen

Työn teettäjä

Ylöjärven kaupunki, ohjaaja käyttötekniikko Seppo Liski

Huhtikuu 2008

Hakusanat

Sähkösuunnittelu, tilaluokitus, huolto ja kunnossapito

TIIVISTELMÄ

Peruskoulun teknisen työn tilojen sähkösuunnittelussa täytyy pienjännitesähköasennuksia koskevien SFS 6000 -standardien lisäksi huomioida tiettyjä erityisvaatimuksia ja -suosituksia. Nykyajan vaatimusten mukaiset teknisen työn opetustilat ovat monipuolinen tilakokonaisuus, joka sisältää tiloja monia erilaisia työmenetelmiä ja työvaiheita varten. Tämä asettaa omat haasteensa myös sähkösuunnittelulle.

Tähän työhön on koottu tärkeimpiä seikkoja, jotka pitää huomioida suunniteltaessa peruskoulun teknisen työn tilojen sähköistystä. Sähkösuunnittelun päätavoitteena on taata kaikille tilojen käyttäjille turvallinen ja vaatimusten mukainen työskentelyympäristö sähköjärjestelmien osalta. Suunnittelussa on huomioitava myös mahdolliset räjähdysvaaralliset tilat, joille pitää ATEX-lainsäädännön perusteella tehdä tilaluokitus. Tässä työssä on keskitytty ATEX-lainsäädännön vaatimuksiin teknisen työn tilojen sähkösuunnittelun kannalta.

Teknisen työn tilojen sähköjärjestelmät vaativat myös säännöllistä huoltoa ja kunnossapitoa pysyäkseen turvallisina ja toimintakuntoisina. Tietyille sähkölaitteistoille täytyy tehdä määräajoin valtuutetun laitoksen tai tarkastajan suorittamat määräaikaistarkastukset. Teknisen työn tiloissa erityistä huomiota pitää kiinnittää tilojen siisteyteen, sillä puupöly aiheuttaa helposti palo- ja räjähdysvaaran.

Tämän opinnäytetyön tuloksena valmistui sähkösuunnitelma Ylöjärven Viljakkalan yhtenäiskoulun teknisen työn tilojen laajennukselle sekä yksinkertaistettu hoito- ja kunnossapitosuunnitelma kyseiseen kohteeseen. Hoito- ja kunnossapitosuunnitelma auttaa sähkölaitteiston haltijaa kohteen kunnossapidon suunnittelussa. Jatkoimenpiteenä suunnitelmaa voitaisiin laajentaa ja kehittää entisestään kattamaan paremmin rakennuksen kaikki sähkölaitteistot. Hoito- ja kunnossapitosuunnitelmaa tehdessä huomattiin, että täydellisen määräysten mukaisen suunnitelman tekeminen vaatii ammattitaitoa ja eri sähköjärjestelmien kattavaa tuntemusta, joten se kannattaa jättää ammattilaisen tehtäväksi.

TAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Electrical Engineering Programme

Electrical Power Engineering

Kangassalo, Toni

Electrical planning and service and maintenance in the technical workspace of comprehensive school

Engineering Thesis

48 pages, 30 appendices

Thesis Supervisor

Jarkko Lehtonen (M.Sc.)

Commissioning Company

City of Ylöjärvi, Supervisor: Seppo Liski

April 2008

Keywords

Electrical planning, area classification, service and maintenance

ABSTRACT

The electrical planning of the technical workspace of the comprehensive school is a challenging project. Attention must be paid to those demands and recommendations which differ from the Finnish SFS 6000 standards of low voltage electrical installations. Modern technical workspaces contain facilities for many different work tasks and this sets its own challenges to the electrical planning.

The main target of the electrical planning is to guarantee to all users of the premises a working environment which is safe and is in accordance with the demands. In the planning, attention must be paid also to the possible explosive atmospheres to which an area classification must be made on the basis of ATEX legislation. In this engineering thesis it has been clarified what special requirements the ATEX legislation sets for the electrical planning.

The electrical installations of the technical workspace also require a regular service and maintenance in order to remain safe and functional. Special attention must be paid to the tidiness because dust layers can easily cause a danger of fire and explosion. For certain electrical installations, periodic inspections performed by the authorized institution must be made at regular intervals.

The purpose of this thesis was to clarify what special requirements attention must be paid when an electrical plan is made to the premises of the technical work. On the basis of the collected information, an electrical plan and the service and maintenance plan were made to the technical workspace of Viljakkala comprehensive school, city of Ylöjärvi.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYSLUETTELO	4
1 JOHDANTO.....	6
2 TEKNISEN TYÖN OPETUSTILOJEN SÄHKÖSUUNNITTELU	7
2.1 Kesukset ja kaapelointi /5/.....	7
2.2 Pistorasiat, valaistus ja lämmitys /5/	8
2.3 Sähkötekniset tietojärjestelmät /5/.....	9
2.4 Purunpoistojärjestelmä /5/	11
3 RÄJÄHDYSVAARALLISTEN TILOJEN SÄHKÖASENNUKSET	11
3.1 ATEX-lainsäädäntö	12
3.2 ATEX-direktiivit /14/	12
3.2.1 ATEX-laitedirektiivi.....	12
3.2.2 ATEX-olosuhdedirektiivi	13
3.3 Sähkölaitteen valinta räjähdysvaaralliseen tilaan	13
3.3.1 Ex-laite	13
3.3.2 Räjähdysvaarallisten tilojen tilaluokat.....	15
3.3.3 Ex-laitteen merkinnät /2/	16
3.3.4 Sähkölaitteiden räjähdysuojusrakenteet /9/.....	17
3.3.5 Syttymisryhmät /11/	18
3.3.6 Räjähdysryhmät /16/.....	19
3.4 Räjähdysuojausasiakirja /13/	19
3.5 Tilaluokituksen tekeminen /9, s. 224/.....	20
4 TEKNISEN TYÖN TILAT PALO- JA RÄJÄHDYSVAARAN KANNALTA	21
4.1 Staattisen sähkön vaikutukset.....	21
4.2 Pölyräjähdysvaaralliset tilat /20/	21
4.3 Teknisen työn tilojen tilaluokitus	22
4.3.1 Purusiilo ja purunpoistojärjestelmä /20/	22
4.3.2 Maalaustila ja kaasupullojen varastointipaikka.....	23
5 SUUNNITTELUKOHTENA OLEVA TEKNISEN TYÖN TILA	24
6 MITOITUSLASKELMAT	24
6.1 Työstökoneiden ylikuormitussuojien ja johtojen mitoitus	25
6.2 Lämmitystehon laskenta.....	28
6.3 Valaistustehon laskenta	29
7 HUOLTO JA KUNNOSSAPITO.....	31
7.1 Hoito- ja kunnossapitosuunnitelma	32
7.1.1 H1 Asennusreitit	33
7.1.2 H2 Sähkön pääjakelujärjestelmät	33
7.1.3 H3 Laitteistojen sähköistys.....	34
7.1.4 H4 Sähkönliitännäjäjärjestelmät.....	34
7.1.5 H5 Valaistusjärjestelmät.....	34
7.1.6 H6 Sähkölämmitysjärjestelmät ja -laitteet.....	35
7.2 Valaistushuollon erityispiirteitä.....	35
7.2.1 Yleisvalaistus /26/	35
7.2.2 Turvavalistus /28/	36
7.3 Sähköteknisten tietojärjestelmien kunnan tarkastus /22/.....	36
7.3.1 Kaapelointi	37
7.3.2 Laitteet.....	37

7.3.3 Paloilmoitinjärjestelmä /29/.....	37
7.3.4 Kulunvalvonta-, rikosilmoitin- ja sähkölukitusjärjestelmät	39
7.3.5 Ajannäyttö- ja äänentoistojärjestelmät	39
7.4 Määräaikaistarkastukset /21/	39
7.4.1 Sähkölaitteistojen luokitus ja tarkastusvälit	40
7.4.2 Määräaikaistarkastuksen sisältö	42
8 YHTEENVETO	43
LÄHTEET	45
LIITTEET	48

1 JOHDANTO

Peruskoulun teknisen työn opetuksessa käytetään perinteisten työmenetelmien rinnalla yhä enemmän nykyaikaista tekniikkaa ja kehittyneitä työkoneita, jotka luovat omat vaatimuksensa tilojen suunnittelulle. Jotta oppilaille voidaan tarjota monipuolinen työskentely-ympäristö, tulee tilojen olla asianmukaiset ja riittävän tilavat. Teknisen työn opetustilat muodostavat kokonaisuuden, johon kuuluu varsin monta erilaista tilaa eri työtehtäviä ja -vaiheita varten. Teknisen työn opetustiloihin kuuluu puutyösali sekä erillinen konesali puuntyöstökoneita varten. Metallitöitä varten täytyy olla metallityösali sekä kuumakäsittelytila, jossa tehdään esimerkiksi hitsaustöitä. Lisäksi pitää olla erillinen hyvän ilmanvaihdon omaava pintakäsittelytila, jotta mahdolliset terveydelle haitalliset kemikaalit eivät sekoitu opetustilan ilmaan. Nykyaikaisissa teknisen työn tiloissa on myös suunnittelu- ja atk-tilat. Lisäksi teknisen työn tiloihin kuuluvat materiaalivarastot sekä oppilastyövarasto. Myös opettaja tarvitsee oman työtilansa, josta oppilaiden työskentely on helposti valvottavissa.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään peruskoulun teknisen työn tilojen suunnittelun osalta nimenomaan sähkösuunnitteluun. Opinnäytetyön suunnittelukohteena on peruskoulun 1–9 luokkien teknisen työn rakennus, jota laajennetaan entisten tilojen käytyä pieniksi. Uuteen laajennusosaan tulee konesali, johon sijoitetaan pääasiassa puuntyöstökoneita, varastotilaa sekä puruvarasto. Vanhaan osaan järjestellään uudelleen puutyö- ja metallityötila sekä kuumakäsittely-, maalaus- ja metallintyöstötilat. Sähkösuunnitelma kattaa uuden laajennuksen sähköistyksen sekä vanhojen tilojen sähköistyksen saneerattavilta osilta.

Sähkösuunnitelman lisäksi työssä käsitellään myös teknisen työn tilojen sähköjärjestelmien huoltoa ja kunnossapitoa. Tavoitteena on tehdä hoito- ja kunnossapitosuunnitelma, joka helpottaisi näiden tilojen ylläpitoa ja huoltoa tulevaisuudessa. Edellä mainittujen suunnitelmien ja niihin liittyvien dokumenttien tekemisen lisäksi tähän opinnäytetyöhön pyritään sisällyttämään myös muuta aiheen kannalta tärkeää tietoa. Työssä käsitellään teknisen työn tilojen sähkösuunnittelua koskevat määräykset, ohjeet ja säädöstausta. Lisäksi opinnäytetyössä keskitytään vuonna 2003 voimaan tulleen ATEX-lainsäädännön

erityispiirteisiin ja teknisen työn tilojen tilaluokitusten selvittämiseen. Työssä selvitetään myös, mitä erityisvaatimuksia opetustilakäyttö kohteelle ja sen sähkösuunnittelulle asettaa.

2 TEKNISEN TYÖN OPETUSTILOJEN SÄHKÖSUUNNITTELU

Opetustilojen sähköistystä suunniteltaessa täytyy pienjännitesähköasennuksia koskevien SFS 6000 -standardien lisäksi ottaa huomioon tiettyjä erityisvaatimuksia ja suosituksia, joita opetustiloille ja teknisen työn tiloille on erikseen annettu. Tärkeimpänä asiana suunnittelussa on taata kaikille tilan käyttäjille turvallinen työskentely-ympäristö. Peruskoulun teknisen työn tilojen kohdalla täytyy huomioida, että samoja tiloja ja koneita voivat käyttää sekä vuosiluokkien 1–9 oppilaat kouluaikana opettajan valvonnassa että ulkopuoliset käyttäjät itsenäisesti esimerkiksi iltaisin. Seuraavassa on koottuna Opetushallituksen peruskoulun käsityön opetustilojen suunnitteluoppaasta /5/ tärkeimpiä asioita, joita teknisen työn tilojen sähkösuunnittelussa pitää huomioida.

2.1 Keskuksat ja kaapelointi /5/

Teknisen työn tilojen sähkönsyöttö toteutetaan omasta jakokeskuksesta, joka pitää sijoittaa tilojen yhteyteen rakennettavaan erilliseen lukittavaan jakokeskuskomeroon. Se olisi hyvä sijoittaa paikkaan, johon on helppo ja esteetön pääsy, kuten käytävä- tai eteistilaan. Keskuksen paikkaa suunniteltaessa pitää muistaa, että keskusta ei kuitenkaan saa sijoittaa opettajan huonetilaan. Opettajan huonetilaan sen sijaan pitää asentaa ohjauskeskus, jossa on pääkytkimen lisäksi ohjauskytkimet oppilaspistorasioille, työstökoneille, purunpoistojärjestelmän imurille sekä paineilmakompressorille. Ohjauskeskuksessa tulee olla myös hätäpysäytyspainike ja purusäiliön täyttymisestä ilmoittava merkkivalo. Mikäli tiloihin tulee kaasujärjestelmä, pitää ohjauskeskuksessa olla ohjauskytkin kaasujärjestelmän pääsulkuventtiilin ohjaamiseksi. Ohjausjärjestelmän suunnittelussa ja asentamisessa pitää muistaa, että järjestelmän tulee olla ennen kaikkea toimintavarma ja työturvallinen. Työskentelytiloihin sijoitettavat

häätäpysäytyspainikkeet suositellaan hankittavaksi merkkilampuilla varustettuna, koska merkkivalo helpottaa painetun painikkeen löytämistä.

Lähelle seinää sijoitettavien työstökoneiden kaapelointi pyritään tekemään pääsääntöisesti seinärakenteiden kautta, mutta keskilattialle sijoittuvien laitteiden, esimerkiksi tasohöylän, johtoputkitukset upotetaan lattiarakenteeseen.

Keskilattialle tulevien koneiden lattian kautta toteutettu syöttö on esteettömän kulun ja käytön kannalta huomattavasti parempi vaihtoehto esimerkiksi katon kautta toteutettuun syöttöön verrattuna. Muu kaapelointi sijoitetaan standardien mukaista asennustapaa noudattaen kaapelihyllyille, valaisinripustuskiskoihin, johtokanaviin tai uppoasennuksena seinärakenteisiin. CNC-koneille ja atk-pistorasioille on asennettava omat erilliset ryhmäjohdot ja atk-pistorasiaryhmäjohdot yksivaiheisina. Johtoteinä teknisen työn tiloissa pitää käyttää piena- tai umpilevyhyllyjä, valaisinripustuskiskoja ja johtokanavia, koska niihin on myöhemmin helppo tehdä tarvittavia johtolisäyksiä. Kaikkien ovien yhteyteen suositellaan asennettavaksi sähköpielet, joihin on helppo sijoittaa pistorasiat, kytkimet ja merkkivalot yms. Työstökoneille suositellaan turvallisiksi havaittuja sähköisiä jarruja, joten laitteet kannattaisikin tilata valmiiksi jarruautomaatiikalla varustettuna.

2.2 Pistorasiat, valaistus ja lämmitys /5/

Pistorasioiden sijoittelussa kriteerinä käytetään, että pistorasioita asennetaan teknisen työn tiloihin riittävä määrä, jotta jatkojohtoja ei tarvitse käyttää.

Pintakäsittelytilaan sijoittuvat piirilevyjen valmistuksen kehitys- ja syövytyslaitteet tarvitsevat vikavirtasuojatut pistorasiat. Tietokoneiden ja CNC-laitteiden tulee olla omina ryhmään, UPS-laitteistolla varmistettuna eivätkä häätäpysäytyspainikkeet saa katkaista virtaa näiltä laitteilta. Kaikki oppilaskäyttöön tulevat pistorasiat on varustettava 30 mA:n vikavirtasuojalla, ja työskentelytilojen pistorasioiden kotelointiluokan tulee olla IP 34 niiden mekaanisen kestävyuden takaamiseksi.

Valaistuksen hyvä suunnittelu on tärkeä osa teknisen työn tilojen työturvallisuutta. Teknisen työn tiloissa vaaditaan hyvä yleisvalaistus, valaistusvoimakkuudeltaan

vähintään 500 lx, ja tarvittaessa työstökoneille ja työtasolle on asennettava erikseen kohdevalaisimia. Valaistuksen suunnittelussa pitää huomioida, että konesalissa ei saa esiintyä stroboskooppi-ilmiötä. Tämä ilmiö saa pyörivien tai edestakaisin liikkuvien koneiden liikkeen näyttämään todellista hitaammalta tai pysähtyneeltä, mikä voi aiheuttaa vaaratilanteita /7, s. 18/. Helpoiten ilmiö vältetään käyttämällä elektronisilla liitäntälaitteilla varustettuja valaisimia. Työskentelytilojen valaisimien tulee olla pölyltä ja kosteudelta suojattuja, jolloin kotelointiluokan on oltava vähintään IP 34. Konesaliin pitää asentaa varavalaisimet, jotka kytketään kiinteistön turvavalaistusjärjestelmään. Kaikkiin teknisen työn tiloihin asennetaan määräysten mukainen poistumistievalaistus ja varavalaistusjärjestelmä. Häätäpysäytyspainikkeen painaminen ei saa aiheuttaa yleisvalaistuksen katkaisua.

Lämmityksen osalta suositellaan, että lattialämmitystä ei käytettäisi, koska se nostaa pölyä ilmaan huonontaan sisäilman laatua. Viimeistely- ja pintakäsittelytilassa tarvitaan ajoittain muita työtiloja korkeampaa lämpötilaa, minkä vuoksi tilaan voidaan asentaa erillinen sähkölämmitin.

2.3 Sähkötekniset tietojärjestelmät /5/

Teknisen työn tilat tulee varustaa palovaroittimilla. Mikäli tiloihin tulee paloilmoitinjärjestelmä, suositellaan pintakäsittely-, metalli-, kone- ja huoltotilaan 60 °C DM-ilmaisimia. Kuumakäsittelytilaan suositellaan 100 °C DM-ilmaisimia ja purunpoistolaitetilaan 74 °C M-ilmaisimia. Materiaalivarastoon ja puutyösaliin suositellaan optisia savuilmalaisimia. Paloilmoituspainikkeet asennetaan näkyvälle paikalle, esimerkiksi ovenpieleen.

Taulukko 1 Yleisimpiä paloilmaintyyppejä /19/ :

Ilmaisintyyppi	Tunnus	Toimintaperiaate
Maksimaali-ilmaisoin	M	Maksimaalilaukaisu eli ilmaisoin havahtuu sen saavutettua ilmaisinkohtaisen toimintalämpötila-alueen.
Differentiaali-ilmaisoin	D	Toiminta perustuu ilmaisimessa tapahtuvaan lämpötilan nousuun tietyn ajan kuluessa.
Differentiaali-maksimaali-ilmaisoin	DM	Maksimaali- ja differentiaali-ilmaisimien toimintojen yhdistelmä.
Ioni-ilmaisoin	I	Toiminta perustuu palamisessa ilmaan vapautuvien palamistuotteiden aiheuttaman ionisaatiovirran muuttumiseen ilmaisimessa.
Optinen ilmaisoin	O	Toiminta perustuu ilmaisimen sisällä savun aiheuttamaan valon heijastukseen tai valon vaimenemiseen.

Teknisen työn tilat liitetään koulun rikosilmoitusjärjestelmään, jos koulussa on tällainen järjestelmä. Tilat kannattaa rajoittaa omaksi alueekseen, jotta niitä voidaan ohjata erikseen muista koulun tiloista riippumatta. Tämä mahdollistaa teknisen työn tilojen käytön myös kouluajan ulkopuolella esimerkiksi iltaisin ja viikonloppuisin. Jos koulussa on kulunvalvontajärjestelmä, tulee kaikki teknisen työn tiloihin johtavat ovet varustaa magneettikoskettimilla ja käyntioviin asentaa sähkölukot kortinlukijoihin. Teknisen työn tilojen ulkoalueet liitetään koulun videovalvontajärjestelmään, jos järjestelmä on käytössä.

Teknisen työn tilojen tietoverkkojärjestelmää suunniteltaessa pitää ottaa huomioon, että suunnittelun, teknisen piirtämisen ja elektroniikan työtilojen tietokoneille vaaditaan oma koulun tietoverkosta riippumaton kaapelointi. Kaapeloinnin osalta pitää huomioida myös data-videoprojektorin käyttö. Sen yleisimpiä käyttöpaikkoja ovat suunnittelu- ja metallitekniikan tilat tai muut tilat, joihin hankitaan valkokangas tai heijastustaso. Teknisen työn tiloihin tulee asentaa aikakellot, jotka liitetään koulun aikakellojärjestelmään. Opettajan tila varustetaan puhelinpistorasialla ja antennipisteitä suositellaan asennettavaksi TV:n ja videon sekä data-videoprojektorin käyttöpaikkojen lisäksi elektroniikan ja metallitekniikan työpisteisiin.

