YRKESHÖGSKOLAN
NOVIA

Elplanering av företagslokal

Tony Torsti

Examensarbete för ingenjörs (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för el- och automationsteknik

Vasa 2022

EXAMENSARBETE

Författare: Tony Torsti
Utbildning och ort: El- och automationsteknik, Vasa
Inriktning: Automationsteknik
Handledare: Henrik Järveläinen

Titel: Elplanering av företagslokal

Datum: 12.5.2022 Sidantal: 30 Bilagor: 17

Abstrakt

Detta examensarbete har utförts på uppdrag av Sähköasennus Pohjanmaa. Uppdraget var att göra en elplanering för en renoverad företagslokal. Syftet med planeringen var att underlätta installationsarbetet för elektrikern och andra byggarbetare under byggnadstiden, att installationer var säkra och enligt föreskrifter och att man har något att utgå ifrån om man i fortsättningen behöver göra ändringar eller utökningar. Företagslokalen är renoverad på sådant sätt att företaget har kontor, mötesrum, sociala utrymmen, lagerutrymme och utrymme för service och underhåll.

I den teoretiska delen av arbetet tas upp allmänna saker om installationer samt krav och bestämmelser av installationer och installationsmaterial enligt elsäkerhetsföreskrifter.

I den praktiska delen tas upp steg för steg hur elplaneringen är gjord med tillhörande dimensioneringar av elmaterial. Elritningarna är gjorda i CADMATIC . Installationsmaterial som använts i projektet samt en kostnadskalkyl av dessa presenteras. Belysningsplanering presenteras samt reservation för plejd-installationer.

Målet med arbetet var att planeringen är gjord enligt bestämmelser, att planeringen är till hjälp under arbetet och att planeringen är gjord så att användaren är nöjd och uppfyller de uppställda behoven.

Språk: svenska
Nyckelord: elplanering, elinstallation, företagslokal

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä:	Tony Torsti
Koulutus ja paikkakunta:	Sähkö- ja automaatiotekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto:	Automaatiotekniikka
Ohjaaja:	Henrik Järveläinen

Nimike: Yritystilan sähkösuunnitelma

Päivämäärä: 12.5.2022 Sivumäärä: 30 Liitteet: 17

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on Sähköasennus Pohjanmaa. Tehtävänä oli tehdä yrityksen remontoidun toimitilan sähkösuunnitelma. Suunnitelman tarkoituksena oli helpottaa rakennusvaiheessa sähköasentajien ja muiden rakennusalan työntekijöiden asennustyötä ja että kaikki on tehtynä säännösten mukaan. Suunnitelmasta on myös hyötyä, jos sähköasennuksiin tai rakenteisiin on tehtävä muutoksia tai lisäyksiä. Yrityksen tilat on remontoitu siten, että yrityksellä on toimistoja, kokoustila, varastotilaa sekä tilaa huoltoon ja kunnossapitoon.

Teoreettisessa osassa käsitellään asennuksien yleisiä käytäntöjä sekä asennuksia ja asennusmateriaaleja koskevia vaatimuksia ja määräyksiä sähköturvallisuusmääräysten mukaisesti.

Käytännön osassa käydään läpi vaiheittain, miten sähkösuunnitelma on toteutettu sisältäen tarvittavat laskennalliset mitoitukset. Sähköpiirustukset on tehty CADMATIC-ohjelmalla. Tässä osassa esitetään myös komponentit ja kalusteet sekä kustannusarvio niistä. Valaistussuunnitelma esitetään sekä varaus mahdollista plejd-ohjausta varten.

Työn tavoitteena oli, että suunnittelu tehdään määräysten mukaisesti, että suunnittelusta on apua työn aikana ja että suunnittelu tehdään siten, että käyttäjät ovat tyytyväisiä ja lopputulos vastaa heidän tarpeitaan.

Kieli: ruotsi
Avainsanat: sähkösuunnittelu, sähköasennus, liiketila

BACHELOR'S THESIS

Author:	Tony Torsti
Degree Programme:	Electrical Engineering, Vaasa
Specialisation:	Automation Engineering
Supervisor:	Henrik Järveläinen

Title: Electrical Planning for Company Premises

Date: 12.5.2022 Number of pages: 30 Appendices: 17

Abstract

The assignment for this thesis has been made for Sähköasennus Pohjanmaa. The task was to do the electrical design for a company´s premises. The purpose of the design was to facilitate the installation work of electricians and other construction workers during the construction phase and ensure that everything is made by regulations and that there is something to start from if you need to make changes or extensions in the future. The premises have been renovated so that the company has offices, a meeting room, storage space and space for service and maintenance.

The theoretical part contains common installation practices and requirements and regulations for installations and installation materials according to the electrical safety regulations.

The practical part deals step by step with how the electrical plan has been implemented, including the necessary calculated dimensions. Electrical drawings are made in CADMATIC. This section also presents the components to be installed and a cost estimate of them. A luminaire plan will be presented as well as a reservation for a plejd system.

The aim of the work was that the design is done according to the regulations, that the design is helpful during the work and that the design is done in such a way that the users are satisfied and their needs are met.

Language: swedish
Key words: electrical design, installation, business premises

Innehållsförteckning

1 Inledning ... 1
1.1 Uppdrag ... 1
1.2 Uppdragsgivare ... 2
2 Elmaterial och installationer allmänt ... 2
2.1 Skyddsmetoder ... 2
2.1.1 Basskydd ... 2
2.1.2 Felskydd ... 2
2.1.3 Tilläggsskydd ... 3
2.1.4 Jordfelsbrytare ... 3
2.1.5 Överströmsskydd ... 4
2.2 Kapslingsklasser ... 5
2.3 Installationskablar ... 8
2.4 Skyddsklasser ... 10
2.5 Jordning ... 11
2.5.1 PEN ... 11
2.5.2 Potentialutjämning ... 11
2.6 Fördelningssystem ... 12
2.6.1 TN-system ... 12
2.6.2 TT-system ... 14
2.6.3 IT-system ... 14
2.7 Speciella krav ... 15
3 Elplanering ... 16
3.1 Planering av elpunkter ... 16
3.2 Dimensionering ... 17
3.3 Installationsmaterial ... 22
3.4 Plejd ... 24
4 Belysning ... 25
4.1 Nödbelysning ... 27
5 Resultat och diskussion ... 28
5.1 Resultat ... 28
5.2 Diskussion ... 28
6 Källförteckning ... 30

Bilageförteckning

Bilaga 1: Planritning

Bilaga 2: Centralschema

Bilaga 3: Positionsritning

Bilaga 4: Kabelritning

Bilaga 5: Kostnadskalkyl

Bilaga 6-17: Belysningsplanerin

1 Inledning

Detta examensarbete omfattar en elplanering av en företagslokal med ritningar samt regler och bestämmelser kring allmänna installationer, installationsmaterial och dess användning. Elplaneringen är en viktig del av arbetet före det påbörjas så allt sker på ett flitigt sätt med tanke på både installationsarbeten och själva byggandet. Elplaneringen underlättar elektrikern och de andra byggarna under byggtiden på många sätt. I många fall är elplaneringarna slarviga eller inte alls gjorda och detta brukar leda till att saker inte stämmer ens med hur beställaren ville ha det och man behöver göra saker på nytt eller planera om allting. Alla ritningar i arbetet har gjorts i CADMATIC. Utöver de allmänna regler och föreskrifter har även smarta Plejd-system och -belysningmöjligheter studerats i arbetet. Kostnadskalkyler och produkter är även med för att skapa en helhet för arbetet.

1.1 Uppdrag

Uppdraget för examensarbete var att göra en elplanering för en gammal företagslokal som delades in i tre delar och en av dem skulle renoveras om till en ny mindre företagslokal åt ett renoveringsföretag. Företaget var i behov av kontorsutrymme, hall, mötesrum och sociala utrymmen. Ritningarna och beräkningarna för planeringen var redan gjorda före skrivandet av arbetet började och renoveringen av lokalen var i gång. Ritningarna och belysningsplaneringen är preliminära och kommer troligen att få en del ändringar under arbetets gång då användaren får se att arbetet framskrider och möjligen vill ha tillägg eller ändringar.

Renoveringsobjektet ligger på Tegelbruksgatan 45 i Vasa. Lokalen är den gamla byggnaden där Kone Nygård förr hade sin verksamhet. I nuläget är lokalen indelad i tre delar och IA-renovation flyttar in i en av dessa.

1.2 Uppdragsgivare

Uppdragsgivaren för arbetet är Sähköasennus Pohjanmaa Oy som är beläget i Vasa. Företaget är grundat 2016 och har åtta anställda för tillfället. Företagets arbetsområde är främst Vasa och Österbotten men projekt utanför förekommer också. Företaget gör installationsarbeten från planering till utförande, installationer av övervakningssystem, upplysta reklamskyltar och andra reklam installationer, fastigheters och företags underhåll, elbils laddningsstationer och mer. Företaget hör till STUL, Luotettava kumppani och har AAA-kreditrating.

2 Elmaterial och installationer allmänt

I detta kapitel presenteras allmänna saker om elmaterial och installationer. För att utföra installationer på säkert och fungerande sätt bör man veta om allmänna saker om material och installationer. Brist på detta kan orsaka fara för människa eller apparat.

2.1 Skyddsmetoder

Skyddsmetoderna är indelade i tre huvuddelar, skydd mot direkt beröring, skydd mot indirekt beröring och tilläggsskydd som krävs i vissa installationer. I SFS 6000 nämns det att ”Skyddsmetoden måste bestå av en passande blandning av basskydd och felskydd eller tilläggsskydd som åstadkommer både basskydd och felskydd”. [1]

2.1.1 Basskydd

Basskyddet är ett skydd som förhindrar att man inte kommer i kontakt med spänningsförande delar då de är i normalt fungerande tillstånd. Som basskydd används olika typer såsom isolering, kapsling och avskärmning, med dessa tre uppnår man ett bra basskydd. Spänningsförande delar behöver vara bakom ett skydd minst IP2X-skydd. Om basskyddet behöver flyttas eller tagas bort vid reparation eller annan åtgärd får detta bara ske med hjälp av verktyg, spänningslöst tillstånd eller om det finns ett IP2X-skydd skydd som fortfarande skyddar spänningsförande delar. [1]

2.1.2 Felskydd

Felskyddet är ett skydd som ät till för att skydda om ett fel uppstår eller någon kommer i kontakt med en spänningsförande del. Beroende på om elapparaten har skyddsledare finns