2.4 Purunpoistojärjestelmä /5/

Teknisen työn tiloissa hyvin toimiva purunpoistolaitteisto on työviihtyvyyden ja paloturvallisuuden kannalta tärkeä. Tämä asettaa omat vaatimuksensa myös sähkösuunnittelulle. Purunpoistotila luokitellaan räjähdysvaaralliseksi tilaksi, minkä takia tilaan kannattaa sijoittaa vain välttämättömimmät sähkölaitteet palo- ja räjähdysvaaran minimoimiseksi. Purunpoistolaitteistolle tulee asentaa ylitäytön esto- ja hälytysjärjestelmä, ja on myös huomioitava, että hätäpysäytyspainikkeen painaminen ei saa pysäyttää puruimuria.

Purunpoistolaitteiston moottorin suojausluokan on oltava vähintään IP 54 ja purunpoistoputkistot täytyy maadoittaa staattisten sähkövarausten estämiseksi. Purunpoistoimurin käynnistys on lukittava siten, ettei imuri käynnisty ennen kuin purunpoiston paineilmakompressori on käynnistynyt. Purunpoistolaitteiston kojekeskus tulisi sijoittaa ensisijaisesti purunpoistolaitetilaan, mutta jos näin ei tehdä, täytyy imuri varustaa turvakytkimellä. Purunpoiston ja paineilmalaitteiden paineilmakompressori voidaan sijoittaa joko purunpoistotilaan tai muuhun sille varattuun paikkaan. Purunpoistolaitteiston tyhjäkäyntiä voidaan vähentää erilaisilla automaattioratkaisuilla ja esimerkiksi työstökoneiden purunpoiston ohjaukseen voidaan käyttää elektronista kauko-ohjausjärjestelmää.

3 RÄJÄHDYSVAARALLISTEN TILOJEN SÄHKÖASENNUKSET

Tässä kappaleessa keskitytään yleisellä tasolla ATEX-lainsäädäntöön ja sen aiheuttamiin vaatimuksiin, kuten tilaluokkiin ja tilaluokituksen tekemiseen. Lisäksi käsitellään sähkölaitteiden valintaa räjähdysvaaralliseen tilaan. Sähkölaitteiden osalta käsitellään Ex-laitteilta vaadittavia merkintöjä sekä laitteiden suojausrakenteita.

3.1 ATEX-lainsäädäntö

Räjähdysvaarallisia tiloja ja niissä käytettäviä laitteita koskevat määräykset uudistuivat vuonna 2003. Tällöin voimaan astunut ATEX-lainsäädäntö (ATEX = atmosphères explosibles) sisältää määräyksiä räjähdysvaarallisista tiloista, niissä työskentelystä sekä tiloissa olevien laitteiden suunnittelua ja rakennetta koskevat olennaiset turvallisuusvaatimukset. /14/ Räjähdysvaarallisiksi tiloiksi luokitellaan kaikki sellaiset tilat, joissa palavat nesteet, kaasut tai pölyt voivat aiheuttaa räjähdysvaaran tilaan mahdollisesti syntyvien normaali-ilmanpaineisten kaasuilmasoseosten tai pöly-kaasuseosten vuoksi. Räjähdysvaarallisia tiloja esiintyy tyypillisimmin mekaanisessa puunjalostusteollisuudessa, energian tuotannossa, kemianteollisuudessa, lääketeollisuudessa sekä yleensäkin palavien nesteiden ja kaasujen valmistuksessa, käsittelyssä ja varastoinnissa. /8/

3.2 ATEX-direktiivit /14/

ATEX-nimitystä käytetään yleensä Euroopan yhteisön direktiiveistä 94/9/EY (laitedirektiivi) ja 99/92/EY (olosuhdedirektiivi), jotka koskevat Ex-tiloja eli räjähdysvaarallisia tiloja, niissä työskentelyä ja niissä käytettäviä laitteita. ATEX-direktiivien tarkoituksena on suojella räjähdysvaarallisissa tiloissa työskenteleviä ihmisiä, yhtenäistää EU:n jäsenvaltioiden räjähdysvaarallisten tilojen ja niissä käytettävien koneiden ja laitteiden turvallisuusvaatimuksia sekä taata Ex-laitteiden vapaa kauppa.

3.2.1 ATEX-laitedirektiivi

ATEX-laitedirektiivi 94/9/EY /2/ koskee räjähdysvaarallisissa normaali-ilmanpaineisissa ilman ja kaasun tai ilman ja pölyn seoksissa käytettäväksi tarkoitettuja tuotteita. Direktiivi sisältää määräykset uusien tuotteiden suunnittelusta, valmistuksesta ja markkinoille saattamisesta sekä käyttöönnotosta. Laitedirektiivi koskee sähkölaitteita, mekaanisia laitteita, itsenäisiä suojausjärjestelmiä, turva-, säätö- ja ohjauslaitteita sekä tietyissä tapauksissa myös

yksittäisiä komponentteja sekä laitteista koottuja laitekoonpanoja. /8/ ATEX-laitedirektiiviin perustuvaa kansallista lainsäädäntöä on ollut olemassa jo vuodesta 1996 lähtien ja tähän lainsäädäntöön ovat kuuluneet asetus (917/1996) sekä kauppaja- ja teollisuusministeriön päätös (918/1996). Uusi ATEX-laitedirektiivi on toimeenpantu samansisältöisenä koko EU-alueella ja Suomessa lainsäädännön siirtymäaika päättyi ja velvoitteet tulivat kaikilta osiltaan voimaan 1.7.2003. /14/

3.2.2 ATEX-olosuhdedirektiivi

ATEX-olosuhdedirektiivi 99/92/EY /3/ koskee sellaisia tuotantolaitoksia ja työpaikkoja, joissa palavat nesteet, kaasut tai pölyt voivat aiheuttaa räjähdysvaaran. Työnantajan vastuulla on räjähdysvaarallisen tilan tilaluokitus sekä tiloissa käytettävien työvälineiden oikea valinta /8/. ATEX-olosuhdedirektiivi kertoo, miten eri laitteita on käytettävä eri tilaluokissa ja mitä muuta pitää ottaa huomioon työskenneltäessä räjähdysvaarallisissa tiloissa. ATEX-olosuhdedirektiivin perusteella räjähdysvaarallisille tiloille on tehtävä tilaluokitus, jonka perusteella määräytyvät tiloissa olevien, sinne asennettavien tai sinne tilapäisesti tuotavien laitteiden turvallisuusvaatimukset. ATEX-olosuhdedirektiivi tuli voimaan 1.7.2003 ja sitä vastaava kansallinen säädös 1.9.2003 alkaen. Olosuhdedirektiivi koskee voimaantulopäivämäärästään lähtien uusia räjähdysvaarallisia tiloja sekä myös vanhoissa tiloissa tehtäviä muutoksia ja korjauksia. /14/

3.3 Sähkölaitteen valinta räjähdysvaaralliseen tilaan

3.3.1 Ex-laite

Ex-laitteita ovat kaikki sellaiset koneet ja laitteet, jotka on tarkoitettu käytettäväksi räjähdysvaarallisissa tiloissa. Ex-laitteiksi luetaan myös näiden laitteiden räjähdysuojauksen kannalta tarpeelliset turva-, säätö- ja ohjauslaitteet, jotka voivat toisinaan sijaita myös räjähdysvaarallisen tilan ulkopuolella. /14/

ATEX-laitedirektiivi ryhmittelee Ex-laitteen sen toimintaympäristön perusteella kahteen laiteryhmään taulukon 2 mukaisesti. Ryhmissä I ja II määritellään edelleen laiteluokitus, joka määrittää laitteelta vaadittavan turvallisuustason /8/.

Taulukko 2 Ex-laiteryhmät ja -luokat

Laiteryhmä	Kuvaus	Laiteluokka
I	laitteet kaivoskaasuille ja palaville pölyille alttiisiin kaivoksiin	M1, M2
II	muut kuin kaivoksiin tarkoitetut laitteet	1, 2 ja 3

Laiteluokan 1 ja M1 laitteet on tarkoitettu käytettäväksi tiloissa, joissa räjähdysvaarallisia pitoisuuksia esiintyy jatkuvasti, pitkiä aikoja tai usein toistuvasti. Tällaisia ovat tilaluokkaan 0 kuuluvat tilat. Laitteet on suunniteltu siten, että ne valmistajan ilmoittamalla toiminta-arvoilla takaavat erittäin korkean turvallisuustason. Laiteluokan 1 ja M1 laitteiden on oltava riittävän turvallisia harvoinkin esiintyvissä virhetoiminnoissa. /9, s. 324/

Laiteluokan 2 ja M2 laitteet on tarkoitettu käytettäväksi tiloissa, joissa räjähdysvaarallisia pitoisuuksia esiintyy todennäköisesti. Tällaisia ovat tilaluokkaan 1 kuuluvat tilat. Laitteet on suunniteltu siten, että ne valmistajan ilmoittamalla toiminta-arvoilla takaavat korkean turvallisuustason. Laiteluokan 2 ja M2 laitteiden tulee olla turvallisia toistuvasti esiintyvissä häiriöissä ja normaaleissa laitevioissa. /9, s.324/

Laiteluokan 3 laitteet on tarkoitettu käytettäväksi tiloissa, joissa räjähdysvaarallisia pitoisuuksia esiintyy vain epätodennäköisesti ja vain harvoin ja lyhyitä aikoja eli tilaluokan 2 alueilla. Näiden laitteiden on oltava turvallisia normaalikäytössä. /9, s. 324/

Oheisen laiteluokituksen lisäksi kaikissa laiteluokissa erotetaan palaville kaasuille ja nesteille tarkoitetut laitteet merkinnällä G ja palaville pölyille merkinnällä D /9, s. 324/. Laiteluokkien 1, 2 ja 3 laitteita käytetään eri tilaluokissa taulukon 3 mukaisesti. Laiteluokan merkintä II tarkoittaa, että laite on tarkoitettu muualle kuin kaivoksiin. Tilaluokkien sisältö selvitetään seuraavassa kappaleessa.

Taulukko 3 Laite- ja tilaluokkien yhteensopivuus /16/

TILALUOKKA	LAITELUOKKA
0	II 1 G
1	II 1 G, II 2 G
2	II 1 G, II 2 G, II 3 G
20	II 1 D
21	II 1 D, II 2 D
22	II 1 D, II 2 D, II 3 D

3.3.2 Räjähdyksvaarallisten tilojen tilaluokat

Kaasuräjähdyksvaaralliset tilat jaetaan ATEX-olosuhdedirektiivin perusteella taulukon 4 mukaisesti. Pölyräjähdyksvaaralliset tilat jaetaan taulukon 5 mukaisesti.

Taulukko 4 Kaasuräjähdyksvaarallisten tilojen tilaluokat /16/

Tilaluokka 0	Tila, jossa ilman ja kaasun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.
Tilaluokka 1	Tila, jossa ilman ja kaasun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.
Tilaluokka 2	Tila, jossa ilman ja kaasun muodossa olevan palavan aineen muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen normaalioloissa on epätodennäköistä ja se kestää vain lyhyen ajan.

Taulukko 5 Pölyräjähdyksvaarallisten tilojen tilaluokat /16/

TILALUOKKA	MÄÄRITELMÄ
Tilaluokka 20	Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti ja usein
Tilaluokka 21	Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.
Tilaluokka 22	Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen normaalioloissa on epätodennäköistä ja se kestää vain lyhyen ajan.

3.3.3 Ex-laitteen merkinnät /2/

ATEX-laitedirektiivin 94/9/EY mukaan räjähdysvaarallisessa tilassa käytettäviksi tarkoitetuista Ex-laitteista tulee löytyä seuraavat merkinnät:

- Valmistajan nimi ja osoite
- CE-merkintä
- Sarja- tai tyyppimerkintä
- Mahdollinen sarjanumero
- Valmistusvuosi
- Räjähdysuojauksen erityismerkintä (kuva 1), jota seuraa laitteen ryhmän ja laiteluokan tunnus
- Ryhmään II kuuluvien laitteiden osalta G tai D
- Turvallista käyttöä koskevat välttämättömät tiedot



Kuva 1 Ex-merkintä, EY:n räjähdysuojaustunnus /16/

Laitteen soveltuvuus räjähdysvaarallisiin tiloihin voi olla merkitty monella tavalla. Kuvissa 2 ja 3 on kaksi erilaista esimerkkiä Ex-laitteen merkinnöistä. Kuvan 2 merkinnässä on käytetty Ex-symbolia, jonka alla olevasta merkinnästä käy ilmi laiteryhmä (II), laiteluokka (2) ja palava aine, joka on tässä tapauksessa kaasu tai neste (G).



II 2 G

Kuva 2 Esimerkki Ex-laitteen merkinnästä /16/

Kuvassa 3 on käytetty kirjain- ja numeroyhdistelmää, jossa ensimmäinen kirjain (E) kertoo, että tuote on EN-standardin mukainen. Seuraavana tulevat

räjähdyssuojaustunnus (Ex), suojausrakenne (d =räjähdyspaineen kestävä rakenne),
räjähdysryhmä (IIC) sekä lämpötilaluokka (T3).

EEx d IIC T3

Kuva 3 Esimerkki Ex-laitteen merkinnästä /16/

3.3.4 Sähkölaitteiden räjähdyssojausrakenteet /9/

Räjähdysvaarallisen tilan sähkölaitteet jaetaan suojausrakenteensa perusteella taulukon 6 mukaisesti. Räjähdyssuojausrakenteet on suunniteltu pääasiassa kaasuille ja nesteille, mutta esimerkiksi varmennettua rakennetta ”e” käytetään myös pölyräjähdysvaarallisiin tiloihin soveltuvissa sähkölaitteissa. Kuvassa 4 on pölyräjähdysvaarallisen tilan valaisin.



Kuva 4 Räjähdysvaaralliseen tilaan soveltuva valaisin, IP 67/66, Exe, luokka 1 /18/

Taulukko 6 Sähkölaitteiden räjähdysuojaurakenteet

Suojaurakenne	Tunnus	Kuvaus	Käyttökohteita
Öljytäyteinen rakenne	o	Kaikki räjähdyskelpoisesti sytyttävät osat on upotettu öljyyn ja siten estetty kipinöiden, valokaarien ja kuumien kaasujen pääsy kosketukseen räjähdyskelpoisen seoksen kanssa.	Muuntajat, käynnistysvastukset
Suojatuuletteinen rakenne	p	Kotelon sisällä pidetään ylipaine ympäristöön nähden, niin ettei räjähdyskelpoinen seos pääse kipinöivien osien, valokaarien tai kuumien osien kanssa kosketuksiin.	Isot laitteet, kuten moottorit ja ohjauspulpetit
Hiekkatäyteinen rakenne	q	Kaikki räjähdyskelpoisesti sytyttävät osat on upotettu pulverimaiseen aineeseen, yleensä hiekkaan.	Muuntajat, kondensaattorit, loistelamppujen sytyttimet
Räjähdyksipaineen kestävä rakenne	d	Kaikki osat, jotka voivat sytyttää räjähdyskelpoisen seoksen on sijoitettu räjähdyskelpoisen seoksen kestävästi kestävään koteloon. Kotelo kestää sen sisällä tapahtuneen räjähdyskelpoisen seoksen paineen ja estää siten räjähdyskelpoisen seoksen laajenemisen kotelon ulkopuolelle.	Katkaisijat, kollektorit, valaisimet
Varmennettu rakenne	e	Rakenteellisin keinoin on pyritty saavuttamaan normaalirakenteista sähkölaitetta suurempi turvallisuus.	Kytkenä- ja haaroitusrasiat, valaisimet, oikosulkumoottorit
Luonnostaan vaaraton rakenne	i	Virtapiiriin virta ja jännite on rajoitettu sellaiseen arvoon, ettei synny kipinöitä tai esiinny kuumia pintoja.	Laitteet, joissa tehontarve on pieni, lähinnä mittaus- ja merkinantolaitteet.
Suojaurakenne	n	Laitte on tarkoitettu käytettäväksi tilaluokassa 2 eli laite on turvallinen normaalikäytössä.	
Massavalurakenne	m	Laitte tai sen osa on valettu massan sisään niin, ettei räjähdyskelpoinen seos pääse kosketuksiin räjähdyskelpoisten osien kanssa.	Pienet laitteet ja komponentit
Erikoisrakenne	s	Erikoisrakenne laitteille, joille ei ole soveltuvaa IEC-standardia.	

3.3.5 Syttymisryhmät /11/

Palavat kaasut ja höyryt jaetaan syttymisryhmiin T1–T6 niiden itsesyttymislämpötilan perusteella. Sähkölaitteet jaetaan vastaaviin ryhmiin pintalämpötilan perusteella (taulukko 7).

- Selvitys työpaikan, työvälineiden ja varoituslaitteiden asianmukaisesta suunnittelusta.
- Luettelo laitteista ja työvälineistä, jotka ovat mahdollisia syttymislähteitä.
- Luettelo laitteista ja työvälineistä, jotka on tarkoitettu käytettäväksi useissa eri räjähdysvaarallisissa tiloissa.
- Riskien määrittely ja arviointi (sisältää yhteenvedon riskin arviointien tuloksista).
- Selvitys toteutetuista turvallisuustoimista, jotka jaetaan teknisiin ja organisatorisiin toimiin.
- Selvitys siitä, kuka vastaa turvallisuustoimenpiteiden toteuttamisesta ja kuka räjähdysuojausasiakirjan päivittämisestä.

3.5 Tilaluokituksen tekeminen /9, s. 224/

Räjähdysvaarallisille tiloille on ATEX-olosuhdedirektiivin perusteella tehtävä tilaluokitus, jonka laadinnasta huolehtii laitoksen omistaja tai haltija. Tilaluokitus suunnitelmasta pitäisi ilmetä ainakin tilojen jako eri tilaluokkiin mittoineen sekä laitevalintaan vaikuttavat aineominaisuudet.

Tilaluokitus voidaan tehdä kolmella eri tavalla. Yksi keino on antaa tietyt etäisyydet eri vaaralähteistä. Tämä on hyvä tapa silloin, kun tiedetään tarkasti, mitä aineita ja kuinka suuria määriä tiloissa käsitellään. Toinen keino on luokitella koko huone samaksi tilaksi, mikä on helppoa, mutta tulee asennuksineen kalliiksi, jos tila on suuri. Kolmas vaihtoehto on tarkastaa tilan jokainen vaaralähde erikseen. Tämä on työläs toteuttaa, mutta se tulee lopulta edullisimmaksi.

Tilaluokittelu olisi hyvä tehdä kolmessa vaiheessa. Ensimmäisen kerran tilaluokittelu olisi syytä tehdä suunnitteluvaiheessa silloisten käytettävissä olevien tietojen perusteella. Tämän jälkeen pitää tilan käyttöönoton yhteydessä tarkistaa, pitääkö suunnitteluvaiheessa tehty tilaluokitus paikkansa. Tilaluokitus tarkistetaan vielä toisen kerran, kun tila on ollut muutaman kuukauden käytössä ja tiedetään sen todellinen käyttötarkoitus.

4 TEKNISEN TYÖN TILAT PALO- JA RÄJÄHDYSVAARAN KANNALTA

Tässä kappaleessa kerrotaan hieman puupölyn aiheuttamasta palo- ja räjähdysvaarasta teknisen työn tiloissa sekä lopuksi luokitellaan suunnittelukohteena olevat teknisen työn tilat.

4.1 Staattisen sähköön vaikutukset

Mekaanisessa puuntyöstössä syntyy paljon puupölyä, joka voi varautua helposti. Varautumisen voimakkuuteen vaikuttavat prosessi, pölyn hiukkaskoko ja pölyn kemiallinen koostumus. Pahin pölyn varautumisen aiheuttaja on pneumaattinen kuljetus, jota yleisesti käytetään teknisen työn tilojen purunpoistossa. Pneumaattisessa kuljetuksessa syntyy voimakkaita varauksia kuljetettavaan materiaaliin ja putkistoon hankausvarautumisen seurauksena. Kipinät ovat mahdollisia putkiston laippojen ja metallirakenteiden välillä. /9/ Staattisen sähköön kohdalla tärkein suojaustoimenpide on kaikkien sellaisten johtavien osien yhteenkytkentä ja maadoittaminen, jotka voisivat tulla vaaraa aiheuttavasti varautuneiksi /6, s. 42/. Maadoitus ei estä varauksen syntymistä, mutta se purkaa muodostuneen varauksen hallitusti.