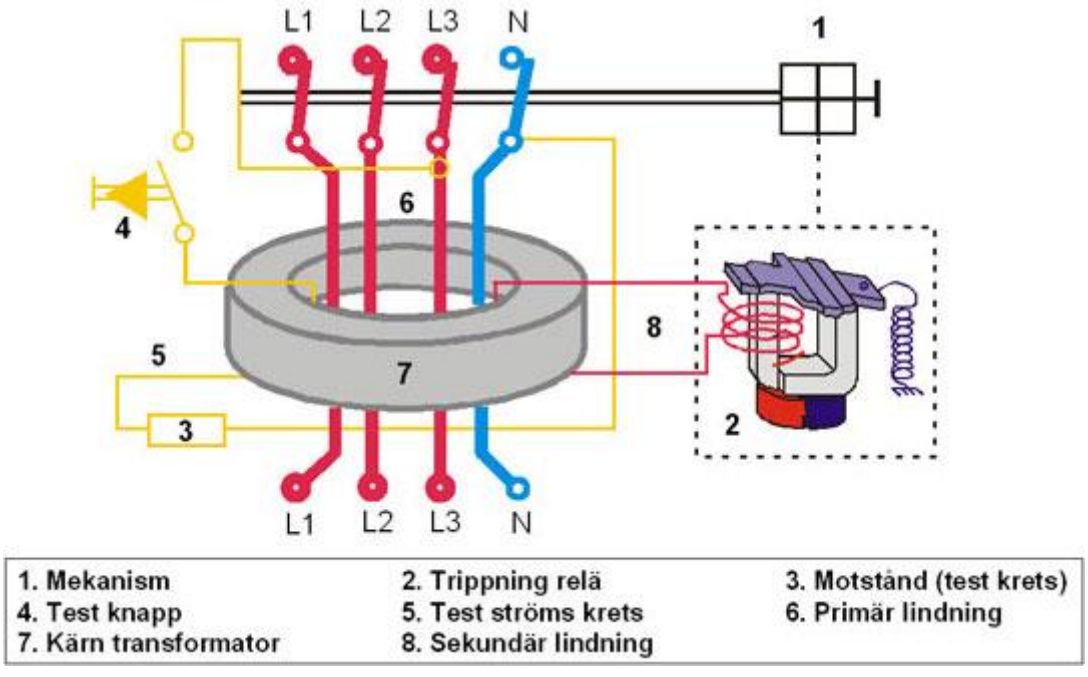
det några metoder att utföra skyddet. Automatisk frånkoppling används ofta om skydds ledare finns. Även andra skyddsanordningar kan användas som felskydd, till exempel jordfelsbrytare. [1]

2.1.3 Tilläggsskydd

Tilläggsskydd är ett skydd som skall skydda även om basskyddet och felskyddet av någon anledning inte fungerar. Jordfelsbrytaren och överspänningsskyddet är typer av tilläggsskydd. Felskyddet och basskyddet räcker inte alltid till och därför bör tilläggsskydd användas. [1]

2.1.4 Jordfelsbrytare

Jordfelsbrytare är ett skydd som är till för att skydda människor och apparater av felström. Jordfelsbrytaren mäter skillnader i strömmarna som kommer in och ut mellan fas och noll ledarna. Om beröring av ledarna eller ett fel uppstår och till exempel fas och jordledarna kortsluts är inte ut och in strömmarna mera lika stora och då bryter tripping relät inne i jordfelsbrytaren kretsen som syns i figur 1. Jordfelsbrytarens utlösningsström i vanliga installationer får vara högst 30 mA. Sedan 2012 har jordfelsbrytaren varit et måste i nya installationer av uttag i hushåll, då den tidigare bara behövdes för uttag utomhus och i våta utrymmen. [2]



Figur 1. Jordfelsbrytarens princip. [2]

2.1.5 Överströmsskydd

Med överströmsskydd skyddar man ledaren och omgivningen mot kortslutning, överström och överbelastning.

Med överström menar man en större ström än märkströmmen till exempel för en ledare dess belastningsström.

Överströmsskyddets mening är att bryta överbelastade kabeln från matningen före ledaren, isoleringen och omgivningen skadas. Som överströmsskydd använd oftast olika typer av säkringar.

Dvärgbrytare eller allmänt kallade automatsäkringar är de mest använda i nya installationer på grund av dess funktionalitet och storlek. Då en för stor ström går igenom en automatsäkring värms bimetallen och en brytmekanism bryter kretsen. Då bimetallen svalnat kan man sätta på säkringen på nytt utan att behöva byta ut själva säkringen. På grund av storleken av en automatsäkring kan man göra mera kompakta centraler. [1]

Proppsäkringar används numera mest för strömmar från 25 A uppåt som till exempel huvudsäkringar för egnahemshus. Före dvärgbrytare användes proppsäkringar i vanliga installationer. Då märkströmmen av en proppsäkring överskrids värms bimetalltråden så mycket att den går av och detta bryter kretsen. Då bimetallen är bruten är säkringen sönder och behöver bytas ut för återkoppling. [1]

Greppsäkringar används när man är i behov av att bryta stora strömmar ända upp till 1250 A. Greppsäkringar bör alltid installeras under ett lock och får utbytas bara med ett special handtag gjord för detta, på grund av att kontakterna kan vara spänningsförande vid byt tillfället. [1]

2.2 Kapslingsklasser

Kapslingsklasserna för elmaterial bestäms enligt hur skyddat materialet är mot föremål, vatten och damm. Det är viktigt att välja elmaterial med rätt kapslingsklass enligt användningsändamål, så apparaten fungerar rätt och är säker att använda. Beroende på utrymme finns det olika krav på kappslingsklasserna, till exempel i badrum och utomhus måste apparatens skydd mot vatten tas i beaktande. [1]

Kapslingsklasserna är betecknade internationellt som IP-klasser. Efter IP-beteckningen kommer två siffror. Den första siffran betecknar skydd mot främmande föremål och damm och beteckningssiffran väljs enligt tabell 1. Den andra siffran betecknar skydd mot fukt och vatten och beteckningssiffran väljs enligt tabell 2. Efter de första två siffrorna kan en bokstav märkas som betecknar skydd för farliga delar enligt tabell 3, och/eller en kompletterande bokstav som betecknar användning/typ enligt tabell 4. [1]

Tabell 1. Första beteckningssiffran.

Första beteckningssiffran	Skydd mot föremål och damm
0	inget skydd
1	Skydd mot föremål ≥ 50mm
2	Skydd mot föremål ≥ 12,5mm
3	Skydd mot föremål ≥ 2,5mm
4	Skydd mot föremål ≥ 1mm
5	Damskyddat
6	Damtätt

Tabell 2. Andra beteckningssiffran.

Andra beteckningssiffran	Skydd mot fukt och vatten
0	Inget skydd
1	Skydd mot droppande vatten (uppifrån)
2	Skydd mot droppande vatten (<15º)
3	Strillsäkert
4	Strilltätt
5	Spolsäkert
6	Spoltätt
7	Vattentätt (1m tryck)
8	Vattentätt (3m tryck)
9	Vattentätt högtryck

Tabell 3. Extra beteckning.

Extra beteckning	Skydd för farliga delar
A	Hand
B	Finger
C	Verktyg
D	Ledning

Tabell 4. Kompletterande bokstav.

Kompletterande bokstav	Användning/typ
H	Högspänning
M	Vattenskydd vid apparat igång
S	Vattenskydd vid apparat inte igång
W	Byggd till speciella väderförhållanden

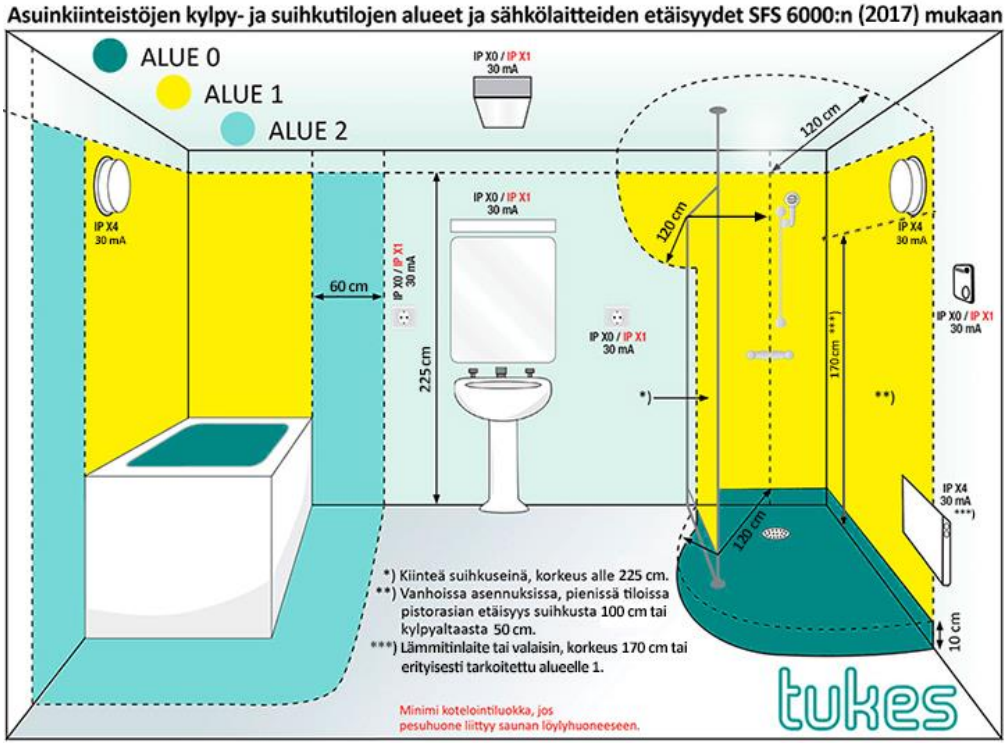
Vid installation av elapparater i våta och fuktiga utrymmen finns det en del saker som skall tas i beaktande vad det gäller installationssätt och material som skall installeras. Uttag som installerats i badrum efter 1997 måste vara skyddade med jordfelsbrytare och efter 2007 måste alla elapparater som kopplats till nätet vara skyddade med jordfelsbrytare. [3]

Som man ser i figur 2 är badrummet indelad i tre olika zoner. Dessa zoner har olika bestämmelser på hur och var elmaterial for installeras. Duschutrymmets begränsade installationsytor sträcker sig till 225 cm från marken och 120 cm från duschen. [3]

Uttag i badrum bör vara utanför dessa zoner och minst 120 cm från en fast vattenpunkt och minst 60cm från duschkaret. [3]

Belysningsarmatur får installeras i zon 1 men bör vara minst 170 cm från golvet och måste vara strilltätt dvs IP-betckningens andra beteckningssiffran bör vara minst 4. [3]

För andra fasta elapparater utanför dessa zoner och minst 120 cm från vattenpunkt har inte speciella krav av IP-klass men driftstillstånd bör tas i beaktande vid installation. [3]



Figur 2. Olika zoner I badrum. [3]

2.3 Installationskablar

Vid val av kabel är det viktigt att ta i beaktande dess användningsändamål. Utöver detta är det även viktigt att kabelns fysiska egenskaper uppfyller kraven gällande installationsplatsen, såsom brandskydd, halogenfrihet, EMC-skydd och UV-skydd. Kabeln behöver även tåla installationsplatsens yttre faktorer som värme, vatten och andra fasta ämnen, ämnen som orsakar korrosion och mekaniskt slitage. [4]

Standarderna ställer strikta krav på brandskydd. Utöver brandskydd är halogenfrihet en viktig sak, för halogenfria kablar utlöser inte farliga gaser då de brinner. Vi installation av kablar utomhus bör man ta i beaktande att de utsätts för solljus. I solljus gör UV-strålningen att kabelns isolation blir spröd och påverkar kabelns livslängd. [4]

Följande är exempel på användningen av bokstäverna i det nationella typbeteckningssystemet som används i Finland: [4]

A i början av typbeteckningen står för aluminiumledare och i övrigt aluminiummantel.

C står för koncentrisk ledare (vanligtvis koppartråd och bandbindning).

E står för fin ledartråd (MKEM).

H glödskärmad kabel.

J står för kabel, till exempel plastmantelkabel (plastmantlad tråd) MMJ eller ledare (MKJ = plastisolerad tvinnad ledare).

K är den tvinnade ledaren (MKEM) och kabelfästets tecken (AMKA).

L är trådformad ledares tecken (ML) .

M är plastisolerad ledares tecken (MCMK) och kabelplastmantel tecken (MCMK).

O anger att kabeln är tunn (MSO = flexibel gränssnittskabel) eller kontrollkabel (MMO).

P anger att det är en kabel som installeras på puts (MPLM).

S betecknar en flyttbar och flexibel kabel (MSK), kabel med silikongummiisolering och inomhusinstallationskabel (MHS).

U betecknar kabel som installeras utomhus (MU).

V är tecknet för vulkaniserat gummi (VSB).

X är symbolen för PEX-plastisolering.

Y indikerar trådens runda form. Till exempel MSOY = böjbar, tunn, rund, plastisolerad kabel.

Tilläggs märkningar:

LS står för låg rökbildning.

LSZH står för låg rökbildning och halogenfri kabel.

HF är halogenfri kabel.

FR står för brandsäker kabel.

2.4 Skyddsklasser

Alla elmaterial skyddas i normala förhållanden med isolering eller kapsling. Isoleringen bör vara av sådan typ att man inte kommer åt spänningsförande delar med finger dvs minst ip20. Skyddsklassen av elmaterial bestäms enligt hur skyddat produkten är om en möjlig elchock händer, dvs hur bra skyddet är mellan produkten och jord. [5]

Skyddsklass 0

Elmaterial som hör till skyddsklassen 0 har ingen jordning och har endast grundisolering runt ledningarna. Skyddsklass 0 uttag är runda och utan jordningsstift. [5]

Skyddsklass 1

Elmaterial som hör till skyddsklassen 1 har jordning. Elmaterialet har en grundisolering för ledarna och är kopplat till jord via jordade stiften i uttaget. Med jordningen får man en så kallad potentialutjämning dvs det blir inte spänningsskillnader mellan apparater som skulle kunna orsaka elchock. [5]

Skyddsklass 2

Elmaterial som hör till skyddsklassen 2 har jordning och har dubble grundisolering jämfört med skyddsklass 1. Stickproppen är gjuten och kan inte öppnas och har inga jordstift i stickproppen [5]

Skyddsklass 3

Elmaterial av skyddsklass 3 är till för material som använder klenspänning högst 50 v ac eller 120 vdc. Typiska spänningar är 12 v och 24 v. Spänningen fås från 230 till mindre med hjälp av transformator. Klass 3 kopplas oftast med speciell stickpropp till transformatorn. [5]

2.5 Jordning

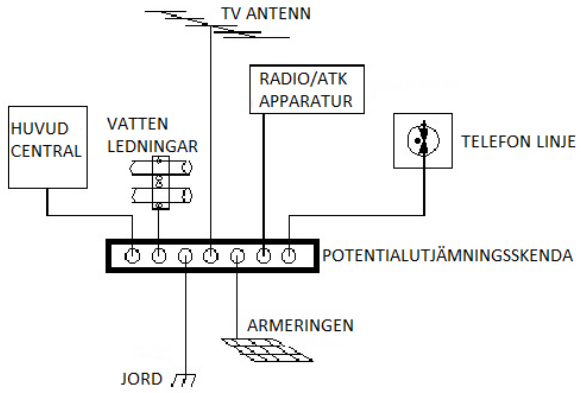
Jordningen är en viktig del av en elektrisk anläggning. Med jordning menar man en sammankoppling av elektriska delar som sedan kopplas till marken eller dvs jord. Sammankoppling av ledare och olika elmaterial till jord gör man för att åstadkomma samma potential. Jordningens uppgift ifall ett fel uppstår är att föra strömmen till jord eller via felskydd slå av matningen så att elchock förhindras. [6]

2.5.1 PEN

PEN ledaren är en inkommande ledare som är både skyddsledare och nolledare. Dvs har ingen skild skydds och nolledare. PEN ledare används oftast i TN-system. Om jordfelsbrytare används med TN-system måste jordningen och nolledaren skiljas åt med egna anslutningspunkter. Minsta tvärsnittsarean för PEN ledare är 10mm koppar och 16 mm aluminium. [6]

2.5.2 Potentialutjämning

Potentialutjämningen är till för att hindra potentialskillnader mellan föremål och jord. Detta betyder att man på samma vis som i figur 3 sammankopplar alla främmande ledande delar till jord som till exempel alla vattenledningar, ventilationsrör och maskiner samt andra större maskiner. Potentialutjämningen kopplas ihop med huvudjordningen. [6]



Figur 3. Principbild på jordningssystem. [7]

2.6 Fördelningssystem

Fördelningssystem är system som är till för eldistribution. Av vanliga trefasnät finns det en del olika typer av jordningssystem, TN-, TT-, och IT- system där TN- systemet är det som mest används i Finland. Dessa system har en del olikheter med tanke på hur systemet är jordat och till vilket ändamål systemet används. Den första bokstaven anger startpunktens jordning medan de följande anger slutpunktens sammankopplingar med jord. [8]

T=Jord I=Isolerad

N=Neutral C=Kombinerad

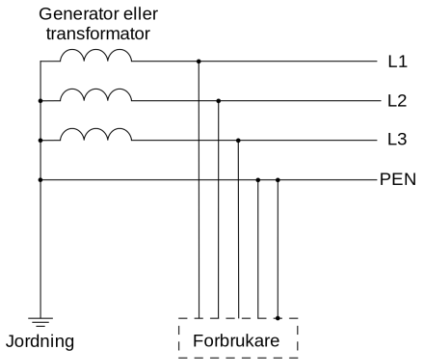
S=Separat

2.6.1 TN-system

TN systemen är indelade i tre olika underkategorier TN-C, TN-S och TN-C-S.

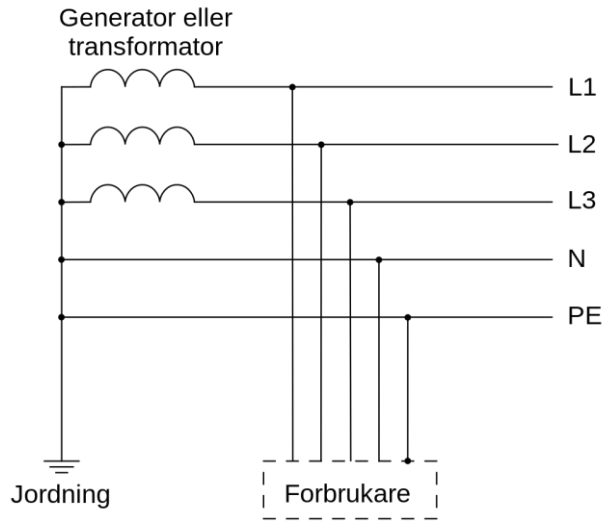
(T)Första bokstaven betyder att startpunkten har direkt koppling till jord. (N) Betyder att det går en eller två ledare till jord och utsatta delar i slutpunkten

TN-C-system som syns i figur 4 har en sammankopplad jord och noll ledare dvs PEN ledare. I Finland får TN-C-system användas där ledararean är minst 10mm koppar eller 16mm aluminium. I nuläge får TN-C-system bara användas vid själva anslutningen av fastigheten dvs vid vidare installationer behövs separata jord och noll ledare. [8]



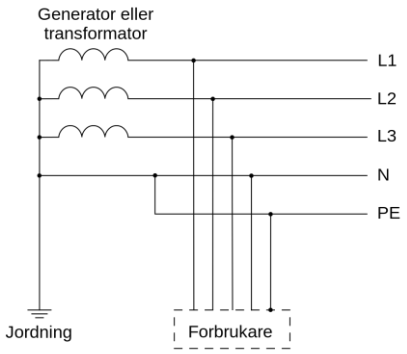
Figur 4. TN-C-system. [8]

TN-S som syns i figur 5 har skilda jord och noll ledare. Detta system används mest i nya installationer. Installation av jordfelsbrytare är möjlig på grund av skilda noll och PEN ledare. TN-S systemet är pålitligt och säkert fördelningssystem som passar småspänningssystem till både industri och fastigheter. [8]



Figur 5. TN-S-system. [8]

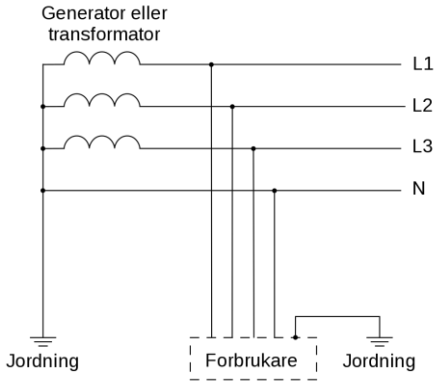
TN-C-S-system som syns i figur 6 är en kombination av TN-C och TN-S-system och har både en PEN ledare samt en skild noll ledare. Om inkommande PEN ledaren i ett TN-C-S-system av någon anledning går av leder det omedelbart till fara i jordade apparater. I sådant fall passerar fasströmmen via noll och PEN kopplingen till de jordade apparaters hölje. [8]



Figur 6. TN-C-S-system. [8]

2.6.2 TT-system

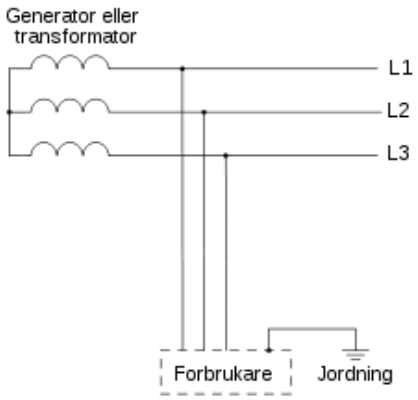
TT-systemet som syns i figur 7 är även jordat vid startpunkten. Skillnaden från TC-systemen så har TT-systemet egen jordelektron vid slutpunkten som sammankopplas med de utsatta delarna. Från ett TN-C-system kan man göra ett TT-system genom att koppla skyddsledaren till jordelektronen och inte inkommande ledaren. [8]



Figur 7. TT-system. [8]

2.6.3 IT-system

IT-systemet som syns i figur 8 är vanligt vis isolerat från jord vid startpunkten och har en egen jordelektron vid slutpunkten som sammankopplas med utsatta delarna. Även om IT-systemet är isolerat från jord kan man ha en sammankoppling med jord, men detta betyder att man behöver ha en impedans. Övervakningen av överspänningar och jordfel görs med resistans. Resistansens storlek mellan systemets mittpunkt och jord är beroende av bruksändamålet. [8]



Figur 8. IT-system. [8]

2.7 Speciella krav

I vissa installationer räcker det inte att man uppfyller de vanliga installationskraven utan även specialkrav måste uppfyllas. Här är några exempel på de vanligaste specialkrav som bör uppfyllas vid installationer.

Automatisk frånkoppling av matning på grund av fel följer standarden 411.3.2.3 dvs tiden för automatisk frånkoppling får vara högst 5 s. [9]

Om klass 0 uttag eller klass 1 ojordade uttag i utomhus eller våta utrymmen måste repareras bör de bytas ut till jordade uttag med passande kapslingsklass beroende på användning plats. [9]

Om det i köket finns ojordade uttag inom 3.25m från vattenkran eller till jord ledande arbetsbänk bör uttagen bytas ut till jordade med kappslingsklass passande användnings plats. [9]

I en elektrisk anslutning som är ansluten till ett tidigare byggt distributionsnät bör huvudsäkringarna dimensioneras efter den minsta enfasiga kortslutningsströmmen och automatiska frånkopplingen får vara högst 5 s. [9]

3 Elplanering

Elplaneringen av företagslokalen innehåller flera planeringssteg och beräkningar. I detta kapitel gås de genom steg för steg och förklaras hu de är gjorda. Hela utrymmets yta är ca 275 m² och renoveras om till kontor, hall, mötesrum och sociala utrymmen för ett renoveringsföretag. Elen i lokalen kommer mest att bestå av olika typer av uttag och belysning samt en ny gruppcentral. Värme och ventilation ingår inte för elen till dem kommer från själva fastigheten och huvudcentralen.