4.2 Pölyräjähdysvaaralliset tilat /20/

Puupölyn räjähdysvaaran muodostumisen kannalta tärkein seikka on puupölyn hiukkaskoko. Pölyräjähdysvaaran aiheuttavat yleensä ne työstömenetelmät, joissa syntyvän sivutuotteen hiukkaskoko on alle 0,5 mm. Puupöly voi muodostaa räjähdyskelpoisen pöly-ilmaseoksen vain, jos sen hiukkaskoko on räjähdyskannalta riittävän pientä ja puupöly muodostaa ilmaan sekoittuneen pöly-ilmaseoksen, jonka pölypitoisuus on räjähdysrajojen välissä. Sahanpuru ei siis yleensä muodosta räjähdyskelpoista pöly-ilmaseosta, mutta hiontapöly sen sijaan muodostaa helpostikin.

Purunpoistojärjestelmiä ei yleensä ATEX-määräykset koske, mutta hiontapölynpoistojärjestelmiä kylläkin. Teknisen työn opetustilojen purunpoistojärjestelmässä esiintyy kuitenkin kaikenkokoista puuntyöstössä syntyvää sivutuotetta, kuten purua, lastua ja hiontapölyä, jolloin räjähdysvaarallisen seoksen muodostuminen on mahdollista. Räjähdysvaarallinen pölyilmaseos ei räjähdä itsestään, vaan se vaatii aina sytytyslähteen.

Myös pölykerrokset laitteiden päällä heikentävät jäähdytystä ja aiheuttavat laitteiden kuumentumista. Pölykerrokset tuovat myös palokuormaa, jota muuten ei laitteessa ja sen ympäristössä ehkä olisi. Mekaanisessa puunjalostusteollisuudessa vaaratilanteita ja syttymisiä aiheuttavat lähinnä puhaltimien kuumentuminen, puhaltimien laakerit ja sähkömoottorit.

4.3 Teknisen työn tilojen tilaluokitus

Teknisen työn tiloissa tilaluokitusvaatimuksen aiheuttavat sekä kaasu- että pölyräjähdysvaara. Pölyräjähdysvaaraa esiintyy purunpoistolaitteiston sisäosissa ja lähialueilla sekä erityisesti siilossa, johon puupuru ja -pöly johdetaan. Kaasuräjähdysvaara sen sijaan syntyy pintakäsittelytilassa, jossa käsitellään erilaisia maaleja ja liuottimia. Teknisen työn tiloissa säilytetään usein myös yksittäisiä kaasupulloja, jotka nekin aiheuttavat ympäröivään tilaan räjähdysvaaran.

4.3.1 Purusiilo ja purunpoistojärjestelmä /20/

Pölyräjähdysvaaralliset tilat jaetaan tilaluokkiin 20, 21 ja 22. Tiloissa, joissa esiintyy pölykerroksia, on tilaluokka 22. Purusiilon ja purunpoistojärjestelmän sähkölaitteet valitaan taulukon 8 mukaan.

Taulukko 8 Purusiilon ja purunpoistojärjestelmän tilaluokitus

Tilaluokka	Alue
Luokka 20	- Siiloon tulevan siirtoputkiston purkuaukon ympäristö - Korkeapaineinen siirtoputkisto
Luokka 21	- Korkeapaineinen siirtoputkisto - Siilon sisäosat
Luokka 22	- Muu siilon ympäristö

4.3.2 Maalaustila ja kaasupullojen varastointipaikka

Maalaushuoneessa tai -tilassa sähkölaitteet valitaan taulukon 9 mukaisesti.

Taulukko 9 Maalauspaikan tilaluokitus /11, s. 38/

Tilaluokka	Alue
Luokka 0	1,5 m maalattavan esineen ympäri
Luokka 2	3 m luokan 0 ympäri

Jos huoneessa on maalauskaappi, valitaan tilan sähkölaitteet taulukon 10 perusteella.

Taulukko 10 Maalauskaapin tilaluokitus /11, s. 39/

Tilaluokka	Alue
Luokka 0	Maalauskaapin sisäpuolinen tila.
Luokka 1	- Lattialta 1 m maalauskaapin katon yläpuolelle - Maalauskaapin etureunasta 2 m eteenpäin ja 1,5 m takaseinään päin. - Maalauskaapin sivuista 2 m.
Luokka 2	2 m etäisyydelle luokasta 1 maalauskaapin etupuolelle.

Mikäli maalauskaapin ilmanvaihto on toteutettu siten, että liuotinpitoisuus ei ylitä 20 % alimmasta räjähdysrajasta ja ilmanvaihto on varmistettu poistohormiin asennetulla virtausvahdilla, voidaan taulukon 10 tilaluokituksia lieventää yhdellä luokalla. Alimmalla räjähdysrajalla tarkoitetaan pitoisuutta, jonka alapuolella kaasu- tai höyryilmaseos ei vielä syty. /11, s. 75/

Asetyleeniä sisältävien kaasupullojen varastointipaikan sisäpuolinen tila kuuluu tilaluokkaan 2.

5 SUUNNITTELUKOHTENA OLEVA TEKNISEN TYÖN TILA

Tämän opinnäytetyön suunnittelukohtena ovat Ylöjärvellä sijaitsevan Viljakkalan yhtenäiskoulun teknisen työn tilat, joita laajennetaan vastaamaan nykyisiä vaatimuksia ja oppilasmääriä. Nykyiset tilat sijaitsevat omassa erillisessä rakennuksessaan koulun pihapiirissä, ja niiden yhteyteen rakennetaan nyt laajennusosa. Uuteen laajennusosaan tulee konesali puuntyöstökoneita varten, varastotilaa sekä puruvarasto. Vanhaan osaan järjestellään uudelleen puutyö- ja metallityötilat sekä kuumakäsittely-, pintakäsittely- ja metallintyöstötilat. Laajennusosan rakennustyöt aloitettiin huhtikuussa 2008 ja sen on määrä valmistua saman vuoden syyskuussa.

Laajennusosalle tulee oma jakokeskus, joka sijoitetaan samaan sähkökeskustilaan nykyistä osuutta syöttävän keskuksen kanssa. Teknisen työn tiloissa on jo ennestään turvalokeskus ja valvonta-alakeskus VAK, joihin uuden osan turvavalaistus-, paloilmaisin- ja sähkötekniset tietojärjestelmät kytketään. Suunnittelukohteen sähköasennuksia käsitellään tarkemmin työn liitteenä olevassa sähköselostuksessa (liite 1). Mitoituslaskelmat on tehty niiden tietojen perusteella, jotka ovat olleet saatavissa. Esimerkiksi kaikkien työstökoneiden tehoja ei ollut opinnäytetyön tekovaiheessa tiedossa, joten laskut ovat osittain puutteelliset. Tehtävä sähkösuunnitelma kattaa uuden laajennuksen sähköistyksen sekä vanhojen tilojen sähköistyksen saneerattavilta osilta.

6 MITOITUSLASKELMAT

Mitoituslaskujen osalta tässä raportissa on keskitytty uuden laajennusosan konesaliin. Konesalin osalta tehtiin valaistus- ja lämmitystehon laskelmat sekä ylikuormitussuojien ja johtojen mitoituslaskelmat työstökoneille. Kaikkia laskelmia ei tähän osaan ole koottu, vaan vain joitakin esimerkkilaskuja.

6.1 Työstökoneiden ylikuormitussuojien ja johtojen mitoitus

Suunnittelukohteena olevan teknisen työn tiloihin tulevat suurimmat koneet ovat metallisorvi 6 kW, tasohöylä 6 kW ja oikohöylä 5,5 kW. Näistä koneista taso- ja oikohöylä tulevat uuteen konesaliin ja metallisorvi vanhaan osaan, jossa sillä on jo oma syöttönsä valmiina. Konesaliin tulee lisäksi useita teholtaan pienempiä työstökoneita, kuten vannesaha, jyersinkone, alajyrsin, porataltta, puusorvi, hiomakone ja sirkkeli.

Esimerkkinä mitoitetaan tasohöylän ylikuormitussuojan koko sekä syöttöjohdon poikkipinta-ala. Mitoitukset on tehty SFS 6000 -standardien /10/ mukaisesti.

Kolmivaiheteho lasketaan kaavalla

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_B \cdot \cos \varphi \quad (1)$$

jossa U = pääjännite
 I_B = vaihevirta
 $\cos \varphi$ = tehokerroin

Yhtälöä (1) muokkaamalla saadaan vaihevirralle I_B laskukaava (2)

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad (2)$$

Tässä tapauksessa nimellisjännite U on 400 V ja tehokertoimen $\cos \varphi$ arvon määrää moottorin koko ja tyyppi. Tehokertoimien arvot löytyvät moottorivalmistajien tuoteluetteloista ja esimerkiksi ABB:n moottoreille arvot on annettu Teknisiä tietoja ja taulukoita -käsikirjan /15/ luvussa 17 Moottorit ja generaattorit.

Tasohöylän kuormitusvirta lasketaan yhtälön (2) mukaisesti ja tehokertoimena on tässä tapauksessa käytetty arvoa 0,79.

$$I_B = \frac{6 \text{ kW}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,79} \approx 11,0 \text{ A}$$

Ylikuormitussuojan nimellisvirran tulee olla vähintään kuormitusvirran suuruinen, joten lasketun kuormitusvirran perusteella valitaan tasohöylän ylikuormitussuojaksi 16 A:n gG-sulake.

Ylikuormitukselta suojaavan suojalaitteen ominaisuuksien on täytettävä seuraavat ehdot /10/ :

$$1) I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$2) I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$$

missä I_B = virtapiirin mitoitusvirta

I_Z = johtimen jatkuva kuormitettavuus

I_N = suojalaitteen nimellisvirta

I_2 = virta, joka varmistaa suojalaitteen toimimisen suojalaitteelle määritellyssä tavanomaisessa toiminta-ajassa.

Virta I_2 riippuu suojalaitteen tyypistä ja se saadaan joko laitestandardista tai valmistajalta.

Sulakkeilla ylempi toimintarajavirta eli virta, jolla sulake toimii varmasti yleensä tunnissa, on suurempi kuin 1,45 kertaa sulakkeen nimellisvirta, joten ylikuormitussuojaa ei valita suoraan johtimen kuormitettavuuden mukaan. /1/ Nimellisvirraltaan 16–63 A:n gG-sulakkeilla ylempi toimintarajavirta on $1,6 \cdot I_N$. Yhtälön 3 avulla saadaan laskettua syöttöjohdon kuormitettavuus I_Z .

$$1,6 \cdot I_N \leq 1,45 \cdot I_Z \quad (3)$$

$$I_Z \geq \frac{1,6}{1,45} \cdot 16 A \approx 17,7 A$$

Standardissa on annettu johdon pienimmäksi kuormitettavuudeksi 18 A, kun ylivirtasuojana käytetään 16 A:n gG-sulaketta, joten käytetään tätä arvoa laskuissa.

Tasohöylän syöttöjohto kulkee jakokeskukselta lähtiessä lyhyen matkan seinällä pinnassa, josta se siirtyy kaapelihyllylle ja konesalin kohdalla johto putkitetaan lattian betonivaluun. Syöttöjohdon asennustapa on siis alussa C, kaapelihyllyn osuudella E ja loppupäässä B/B2.

Asennustapa C

Keskukselta lähtiessä koneiden syöttöjohdot (9 kpl) kulkevat vierekkäin, joten ryhmästä johtuvaksi korjauskertoimeksi otetaan taulukon 52-E1 kohdasta 2 arvo 0,70. Korjauskerroin huomioiden johdon kuormitettavuuden tulee olla vähintään 25,7 A. Taulukon 52-C1 sarakkeesta 6 nähdään, että poikkipinnaltaan 2,5 mm² kuparijohtimen kuormitettavuus asennustavalla C on 25 A, joten valitaan tästä seuraava suurempi nimellispoikkipinta-alaltaan 4 mm² kuparijohdin.

Asennustapa E

Ryhmästä johtuvaksi korjauskertoimeksi otetaan taulukon 52-E1 kohdasta 4 huonoin mahdollinen eli 0,71, koska kaapelihyllylle tulevien kaapelien tarkka määrä ei ole tässä vaiheessa tiedossa. Korjauskerroin huomioiden johdon kuormitettavuudeksi tulee 24,6 A. Taulukon 52-C3 sarakkeesta 2 havaitaan, että poikkipinnaltaan 2,5 mm² kuparijohdin on riittävä.

Asennustapa B/B2

Lattiaan tulevan putkituksen kohdalla ei tarvitse huomioida ryhmästä tai lämpötilasta johtuvia korjauskertoimia. Taulukon 52-C1 sarakkeesta 4 voidaan suoraan havaita, että 17,7 A kuormitettavuudelle riittää myös tässä tapauksessa poikkipinta-alaltaan 2,5 mm² kuparijohdin.

Tasohöylän syöttöjohdon mitoituksessa ei huomioitu seinien läpivientikohtia, koska ne eivät merkittävästi vaikuta kaapelin kuormitettavuuteen. Edellä laskettujen tulosten perusteella asennustapa C määrää johdon kuormitettavuuden, koska sen perusteella johdon poikkipinnaksi tulisi 4 mm². Pitää kuitenkin ottaa huomioon, että korjauskertoimina käytettiin epäedullisimpia arvoja. Niiden perusteella lasketut arvot eivät normaalitilanteessa pidä paikkaansa, koska kaikkia työstökoneita ei käytetä yhtä aikaa. Siksi 2,5 mm² poikkipinta on tässä tapauksessa kannattavin valinta teknisesti ja taloudellisesti katsottuna.

Taulukossa 11 on laskettuna myös muiden koneiden ylikuormitussuojat ja syöttöjohtojen poikkipinta-alat. Koska muut koneet ovat tehoiltaan tasohöylää

pienempiä, riittää myös niille 16 A ylikuormitussuojat ja syöttöjohdoiksi MMJ 5x2,5S. Taso- ja oikohöylän ylikuormitussuojiksi valitaan gG-sulakkeet ja pienemmille koneille B-typin johdonsuojakatkaisijat. Jännitteenalenemat eivät muodostu ongelmaksi tässä tapauksessa, koska matkat ovat lyhyitä.

Taulukko 11 Konesalin koneiden ylikuormitussuojat ja johdinpoikkipinnat

Kone	Teho kW	Kuormitusvirta A	Suoja-laitteen nimellisvirta A	Suoja-laitteen tyyppi	Johdon kuormitettavuus vähintään A	Johdon suurin kuormitusvirta korjauskertoimilla korjattuna A	Johtimen nimellinen poikkipinta mm ²
Tasohöylä	6	11,0	16	gG	18	25,4	2,5
Oikohöylä	5,5	10,0	16	gG	18	25,4	2,5
Katkaisusirkkeli	4	7,4	16	B	16	22,5	2,5
Alajyrsin	3	5,6	16	B	16	22,5	2,5
Vannesaha	2,2	4,2	16	B	16	22,5	2,5
Jyrsinkone	2	3,8	16	B	16	22,5	2,5
Porataltta	1	1,9	16	B	16	22,5	2,5

6.2 Lämmitystehon laskenta

Suunnittelukohteen laajennusosan lämmitysmuodoksi valittiin vanhassa osassa hyväksi havaittu säteilylämmittimillä toteutettu kattolämmitys.

Kattolämpösäteilijöiden mitoitus-teho on valmistajan mukaan normaalieristyksellä varustetuille myymälä- ja teollisuushalleille Etelä-Suomessa 100–120 W/m² ja Pohjois-Suomessa 120–150 W/m²/17/. Valmistaja myös suosittelee, että tasaisen lämpötilan varmistamiseksi lämmittimien etäisyyden toisistaan tulee olla pienempi kuin huonekorkeus.



Kuva 5 Ensto Essi i -kattolämpösäteilijä /17/

Pinta-alaltaan 49,6 m² konesalin lämmitystehoksi saadaan pienimmällä suositusarvolla 4960 W. Tilaan on suunniteltu asennettavaksi neljä kuvan 5 tyyppistä kattolämpösäteilijää, jolloin yhden lämmittimen tehoksi tulisi 1240 W. Taulukossa 12 on vertailtu eri mitoitusasteilla ja lämmitinmäärillä laskettuja tehoja.

Taulukko 12 Tarvittavan lämmitystehon vertailu

Mitoitusteho W/m ²	Tilan lämmitysteho W	Lämmittäjiä kpl	Yhden lämmittimen teho W
100	4960	6	827
110	5456	6	909
120	5952	6	992
100	4960	4	1240
110	5456	4	1364
120	5952	4	1488

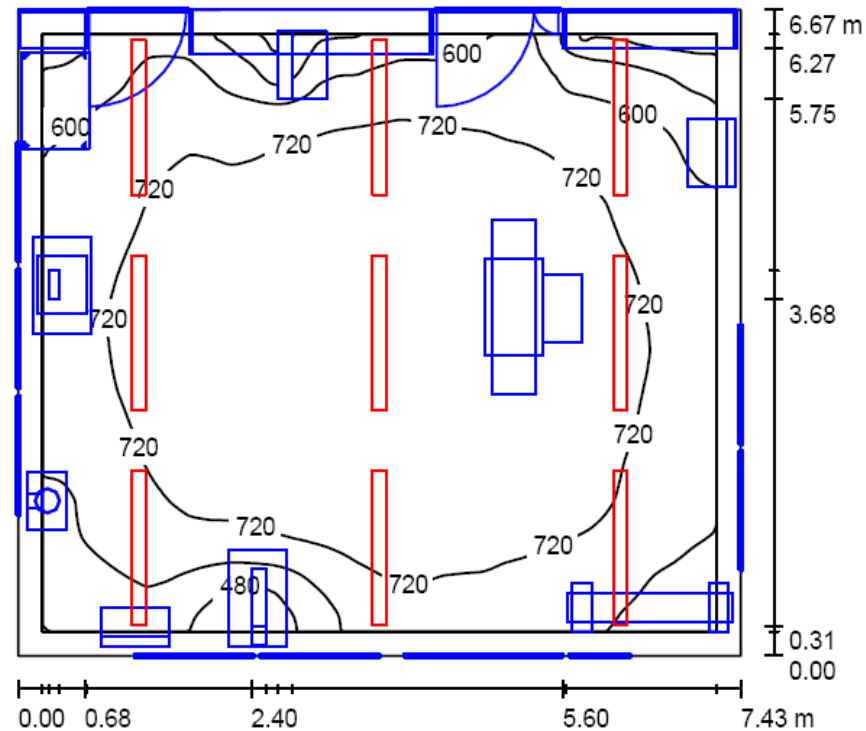
Koska kyseessä on teollisuushalliksi melko matala tila, huonekorkeudeltaan vain 3,5 m, riittänee kyseisessä tilassa kattolämpösäteilijöiden tehoksi 1200 W/kpl, joka on valmistajan pienin malli. Tästä seuraava tehokkaampi malli (1800 W) olisi jo ylimitoitettu kyseiseen tilaan.

6.3 Valaistustehon laskenta

Valaistusta koskevan standardin /7 s. 42/ mukaan teknisen työn tilojen valaistusvoimakkuuden on oltava vähintään 500 lx ja myös Opetushallitus /5/ suosittelee samaa vähimmäismäärää teknisen työn tiloille. Samaa 500 luksin vähimmäisvaatimusta käytetään myös teollisuudessa puuntyöstökoneilla työskentelyssä /7 s. 38/.

Konesaliin tulee yhdeksän loisteputkivalaisinta, jotka asennetaan valaisinripustuskiskoihin kolmeen riviin (kuva 7). DIALux-valaistuslaskentaohjelmalla tehtyjen laskelmien mukaan 2x36 W valaisimilla tilan valaistusvoimakkuus olisi jäänyt alle vaaditun 500 luksin, joten 2x58 W valaisimet ovat tässä tapauksessa sopivin vaihtoehto. 2x58 W loistevalaisimilla konesalin keskimääräiseksi valaistusvoimakkuudeksi käyttötasolla saadaan noin 700 lx (kuva 6, taulukko 13), mikä on riittävä määrä tarkempaankin työhön, eikä erillisiä kohdevalaisimia tarvita. Valaistuksen laskennassa valaisimina käytettiin Philips Pacific TCW215-loistelamppuja. DIALux-valaistuslaskentaohjelmalla laskettu

valaistusvoimakkuus ei aivan vastaa todellista tilannetta, sillä mallinnuskuvasta puuttuvat mm. valaistusvoimakkuutta vähentävät työstökoneiden päälle tulevat purunpoistolaitteiston putkistot. Myöskään koneiden sijoituspaikat ja muodot eivät ole kuvassa kovin tarkasti määritelty. Voidaan kuitenkin olettaa, että todellisessa tilanteessa valaistusvoimakkuus pysyy vaaditun 500 luksin yläpuolella.