3.1 Planering av elpunkter

Planeringen av elpunkterna började med en skiss över hur lokalen skulle renoveras. I bilden blev insatta hur kontoren, mötesrum och sociala utrymmen ungefär skulle möbleras. Hallens hyllor och arbetsområde märktes ut och de andra utrymmen skissades. Efter skissen gick vi igenom med kunden hurudana elpunkter de kommer behöva och vart. Kontoren behövde uttag runtom som kommer i en kanal och ledpaneler som belysning. Kanalernas höjd behöver vara på 1m så uttagen är lätt att komma åt för kopplingar åt datorer och diverse apparater. I entrén kommer även ledpaneleran som belysning och en par uttag för till exempel kopieringsmaskin. I taket av entrén kommer även en videokanon så den behöver ett uttag och HDMI-koppling.

I hallen kommer Finlux batten-lysarmaturer och uttag för laddning/arbetsmaskiner samt 3fas uttag. Nya kabelhyllor bör installeras i hallen för enkel kabeldragning åt uttagen och för att lätta möjliga ändringar i fortsättningen. Mötes rummet kommer ha Airam-spotbelysning samt några uttag. Mötesrummets bakre vägg kommer ha ett litet kök som behöver 3fas till spis/ugn, uttag för kyl/frys, några uttag för kaffekokare och dylikt, samt belysning. Omklädningsrummet kommer ha Finlux batten-belysning samt uttag för städning. Omklädningsrummets Wc kommer ha Airam-spotbelysning samt uttag för tvättmaskin.

Kund-wc och tekniska utrymmet kommer ha Airam lumi 2-belysning och i tekniska utrymmet behövs även uttag för ATK-apparater. Till utsidan av lokalen behövs endast en matning till reklamskylt, för utelamporna kommer yttre vägen och hör till fasigheten. Nödutgångsbelysning bör installeras vid utgångarna och i mötesrummet och omklädningsrummet. En kostnadskalkyl av material som använts och allt arbete finns i bilagorna.

3.2 Dimensionering

Huvudsäkringar och matningskabeln till lokalen är det första som måste beräknas. Dessa beräkningar måste göras så man säkerställer sig att man har valt en tillräckligt stor kabel som klarar av belastningen och säkringarna enligt effektbehovet. Lokalen kommer inte att ha så stor förbrukning för det mesta är det bara kontorspersonal på plats. Till först bör vi veta ungefär hur mycket förbrukningen i lokalen kommer att vara.

Formeln för effektberäkning lyder enligt följande. [10]

Pmax = Px*(Phläm+Paläm+Plvv+Pkev+Phval+(Pkk*ah/1000))

Pmax = toppeffekt — Px = tilläggsfaktor för möjlig ökning (1.1)

Phläm =elbatterier (Tillhör ej) — Paläm = motorvärmare (6 kW)

Plvv = varmvatten (Tillhör ej) — Pkev = bastu (Tillhör ej)

Phval = Belysning (3 kW) — Pkk = apparater (6 kW)

Ah = yta (275 m²)

Effekterna för var och en är ungefärliga och eftersom en del av dessa inte förekommer i detta fall blir formeln följande:

Pmax=Px*(Paläm+(Phval+Pkk*Ah/1000)) (1)

$$Pmax = 1.1 \times \left(6\ kW + \left(3\ kW + \frac{6\ kW \times 275 m^2}{1000}\right)\right) = 11.715 kW \quad (2)$$

Då vi vet vår ungefärliga totaleffekt kan vi beräkna fasströmmarna.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times 400\ V \times cos\varphi}$$

$$\frac{11.715\ kW}{\sqrt{3} \times 400\ V \times 0.9} = 0{,}019\ kA \approx 19\ A$$

Om faserna belastas jämt blir fasströmmarna i detta fall 19 A. Från figur 9 väljer vi följande Säkringsstorlek som i detta fall blir 25 A så vi har rum för möjlig utökning i fortsättningen.

gG säkringens märkström	Minsta tillåtna belastningsförmåga (A)
6	8
10	13,5
16	18
20	22
25	28
32	35
35	39
40	44
50	55
63	70
80	88
100	110
125	138
160	177
200	221
250	276
315	348
400	441
500	552
630	695
800	883
1000	1103
1250	1379

Figur 9. Minsta belastningsfårmågan för gG-säkringar. [11]

Matningskabel till gruppcentralen räknar vi ut enligt huvudsäkringarna och hur mycket kabeln bör tåla. I detta fall då vi har huvudsäkringar 25 A bör belastningsförmågan vara minst 28 A. Från figur 10 väljer vi rätt installationssätt som i detta fall är på hyllan och att den har fem kablar på samma hylla, kolumn 2 och rad 5. Detta ger en korrektionsfaktor som blir 0,73.

Kohta	Sijoitus (kaapelit koskettavat toisiaan)	Piirien tai monijohdinkaapelien lukumäärä												Käytetään kuormitettavuustaulukon kanssa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Nipussa ilmassa, pinnalla, upotettuna tai kotelon sisällä	1,0	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	B.52.2. – B.52.13 Tavat A–F
2	Yhdessä kerroksessa seinällä, lattialla tai rei'ittämättömällä kaapelihyllyllä	1,0	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Ei korjauskertoimia useammalle kuin yhdeksälle piirille tai monijohdinkaapelille			B.52.2 – B.52.7 Tapa C
3	Yhdessä kerroksessa kiinnitettynä suoraan puisen alakaton pinnalle	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Yhdessä kerroksessa rei'itetyllä kaapelihyllyllä vaaka- tai pystysuunnassa	1,0	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				B.52.8 – B.52.13 Tavat E ja F
5	Yhdessä kerroksessa tikkailla, tuilla tai kiinnikkeillä jne.	1,0	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

HUOM. 1 Nämä kertoimet soveltuvat samanlaisille tai samalla tavalla kuormitetuille kaapeliryhmille.

HUOM. 2 Jos lähellä toisiaan olevien kaapelien vaakasuora etäisyys ylittää kaksi kertaa niiden kokonaishalkaisijan mitan, korjauskertoimia ei tarvitse soveltaa.

HUOM. 3 Samoja kertoimia sovelletaan:
– kahden tai kolmen yksijohdinkaapelin ryhmiin
– monijohdinkaapeleihin.

HUOM. 4 Jos järjestelmään kuuluu sekä kaksi- että kolmijohtimisia kaapeleita, kaapelien kokonaislukumäärä vastaa piirien lukumäärää ja vastaavasti sovelletaan kahden kuormitetun johtimen arvoja kaksijohdinkaapeleille ja kolmen kuormitetun johtimen arvoja kolmijohdinkaapeleille.

HUOM. 5 Jos ryhmä koostuu n kappaleesta yksijohdinkaapeleita, sitä voidaan käsitellä n/2 kahden kuormitetun johtimen piirinä tai n/3 kolmen kuormitetun johtimen piirinä.

HUOM. 6 Tässä annetut arvot ovat keskiarvoja erilaisten taulukkojen B.52.2 – B.52.7 mukaisten kaapelityyppien ja asennustapojen arvoista. Arvojen yleinen tarkkuus on ±5 %.

HUOM. 7 Joillekin asennuksille ja muille menetelmille, joihin yllä oleva taulukko ei ole tarkoitettu, voi olla tarpeen käyttää erityistapauksia varten laskettuja taulukkoja, ks. esim. taulukot B.52.20 ja B.52.21.

Figur 10. Korrektionsfaktorer för kablar. [12]

Ledningens belastningsförmåga måste vara minst 28 A. Men beroende på installationssätt måste en korrektionsfaktor tas i beaktande. Vi beräknar ut vad ledarens belastningsförmåga minst måste vara med korrektionsfaktor.

$$\frac{28\ A}{0.73} = 38.35\ A$$

Från figur 11 ser vi att med 6 mm² kabel räcker belastningsförmågan till enligt installationssättet i kolumn 3.

Johtimien nimellis-poikkipinta	Taulukon B.52.1 mukaiset asennustavat						
	Monijohdinkaapelit		Yksijohdinkaapelit				
	Kaksi kuormitettua johdinta	Kolme kuormitettua johdinta	Kaksi kuormitettua johdinta koskettavat toisiaan	Kolme kuormitettua johdinta kolmiossa	Kolme kuormitettua johdinta, tasossa		
					Koskettavat toisiaan	Erillään	
						Vaaka-tasossa	Pysty-tasossa
mm²	Tapa E	Tapa E	Tapa F	Tapa F	Tapa F	Tapa G	Tapa G
1	2	3	4	5	6	7	8
1,5	22	18,5	–	–	–	–	–
2,5	30	25	–	–	–	–	–
4	40	34	–	–	–	–	–
6	51	43	–	–	–	–	–
10	70	60	–	–	–	–	–
16	94	80	–	–	–	–	–
25	119	101	131	110	114	146	130
35	148	126	162	137	143	181	162
50	180	153	196	167	174	219	197
70	232	196	251	216	225	281	254
95	282	238	304	264	275	341	311
120	328	276	352	308	321	396	362
150	379	319	406	356	372	456	419
185	434	364	463	409	427	521	480
240	514	430	546	485	507	615	569
300	593	497	629	561	587	709	659
400	–	–	754	656	689	852	795
500	–	–	868	749	789	982	920
630	–	–	1005	855	905	1138	1070

HUOM. 1 Johtimien oletetaan olevan pyöreitä poikkipintaan 16 mm² saakka. Suuremmilla poikkipinnoilla arvot viittaavat muun muotoisiin johtimiin ja niitä voi turvallisesti käyttää pyöreisiin johtimiin.
HUOM. 2 D_e on kaapelin ulkohalkaisija.

Figur 11. Belastningsförmåga i ampere. [12]

Kortslutningsströmmen i huvudcentralen är mätt till 933 A och enligt det beräknas kortslutningsströmmen för gruppcentralen. Impedansen blir uträknad till 0,235 Ω. Till beräkning av impedansen för matande kabeln bör vi veta matande kabelns impedans per meter. Denna information hittar vi i figur 12. Då vi vet impedanserna kan den slutliga kortslutningsströmmen beräknas.

Ik= 933 A

$$Zv = \frac{0.95 \times 400\ V}{\sqrt{3} \times 933} = 0.235\ \Omega$$

$$Zv1 = Zv + 2 \times \frac{3.66\ \Omega}{km} \times 0.05\ km = 0.601\ \ \Omega$$

$$Ik1 = \frac{0.95 \times 400}{\sqrt{3} \times 0.601} = 365.047\ \text{A}$$

Från figur 13 ser vi att kortslutningsströmmen räcker bra till med de valda huvudsäkringarna.

Johtimien poikkipinta A/mm²	Kupari			Alumiini		
	Resistanssi r	Reaktanssi x	Impedanssi z	Resistanssi r	Reaktanssi x	Impedanssi z
4 x 1,5	14,620	0,115	14,620			
4 x 2,5	8,770	0,110	8,770			
4 x 4	5,480	0,107	5,480			
4 x 6	3,660	0,100	3,660			
4 x 10	2,244	0,094	2,246			
4 x 16	1,415	0,090	1,418	2,324	0,090	2,326
4 x 25	0,898	0,086	0,902	1,4889	0,086	1,492
4 x 35	0,652	0,083	0,657	1,086	0,083	1,089
4 x 50	0,482	0,083	0,489	0,796	0,083	0,800
4 x 70	0,336	0,082	0,346	0,551	0,082	0,577
4 x 95	0,244	0,082	0,257	0,398	0,082	0,406
4 x 120	0,195	0,080	0,211	0,316	0,080	0,326
4 x 150	0,155	0,080	0,174	0,258	0,080	0,270
4 x 185	0,125	0,080	0,148	0,207	0,080	0,222
4 x 240	0,095	0,079	0,124	0,162	0,079	0,180
4 x 300	0,078	0,079	0,111	0,133	0,079	0,155

Figur 12. Kablarnas impedanser. [13]

Pienimmät toimintavirrat gG-sulakkeille ja vaaditut mitatut arvot				
Nimellisvirta A	gG-sulake 0,4 s A	Vaadittu mitattu arvo A	gG-sulake 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A
2	16	20	9	11,3
4	32	40	18	22,5
6	46,5	58,2	28	35
10	82	102,5	46,5	58,2
16	110	137,5	65	81,3
20	145	181,3	85	106,3
25	180	225	110	137,5
32	270	337,5	150	187,5
35			165	206,3
40	315	393,8	190	237,5
50	470	587,5	250	312,5
63	550	687,5	320	400
80			425	531,3
100			580	725
125			715	893,8
160			950	1187,5
200			1250	1562,5
250			1650	2062,5
315			2200	2750
400			2840	3550
500			3800	4750
630			5100	6375

Figur 13. gG-säkringars minsta kortslutningsströmmar. [13]

3.3 Installationsmaterial

Installationsmaterial som kommer användas till detta projekt kommer från flera tillverkare. En mera detaljerad produktlista finns i kostnadskalkylen som är med i bilagorna.

Lamporna till hallen kommer vara enligt figur 14 och lamporna till kontoren enligt figur 15 och de kommer båda från Finlux.

Figur 14. Finlux batten. [14] *Figur 15. Finlux led panel. [15]*

Spotbelysningen till mötesrummet/wc och tekniska utrymmet kommer att ha produkter som syns i figurerna 16 och 17 och de kommer från Airam.

Figur 16. Airam Compact. [16] *Figur 17. Airam lumi 2. [16]*

Brytarna och största delen av uttagen kommer vara av Schneider enligt figurerna 17 och 18.

Figur 18. Schneider Exxact Vino. [16] *Figur 19. Schneider Exxact 6/1. [16]*

Kablarna som kommer användas är Rekas mmj-kablar som syns i figur 20.

Figur 20. Mmj-kabel. [16]

Centralen kommer byggas ihop med Hagers delar dylikt som figur 21.

Figur 21. Hagers central. [16]

Kabelkanalerna kommer att vara OBO enligt figur 22.

Figur 22. Obo-kabelkanal. [16]

3.4 Plejd

Plejd är en tillverkare som har olika lösningar till smartbelysning. Plejds styrenheter kan styras med fysiska knappar eller trådlöst med Bluetooth via en app. Styrenheten tar emot en fysisk signal av knapptryck eller trådlös signal via mobilapplikationen och styr utgångarna enligt hur de är inställda. På grund av dess storlek kan dessa enheter även installeras i vanliga apparatdosor bakom till exempel en brytare. Förutom styrning av kretsar har plejd även timerfunktioner som möjliggör till exempel veckoprogram för belysningsstyrning. De vanligaste produkterna som används är DIM-01 som syns i figur 23 och REL-02 som syns i figur 24. DIM-01 är en dosdimmer som möjliggör trådlös dimming av lampor. REL-02 är ett kronrelä som har två utgångar och kan bryta laster upp till 16A. [17]

I detta projekt är belysningen uppbyggd på sådant sätt att det finns reservation för dessa styrenheter. Om kunden vill ha lamporna i hallen att styras trådlöst kan en REL-02 kronrelä lätt installeras.

DIM-01

Figur 23. Dim-01. [17]

REL-02

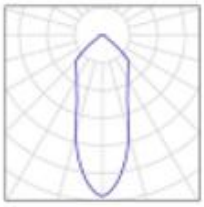
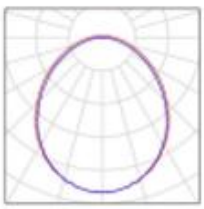
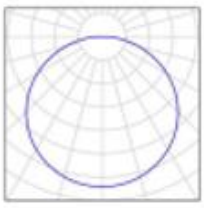
Figur 24. Rel-02. [17]

4 Belysning

Dialux är ett belysningsplanering program som är kostnadsfritt. Med Dialux kan man planera, beräkna och visualisera in och utebelysning från hela byggnader och små rum till parkeringshallar och vägbelysning. Innehåller riktiga belysningsprodukter för detaljerad visualisering. [18]

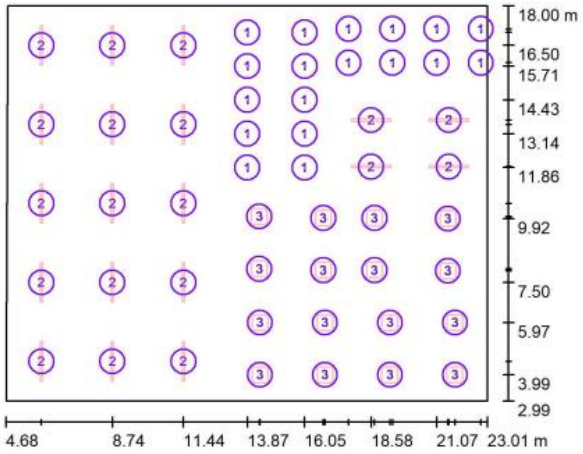
Belysningen till fastigheten är gjord enligt hur beställaren villa ha det. Här presenteras med hjälp av Dialux 4.13 hur belysningen ungefär kommer att se ut. I figur 25 är information om belysningsarmaturerna som kommer att användas med en massa information om själva armaturerna och hur ljuset kommer ut.

IA-Renovation / Luettelo valaisimista

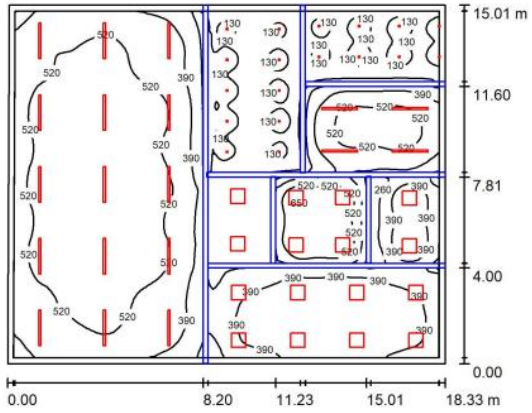
18 Kappale	Airam Electric Oy 4107625 4107625 Compact Tilt IP44 5W/830 36D DIM WH Tavaranumero: 4107625 Valovirta (Valaisin): 403 lm Valovirta (Lamput): 394 lm Valaisimien teho: 4.4 W Valaisinten luokittelu CIE: 100 Elektroniikkakomponenttien valovirtakoodi: 72 94 98 100 102 Varustus: 1 x 3000K (Korjaustekijä 1.000).	Löydät valaisimen kuvan valaisinluettelosta.	
19 Kappale	Finlux Pro Finlux Pro Batten 150cm 47W 6300lm Tavaranumero: Valovirta (Valaisin): 6300 lm Valovirta (Lamput): 6300 lm Valaisimien teho: 47.0 W Valaisinten luokittelu CIE: 97 Elektroniikkakomponenttien valovirtakoodi: 49 79 94 97 100 Varustus: 1 x - (Korjaustekijä 1.000).	Löydät valaisimen kuvan valaisinluettelosta.	
16 Kappale	Finlux Pro 60x60 33W Finlux Pro 60x60 33W Tavaranumero: Valovirta (Valaisin): 4172 lm Valovirta (Lamput): 4172 lm Valaisimien teho: 33.0 W Valaisinten luokittelu CIE: 100 Elektroniikkakomponenttien valovirtakoodi: 44 76 94 100 100 Varustus: 1 x LED (Korjaustekijä 1.000).	Löydät valaisimen kuvan valaisinluettelosta.	

Figur 25.Belysningslista.

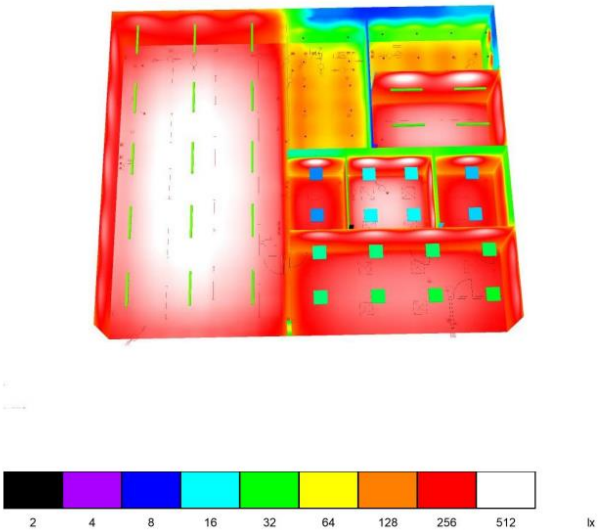
I figur 26 presenteras hur de olika armaturerna placeras i lokalen. Som man ser på bilderna i figurerna 27 och 28 är inte ljusstyrkan av de fasta belysningsarmaturerna tillräcklig i alla utrymmen. I hallen är belysningen bäst på grund av att man ska kunna utföra service och underhåll. De andra utrymmen som kontoren och mötesrummet kommer att ha tilläggsbelysning för att nå tillräcklig ljusstarka.



Figur 26. Armaturplacering.



Figur 27. Ljusstyrka.



Figur 28. Ljusstyrka- färg.

4.1 Nödbelysning

Nödbelysningen är till för att man alltid har en riktning till närmaste utgång om till exempel en brand skulle ske. Alla utgångar i en fastighet måste ha en kontinuerligt upplyst skylt. Om det inte finne en direkt siktlinje till utgångsdörren måste en rikt skyllt installeras så personen som skall ut alltid har en riktning mot utgången. Nödbelysningen måste uppfylla SFS-EN 1838 standarden vad det gäller färgen och kontrasten på skylten. Synligheten är nödbelysningens viktigaste egenskap. [19]

Om spänningen till nödbelysningen bryts av någon anledning måste den ändå lysa i minst en timme. Detta utförs oftast med batterier i nödbelysningscentralen eller med batteri i själva nödbelysningsarmaturen. [19]

I detta projekt är 4 nödbelysarmaturer installerade. Vid båda utgångarna och i mötesrummet samt sociala utrymmet. Dessa nödbelysningsarmaturer som syns i figur 29 har batteri i sig som reservkälla.

Figur 29. Teknoware nödbelysning. [16]

5 Resultat och diskussion

I det sista kapitlet kommer resultatet av arbetet presenteras och hur det lyckades. I en diskussions-del tas även upp vad jag själv tyck och tänkt under arbetets gång och vad jag hade mest problem med.

5.1 Resultat

Resultatet av detta examensarbetes elplanering fungerar som hjälp under byggnadstiden och som grund till möjliga ändringar. Planeringen är på så vis preliminär att ändringar under byggnadstiden kommer med stor sannolikhet förekomma, efter att kunden vill ha ändringar eller att det under byggnadstiden kommer fram smartare lösningar. Ritningarna är gjorda i CADMATIC så ändringar är lätt att göra då arbetet är färdigt och slutgiltiga ritningar bör göras. Ritningarna av fastighetens elpunkter gjordes i ett tidigt skede så byggnadsarbetet kunde påbörjas redan en viss tid före hela planeringen var färdig. Även utökningsmöjligheter med plejd styrenheter har tagits i beaktande. Fastigheten innehåller en ny central som matar hela ombyggda företagslokalens elpunkter.