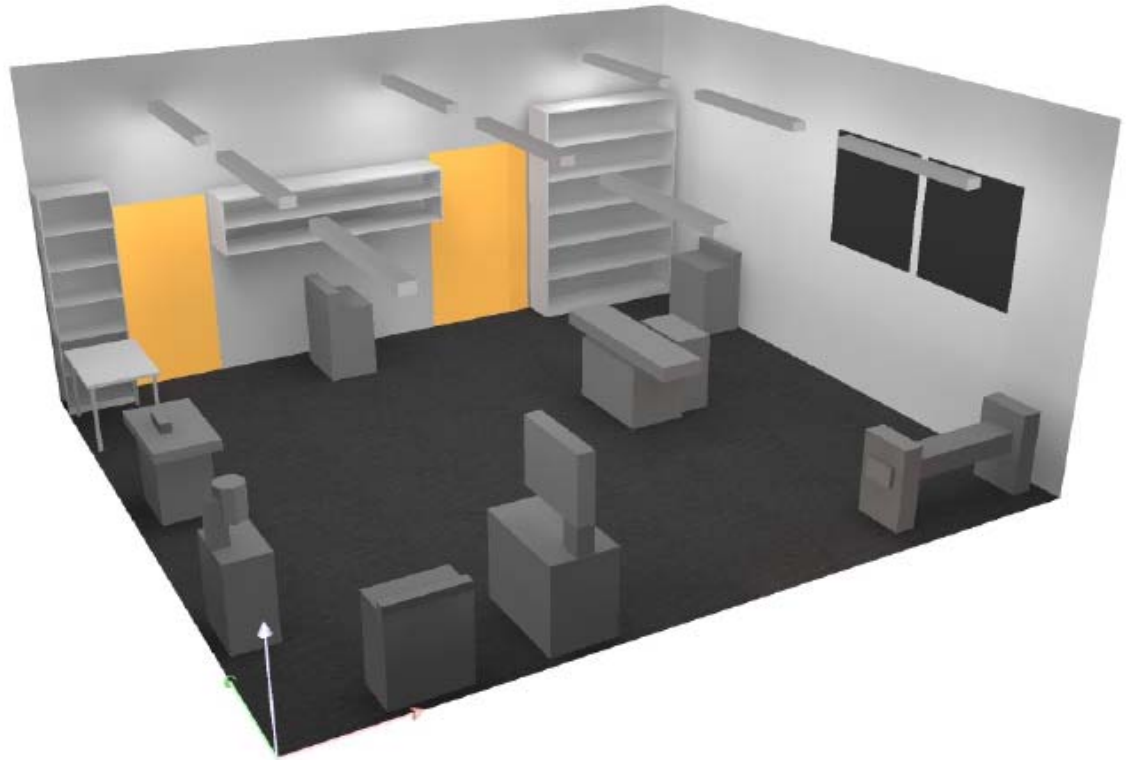
Kuva 6 Valon jakautuminen konesalissa

Taulukko 13 Konesalin valaistusvoimakkuuden arvot

Pinta	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Käyttötaso	/	699	282	837	0.40
Lattia	20	486	47	708	0.10
Katto	70	233	172	297	0.74
Seinät (4)	50	388	6.28	808	/

Konesalissa valaistuksessa ei saa esiintyä stroboskooppi-ilmiötä, koska se saattaa aiheuttaa vaaratilanteita ja tuntua epämiellyttävältä. Stroboskooppi-ilmiö saa pyörivien tai edestakaisin liikkuvien koneiden liikkeen näyttämään todellista hitaammalta tai pysähtyneeltä. /7, s. 18/ Stroboskooppi-ilmiötä syntyy, jos loistelampun toimintataajuus on toimivan laitteen liikkeen kerrannainen, tällöin näyttää siltä, että laite pysyy liikkumatta paikallaan. Stroboskooppi-ilmiö voidaan

välttää kytkemällä valaisimet eri vaiheille tai käyttämällä elektronisella liitäntälaitteella varustettuja valaisimia, kuten tässä tapauksessa tehdään.



Kuva 7 DIALux-valaistuslaskentaohjelmalla mallinnettu konesalin valaistus

7 HUOLTO JA KUNNOSSAPITO

Huollon ja kunnossapidon tavoitteena on sähkölaitteistojen toiminnan ja turvallisuuden pitäminen vaaditulla tasolla. Sähkölaitteistojen ylläpidosta ja hoidosta vastaa sähkölaitteiston haltija, jonka on säännöllisesti tarkkailtava sähkölaitteiston kuntoa. Asianmukaisesti laadittu hoito- ja kunnossapitosuunnitelma helpottaa tämän tehtävän hoitamista. Määräysten mukaan kaikille määrävälein huoltoa vaativille sähkölaitteiston suoja-, turva- ja vastaavien järjestelmien laitteistonosille on laadittava ennalta hoito- ja kunnossapito-ohjelma. ST-kortti 96.01 /23/ suosittelee, että huolto- ja kunnossapito-ohjelman sijaan käytettäisiin määritelmää hoito- ja kunnossapito-ohjelma, sillä termi hoito pitää sisällään sekä huollon että tarkastukset.

7.1 Hoito- ja kunnossapitosuunnitelma

Hoito- ja kunnossapitosuunnitelmaa laadittaessa pitää huomioida, että eri sähköjärjestelmiin kohdistuu eriasteista kulumista ja rasitusta, mikä aiheuttaa myös erityyppistä hoidontarvetta. Huoltojaksot sekä hoidon ja kunnossapidon vaativuustasot kannattaa arvioida tapauskohtaisesti erilaisten tekijöiden, kuten ympäristön tai käytön aiheuttaman rasituksen mukaan. ST-kortissa 96.02 /24/ sähköjärjestelmien osat jaetaan kolmeen eri luokkaan (EV, T ja K) niiden vaativuuden perusteella:

Erittäin vaativa taso (EV) sähköjärjestelmien osille

- jotka ovat erittäin kuluttavassa käytössä
- jotka ovat erittäin vaativissa olosuhteissa ja helposti vioittuvia
- joiden toimimattomuus tai virheellinen toiminta vikatapauksessa voi aiheuttaa välitöntä tai suurta vaaraa
- joiden vioittuminen aiheuttaa välitöntä tai suurta vaaraa
- joiden vioittuminen haittaa erittäin merkittävästi käyttöä
- joiden vioittuminen tuottaa suuria keskeytys- tai muita kustannuksia.

Tavanomainen taso (T) sähköjärjestelmien osille

- joiden käyttö on käyttöolosuhteissaan tavanomaista ja jotka eivät vioitu helposti käytössä
- joiden vioittuminen ei aiheuta välitöntä tai suurta vaaraa
- joiden vioittuminen ei merkittävästi haittaa käyttöä.

Kevyt taso (K) sähköjärjestelmien osille

- joiden kulumisen käytössä on vähäistä ja joiden vioittumisella ei ole juurikaan merkitystä turvallisuuden kannalta
- joiden vioittumisella ei ole suurta merkitystä käytön tai kustannusten kannalta.
/24/

Huoltotoimenpiteitä saavat suorittavat joko ohjeistetut maallikot, sähköammattilaiset tai erikoisammattihenkilöt työtehtävien vaativuuden mukaan.

Ohjeistetun maallikon (M) tehtäviin kuuluvat laitteistojen toiminnan yleinen tarkkailu sekä esimerkiksi vikavirtasuojien testaus testipainikkeella.

Sähköammattilaiselle (SÄ) kuuluu mm. sähkö-vikahuolto ja erikoisammattihenkilölle (ER) paloilmoitinlaitteiden huolto.

ST-korttien 96.03.01–96.03.06 /25/ perusteella laadittiin tämän työn suunnittelukohteena olevan teknisen työn tilojen eri sähköjärjestelmille huoltoa ja kunnossapitoa helpottavat taulukot (taulukot 14–19). Taulukoihin koottiin vain ne tarkastuskohteet, joita kyseisistä tiloista löytyy.

7.1.1 H1 Asennusreitit

Taulukko 14 Asennusreittien kunnossapitajaksot

Tarkastuskohde	Kohteen vaativuusluokitus	Toimenpideväli vuosina	Toimenpiteen suorittaja
Johtotiet: – johtoreittien puhtaus – mekaaninen kunto ja mekaaniset suojat – täyttö	EV	3	M
Paloläpiviennit	T	3	SÄ

7.1.2 H2 Sähkön pääjakelujärjestelmät

Taulukko 15 Sähkön pääjakelujärjestelmien kunnossapitajaksot

Tarkastuskohde	Kohteen vaativuusluokitus	Toimenpideväli vuosina	Toimenpiteen suorittaja
Käyttö- ja turvavälineet sekä ensiapuohjeet	EV	1	SÄ
Laitteiden suojaus: – suojarieleet – lämpörieleet – katkaisijoiden rieleet	EV	1	SÄ
Vikavirtasuojakytkimien toiminnan testaus	EV	valmistajan ohjeiden mukaan	SÄ/M
Laitteet: – katkaisijat ja kytkimet – johtolähtöjen suojaustiedot – läpiviennit – maadoitukset – mekaaninen kunto	EV	3	SÄ
Liitokset ja liitännät	EV	3	SÄ
Keskustila: – keskuksen kansien lukitus – sähkötilan lukitus – ovellisten komeroiden lukitus – varoituskilvet – huonetilan kunto – keskuksen hoitotila – läpiviennit – kaaviot ja piirustukset	EV EV T EV T EV EV EV	1 1 6 3 6 1 3 1	SÄ/M SÄ SÄ/M SÄ/M SÄ/M SÄ SÄ SÄ
Maadoitukset, potentiaalintasaukset: – liitosten tarkastus ja liittimien kiristys	T	6	SÄ
Muut hoitotoimenpiteet: – tilan ilmanvaihto, lämpötila ja siisteys	T	1	M

7.1.3 H3 Laitteistojen sähköistys

Taulukko 16 Laitteistojen sähköistyksen kunnossapitajaksot

Tarkastuskohde	Kohteen vaativuusluokitus	Toimenpideväli vuosina	Toimenpiteen suorittaja
Suoja- ja turvajärjestelmien toiminnan tarkastus	EV	1	SÄ
Käyttölaitteiden toiminta	EV	1	SÄ
Mekaaninen kunto ja kiinnitykset	EV	1	M
Jäähdytyksen toiminta	EV	1	M

7.1.4 H4 Sähköliitännäsjärjestelmät

Taulukko 17 Sähköliitännäsjärjestelmien kunnossapitajaksot

Tarkastuskohde	Kohteen vaativuusluokitus	Toimenpideväli vuosina	Toimenpiteen suorittaja
Suoja- ja turvajärjestelmien toiminnan tarkastus	EV	1	SÄ
Johtojen kiinnitykset ja mekaaniset suojat	EV	1	M
Pistorasiat ja kytkimet	EV	1	M

7.1.5 H5 Valaistusjärjestelmät

Taulukko 18 Valaistusjärjestelmien kunnossapitajaksot

Tarkastuskohde	Kohteen vaativuusluokitus	Toimenpideväli vuosina	Toimenpiteen suorittaja
Suoja- ja turvajärjestelmien toiminnan tarkastus	EV	1	SÄ
Muut hoitotoimenpiteet:			
- mekaaninen kunto ja kiinnitykset	EV	5	M
- valaisimien puhdistus	EV	5	M
- valaistuksen ohjausten tarkistus	T	1	SÄ/M
- lamppujen ja sytyttimien ryhmävaihto + puhdistus	EV	4	M
Merkki- ja turvavalaisusjärjestelmä:			
- akuston toiminta	EV	joka kuukausi	M
- keskuksen toiminta	EV	1	M
- jatkuvatoimisten valaisimien toiminta	EV	jatkuvaa	M
- toimintatestaus	EV	joka neljäs kk	M

7.1.6 H6 Sähkölämmitysjärjestelmät ja -laitteet

Taulukko 19 Sähkölämmitysjärjestelmien ja -laitteiden kunnossapitajaksot

Tarkastuskohde	Kohteen vaativuusluokitus	Toimenpideväli vuosina	Toimenpiteen suorittaja
Suoja- ja turvajärjestelmien toiminnan tarkastus	EV	1	SÄ
Lämmittimet:			
- mekaaninen kunto ja kiinnitykset	EV	1	M
- puhtaus	EV	1	M
- säätölaitteet	EV	1	SÄ
- vikavirtasuojat	EV	1	M

7.2 Valaistushuollon erityispiirteitä

7.2.1 Yleisvalaistus /26/

Valaistusvoimakkuuden pieneneminen huonetilassa johtuu monesta eri tekijästä, kuten lamppujen ikääntymisestä ja valaisimien, huonepintojen sekä ikkunoiden likaantumisesta. Teknisen työn tiloissa ja erityisesti konosalissa valaistusvoimakkuuden säilyminen on tärkeää ja säännöllisellä valaistushuollolla voidaan vaikuttaa merkittävästi valaistusvoimakkuuden pysymiseen vaaditulla tasolla. Teknisen työn tilojen valaisimet likaantuvat helposti, koska ilmassa on paljon pölyä, ja valaisimien suojakuvut olisikin valotappioiden välttämiseksi syytä puhdistaa säännöllisesti.

Halogeenilampuilla valovirran alenema on erittäin vähäistä ja niiden valovirta pysyy käytännössä lähes muuttumattomana koko polttoajan, joten halogeenilamppuja ei tämän takia tarvitse vaihtaa, ennen kuin ne ovat palaneet loppuun. Halogeenilamppuja vaihdettaessa on pidettävä huoli, että uudet lamput ovat samaa tyyppiä kuin vanhat. /27/ Yksittäisten lamppujen vaihdon sijaan olisi taloudellisempaa vaihtaa kaikki lamput ns. ryhmävaihtona varsinkin, jos kyseessä on suuri tila ja lamput ovat olleet käytössä yhtä kauan. Ryhmävaihdon yhteydessä kannattaa tehdä myös valaisimien puhdistus- ja muut huoltotyöt. Puhdistus- ja huoltotoimien ajaksi valaisin on aina tehtävä jännitteettömäksi. Samalla on hyvä tarkistaa, onko valaisimissa vaurioituneita osia, kuten syöpyneitä heijastimia, jotka voidaan samalla vaihtaa uusiin.

7.2.2 Turvavalaistus /28/

Poistumisvalaistuksen ja varavalaistuksen sisältävän turvavalaistusjärjestelmän toimintaa pitää tarkkailla päivittäin ja erityisesti jatkuvatoimisten poistumistievalaisimien toimintaa täytyy pitää jatkuvasti silmällä. Kuukausittain testataan lyhytaikaisesti poistumisvalaistusjärjestelmän toiminta akkukäytöllä. Testausjakson aikana tarkistetaan kaikki valaisimet ja kilvet ja varmistetaan, että ne ovat havaittavissa, puhtaat ja toimivat kunnolla. Vuosittain tehdään mitoituksessa käytetyn kestoajan (yleensä 1 h) testi akkukäytöllä. Testien jälkeen jokainen valaisin vielä tarkistetaan sen varmistamiseksi, että normaali syöttö on palautunut.

Päivittäin tehtävät toimenpiteet:

- Jatkuvatoimisten turvalojen ja merkkivalojen toiminnan tarkastus.
- Turvalokeskuksen toiminnan tarkastus, jottei keskuksessa ole hälytyksiä tms.
- Muut toimenpiteet kiinteistön käyttäjiltä saadun palautteen perusteella.

Kuukausittain tehtävät toimenpiteet:

- Joka kuukausi testataan lyhytaikaisesti poistumisvalaistusjärjestelmän toiminta akkukäytöllä.
- Tarkastetaan turvalokeskuksen valvontalaitteiden toiminta.
- Tarkastetaan jokaisen järjestelmään kytketyn valaisimen toiminta, ehjyys ja puhtaus.
- Testin jälkeen varmistetaan järjestelmän palautuminen normaalitilaan.

7.3 Sähkötekniisten tietojärjestelmien kunnan tarkastus /22/

Erilaisiin sähkötekniisiin tietojärjestelmiin kohdistuu nykypäivänä paljon korjaus- ja muutostarpeita kiinteistöissä, koska järjestelmät muuttuvat ja kehittyvät paljon nopeammin kuin perinteiset vahvavirtajärjestelmät. Sähkötekniisten tietojärjestelmien kohdalla silmämääräisen ja teknisen kunnan tarkastuksen lisäksi on aina syytä pohtia, palveleeko järjestelmä käyttäjää tehokkaasti ja halutulla tavalla ja voiko järjestelmää laajentaa vastaamaan käyttäjän uusia tai muuttuvia tarpeita. Samalla kannattaa tarkistaa, ovatko järjestelmään liittyvät viranomaismääräykset mahdollisesti muuttuneet ja vastaako järjestelmä nykyisiä määräyksiä. Tilojen käyttäjiltä on hyvä tiedustella, onko järjestelmissä

toiminnallisia puutteita ja mahdollisia toimintahäiriöitä. Kaikista järjestelmistä tulee tarkistaa niiden yleinen kunto ja siisteys, johtotiet ja kaapelireitit, sähkönsyötöt ja mahdollinen varavoima, maadoitukset merkintöineen sekä kaapeleiden kunto ja merkinnät.

7.3.1 Kaapelointi

Sähköteknisten tietojärjestelmien kunnan tarkastuksessa tarkastetaan kaapelointien sekä kytkentärasioiden ja -koteloiden kunto sekä merkinnät. Samalla on hyvä arvioida kaapeleiden johtimien riittävyys ja niiden tarve tulevaisuudessa sekä kaapeloinnin soveltuvuus mahdollisiin uusiin käyttötarkoituksiin. Järjestelmien jännitesyöttökaapeleista tulee ilmetä sähköä syöttävän keskuksen tunnus ja sulake. Maadoitukset merkintöineen tulee tarkistaa ja tarvittaessa mitata.

7.3.2 Laitteet

Laitteiden ja kojeiden yleinen kunto ja siisteys tarkastetaan ensin silmämääräisesti ja samalla tutkitaan kiinnitykset, mekaaninen kestävyys, pintamateriaalit ja mahdollinen korrosio. Laitteille tulevien kaapeleiden kunto ja merkinnät sekä kaapeleiden läpiviennit tarkastetaan. Kytkentäkotelot ja muut avattavat kojeet avataan ja tarkastetaan. Laitteista ja kojeista tarkastetaan aina merkki, tyyppi ja valmistusvuosi. Myös varaosien saatavuus kannattaa tarkistaa.

7.3.3 Paloilmoitinjärjestelmä /29/

Paloilmoitinjärjestelmä on tilan turvallisuuden kannalta erittäin tärkeä järjestelmä ja sen kunnosta ja toiminnasta on syytä pitää huolta, tähän velvoittavat jo viranomaismääräyksetkin. Paloilmoitinjärjestelmän kohdalla tarkistetaan, että järjestelmä ja dokumentit (paikantamiskaaviot, määräaikaistarkastuspöytäkirjat, paloilmottimen päiväkirja, toteutuspöytäkirja) ovat viranomaismääräysten mukaiset. Tarkastuksen yhteydessä pitää varmistaa, että paikantamiskaavio on ajan

tasalla. Paloilmoitinjärjestelmälle täytyy tehdä määräaikaishuollot, jotka suorittaa paloilmoitinliike.

Paloilmoitinjärjestelmän kohdalla on tärkeää miettiä, vastaako järjestelmä nykyisellään tarpeita sekä valvontalaajuudeltaan että toiminnoiltaan. Pystytäänkö hälytykset paikallistamaan nopeasti ja selkeästi ja tarvitaanko lisähälyttimiä tai palopainikkeita. Tärkeää on myös selvittää, ovatko ilmaisintyytit oikeanlaisia tilan käyttötarkoitukseen nähden. Erityisesti tämä pitää tutkia silloin, jos tilan käyttötarkoitus on muuttunut siitä, kun rakennus on otettu käyttöön.

ST-kortin 98.54.3 /29/ perusteella laadittiin suunnittelukohteeseen paloilmittimen kunnossapitoa helpottava taulukko (taulukko 20). Paloilmoitinjärjestelmän testauksen kohteeksi otetaan eri kuukausina 1-3 kpl painikkeita, ilmaisimia tai muita antureita eri puolilta kiinteistöä.