5.2 Diskussion

Att arbeta med detta projekt har varigt utmanande men samtidigt mycket lärorikt. Då jag började planera arbetet hade jag bara grundkunskaper i ritningsprogrammet och hur olika dimensioneringar bör göras. Med stöd från arbetsgivaren fick jag snabbt tag i ritningsprogrammet och dess egenskaper och fick gjort preliminära ritningar över fastigheten. Själva planeringen började redan på hösten då lokalen skulle om renoveras i slutet av året. Vi gick igenom med kunden hur han ville ha elpunkterna och preliminära ritningar blev gjorda då så byggnadsarbetet kunde påbörjas. Skrivandet av arbetet började först då byggnadsarbetet redan var i gång och dimensioneringarna var slutförda.

Belysningsplaneringsprogrammet Dialux var något helt nytt för mig. Från arbetsgivarens sida fick jag skolning och hjälp med hur programmet funktionerar och hur det skall användas för att få en lyckad planering av belysningen. Saker jag redan var väl bekant med var att göra kostnadskalkyler av material och arbete, för det har jag arbetat med tidigare i olika projekt.

Den teoretiska delen om installationer och material bygger i stora drag på de olika SFS standarderna och andra föreskrifter om vad man bör tänka på för att göra säkra installationer.

Under arbetet fick jag bra handledning från företagets sida och hjälp med de olika programmen och själva utförandet av arbetet. I slutändan fick jag även bra handledning av Henrik Järveläinen som var min handledare från skolan och han hjälpte till så arbetet blev till en bra helhet.

I sin helhet var arbetet intressant att göra och elplaneringen lyckades bra.

6 Källförteckning

[1] Sesko, ” Sähköturvallisuus,” i *SFS 600-2*, SFS, 2012.

[2] Voltium, ”Jordfelsbrytare,” [Online]. Available: https://www.voltimum.se/articles/jordfelsbrytare.

[3] Tukes, ”tukes.fi,” [Online]. Available: https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi/sahkoasennusten-tekniset-vaatimukset/kylpy-ja-suihkutilojen-sahkoasennukset#fceb38bc.

[4] ”Sähkötekniikan perusteet,” [Online]. Available: https://docplayer.fi/13017955-6-sahkoasennustekniikan-perusteet.html.

[5] Stek, ”Suojausperiaatteet ja suojausluokat,” [Online]. Available: https://stek.fi/sahkoasennuksen-suojausperiaatteet/sahkolaitteiden-suojausluokat/.

[6] Sesko, ”Pienjännitesähköasennukset,” i *SFS 600-1-1*, SFS, 2017.

[7] Sähköinfo, Antennijärjestelmät, ST-käsikirja 12, 2021.

[8] Jordningssystem, ”Wikipedia,” [Online]. Available: https://sv.wikipedia.org/wiki/Jordningssystem.

[9] ”Erikoistilojen ja täydentävät vaatimukset,” i *SFS 600-1-2*, SFS, 2017.

[10] Sähköinfo, ”Pääsulakkeiden mitoitus,” [Online]. Available: https://severi.sahkoinfo.fi/item/420?search=paasulake%20mitoitus.

[11] Sähköinfo, ”Toimintavirrat johdonsuojakatkaisijoille,” [Online]. Available: https://severi.sahkoinfo.fi/item/2337?search=toimintavirrat%20johdonsuoja katkaisijoille.

[12] Sähköinfo, ”ST-käsikirja 30,” 2019. [Online]. Available: https://severi.sahkoinfo.fi/item/2337?search=sahkoteknisia%20taulukoita.

[13] Sesko, ”D1-2017,” Sähköinfo, 2017.

[14] ”Battpower,” [Online]. Available: battpower.fi.

[15] ”lamppuexpress,” [Online]. Available: lampppuexpress.com.

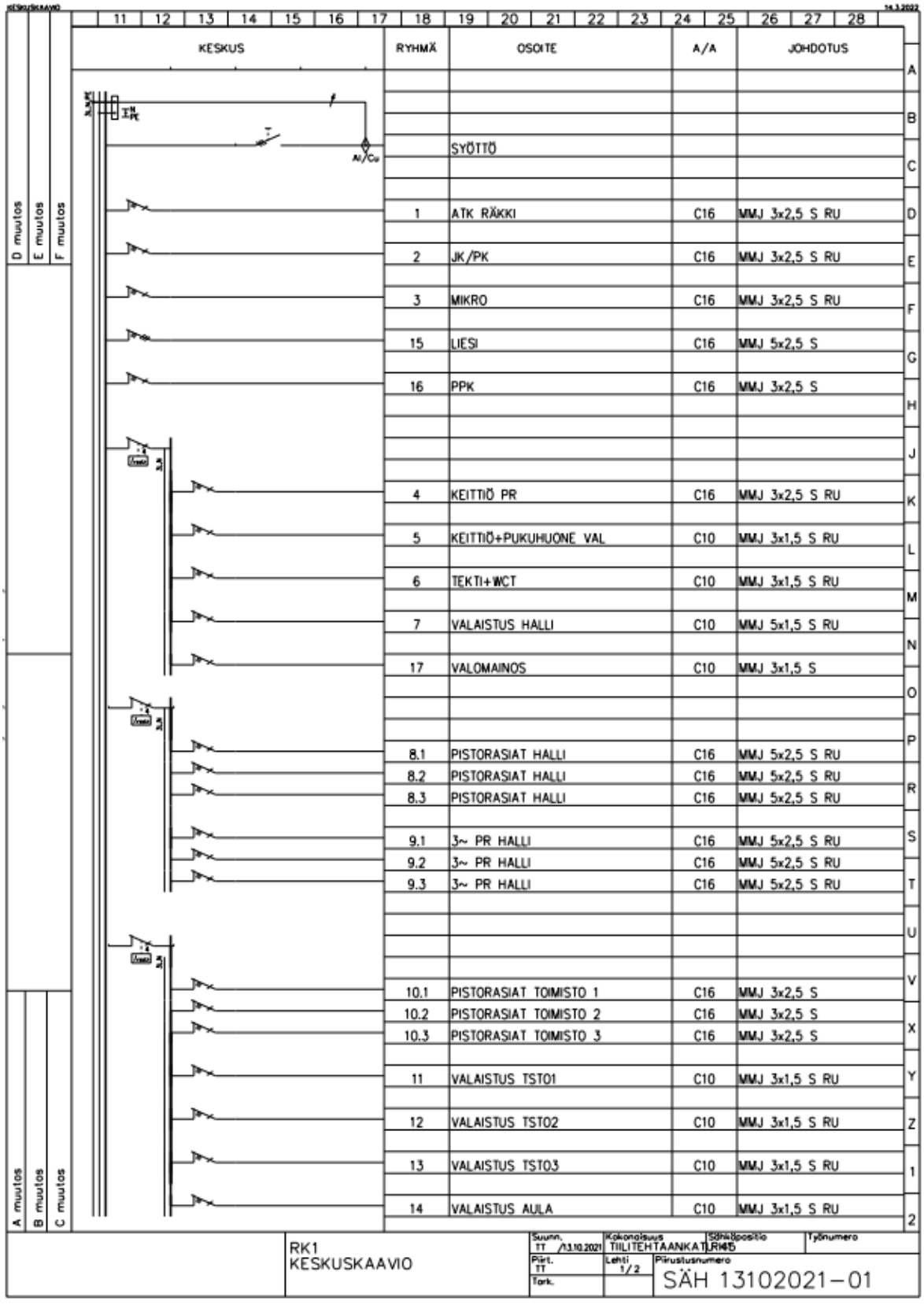
[16] Onninen, ”onninen.fi,” 2022. [Online]. Available: https://www.onninen.fi/.

[17] Plejd, ”Plejd,” [Online]. Available: https://www.plejd.com/fi-fi.

[18] Dialux, ”dialux.com,” [Online]. Available: https://www.dialux.com/en-GB/.

[19] Teknoware, ”Turvavalaistuksen vaatimukset,” [Online]. Available: https://www.teknoware.com/sites/default/files/Emergency-Downloads/teknoware_turvavalaistuksen_vaatimukset_2017_rev0.pdf.

Free SD export floorplanner



RYHMÄ	OSOITE	A/A	JOHDOTUS
	SYÖTTÖ		
1	ATK RÄKKI	C16	MMJ 3x2,5 S RU
2	JK/PK	C16	MMJ 3x2,5 S RU
3	MIKRO	C16	MMJ 3x2,5 S RU
15	LIESI	C16	MMJ 5x2,5 S
16	PPK	C16	MMJ 3x2,5 S
4	KEITTIÖ PR	C16	MMJ 3x2,5 S RU
5	KEITTIÖ+PUKUHUONE VAL	C10	MMJ 3x1,5 S RU
6	TEKTI+WC T	C10	MMJ 3x1,5 S RU
7	VALAISTUS HALLI	C10	MMJ 5x1,5 S RU
17	VALOMAINOS	C10	MMJ 3x1,5 S
8.1	PISTORASIAT HALLI	C16	MMJ 5x2,5 S RU
8.2	PISTORASIAT HALLI	C16	MMJ 5x2,5 S RU
8.3	PISTORASIAT HALLI	C16	MMJ 5x2,5 S RU
9.1	3~ PR HALLI	C16	MMJ 5x2,5 S RU
9.2	3~ PR HALLI	C16	MMJ 5x2,5 S RU
9.3	3~ PR HALLI	C16	MMJ 5x2,5 S RU
10.1	PISTORASIAT TOIMISTO 1	C16	MMJ 3x2,5 S
10.2	PISTORASIAT TOIMISTO 2	C16	MMJ 3x2,5 S
10.3	PISTORASIAT TOIMISTO 3	C16	MMJ 3x2,5 S
11	VALAISTUS TST01	C10	MMJ 3x1,5 S RU
12	VALAISTUS TST02	C10	MMJ 3x1,5 S RU
13	VALAISTUS TST03	C10	MMJ 3x1,5 S RU
14	VALAISTUS AULA	C10	MMJ 3x1,5 S RU

RK1
KESKUSKAAVIO

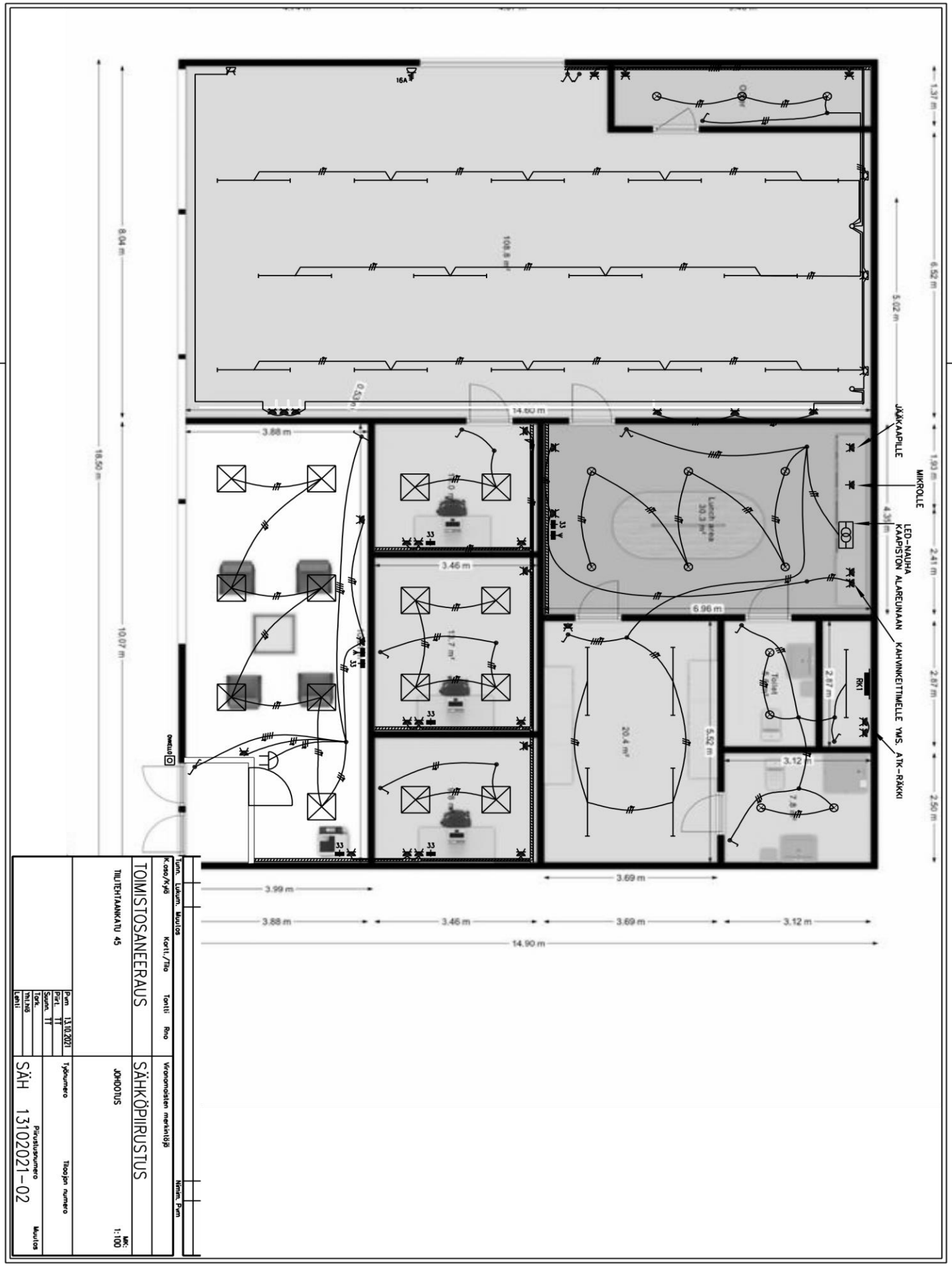
Suunn. TT /13.10.2021 | Kokonaisuus TIILITEHTAANKATU R145 | Sähköpositio | Työnumero
Piirt. TT | Lehti 1/2 | Piirustusnumero SÄH 13102021–01
Tark.

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla



Tunn.	Lukum.	Muutos	Kort./Tila	Tont./	Rno	Viranomaisten merkintöjä	Nimim. Pvm
K.oso/Ark/	TOIMISTOSANEERAUS						
TILITEHTAANKATU 45							
Pvm 13.10.2021							
Piirt. TT							
Suunn. TT							
Tark.							
YHLÄNS							
Lenti							

SÄHKÖPIIRUSTUS			
JOHDOTUS			MK: 1:100
Työnumero		Tilaajan numero	
Piirustusnumero			Muutos
SÄH 13102021-02			

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Kostnadskalkyl					
IA-Renovation			Pris st	Mängd	Pris
Antenn system	ANTENNDOSA LARS 3.1	Laatuantenni	2,49 €	2	4,98 €
Centrumplatta	CENTRUMPLATTA R+TV+SAT	Exxact	2,24 €	2	4,48 €
Dosa	KOPPLINGSDOSA LÖSSTUTS AU 19	ABB	1,60 €	11	17,60 €
Dosa	KOPPLINGSDOSA AP 9	ABB	0,98 €	2	1,96 €
Dosa	APPARATDOSA AU 3.2	ABB	0,98 €	1	0,98 €
Dragavlastare	DRAGAVLASTNING AS12	ABB	0,32 €	50	16,00 €
Brytare	BRYTARE 5	Exxact	4,96 €	2	9,92 €
Brytare	BRYTARE 6	Exxact	3,61 €	11	39,71 €
Dörrklocka	DÖRRKLOCKA TRÅDLÖS	Opal	12,55 €	1	12,55 €
Uttag	UTTAG 1S	Exxact	5,63 €	1	5,63 €
Uttag	VÄGGUTTAG UTANPÅLIGGANDE SNABB 2-VÄGS	Exxact	6,32 €	4	25,28 €
Uttag	DIAGONALUTTAG 2-VÄGS JORD	Exxact	7,57 €	33	249,81 €
Uttag	VÄGGUTTAG CUED 16A, 3FAS	ABB	9,69 €	1	9,69 €
Ram	RAM 2-FACK COMBI	Exxact	1,90 €	8	15,20 €
Ram	RAM 1-FACK COMBI	Exxact	1,18 €	30	35,40 €
Belysningssystem	FINLUX PRO 60x60 33W	Finlux	25,00 €	15	375,00 €
Ram	FINLUX 60x60 RAM	Finlux	9,00 €	15	135,00 €
Belysningssystem	FINLUx PRO BATTEN	Finlux	24,00 €	19	456,00 €
Belysningssystem	PLAFOND LUMI II	Airam	49,50 €	1	49,50 €
Belysningssystem	AIRAM COMPACT 5W/830	Airam	19,63 €	13	255,19 €
Atk system	DATAUTTAG KEYSTONE	Exxact	4,65 €	6	27,90 €
Kontaktdon	KONTAKTDON-CAT6	Exxact	2,00 €	12	24,00 €
kabel	MMJ 5x6	Reka	4,63 €	50	231,50 €
Kabel	MMJ 3x1,5 S	Reka	0,68 €	250,8	170,54 €
Kabel	MMJ 3x2,5 S	Reka	1,05 €	110	115,50 €
Kabel	MMJ 5x1,5 S	Reka	1,14 €	44,2	50,39 €
Kabel	MMJ 5x2,5 S	Reka	1,80 €	49,8	89,64 €
ATK kabel	DATAKABEL-HF CAT6	Onnline	0,86 €	30	25,80 €
Antenn kabel	ANTENNKABEL ONNLINE	Onnline	0,43 €	25	10,75 €
Kanal	INSTALLATIONSKANAL GK-70110R	OBO	9,18 €	33,1	303,86 €
Kanaldosor	APPARATDOSA 1-FACK	OBO	2,15 €	26	55,90 €
Väggfesten	INVÄNDIG VÄGGKONSOL RVK-200M		4,41 €	10	44,10 €
Kabelhyllor	KABELRÄNNA KRA-200M	Meka	3,36 €	12,82	43,08 €
Gruppcentral:					
	MODULKAPSLING YTMONTAGE GD413J	Hager	32,15 €	1	32,15 €
	AUTOMATSÄKRING MCN116E	Hager	3,55 €	16	56,80 €
	AUTOMATSÄKRING MCN110E	Hager	3,55 €	10	35,50 €
	JORDFELSBRYTARE CDA425K	Hager	36,46 €	3	109,38 €
	HUVUDBRYTARE 40A 3 POL	Hager	11,07 €	1	11,07 €
	FASSKENA 3-FAS 10KV12MOD	Hager	5,99 €	4	23,96 €
	N-7 NOLL PLINT KM07N	Hager	2,72 €	3	8,16 €
Radremsor	TOPPKONTAKT 2273-205	Wago	15,16 €	2	30,32 €
	TOPPKONTAKT 2273-203	Wago	10,64 €	2	21,28 €
Nödutgångs belys	EXITARMATUR TWT9092WM	Teknoware	106,80 €	4	427,20 €
			Inköpspris moms 0%		3 668,66 €
			Försäljning moms 24%		5 502,98 €
Arbete			42,00 €	100	4 200,00 €
			Arbete moms 0%		4 200,00 €
			Arbete moms 24%		5 525,00 €
			Totalpris moms 0%		7 868,66 €
			Totalpris moms 24%		11 027,98 €

IA-Renovation

Yhteyshenkilö:
Tilausnumero:
Toiminimi:
Asiakasnumero:

Päivämäärä: 03.12.2021
Tekijä: Tony Torsti

IA-Renovation

03.12.2021

Tekijä Tony Torsti
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

Sisällysluettelo

IA-Renovation
Projektin etusivu 1
Sisällysluettelo 2
Luettelo valaisimista 3
Airam Electric Oy 4107625 4107625 Compact Tilt IP44 5W/830 36D DIM WH
Valaisintietoarkki 4
Finlux Pro 60x60 33W Finlux Pro 60x60 33W
Valaisintietoarkki 5
Finlux Pro Finlux Pro Batten 150cm 47W 6300lm
Valaisintietoarkki 6
Tila 1
Yhteenveto 7
Luettelo valaisimista 8
Valaisimet (pohjakuva) 9
Valaistustekniset tulokset 10
Kolmiulotteinen kuvanmuodostus 11
Vääräväri-kuvanmuodostus 12

IA-Renovation

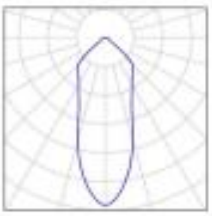
03.12.2021

Tekijä Tony Torsti
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

IA-Renovation / Luettelo valaisimista

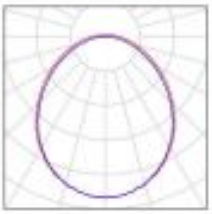
18 Kappale Airam Electric Oy 4107625 4107625 Compact Tilt IP44 5W/830 36D DIM WH
Tavaranumero: 4107625
Valovirta (Valaisin): 403 lm
Valovirta (Lamput): 394 lm
Valaisimien teho: 4.4 W
Valaisinten luokittelu CIE: 100
Elektroniikkakomponenttien valovirtakoodi: 72 94 98 100 102
Varustus: 1 x 3000K (Korjaustekijä 1.000).

Löydät valaisimen kuvan valaisinluettelosta.



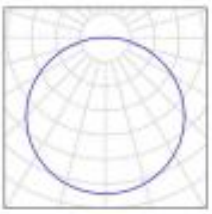
19 Kappale Finlux Pro Finlux Pro Batten 150cm 47W 6300lm
Tavaranumero:
Valovirta (Valaisin): 6300 lm
Valovirta (Lamput): 6300 lm
Valaisimien teho: 47.0 W
Valaisinten luokittelu CIE: 97
Elektroniikkakomponenttien valovirtakoodi: 49 79 94 97 100
Varustus: 1 x - (Korjaustekijä 1.000).

Löydät valaisimen kuvan valaisinluettelosta.



16 Kappale Finlux Pro 60x60 33W Finlux Pro 60x60 33W
Tavaranumero:
Valovirta (Valaisin): 4172 lm
Valovirta (Lamput): 4172 lm
Valaisimien teho: 33.0 W
Valaisinten luokittelu CIE: 100
Elektroniikkakomponenttien valovirtakoodi: 44 76 94 100 100
Varustus: 1 x LED (Korjaustekijä 1.000).

Löydät valaisimen kuvan valaisinluettelosta.