Taulukko 20 Paloilmittimen kunnossapito-ohjelma

JATKUVAN SEURANNAN KOHTEET - Suorittajana toimii paloilmittimen hoitaja	Irtikytkentöjen minimointi
	Kaapeloinnin kunto
	Ilmaisimien, painikkeiden ja hälyttimien kiinnitys ja toimivuus
	Painikkeiden ja käyttölaitteiden esteetön käyttö
	Paikantamiskaavioiden muutokset
KUUKAUSIKOKEILUT - Suoritusväli vähintään kerran kuukaudessa - Suorittajana toimii paloilmittimen hoitaja	Keskuskojeen testaus
	Hälyttimien testaus
	Painikkeiden testaus
	Ilmaisimien ja anturien testaus
	Yhteystestit
	Päiväkirjamerkinnot
TOIMINTA JA TARKOITUKSEN-MUKAISUUSTARKASTUKSET - Suoritusväli sovitaan kohdekohtaisesti, suositus vähintään kerran vuodessa - Suorittajana toimii paloilmittinliike	Keskuskojeen testaus
	Hälyttimien testaus
	Painikkeiden testaus
	Ilmaisimien ja anturien testaus
	Ohjausten testaus
	Yhteystestit
	Akuston testaus
	Havaittujen vikojen korjaukset ja huollot
	Ilmaisimien ja anturien soveltuvuus ja määrä
	Järjestelmän käytön muutostarpeet ja toimenpiteet
	Kohteen tilojen käyttötarkoituksen muutokset ja vaikutukset
	Paikantamiskaavioiden päivitykset
Päiväkirjamerkinnot	

7.3.4 Kulunvalvonta-, rikosilmoitin- ja sähkölukitusjärjestelmät

Sähkölukitusjärjestelmän osalta tarkastetaan lukkojen toiminta, ovikaapelointi, ovenvalvontakoskettimien kunto, vääntimien suojakupit sekä kytkentäkotelot ja kansikoskettimet. Lisäksi tarkastetaan aika- ja muiden ohjausten toiminta sekä järjestelmän määräystenmukaisuus eli täyttääkö järjestelmä poistumistie- ja paloturvallisuusmääräykset.

Rikosilmoitinjärjestelmän osalta tarkastetaan hälytyksien perillemenon varmistaminen, hälytyksen paikallistamisen selkeys, häiriöttömyys, vikailmoitukset ja niiden selvitys. Liikeilmaisimien sijoitus ja toiminta tarkastetaan, erityisesti katvealueet, jos tilojen järjestely ja käyttö ovat muuttuneet.

Kaikkien järjestelmien kohdalla selvitetään, vastaavatko järjestelmät nykyisiltä toiminnoiltaan ja laajuudeltaan tarpeita, eli tarvitseeko esimerkiksi katvealueille asentaa uusia liikeilmaisimia.

7.3.5 Ajannäyttö- ja äänentoistojärjestelmät

Ajannäyttöjärjestelmän osalta tarkistetaan silmämääräisesti kellojen kunto ja kaapelointi. Myös kellojen aikatarkkuuteen kesä-talviaikasiirtoineen on syytä kiinnittää huomiota. Äänentoiston osalta tarkastetaan kaiuttimien, säätimien tai ohjelmanvalitsimien kunto ja toiminta. Äänen laatuun, kuuluvuuteen ja selkeyteen kannattaa kiinnittää huomiota, jos kyseessä ovat pitkät kaiutinlinjat. Molempien järjestelmien kohdalla selvitetään, vastaavatko järjestelmät nykyisiä tarpeita sekä laajuudeltaan että toiminnoiltaan.

7.4 Määräaikaistarkastukset /21/

Oleellisena osana sähkölaitteistojen kunnossapitoon kuuluvat myös sähköturvallisuuslakiin sekä kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksiin perustuvat määräaikaistarkastukset. Määräaikaistarkastusten enimmäisvälit määräytyvät

sähkölaitteiston luokan perusteella ja tarkastusten laajuus riippuu kunnossapidosta. Jos sähkölaitteiston kunnossapidossa on noudatettu asianmukaista hoito- ja kunnossapito-ohjelmaa tai valmistajan käyttö- ja huolto-ohjeita, voidaan määräaikaistarkastus suorittaa minimilaajuudessaan.

Kauppa- ja teollisuusministeriön sähkölaitteiden käyttöönottoa ja käyttöä koskevan päätöksen perusteella sähkölaitteistoille on tehtävä määräaikaistarkastuksia tietyin väliajoin. Määräaikaistarkastuksen päätavoitteena on sähkölaitteiston käytön sähköturvallisuuden tarkastaminen. Lainsäädännön mukaan sähkölaitteiston sähköturvallisuuden ylläpitäminen kuuluu haltijan velvollisuuksiin ja vastuuseen. Sähköturvallisuuslain pykälässä 20 on määrätty selvästi, että ”*sähkölaitteiston haltijan tulee huolehtia laitteiston määräaikaistarkastuksesta*” /12/. Määräaikaistarkastuksen ensisijainen tehtävä on valvoa, että haltija pitää yllä sähkölaitteiston käytön sähköturvallisuutta noudattamalla laitevalmistajien käyttö- ja huolto-ohjeita tai noudattamalla laadittua hoito- ja kunnossapito-ohjelmaa, mikäli sellainen on kohteeseen tehty.

7.4.1 Sähkölaitteistojen luokitus ja tarkastusvälit

Kauppa- ja teollisuusministeriön sähkölaitteiden käyttöönottoa ja käyttöä koskevan päätöksen (KTMp 517/1996, muutos 335/2004, § 2) mukaisesti sähkölaitteet jaetaan kolmeen eri luokkaan, joiden perusteella määräaikaistarkastusten tarkastusväli määräytyy.

Luokan 1 sähkölaitteistolla tarkoitetaan:

- a) *sähkölaitteistoa asuinrakennuksessa, jossa on enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa*
- b) *muuta kuin asuinrakennuksen sähkölaitteistoa, jonka suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria ja joka ei kuulu luokkiin 2 tai 3*
- d) *sähkölaitteistoa räjähdysvaarallisessa tilassa, jossa vaarallisen kemikaalin valmistus, käsittely tai varastointi vaatii ilmoitusta. /4/*

Luokan 2 sähkölaitteistolla tarkoitetaan:

- b) lääkintätilojen sähkölaitteistoa sellaisessa sairaalassa, terveyskeskuksessa tai yksityisellä lääkäriasemalla, jossa ei tehdä yleisanestesiaa tai laajapuudutusta edellyttäviä kirurgisia toimenpiteitä*
- c) sähkölaitteistoa, johon kuuluu yli 1 000 voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta sellaista sähkölaitteistoa, johon kuuluu vain enintään 1 000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1 000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja*
- d) sähkölaitteistoa, jonka liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1 600 kilovolttiampeeria. /4/*

Luokan 3 sähkölaitteistolla tarkoitetaan:

- a) sähkölaitteistoa räjähdysvaarallisessa tilassa, jossa vaarallisen kemikaalin valmistus, käsittely tai varastointi taikka räjähteen valmistus vaatii lupaa*
- b) lääkintätilojen sähkölaitteistoa sellaisessa sairaalassa tai terveyskeskuksessa taikka sellaisella yksityisellä lääkäriasemalla, jossa tehdään yleisanestesiaa tai laajapuudutusta edellyttäviä kirurgisia toimenpiteitä*
- c) verkonhaltijan jakelu-, siirto- ja muuta vastaavaa sähköverkkoa. /4/*

Luokituksen perusteella sähkölaitteistolle on tehtävä määräaikaistarkastus kauppa- ja teollisuusministeriön käyttöpäätöksen (KTMp 517/1996, muutos 335/2004, § 12) mukaan seuraavasti:

- 1) luokan 1 sähkölaitteistolle asuinrakennuksia lukuun ottamatta viidentoista vuoden välein, mikäli kuitenkin asuinrakennuksen osana on liiketiloja tai muita pääasiassa muuta käyttöä kuin asumista palvelevia tiloja, joiden suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria, on näiden tilojen sähkölaitteistoille tehtävä määräaikaistarkastus viidentoista vuoden välein;*
- 2) luokan 2 sähkölaitteistolle kymmenen vuoden välein;*
- 3) luokan 3 sähkölaitteistolle viiden vuoden välein. /4/*

Edellä mainitut ajat ovat määräaikaistarkastusten enimmäisaikoja, mutta sähkölaitteiston haltija voi halutessaan teettää määräaikaistarkastuksia myös useammin.

7.4.2 Määräaikaistarkastuksen sisältö

Määräaikaistarkastuksen sisältöä ei ole kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä (KTMp 517/1996, § 13) määritelty kovinkaan yksityiskohtaisesti:

Määräaikaistarkastuksissa tulee riittävässä laajuudessa pistokokein tai muulla soveltuvalla tavalla varmistua siitä, että

1) sähkölaitteiston käyttö on turvallista ja laitteistolle on tehty huolto- ja kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet,

2) sähkölaitteiston käyttöön ja hoitoon tarvittavat välineet, piirustukset, kaaviot ja ohjeet ovat käytettävissä ja

3) sähkölaitteiston laajennus- ja muutostöistä on asianmukaiset tarkastuspöytäkirjat. /4/

Määräaikaistarkastuksen sisältö määräytyykin yleensä tapauskohtaisesti.

Suositellaan, että määräaikaistarkastus ja -testaus sisältäisivät ainakin silmämääräisen tarkastuksen, mukaan luettuna kosketussuojauksen ja palosuojauksen tarkastuksen sekä mittaukset soveltuvien osien. Räjähdyksenvaarallisten tilojen kohdalla on erityisesti tarkastettava seuraavat asiat:

- erityisasiakirjat, kuten räjähdysuojausasiakirja ja siihen liittyvät tilaluokitusselvitykset, aineominaisuustiedot, maadoitus- ja kaapelikartat
- mittauspöytäkirjoista erityisesti maadoitusjärjestelmän ja erityissuojauslaitteiden toimivuus
- maadoitukset ja potentiaalintasaukset silmämääräisesti
- sähkölaitteiden soveltuvuus kyseisiin erityisolosuhteisiin /21/

Määräaikaistarkastuksen suorittaa joko valtuutettu laitos tai valtuutettu tarkastaja kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen (KTMp 517/1996, § 14) mukaisesti:

Määräaikaistarkastuksen voi tehdä valtuutettu laitos. Muille kuin luokan 3 alakohdassa a tarkoitetuille sähkölaitteistoille määräaikaistarkastuksen voi tehdä myös valtuutettu tarkastaja. /4/

Määräaikaistarkastuksesta laaditaan tarkastuspöytäkirja, jonka tarkastuksen tekijä allekirjoittaa. Tarkastuspöytäkirja jää haltijan käyttöön ja siinä tulee olla

yksilöitynä tarkastusta koskevat tiedot ja mahdolliset havaitut sähköturvallisuuteen liittyvät puutteet.

8 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua peruskoulun teknisen työn tilojen sähkösuunnittelun erityispiirteisiin sekä samalla ATEX-lainsäädännön vaatimuksiin vastaavissa kohteissa. Tärkeimpänä tavoitteena oli sähkösuunnitelman laatiminen suunnittelukohteena olleelle Ylöjärven Viljakkalan yhtenäiskoulun teknisen työn tilojen laajennukselle. Tavoitteena oli myös laatia hoito- ja kunnossapitosuunnitelma samaiseen kohteeseen.

Tähän työhön koottiin tärkeimpiä asioita, joita yleisesti peruskoulun teknisen työn tilojen sähkösuunnittelussa pitää huomioida. Työn edetessä huomattiin, että varsin monessa kohdassa oli lisävaatimuksia tai -suosituksia normaalien SFS 6000 -standardien vaatimusten lisäksi. Näitä vaatimuksia ja suosituksia pitää tosin aina soveltaa tapauskohtaisesti ja miettiä, mikä olisi paras ratkaisu juuri kyseessä oleviin tiloihin. Teknisen työn tilojen sähkösuunnittelussa kannattaa aina kuunnella myös tilojen käyttäjien ja erityisesti teknisen työn opettajan mielipiteitä ja ehdotuksia.

ATEX-lainsäädännön osalta työssä keskityttiin hieman liikaa kaasuräjähdyksivaarallisia tiloja koskeviin määräyksiin. Toki näitäkin tiloja teknisen työn tiloista löytyy, kuten maalaustilat ja kaasupullojen varastointipaikat. Useimmiten enemmän vaaraa aiheutuu kuitenkin puuntyöstössä syntyvästä pölystä, joka aiheuttaa helposti palo- ja räjähdysvaaran, mikäli purunpoistoa ei ole asianmukaisesti toteutettu. Puupöly kerääntyy myös helposti sähkölaitteiden pinnoille, mikä voi aiheuttaa esimerkiksi moottorin ylikuumentumisen ja siten palovaaran. Palo- ja räjähdysvaaran vuoksi teknisen työn tilat kannattaa siivota säännöllisesti, jottei paksuja pölykerroksia pääse muodostumaan. Myös valaisimet kannattaa puhdistaa säännöllisesti valaistustehon säilyttämiseksi.

Sähkölaitteiden asentamista räjähdysvaarallisiin ja luokiteltuihin tiloihin kannattaa yleensä välttää, sillä kyseisiin tiloihin saa asentaa vain välttämättömimmät laitteet

kuten valaisimet. Sähkölaitteiden valinnan lisäksi myös oikeanlaisten kaapeleiden valitseminen räjähdysvaaralliseen tilaan on tärkeää, mikä jäi tässä työssä vähälle huomiolle. Myös teknisen työn tilojen tilaluokitusten määrittämiseen olisi voinut työssä keskittyä yksityiskohtaisemmin.

Sähkösuunnitelman osalta tavoitteessa onnistuttiin, sillä piirustukset valmistuivat aikataulun mukaisesti. Suunnitelmapiirustukset tehtiin saatavilla olevien tietojen perusteella ja ne tulevat varmasti vielä muuttumaan rakennustöiden edetessä. Sähkösuunnitelmaan sisältyvät dokumentit ja piirustukset ovat tämän opinnäytetyön liitteenä. Sähkösuunnitelmaa varten laadituissa mitoituslaskelmissa on pieniä puutteita, koska kaikkien koneiden tehot ja mallit eivät olleet suunnitelman tekohetkellä tiedossa. DIALux-valaistuslaskentaohjelma oli hyödyllinen erityisesti konesalin valaistuksen suunnittelussa, koska siellä riittävä valaistusvoimakkuus on tärkeää.

Hoito- ja kunnossapitosuunnitelmaa laadittaessa huomattiin, että täydellisen määräystenmukaisen suunnitelman tekeminen vaatii vankkaa ammattitaitoa ja tietämystä eri sähköjärjestelmistä. Isommissa kohteissa suunnitelman tekeminen kannattaakin jättää ammattilaisen tehtäväksi. Tämän opinnäytetyön tuloksena valmistunut hoito- ja kunnossapitosuunnitelma jäi hieman suppeaksi. Jatkotoimenpiteenä voitaisiin hoito- ja kunnossapitosuunnitelmaa kehittää edelleen kattamaan kyseiset teknisen työn tilat laaja-alaisemmin kaikkien sähkö- ja tietojärjestelmien osalta. Suunnitelma olisi hyvä toteuttaa erillisenä asiakirjana, jossa olisi omat taulukkonsa huoltotoimenpiteeseen ja kunnossapitajaksoineen kullekin sähköjärjestelmälle.

Lainsäädännön mukaan sähkölaitteiston sähköturvallisuuden ylläpitäminen kuuluu haltijan velvollisuuksiin ja vastuuseen. Siksi olisi hyvä, että sähkölaitteiston haltijalla olisi asianmukainen ja helposti ymmärrettävä hoito- ja kunnossapitosuunnitelma käytettävissään. ST-kortistosta löytyy kyllä valmiita lomakepohjia, mutta ne eivät ole kovin yksityiskohtaisia. Hyvä hoito- ja kunnossapitosuunnitelma on aina yksilöity tiettyyn kohteeseen, tässä tapauksessa teknisen työn tiloihin.

LÄHTEET

Painetut lähteet

- 1 D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, 22. painos. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. Sähköinfo Oy. Espoo 2008.
- 2 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi. ATEX-laitedirektiivi 1994/9/EY.
- 3 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi. ATEX-olosuhdedirektiivi 1999/92/EY.
- 4 Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä. KTMp 5.7.1996/517, muutos 3.5.2004/335.
- 5 Peruskoulun käsityön opetustilojen suunnitteluopas – tekninen työ ja tekstiilityö. Reino Tapaninen. Opetushallitus. Jyväskylä 2002.
- 6 SFS-EN 1127-1. Räjähdyksivaaralliset tilat. Räjähdyksen esto ja suojaus. Osa 1: Perusteet ja menetelmät. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 1998.
- 7 SFS-EN 12464-1. Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. Osa 1: Sisätilojen työkohteiden valaistus. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2003.
- 8 SFS-esite, ATEX - Räjähdyksivaarallisten tilojen, laitteiden, asennusten ja tilaluokituksen standardit. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2004.
- 9 SFS-käsikirja 140. Räjähdyksivaarallisten tilojen sähköasennukset, 2. painos. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2004.
- 10 SFS-käsikirja 144. Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus, 3. uudistettu painos. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2005.
- 11 SFS-käsikirja 59. Räjähdyksivaarallisten tilojen luokittelu. Palavat nesteet ja kaasut, 4. painos. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 1998.
- 12 Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996/410.
- 13 Tukes-opas: ATEX laitteiden riskin arviointi. Turvatekniikan keskus 2004.

- 14 Tukes-opas: ATEX Räjähdyksvaarallisten tilojen turvallisuus. Turvatekniikan keskus, sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö, työsuojeluosasto 2003.

Sähköiset lähteet

- 15 Teknisiä tietoja ja taulukoita. Luku 17: Moottorit ja generaattorit. [Viitattu 14.3.2008] Saatavissa:
[http://www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/viewunid/C46D5509D325D21AC225695B002FB07B/\\$file/170_0007.pdf](http://www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/viewunid/C46D5509D325D21AC225695B002FB07B/$file/170_0007.pdf)
- 16 ATEX-starttipaketti PK-yrityksille, Työterveyslaitos, ATEX-foorumi 2006. [Viitattu 26.3.2008] Saatavissa:
<http://www.ttl.fi/NR/rdonlyres/CA50CA2F-AEAD-4A90-ACA7-3511FF878948/0/starttipaketti310506.pdf>
- 17 Ensto sähkölämmitys- ja sulanapitoratkaisut -esite [Viitattu 14.3.2008] Saatavissa:
http://www.ensto.com/www/finnish/index/kodin_sahkoistys/lammitus/Files/Attachment/Sahkolammitus_ja_sulanapitoratkaisut.pdf
- 18 Glamox Suomi. [www-sivu]. [Viitattu 13.4.2008] Saatavissa:
<http://www.glamox.fi/glx/eCat/DataSheet.aspx?T=N/A&tabindex=0&tabid=65&eCat=True&L=FI&M=4&CatID=1&MountID=44&ItemGroup=G10510>
- 19 Paloilmoittimen suunnittelu- ja asennusohje 2002, 2. uusittu painos. Sähköinfo Oy 2004. [Viitattu 23.3.2008] Saatavissa:
<http://www.esmi.fi/suomi/middle/Tuotteet/palo/dokut/O1461FI.pdf>
- 20 Puupölyjen aiheuttama palo- ja räjähdysvaara ja sen torjuminen mekaanisessa puunjalostusteollisuudessa. If Vahinkovakuutusyhtiö Oy, Riskienhallinta, Esa Laaksonen 2005 [Viitattu 8.4.2008] Saatavissa:
<http://www.ttl.fi/NR/rdonlyres/DDA4FAC0-416D-4078-8F21-293A566596A2/0/puupoly.pdf>
- 21 ST-kortti 51.23 Ohjeet määräaikaistarkastusten suorittamisesta. Sähkötieto ry 2006.
- 22 ST-kortti 691.50 Sähkötekniisten tietojärjestelmien kunnan tarkastus. Sähkötieto ry 2006.
- 23 ST-kortti 96.01 Sähkölaitteiston hoito- ja kunnossapito. Sähkötieto ry 2003.
- 24 ST-kortti 96.02 Hoito- ja kunnossapito-ohjelman laadinta. Sähkötieto ry 2002.

- 25 ST-kortit 96.03.01–96.03.06 Hoidon- ja kunnossapidon toimenpidejaksot. Sähkötieto ry 2006.
- 26 ST-kortti 96.35 Valaistushuolto. Sähkötieto ry 2003.
- 27 ST-kortti 96.37 Halogeenivalaistusjärjestelmän ylläpito. Sähkötieto ry 2004.
- 28 ST-kortti 96.49 Poistumisvalaistusjärjestelmän kunnossapito-ohjelma. Sähkötieto ry 2008.
- 29 ST-kortti 98.54.3 Paloilmoittimen kunnossapito-ohjelman työvaiheet. Sähkötieto ry 2006.

LIITTEET

1	Sähköselostus
001	Piirustusluettelo
101	Vahvavirtajohdotus
201	Pääkaavio JK 1.1
301	Valaisinluettelo
401	Aikakello- ja äänentoistojärjestelmä
402	Hätäpysäytysjärjestelmä
403	Liikeilmaisimet
404	Turvavalaistusjärjestelmä
405	Paloilmaisimet

SÄHKÖSELOSTUS 11.4.2008

**Viljakkalan koulu
Kyröskoskentie 15
39310 Viljakkala**

Teknisen työn tilojen laajennus

Laatija: Toni Kangassalo

SISÄLLYSLUETTELO

A KIINTEISTÖHALLINTO.....	4
A0 YLEISTIEDOT KOHTEESTA	4
A01 Rakennuskohde ja sen sijainti.....	4
A02 Rakennuskohteen yksikkötiedot	4
A1 HALLINTO JA OHJAUS	4
A11 Käyttö- ja ylläpito-organisaatio	4
B RAKENNUTTAMINEN	5
B1 RAKENNUTTAJAN HALLINTO.....	5
B11 Projektinjohto.....	5
B2 SUUNNITTELU	5
B21 Arkkitehtisuunnittelu	5
B22 Rakennesuunnittelu.....	5
B23 LVI-suunnittelu.....	5
B24 Sähkösuunnittelu.....	6
H SÄHKÖENERGIAN JAKELU- JA KÄYTTÖJÄRJESTELMIEN TIEDOT	6
H0 KOHDEKOHTAISET SUORITUSOHJEET	6
H01 Urakan laajuus	6
H011 Suoritusvelvollisuus uusittavien ja uusien asennusten osalta.....	6
H012 Suoritusvelvollisuudet nykyisten asennusten osalta	6
H02 Asiakirjojen pätevyysjärjestys	6
H03 Säädosperustaiset tarkastukset.....	7
H04 Vastaanotto	7
H05 Dokumentointi suunnittelu- ja toteutusvaiheessa	7
H051 Sopimuspiirustukset.....	7
H053 Rakennusaikaiset toteutuspiirustukset	7
H056 Luovutuspiirustukset	8
H06 Kohdekohtaiset useita järjestelmiä koskevat asennusohjeet.....	9
H061 Tarvikkeet	9
H062 Kytkimien, pistorasioiden yms. sijoitus	9
H063 Työn suorittaminen.....	9
H065 Merkinnät ja merkintätarvikkeet.....	10
H066 Johdot ja niiden varusteet	10
H067 Putkitukset ja rasioinnit	10
H1 ASENNUKSEITIT	11
H100 Yleistiedot.....	11
H101 Kaapelihyllyjärjestelmä	11
H104 Ripustusjärjestelmät.....	11
H105 Läpiviennit	12
H2 SÄHKÖN PÄÄJAKELUJÄRJESTELMÄT	12
H200 Yleistiedot.....	12
H202 0,4 kV pääjakelujärjestelmät	13
H2024 Muut kesukset.....	13
H2026 Maadoitukset ja potentiaalintasaukset	13
H3 LAITTEISTOJEN SÄHKÖISTYS.....	13
H301 LVI-laitteistojen sähköistys	13
H302 Laitteiden ja laitteistojen sähköistys	14
H4 SÄHKÖNLITÄNTÄJÄRJESTELMÄT	14
H401 Pistorasiat.....	14

H5 VALAISTUSJÄRJESTELMÄT	15
H501 Yleisvalaistusjärjestelmä	15
H5013 Kaapeloinnit ja johdotukset	15
H506 Turvavalistusjärjestelmä	15
H5062 Kaapeloinnit.....	15
H5063 Turva- ja merkkivalaisimet.....	16
H6 SÄHKÖLÄMMITYSJÄRJESTELMÄT JA -LAITTEET	16
H601 Rakennuksen sähkölämmitysjärjestelmä	16
J SÄHKÖTEKNISET TIETOJÄRJESTELMÄT.....	16
J0 KOHDEKOHTAISET SUORITUSOHJEET	16
J2 VIESTINTÄJÄRJESTELMÄ.....	17
J202 Äänentoistojärjestelmä.....	17
J3 MERKINANTOJÄRJESTELMÄT	17
J305 Ajannäyttöjärjestelmä	17
J4 TURVALLISUUSJÄRJESTELMÄT	17
J403 Rikosilmoitinjärjestelmä	17
J407 Paloilmoitinjärjestelmä	18
J7 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT	18
J701 Rakennusautomaatiojärjestelmä	18

A KIINTEISTÖHALLINTO

A0 YLEISTIEDOT KOHTEESTA

A01 Rakennuskohde ja sen sijainti

Kohde: Viljakkalan koulu, teknisen työn tilojen laajennus
Osoite: Kyröskoskentie 15, 39310 Viljakkala

A02 Rakennuskohteen yksikkötiedot

Rakennustyyppi: laajennus

Tilavuus: vanha 740 m³
laajennus 350 m³
yhteensä 1090 m³

Kerrosala: vanha 182 m²
laajennus 86 m²
yhteensä 268 m²

Huoneistoala: vanha 159 m²
laajennus 72 m²
yhteensä 231 m²

A1 HALLINTO JA OHJAUS

A11 Käyttö- ja ylläpito-organisaatio

Ylöjärven kaupunki, Tilakeskus
Räikäntie 3
PL 22, 33470 Ylöjärvi

B RAKENNUTTAMINEN

B1 RAKENNUTTAJAN HALLINTO

B11 Projektinjohto

Ylöjärven kaupunki, Tilakeskus
Räikäntie 3
PL 22, 33470 Ylöjärvi

Projektijohtaja: Rakennuttamispäällikkö Jukka Nurmi

Projektivastaava: Rakennuttajainsinööri Pekka Temonen

Työmaan vastaava mestari: Rakennusmestari Esa Väättänen

LVI-asiantuntija: Lvi-tekniikko Jouko Keskikallio

Sähköasiantuntija: Käyttötekniikko Seppo Liski

B2 SUUNNITTELU

B21 Arkkitehtisuunnittelu

Nimi: Arkkitehtuuritoimisto Jarmo Väkiparta Oy
Osoite: Marttilantie 101
39310 Viljakkala

B22 Rakennesuunnittelu

Nimi: Insinööritoimisto Aimo Lehtimäki Oy
Osoite: Puistokatu 3-5, PL 40
38200 Vammala

B23 LVI-suunnittelu

Nimi: Keskinen Antti LVI- ja Koneenrakennustekniikka Oy
Osoite: Saarnitie 20
33470 Ylöjärvi

B24 Sähkösuunnittelu

Nimi: Toni Kangassalo
Osoite: Ritakatu 3 D 448
33530 Tampere

H SÄHKÖENERGIAN JAKELU- JA KÄYTTÖJÄRJESTELMIEN TIEDOT

H0 KOHDEKOHTAISET SUORITUSOHJEET

Työ tehdään SFS 6000 pienjännitesähköasennukset -standardia noudattaen.

H01 Urakan laajuus

H011 Suoritusvelvollisuus uusittavien ja uusien asennusten osalta

Sähköurakka sisältää kaikkien tässä sähköselostuksessa ja piirustuksissa esitettyjen sähköjärjestelmien ja sähkötekniisten tietojärjestelmien hankinnan ja asennuksen täyteen käyttökuntoon, ellei toisin mainita.

Tässä sähköselostuksessa urakka tarkoittaa sähköurakkaa ja sähköurakoitsijasta käytetään lyhennettä urakoitsija.

H012 Suoritusvelvollisuudet nykyisten asennusten osalta

Vanhojen sähköasennusten purkamisessa noudatetaan urakkaohjelmaa. Kaikki tarpeeton puretaan uusien asennusten tieltä.

H02 Asiakirjojen pätevyysjärjestys

Asiakirjojen pätevyysjärjestys on rakennusurakan yleisten sopimusehtojen YSE 1998 pykälän 13 mukainen.

H03 Säädosperustaiset tarkastukset

Urakkaan sisältyy urakoitsijan suorittama sähkölaitteiston käyttöönottotarkastus. Urakoitsija luovuttaa käyttöönottotarkastusten pöytäkirjat rakennuttajalle ennen vastaanottotarkastusta.

Varmennustarkastus suoritetaan valtuutetun tarkastajan toimesta. Varmennustarkastus ja käyttöönottotarkastukset sisältyvät urakkaan.

Urakoitsija laatii mittauksista ja tarkastuksista pöytäkirjat, jotka tulee toimittaa rakennuttajalle ennen vastaanottotarkastusta.

Merkki- ja turvavalaistusjärjestelmän asennukset tarkastaa paloviranomainen.

H04 Vastaanotto

Vastaanottomenettelyssä noudatetaan urakkaohjelmaa.

H05 Dokumentointi suunnittelu- ja toteutusvaiheessa

H051 Sopimuspiirustukset

Suunnitelmapiirustukset on laadittu CADS Planner -sähköpiirustusohjelmalla. Suunnittelijan laatimat sähkötyöselitys ja piirustukset muodostavat toisiaan täydentäen kohteen sähkösuunnitelman.

H053 Rakennusaikaiset toteutuspiirustukset

Urakoitsija täydentää sopimuspiirustuksia seuraavasti, laatii seuraavat lisäpiirustukset ja toimittaa seuraavat tiedot:

- Täydentää vahvavirtajohtoasennusten ryhmityspiirustuksiin ryhmänumeroinnit lopullisia asennuksia vastaaviksi.

- Jakokeskuksen piiri- ja johdotuskaaviot lähtökohtaisina.
- Hankkimiensa keskusten kokoonpano- ja erikoispiirustukset.
- Urakkaan sisältyvien laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeet sekä mahdolliset takuutodistukset.
- Sähkötekniisten tietojärjestelmien keskusten kokoonpano- ja kytkentäpiirustukset.
- Merkki- ja turvavalaistusjärjestelmä: Johdotuspiirustusten täydentäminen ryhmänumeroilla.
- Valaisintaulukko korjattuna hankintoja vastaavaksi.
- Suunnitelmissa esitetyt laitetypit ja tavaramerkit korjattuna hankintoja vastaaviksi.
- Vastaanottoon ja viranomaistarkastuksiin liittyvät muut asiakirjat.

Toteutuspiirustusaikataulu laaditaan suhteutettuna rakennusaikatauluun sekä muiden suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden aikatauluihin. Urakoitsija vastaa siitä, että asennustyöt ja sähköurakkaan sisältyvät hankinnat ovat hyväksytyjen asiakirjojen ja piirustusten mukaisia. Laitteiden keskinäisestä sovittelusta tms. syistä tehtävistä suunnitelmatarkastuksista tai suunnitelman ratkaisuja periaatteellisesti muuttavista muutoksista rakennuttaja teettää kustannuksellaan muutossuunnitelman.

H056 Luovutuspiirustukset

Kaikki piirustukset korjataan lopullisia asennuksia vastaaviksi. Urakoitsija siirtää työmaalla tehdyt muutokset tarkepiirustuksista luovutuspiirustuksiin ja luovuttaa luovutuspiirustukset rakennuttajalle viimeistään kolmen kuukauden kuluttua vastaanotosta. Urakoitsija laatii kaikki luovutuspiirustukset vastaavasti kuin kohdassa toteutuspiirustukset on selostettu.

H06 Kohdekohtaiset useita järjestelmiä koskevat asennusohjeet

H061 Tarvikkeet

Käytettävien tarvikkeiden tulee olla niitä koskevien, voimassa olevien määräysten ja direktiivien mukaisia. Tarvikkeina käytetään vain tuotteita, jotka soveltuvat suomalaisiin olosuhteisiin.

Käytettävissä tarvikkeissa, niiden pakkauksissa tai toimitusasiakirjoissa on oltava merkintä, jonka perusteella tarvikkeiden laatu on todettavissa tai nämä tiedot on ilmoitettava muulla tavalla. Käytettävien tarvikkeiden on oltava tyyppihyväksytyjä tai standardinmukaisuusmerkinnällä varustettuja.

Tarvikkeiden on oltava rakenteeltaan kulloinkin kyseessä oleviin asennusolosuhteisiin tarkoitettuja. Ellei sähköselostuksessa tai piirustuksissa ole työmenetelmiä tai tarvikkeita tarkemmin määritelty, urakoitsija valitsee ne itse.

H062 Kytkimien, pistorasioiden yms. sijoitus

Pistorasiat ym. koje- ja kaksoiskojerasiakalusteet asennetaan kortin ST 51.22 mukaisesti seuraavin lisäyksin:

Kohta 3:

- Kytkimien korkeus 1500 mm tai kaluston mukaan.
- Pistorasioiden korkeus 1700 mm tai kaluston mukaan.
- Kaikki kaapelit, jotka ovat alle 1000 mm korkeudella, on suojattava Al-putkella.

H063 Työn suorittaminen

Työ suoritetaan asiakirjojen mukaan valmistajan ohjeita noudattaen. Työolosuhteet ja muut työn suoritukseen vaikuttavat seikat tulee tarkastaa hyvissä ajoin ennen työn aloittamista. Urakoitsijan on tehtävä asennukset ammattitaitoista työvoimaa käyttäen.

Asennuspisteiden, rasioiden yms. paikat on tarkistettava paikalla rakennusaikaisia toteutuspiirustuksia laadittaessa.

H065 Merkinnät ja merkintätarvikkeet

Kaapeleiden, jako- ja liitälaitteiden merkinnöissä noudatetaan kortin ST 51.25 osaa 3.

H066 Johdot ja niiden varusteet

Kaapelit asennetaan kaapelihyllyille oikaistuna risteilyjä välttämällä.

Hyllyasennuksessa turvajärjestelmien kaapelit sijoitetaan eri hyllyille tai samalla hyllyllä mahdollisimman etäälle nykyisistä voima- ja asennuskaapeleista.

Jos kaapeli on asennuspaikalla alttiina mekaaniselle vaurioitumiselle, kaapeli suojataan muuten esim. muototeräksellä tai metallisella asennusputkella.

Pinta-asennuksessa käytetään muovivaippajohtoa ja muovivaippajohtovarusteita.

Kiinnikkeinä käytetään tukevia muovikiinnikkeitä, valkeaksi polttomaalattuja tai muovitettuja ruostumattomia metallikiinnikkeitä ja ruostumattomia ruuveja.

Niissä tiloissa, joissa on alakatot, putkitukset ja haaroitukset tehdään yleensä katon välitilassa. Jakorasiat asennetaan helposti irrotettavien kattolevyjen kohdalle.

Pinta-asennuksessa kaapelit kiinnitetään asennuspaikkaansa kulloinkin soveltuvalla menetelmällä niin, että kaapelien väliset etäisyydet säilyvät yhtä suurina.

Vahingoittumiselle alttiissa paikoissa ja ulkoseinillä suojaus asennetaan 1,5 metrin korkeuteen.

H067 Putkitukset ja rasioinnit

Urakassa on noudatettava seuraavia asennusohjeita:

- Rasioiden lopulliset sijaintipaikat tulee sovittaa kalustojen mukaan.
- Putkituksia ja läpivientejä saa tehdä kantaviin rakenteisiin ainoastaan rakennuttajan suostumuksella.

H1 ASENNUSREITIT

H100 Yleistiedot

Asennuksissa käytetään tehdasvalmisteisia johtoteitä, jotka asennetaan samaan sarjaan kuuluvista, valmiiksi pintakäsitellyistä osista. Asennukset tehdään valmistajan ohjeiden mukaisesti ottaen huomioon tämän selostuksen järjestelmäkohtaisissa ohjeissa esitetyt erityisvaatimukset. Kulmat, kaaret, risteilyt jne. tehdään siten, ettei kaapeleita asennettaessa jouduta alittamaan niiden pienintä taivutussädettä. Liitos-, jatko- ja kulmakappaleina on käytettävä tehdasvalmisteisia kulmia ja kaaria. Paloalueen rajalla johtotiet katkaistaan seinäpintaan. Urakoitsija saa lisätä johtotierakenteita tarpeelliseksi katsomiinsa kohtiin. Lisäysten asennustapa ja sijaintipaikka on sovittava rakennuttajan kanssa.

H101 Kaapelihyllyjärjestelmä

Yleiskuvaus

Rakennuskohteeseen asennetaan piirustuksissa esitetyt kaapelihyllyt. Tarkat asennuspaikat sovitaan tilakohtaisesti muiden urakoitsijoiden kanssa hyvissä ajoin ennen töiden suoritusta.

Tekniset vaatimukset ja ratkaisut

Kaapelihyllyinä käytetään sinkittyä tikashyllyä. Kaapelihyllyjen yläpuolelle on jätettävä vähintään 100 mm asennustila.

H104 Ripustusjärjestelmät

Yleiskuvaus

Valaisinripustuskiskoja käytetään johto- ja valaisinasennuksiin piirustuksissa esitetyllä tavalla. Valaisinripustuskiskojen asennuspaikat tarkennetaan työmaalla.

Tekniset vaatimukset ja ratkaisut

Valaisinripustuskiskojen ja niihin liittyvien asennustarvikkeiden tulee olla samaan sarjaan kuuluvia kuin valaisinripustuskiskot. Seinään päättyvät valaisinripustuskiskot kiinnitetään seinään piilokiinnikkeillä.

H105 Läpiviennit**Yleiskuvaus**

Johdot ja johtotiet suojataan läpivientikohdissa mekaanista vaurioitumista vastaan. Kaikki kaapeleiden ja johtoteiden läpiviennit suljetaan lävistetyn rakenteen ominaisuuksia vastaaviksi palo-, ääni-, lämpö-, kosteus- ja ilmastointitekniikoiden sekä ulkonäön kannalta.

Tekniset vaatimukset ja ratkaisut

Läpivientien sulkeminen toteutetaan materiaalivalmistajien ohjeiden mukaisesti sekä rakennuksen nykyistä ulkonäöllistä tasoa noudattaen. Palo-osastojen välisten seinien ja välipohjien läpivientiaukkojen tukkimiseen käytetään tyyppihyväksyttyä sulkemisainetta ja -menetelmää. Kuhunkin läpivientiin asennetaan riittävä määrä tyhjiä varaputkia, jotka tukitaan kuten läpivientiaukko.

H2 SÄHKÖN PÄÄJAKELUJÄRJESTELMÄT**H200 Yleistiedot****Yleiskuvaus**

Rakennuskohteen sähköasennukset toteutetaan TN-S järjestelmällä.

H202 0,4 kV pääjakelujärjestelmät

H2024 Muut keskukset

Rakennuskohteeseen asennetaan kaavioiden mukainen uusi jakokeskus vanhan jakokeskuksen lisäksi. Kaikkien niiden keskusten, joihin tehdään muutostöitä, merkinnät ja piirustukset urakoitsija korjaa vastaamaan tehtyjä asennuksia.

H2026 Maadoitukset ja potentiaalintasaukset

Yleiskuvaus

Päämaadoituskisko sijaitsee vanhan jakokeskuksen alapuolella.

Tekniset vaatimukset ja ratkaisut

Maadoitusjohtimen liitokset tehdään luotettavasti ja korroosionkestävästi käyttäen tarkoitukseen valmistettuja liittimiä ja tarvikkeita. Putkistot, IV-kanavat, purunpoistolaitteet, betoniraudoitus ymv. liitetään päämaadoituskiskoon keskuskaavion mukaisesti.

H3 LAITTEISTOJEN SÄHKÖISTYS

H301 LVI-laitteistojen sähköistys

Yleiskuvaus

Rakennuskohteeseen asennetaan luettelossa, kaavioissa ja piirustuksissa esitetyille LVI-laitteille ryhmäjohdot sekä käynnistin- ja liitälaitteet.

Tekniset vaatimukset ja ratkaisut

Kaikkien LVI-moottoreiden turvakytkimien apukoskettimet kaapeloidaan a.o. ohjauspiiriin. Turvakytkimien apukoskettimien tulee avautua ennen pääkoskettimia ja sulkeutua pääkoskettimien jälkeen. Kojeet, jotka tulevat joustaville alustoille tai ovat liikuteltavia, liitetään puolikiinteästi käyttäen liitosjohtona kumikaapelia.

H302 Laitteiden ja laitteistojen sähköistys

Yleiskuvaus

Sähköistyksellä toteutetaan kohteeseen asennettavien laitteiden tai laitteistojen sähköenergian syöttö. Kohteeseen asennetaan luettelossa, kaavioissa ja tasopiirustuksissa esitetyille sähkökojeille voimaryhmäjohdot ja liitälaitteet. Työstökoneille toteutetaan pohjapiirustusten mukainen hätä-seis -järjestelmä.

Tekniset vaatimukset ja ratkaisut

Hämeen työsuojelupiirin vaatimuksesta tiettyjen työstökoneiden yhtäaikainen käyttö tulee estää ja käyttörajoitukset tehdään sähköisesti ilman ohitusmahdollisuutta. Koneparit, joita vaatimukset koskevat, ovat:

- Oikohöylä – tasohöylä
- Tasohöylä – alajyrsinkone
- Vannesaha – jyrsinkone

Voimaryhmäjohtoasennukset suoritetaan valaistusryhmäjohtoasennuksia vastaavasti, ellei piirustuksissa ole toisin mainittu.

H4 SÄHKÖNLIITÄNTÄJÄRJESTELMÄT

H401 Pistorasiat

Yleiskuvaus

Rakennuskohteeseen asennetaan piirustuksiin merkityt sähköliitännätpisteet ja niille ryhmäjohdot.

Tekniset vaatimukset ja ratkaisut

Pistorasiaryhmäjohdot ovat yleensä poikkipinnaltaan 3x2,5S ja kolmivaiheiset pistorasiaryhmäjohdot 5x2,5S, ellei toisin mainita.

H5 VALAISTUSJÄRJESTELMÄT

H501 Yleisvalaistusjärjestelmä

Yleiskuvaus

Rakennuskohteeseen asennetaan valaisinluettelon mukaiset valaisimet pohjapiirustusten mukaisille paikoille.

H5013 Kaapeloinnit ja johdotukset

Yleiskuvaus

Rakennuskohteeseen asennetaan pohjapiirustusten mukaiset valo- ja ohjauspisteet ja niille ryhmäjohtot.

Tekniset vaatimukset ja ratkaisut

Valaistusryhmäjohtot ovat yleensä poikki-pinnaltaan 3x1,5S, ellei toisin mainita.

H506 Turvavalaistusjärjestelmä

Yleiskuvaus

Rakennuskohteeseen asennetaan piirustusten mukainen merkki- ja turvavalaistusjärjestelmä, joka osoittaa poistumistiet ja valaisee niitä.

H5062 Kaapeloinnit

Tekniset vaatimukset ja ratkaisut

Turvavalaistusjärjestelmän kaapelointi tehdään FRHR-MMJ 2x2,5 kaapelilla.

H5063 Turva- ja merkkivalaisimet

Yleiskuvaus

Kohteeseen asennetaan turva- ja merkkivalaisimet pohjapiirustusten mukaisille paikoille

Tekniset vaatimukset ja ratkaisut

Turvavalaisimina käytetään valaisinluettelon mukaisia M-Liten M-Line M-L9/24V-TCE109 -valaisimia ja opastevalaisimina Teknowaren TW 30521 24V AC/DC TC-E -valaisimia standardinmukaisella opastekuviolla varustettuna.

H6 SÄHKÖLÄMMITYSJÄRJESTELMÄT JA -LAITTEET

H601 Rakennuksen sähkölämmitysjärjestelmä

Yleiskuvaus

Rakennuskohteeseen asennetaan kattolämmitysjärjestelmä pohjapiirustusten mukaisesti

Tekniset vaatimukset ja ratkaisut

Lämmittiminä käytetään Enston Essi i 12 1200W -säteilylämmittimiä. Lämmittimet asennetaan valaisinripustuskiskoihin valaisimien väliin, asennuspaikat tarkennetaan työmaalla.

J SÄHKÖTEKNISET TIETOJÄRJESTELMÄT

J0 KOHDEKOHTAISET SUORITUSOHJEET

Noudatetaan kohdan H0 määräyksiä. Sähköteknisten tietojärjestelmien johdot asennetaan kaapelihyllyillä eri reunaan kuin vahvavirtajohdot.

J2 VIESTINTÄJÄRJESTELMÄ

J202 Äänentoistojärjestelmä

Yleiskuvaus

Kohteeseen asennetaan äänentoistojärjestelmä pohjapiirustusten mukaisesti. Johdotus jatketaan puutyötilan kaiuttimelta laajennusosan kaiuttimille.

Tekniset vaatimukset ja ratkaisut

Kaapelointi tehdään KLMA 2x0,8 kaapelilla.

J3 MERKINANTOJÄRJESTELMÄT

J305 Ajannäyttöjärjestelmä

Yleiskuvaus

Kohteeseen asennetaan pohjapiirustusten mukainen aikakellojärjestelmä.

Tekniset vaatimukset ja ratkaisut

Aikakelloja ohjaa rakennusautomaatiojärjestelmän valvonta-alakeskus VAK. Kaapelointi tehdään MMJ 2x1,5 kaapelilla.

J4 TURVALLISUUSJÄRJESTELMÄT

J403 Rikosilmoitinjärjestelmä

Yleiskuvaus

Rakennuskohteeseen asennetaan liikeilmaisimet piirustusten mukaan.

Tekniset vaatimukset ja ratkaisut

Ilmoitukset kytketään rakennusautomaatiojärjestelmään ja ilmaisimien käyttöjännite saadaan VAK:lta. Kaapelointi tehdään HMS 5x2x0,5 kaapelilla.

J407 Paloilmoitinjärjestelmä

Yleiskuvaus

Rakennuskohteeseen asennetaan piirustusten mukainen paloilmaisinjärjestelmä. Paloilmaisimet ja palopainikkeet asennetaan pohjapiirustusten mukaisesti.

Tekniset vaatimukset ja ratkaisut

Kaapelointi tehdään KLM 4x0,8 kaapelilla. Ilmaisimet kytketään valvonta-alakeskukseen VAK.

J7 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT

J701 Rakennusautomaatiojärjestelmä

Yleiskuvaus

IV-kojeelta asennetaan hälytyskaapeli valvonta-alakeskukselle (VAK).

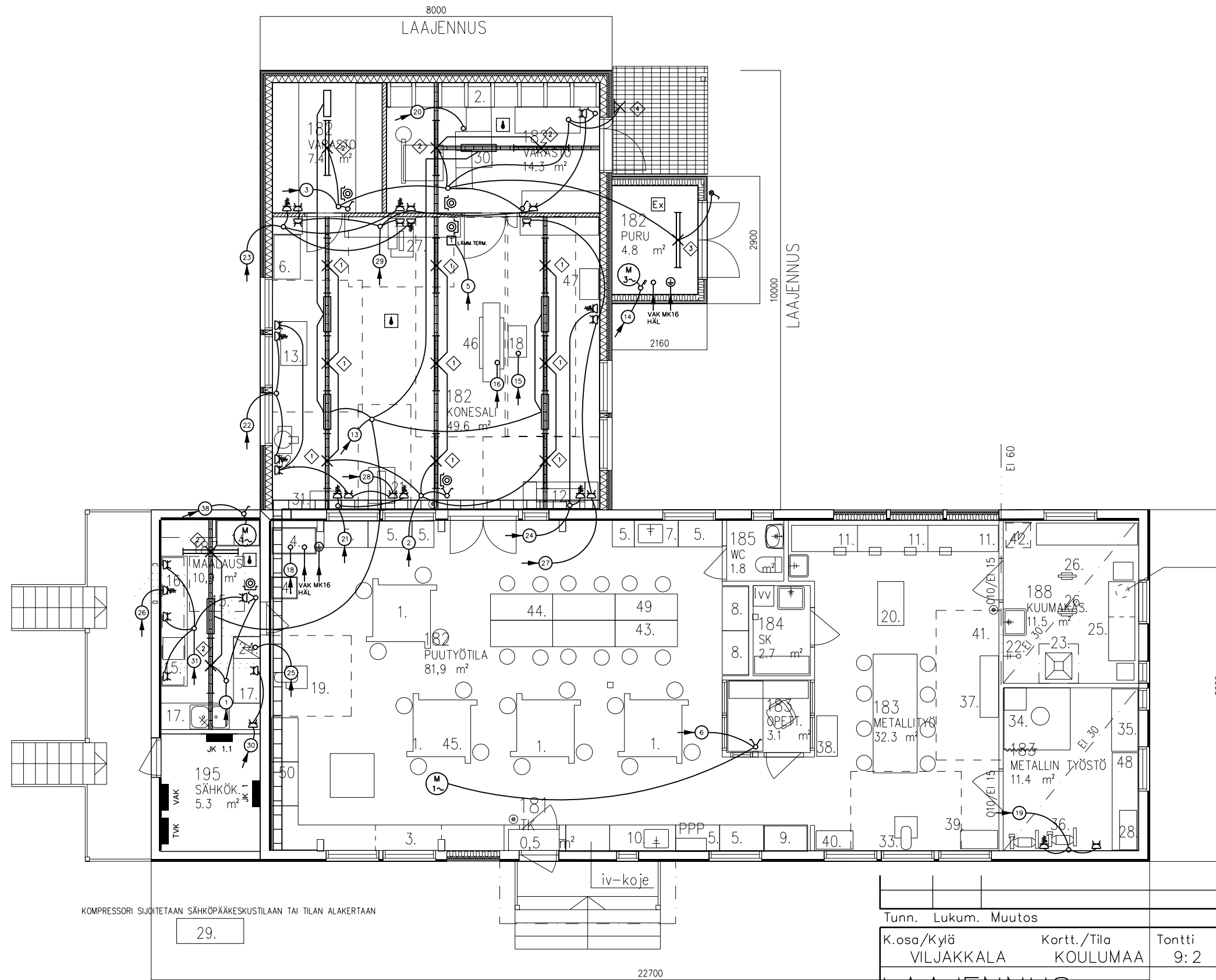
Viljakkalan koulu
Teknisen työn tilat
Kyröskoskentie 15
39310 Viljakkala

PIIRUSTUSLUETTELO

Piir.nro: SÄH 001

Suunn: TK Pvm. 11.4.2008
Muutos: Pvm.

Piir. nro	Nimitys	Tyyppi	Mittak.	Pvm.	Koko	Lehtiä	Muutos	Muutos pvm.
SÄH 001	Piirustusluettelo	Luettelo		11.4.2008	A4	1		
SÄH 101	Vahvavirtajohdotus	Tasopiirustus	1:100	11.4.2008	A3			
SÄH 201	Pääkaavio JK1.1	Keskuskaavio		11.4.2008	A4	4		
SÄH 301	Valaisinluettelo	Luettelo		11.4.2008	A4	1		
SÄH 401	Aikakello, äänentoisto	Tasopiirustus	1:100	11.4.2008	A3			
SÄH 402	Hätäpysäytyspainikkeet	Tasopiirustus	1:100	11.4.2008	A3			
SÄH 403	Liikeilmaisimet	Tasopiirustus	1:100	11.4.2008	A3			
SÄH 404	Turvavalaistus	Tasopiirustus	1:100	11.4.2008	A3			
SÄH 405	Paloilmaisimet	Tasopiirustus	1:100	11.4.2008	A3			



nestekaasu

KAAPELIHYLLYT JA VALAISINRIPUSTUSKISKOT
ASENNETAAN VÄHINTÄÄN 300 MM IRTI KATOSTA

KOMPRESSORI SIIJOTETAAN SÄHKÖPÄÄKESKUSTILAAN TAI TILAN ALAKERTAAN

Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim. Pvm	
K.osa/Kylä VILJAKKALA	Kortt./Tila KOULUMAA	Tontti Rno 9:2	Viranomaisten merkintöjä	
LAAJENNUS			SÄHKÖPIIRUSTUS	
VILJAKKALAN KOULU KYRÖSKOSKENTIE 15 39310 VILJAKKALA			VAHVAVIRTAJOHDOTUS MK: 1:100	
Pvm 11.4.08		Työnumero	Tilaaajan numero	
Piirt. TK				
Suunn. TK				
Tark.				
Yht.hlö				
Lehti		Piirustusnumero		Muutos
		SÄH 101		

A SÄHKÖTEKNILLISET TIEDOT

KESKUS

1. Nimellisjännite U_N 400 V
2. Jännitehäviö keskukseseen U_H %
3. Taajuus f 50 Hz
4. Nimellisvirta I_N 80 A
5. Oikosulkukestoisuus
terminen I_{ts} kA
dynaaminen I_s kA
SFS 154:n mukaan
6. Keskuksen häviöteho P_H kW
7. Kiskot tai johtimet AC
L1
L2
L3
N
PE
PEN
8. Kiskot tai johtimet DC
L+
M
L-
PE
9. Ohjauksjännite U V
 f Hz
 I A
 S kVA
10. Apujännite 1 _____
11. Apujännite 2 _____
- LIITETTÄVÄT KUORMITUKSET
12. Jakelu järjestelmä
käyttömaadoitettu 4j. TN-C-S
käyttömaadoitettu 5j. TN-S
käyttömaadoittamaton IT
13. Teho
asennettu S kVA
tasattu S kVA
14. Tehokerroin $\cos \varnothing$ _____
15. Lämmitystehon osuus 6 kW

B RAKENNETIEDOT

1. Keskuslaji
kenno
kotelo
kehikko
2. Kotelointiluokka
min IP 34

3. Keskuksen rakenne
1-puoleinen
2-puoleinen
2 kpl 1-puoleisia
selät vastakkain
4. Asennustapa
pinnalle
uppoon
putkituskotelolla
5. Kiinnitys
seinään
lattiaan
6. Asennus- ja tukirakenteet
sidekiskot
jalustat
7. Keskuksen yhtenäinen ovilaite
lukolla
salvalla
kolmioavain Abloyavain
8. Keskuksen ovien ja kansien
avautumiskulma
min 90 astetta
min 180 astetta
9. Kansien saranointi
kytkentäkentät
kojekentät
kiskokotelokentät
kaikki
10. Pintakäsittely
valmistajan normaali
erillisen ohjeen mukaan
11. Asennustila
leveys _____ m
korkeus, normaali muu _____ m
syvyys, normaali muu _____ m
12. Ympäristön lämpötila
normaali 20...25 C
min _____ °C max _____ °C
13. Kennokeskuksen kaapelikuilat
1 kpl/kenttä
1 kpl/2 kenttää
valmistajan normaali
leveys _____ m
14. Lattialla seisovan keskuksen
alhaalla olevat läpiviennit
ovoin
palonkestävä

C TUNNUSMERKINNÄT

1. Tunnusmerkinnät
valmistajan normaali
erillinen ohje (sähköselitys)
2. Keskuksen tunnuskilpi
valmistajan normaali
erillinen ohje (sähköselitys)
3. Kansikojeiden tunnuskilvet
valmistajan normaali
erillinen ohje (sähköselitys)
4. Kennokeskuksen kenttien merkintä
juokseva numerointi
-- vasemmalta oikealle
-- oikealta vasemmalle
erillinen ohje (sähköselitys)
5. Kennokeskuksen lähtöjen merkintä
juokseva numerointi
kentän n:ro + juokseva numero
erillinen ohje (sähköselitys)
6. Sisäisten kojeiden merkintä
valmistajan normaali
erillinen ohje (sähköselitys)
7. Sisäisten johtimien merkinnät
ei suoriteta
erillinen ohje (sähköselitys)
8. Erillinen kilpi
"KESKUKSESSA VIERAS OHJAUSSJÄNNITE"
"PÄÄKYTKIN EI KATKAISE JÄNNITETTÄ
KAUKOLÄMMÖN MITTAUKSELTA"

D KALUSTETIEDOT

1. Keskuksen kalustus
valmistajan normaali
erillinen ohje (sähköselitys)
2. Kalustuksen tyyppi
kiinteä
ulosotettava
ulosvedettävä
3. Kalustustapa
keskitetty
yksikkölähdöt
4. Merkkilamput
hehkulamput
hohtolamput
LED-lamput
5. Laskutusmittareiden toimittaja
sähkölaitos
keskusvalmistaja

6. Laskutusmittamuuntajien toimittaja
sähkölaitos
keskusvalmistaja

E KAAPELOINTITIEDOT

1. Syöttö
kaapeli
kiskosta
laji _____
poikkipinta _____
MMJ _____
5x16 _____
pituus jännitehäviön laskemiseksi _____ m
2. Syötön tulosuunta
alhaalta
yhäältä
3. Syötön sijainti
vasemmalla
oikealla
keskellä
4. Pääkaapeleiden lähtösuunta
alas
ylös
5. Pääkaapeleiden liittäminen kojeisiin
kojeisiin
kojeisiin yli 16mm
riviliittimiin L N PE
6. Ohjauksikaapeleiden lähtösuunta
alas
ylös
7. Ohjauksikaapelit liitetään riviliittimiin

HUOM:

VILJAKKALAN KOULU
KYRÖSKOSKENTIE 15
39310 VILJAKKALA

KESKUSKAAVIO
JAKOKESKUS JK1.1

Suunn.
TK /11.4.2008

Piirt.
TK

Tark.

Sähköpositio
JK 1.1

Lehti
1/4

Piirustusnumero

SÄH 201

Työnumero

		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37													
		KESKUS										RYHMÄ	OSOITE	TUNNUS	JOHDOTUS	kVA/kW	A / A	HUOM.																							
D muutos E muutos F muutos	A																																								
	B											12	VARALLA					16																							
	C											13	LÄMMITYS		MMJ 5x2,5			16																							
	D												HÄTÄ-SEIS NAPIT																												
	E												HÄTÄ-SEIS KONTAKTORI 63A																												
A muutos B muutos C muutos	F																																								
	G											14	PURUPUHALLIN		MMJ 5x6			25/25																							
	H											15	TASOHÖYLÄ		MMJ 5x2,5			16/25																							
	J											16	OIKOHÖYLÄ		MMJ 5x2,5			16/25																							
	K											17	VARALLA					/25																							
	L											18	ILMASTOINTIKONE		MMJ 5x2,5			16																							
	M											19	PISTORASIAI METALLIN TYÖSTÖ		MMJ 5x2,5			16																							
	N											20	KATKAISUSIRKKELI		MMJ 5x2,5			16																							
	O											21	VANNESAHA, JYRSINKONE		MMJ 5x2,5			16																							
	P											22	PORATALTTA, SIRKKELI		MMJ 5x2,5			16																							
R											23	HIOMAKONE, 3~ PISTOR. VARASTOT		MMJ 5x2,5			16																								
S											24	JYRSINKONE, PUUSORVI		MMJ 5x2,5			16																								
												25	LIESI		MMJ 5x2,5			16																							
		VILJAKKALAN KOULU KYRÖSKOSKENTIE 15 39310 VILJAKKALA										KESKUSKAAVIO JAKOKESKUS JK1.1										Suunn. TK /11.4.2008		Sähköpositio JK 1.1		Työnumero															
																						Piirt. TK		Lehti 3/4		Piirustusnumero															
																						Tark.				SÄH 201															

Viljakkalan koulu
Teknisen työn tilat
Kyröskoskentie 15
39310 Viljakkala

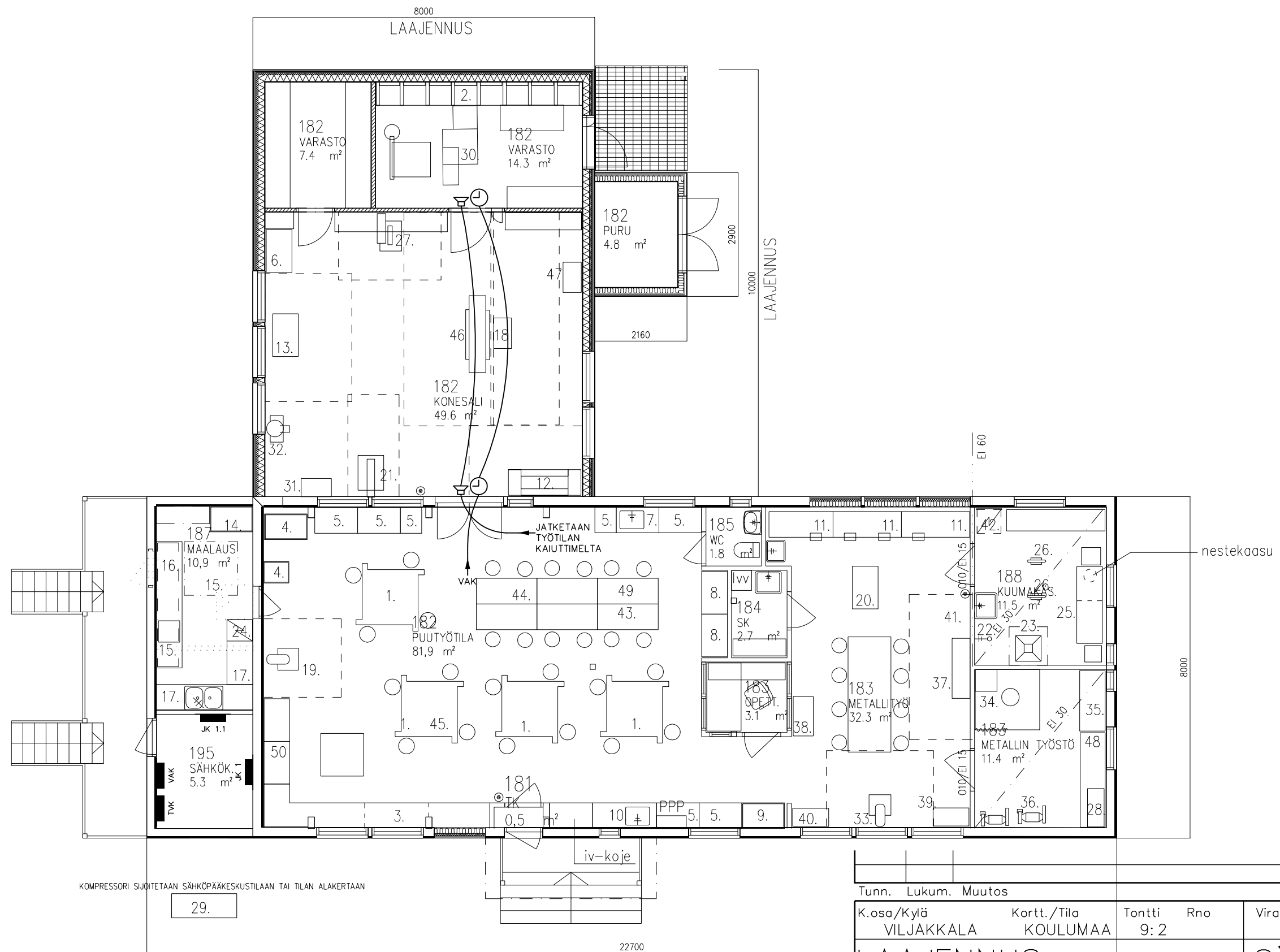
VALAISINLUETTELO

Piir.nro: SÄH 301

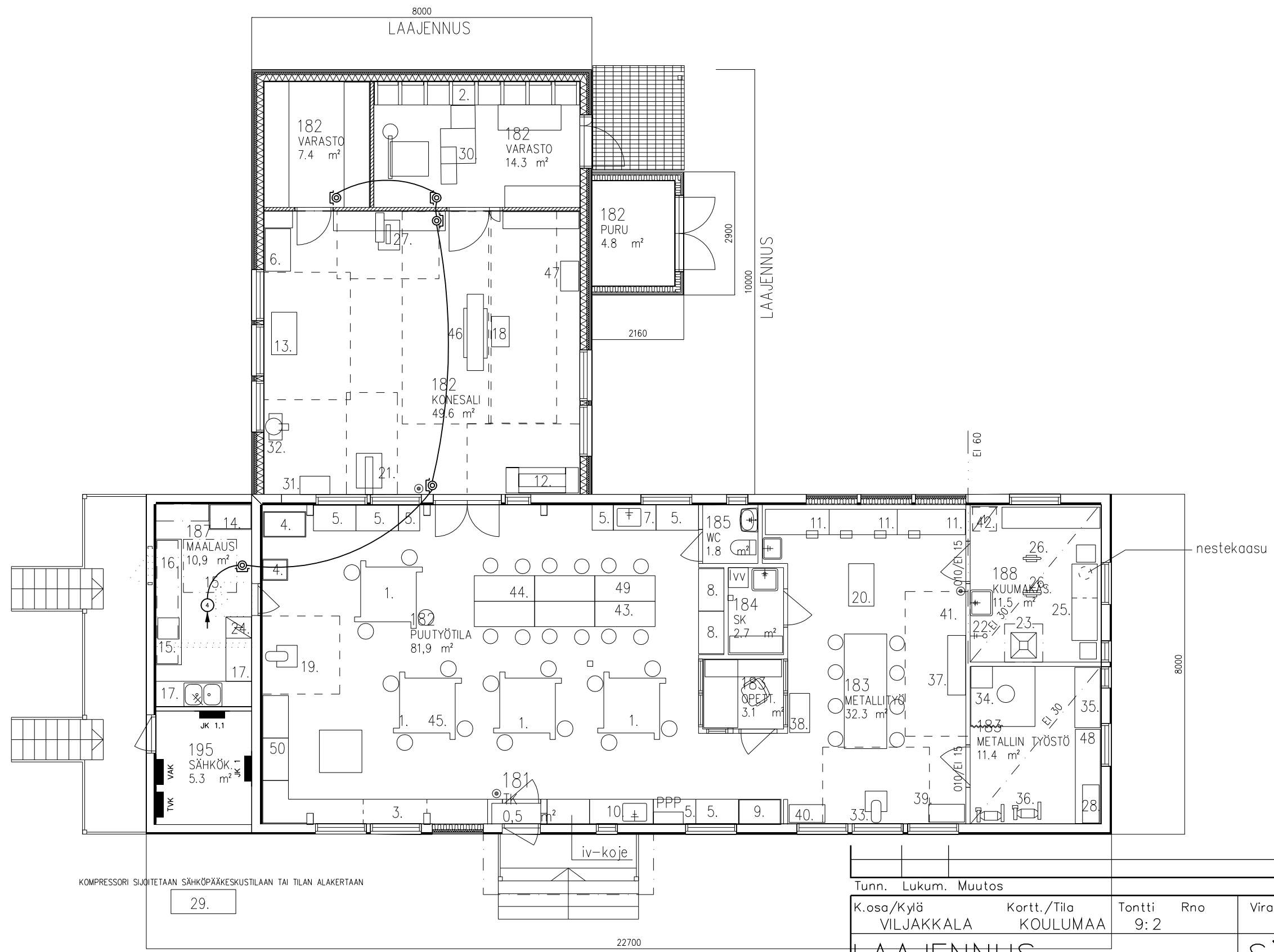
Suunn: TK
Muutos:

Pvm. 11.4.2008
Pvm.

Positio	Valmistaja	Tyyppi	Teho	Lamppu	Määrä	SSTL	Huom	Muutos
1	Online	400-258X FD 2*58W G13	2*58W		9	4310310	IP65	
2	Online	400-236 FD 2*36W G13	2*36W		5	4310306	IP65	
3	Glamox	MAXZ67 236HF	2*36W		1	4340069	IP67, Exe, luokka 1	
4	Ensto	AVR32	60 W		1	4117066		
5	M-Lite	M-L9/24V-TCE109	9W		4	4205242	sis. lampun	
6	Teknoware	TW 30521 24V AC/DC TC-E	5W		3	4210604		

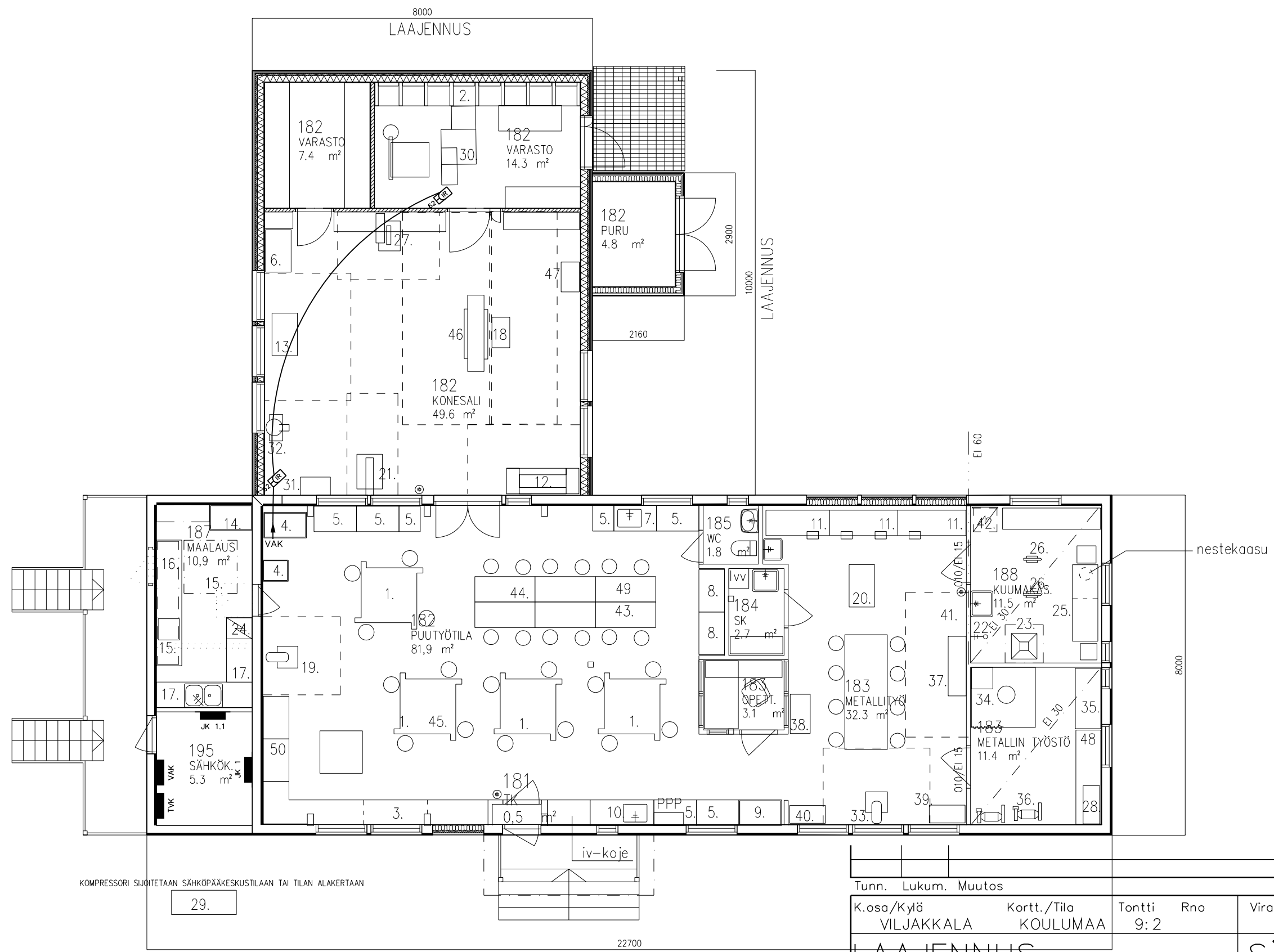


Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim. Pvm	
K.osa/Kylä VILJAKKALA	Kortt./Tila KOULUMAA	Tontti Rno 9:2	Viranomaisten merkintöjä	
LAAJENNUS			SÄHKÖPIIRUSTUS	
VILJAKKALAN KOULU KYRÖSKOSKENTIE 15 39310 VILJAKKALA			AIKAKELLOT, ÄÄNENTOISTO MK: 1:100	
Pvm 11.4.08 Piirt. TK Suunn. TK		Työnumero	Tilajan numero	
Tark. Yht.hlö Lehti		Piirustusnumero SÄH 401	Muutos	

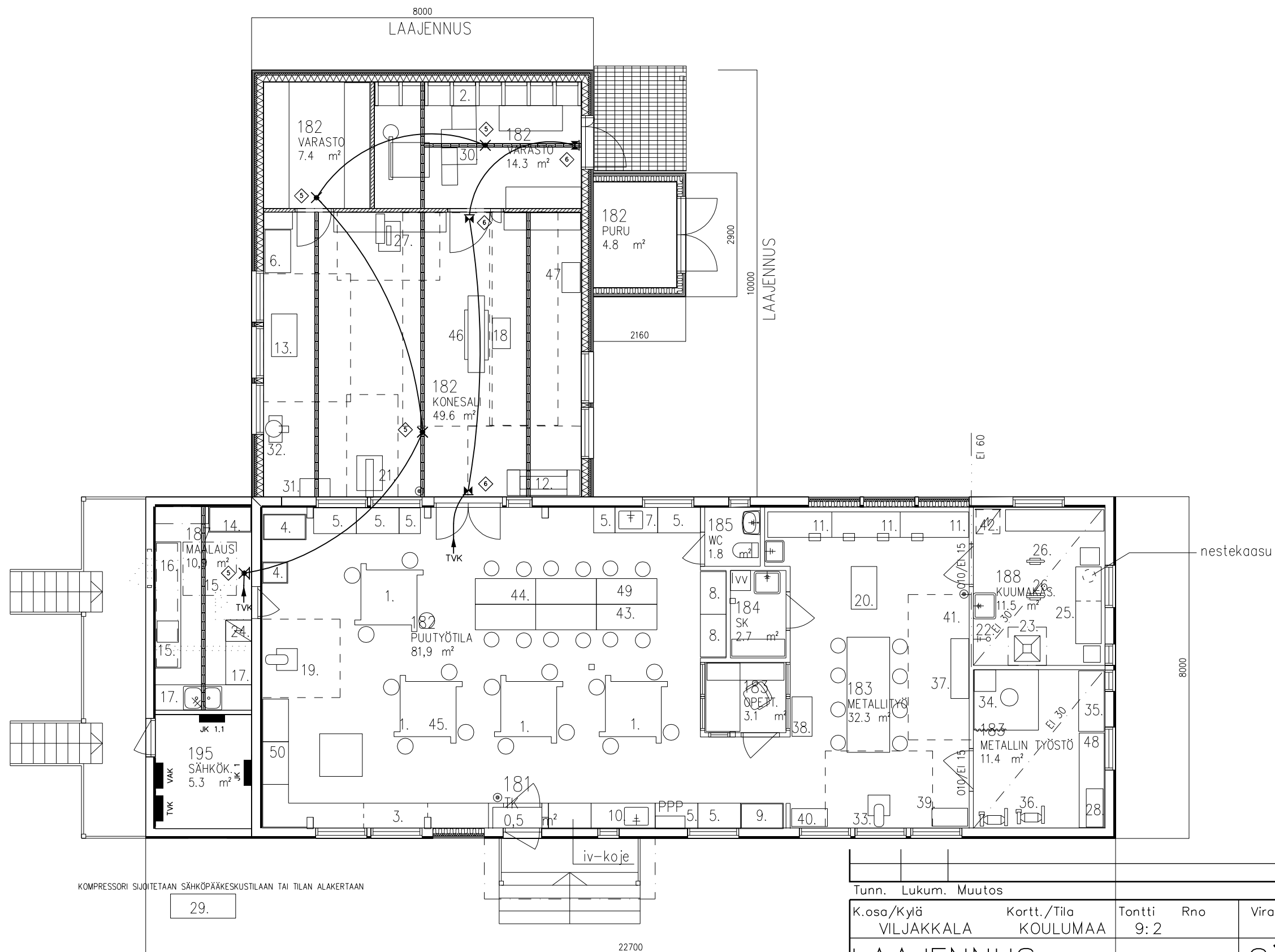


KOMPRESSORI SIIJOTETAAN SÄHKÖPÄÄKESKUSTILAAN TAI TILAN ALAKERTAAN

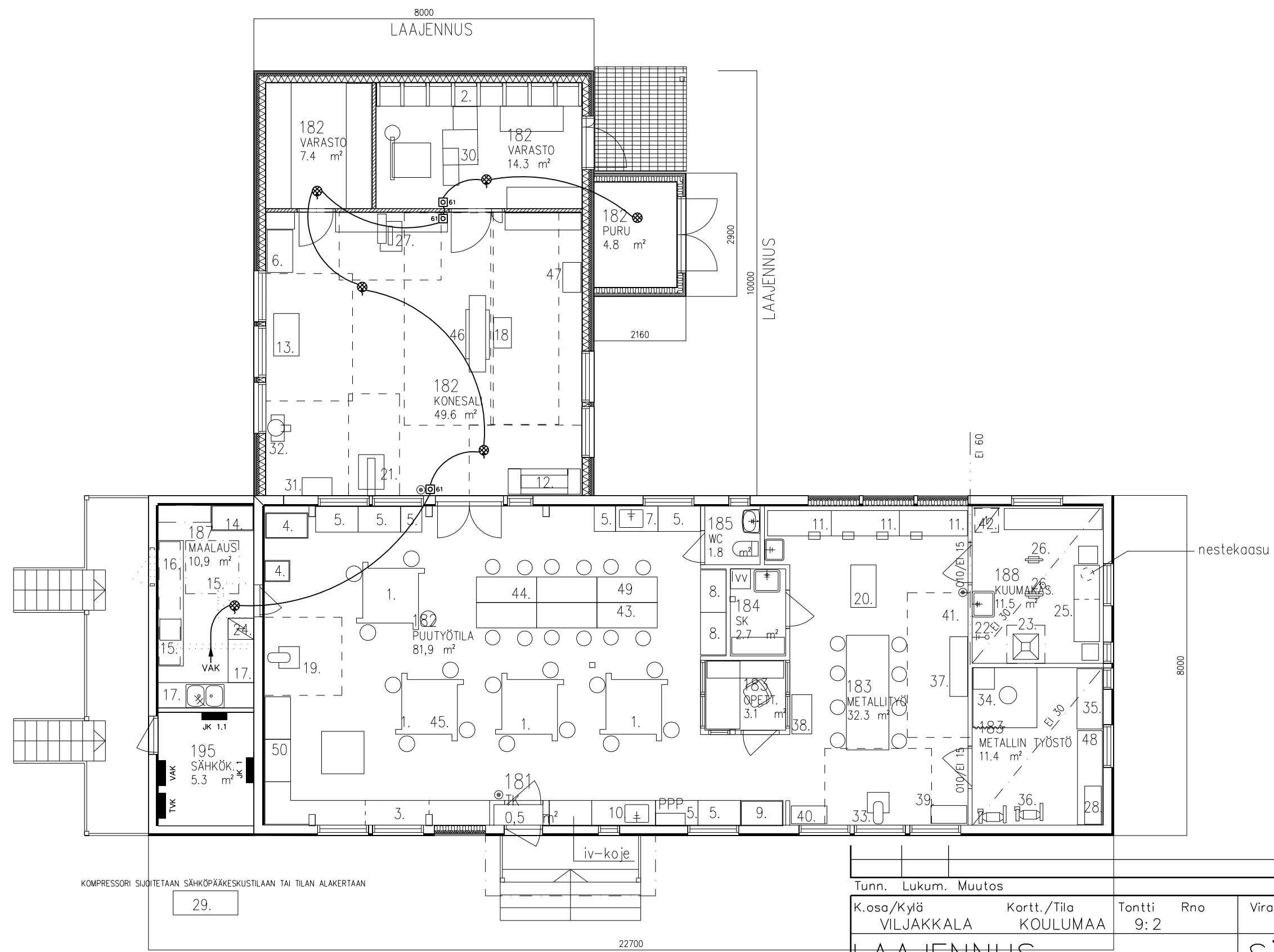
Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim. Pvm	
K.osa/Kylä VILJAKKALA	Kortt./Tila KOULUMAA	Tontti Rno 9: 2	Viranomaisten merkintöjä	
LAAJENNUS			SÄHKÖPIIRUSTUS	
VILJAKKALAN KOULU KYRÖSKOSKENTIE 15 39310 VILJAKKALA			HÄTÄPYSÄYTYPAINIKKEET MK: 1:100	
Pvm 11.4.08		Työnumero	Tilaaajan numero	
Piirt. TK				
Suunn. TK				
Tark.				
Yht.hlö				
Lehti				
SÄH		Piirustusnumero 402		Muutos



Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim. Pvm	
K.osa/Kylä VILJAKKALA	Kortt./Tila KOULUMAA	Tontti Rno 9:2	Viranomaisten merkintöjä	
LAAJENNUS			SÄHKÖPIIRUSTUS	
VILJAKKALAN KOULU KYRÖSKOSKENTIE 15 39310 VILJAKKALA			LIIKEILMAISIMET	MK: 1:100
Pvm 11.4.08		Työnumero	Tilajan numero	
Piirt. TK				
Suunn. TK				
Tark.				
Yht.hlö				
Lehti				
SÄH		Piirustusnumero	Muutos	
		403		



Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim. Pvm	
K.osa/Kylä VILJAKKALA	Kortt./Tila KOULUMAA	Tontti Rno 9: 2	Viranomaisten merkintöjä	
LAAJENNUS			SÄHKÖPIIRUSTUS	
VILJAKKALAN KOULU KYRÖSKOSKENTIE 15 39310 VILJAKKALA			TURVAVALAISTUS MK: 1:100	
Pvm 11.4.08		Työnumero	Tilajan numero	
Piirt. TK				
Suunn. TK				
Tark.				
Yht.hlö				
Lehti				
SÄH		Piirustusnumero	Muutos	
		404		



KOMPRESSORI SIJAITETAAN SÄHKÖPÄÄKESKUSTILAAN TAI TILAN ALAKERTAAN

29.

22700

Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim. Pvm	
K.osa/Kylä VILJAKKALA	Kortt./Tila KOULUMAA	Tontti 9:2	Viranomaisten merkintöjä	
LAAJENNUS			SÄHKÖPIIRUSTUS	
VILJAKKALAN KOULU KYRÖSKOSKENTIE 15 39310 VILJAKKALA			PALOILMAISIMET MK: 1:100	
Pvm 11.4.08		Työnumero	Tilajan numero	
Piirt. TK				
Suunn. TK				
Tark.				
Yht.hlö				
Lehti				
SÄH		Piirustusnumero	Muutos	
		405		