IA-Renovation

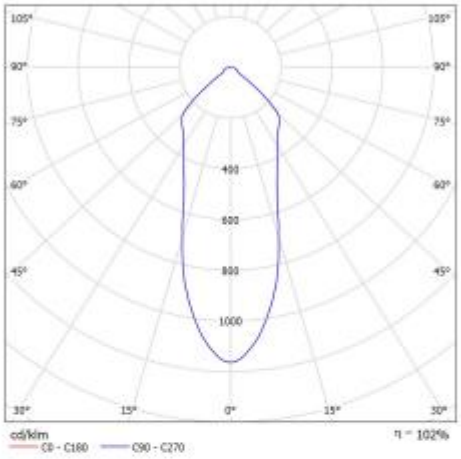
03.12.2021

Tekijä Tony Torsti
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

Airam Electric Oy 4107625 4107625 Compact Tilt IP44 5W/830 36D DIM WH / Valaisintietoarkki

Löydät valaisimen kuvan valaisinluettelosta.

Valaistu alue 1:



Valaisinten luokittelu CIE: 100
Elektroniikkakomponenttien valovirtakoodi: 72 94 98 100 102

Valaistu alue 1:

Häikäisyarvot UGR:N mukaan

ρ Katto		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Seinät		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Lattia		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tilan koko X	Y	Näkökulma pitkittäin Lampun keskiviivaan					Näkökulma pitkittäin Lampun keskiviivaan				
2H	2H	25.4	26.3	25.6	26.6	26.9	25.4	26.3	25.6	26.6	26.9
	3H	25.6	26.5	25.9	26.7	27.0	25.6	26.5	25.9	26.7	27.0
	4H	25.8	26.6	26.1	26.9	27.1	25.8	26.9	26.1	26.9	27.1
	6H	26.0	26.8	26.4	27.1	27.4	26.0	26.8	26.4	27.1	27.4
	8H	26.2	26.9	26.5	27.2	27.5	26.2	26.9	26.5	27.2	27.5
	12H	26.3	27.0	26.6	27.3	27.6	26.3	27.0	26.6	27.3	27.6
4H	2H	25.3	26.1	25.6	26.4	26.7	25.3	26.1	25.6	26.4	26.7
	3H	25.7	26.4	26.1	26.7	27.0	25.7	26.4	26.1	26.7	27.0
	4H	26.0	26.6	26.4	27.0	27.3	26.0	26.6	26.4	27.0	27.3
	6H	26.4	27.0	26.8	27.3	27.7	26.4	27.0	26.8	27.3	27.7
	8H	26.7	27.2	27.1	27.5	27.9	26.7	27.2	27.1	27.5	27.9
	12H	26.9	27.3	27.3	27.7	28.1	26.9	27.3	27.3	27.7	28.1
8H	4H	26.1	26.6	26.6	27.0	27.4	26.1	26.6	26.6	27.0	27.4
	6H	26.7	27.1	27.2	27.5	28.0	26.7	27.1	27.2	27.5	28.0
	8H	27.1	27.4	27.5	27.8	28.3	27.1	27.4	27.5	27.8	28.3
	12H	27.4	27.6	27.8	28.1	28.6	27.4	27.6	27.8	28.1	28.6
12H	4H	26.1	26.6	26.6	27.0	27.4	26.1	26.6	26.6	27.0	27.4
	6H	26.8	27.1	27.3	27.6	28.0	26.8	27.1	27.3	27.6	28.0
	8H	27.2	27.5	27.7	27.9	28.4	27.2	27.5	27.7	27.9	28.4

Vähiten kolmijan pallossa valaisimen etäisyyksien tarkastelemiseksi 1

S = 1.0H	+1.3 / -1.6	+1.3 / -1.6
S = 1.5H	+1.9 / -2.0	+1.9 / -2.0
S = 2.0H	+3.4 / -2.2	+3.4 / -2.2
Valaistuluokka	BK03	BK03
Korjaustekijä	9.2	9.2

Korjatut häikäisyarvot valitussa 2H/4H Kilonandevälistä

IA-Renovation

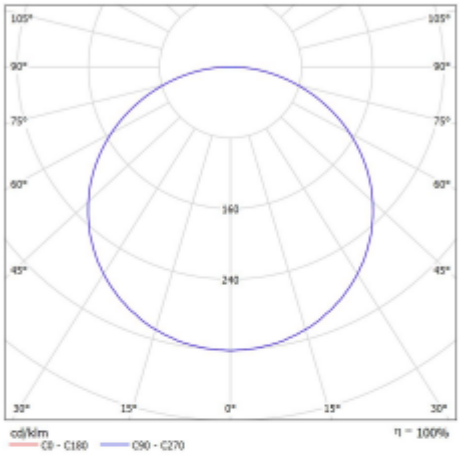
03.12.2021

Tekijä Tony Torsti
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

Finlux Pro 60x60 33W Finlux Pro 60x60 33W / Valaisintietoarkki

Löydät valaisimen kuvan valaisinluettelosta.

Valaistu alue 1:



Valaisinten luokittelu CIE: 100
Elektroniikkakomponenttien valovirtakoodi: 44 76 94 100 100

Puuttuvien symmetriaoiminaisuuksien takia ei tälle valaisimelle voida näyttää UGR-taulukkoa.

IA-Renovation

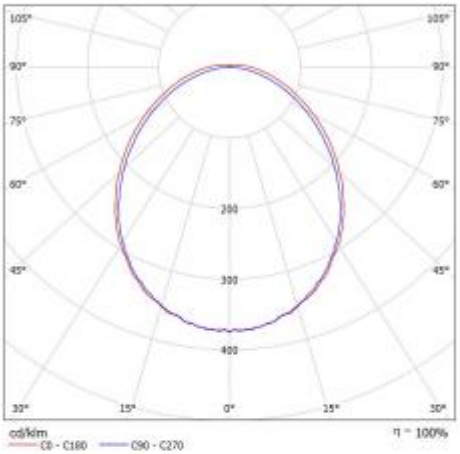
03.12.2021

Tekijä Tony Torsti
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

Finlux Pro Finlux Pro Batten 150cm 47W 6300lm / Valaisintietoarkki

Löydät valaisimen kuvan valaisinluettelosta.

Valaistu alue 1:



Valaisinten luokittelu CIE: 97
Elektroniikkakomponenttien valovirtakoodi: 49 79 94 97 100

Valaistu alue 1:

Häikäisyarvot UGR:N mukaan

ρ Katto		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Seinät		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Lattia		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tilan koko X	Y	Näkökulma pakittain Lampun keskiviivaan					Näkökulma pitkittäin Lampun keskiviivaan				
2H	2H	20.9	22.2	21.2	22.5	22.7	20.9	22.2	21.3	22.5	22.8
	3H	22.3	23.5	22.7	23.9	24.1	22.2	23.4	22.6	23.7	24.0
	4H	23.0	24.0	23.3	24.4	24.7	22.7	23.8	23.1	24.1	24.5
	6H	23.5	24.5	23.9	24.9	25.3	23.1	24.1	23.5	24.5	24.8
	8H	23.8	24.8	24.2	25.1	25.5	23.2	24.2	23.6	24.6	24.9
	12H	24.0	25.0	24.5	25.3	25.7	23.3	24.2	23.7	24.6	25.0
4H	2H	21.5	22.6	21.9	22.9	23.3	21.5	22.6	21.9	22.9	23.3
	3H	23.1	24.0	23.5	24.4	24.8	23.0	23.9	23.4	24.3	24.7
	4H	23.9	24.7	24.3	25.1	25.6	23.6	24.4	24.1	24.9	25.3
	6H	24.6	25.4	25.1	25.8	26.2	24.1	24.8	24.6	25.3	25.7
	8H	25.0	25.8	25.4	26.1	26.6	24.3	25.0	24.8	25.4	25.9
	12H	25.3	25.9	25.8	26.4	26.9	24.4	25.0	24.9	25.5	26.0
6H	4H	24.2	24.8	24.7	25.3	25.8	23.9	24.6	24.4	25.0	25.5
	6H	25.1	25.6	25.6	26.1	26.6	24.6	25.1	25.1	25.6	26.1
	8H	25.6	26.0	26.1	26.5	27.1	24.8	25.3	25.4	25.8	26.4
	12H	26.0	26.4	26.6	27.0	27.5	25.0	25.5	25.6	26.0	26.5
12H	4H	24.2	24.8	24.7	25.3	25.8	24.0	24.6	24.5	25.0	25.5
	6H	25.2	25.7	25.7	26.2	26.7	24.7	25.2	25.2	25.7	26.2
	8H	25.7	26.1	26.2	26.6	27.2	25.0	25.4	25.5	25.9	26.5

Valitse katsojan paikka: vaakatason etäisyyden harkaisteikosta 1

S = 1.0H	+0.1 / -0.1	+0.1 / -0.1
S = 1.5H	+0.2 / -0.4	+0.2 / -0.4
S = 2.0H	+0.4 / -0.7	+0.5 / -0.7
Mittatulokka	8K06	8K05
Korjaustekijä	0.3	7.4

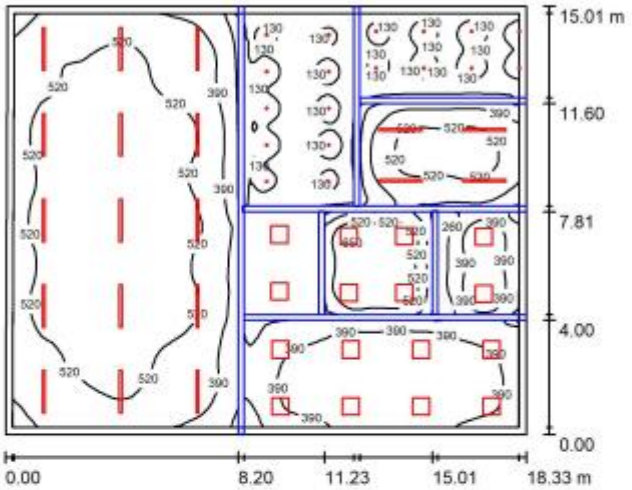
Korjatut häikäisyarvot valaisua E300lx Kokonaisvalovirta

IA-Renovation

03.12.2021

Tekijä Tony Torsti
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

Tila 1 / Yhteenveto



Tilan korkeus: 3.600 m, Huoltokerroin: 0.80

Arvot (yksikkö) Lux, Mittakaava 1:200

Pinta	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Käyttötaso	/	411	39	668	0.095
Lattia	20	328	13	554	0.040
Katto	70	80	9.87	346	0.124
Seinät (4)	50	205	9.22	495	/

Käyttötaso:

Korkeus:	0.850 m
Rasteri:	128 x 128 Pisteet
Reuna-alue:	0.250 m

Luettelo valaisimista

Numero	Kappale	Tunnus (Korjaustekijä)	Φ (Valaisin) [lm]	Φ (Lamput) [lm]	P [W]
1	18	Airam Electric Oy 4107625 4107625 Compact Tilt IP44 5W/830 36D DIM WH (1.000)	403	394	4.4
2	19	Finlux Pro Finlux Pro Batten 150cm 47W 6300lm (1.000)	6300	6300	47.0
3	16	Finlux Pro 60x60 33W Finlux Pro 60x60 33W (1.000)	4172	4172	33.0
		Yhteensä:	193688	Yhteensä: 193544	1500.2

Ominainen verkkoon kytketty kuorma: 5.47 W/m² = 1.33 W/m²/100 lx (Pohjapinta-ala: 274.22 m²)

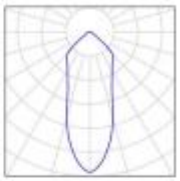
IA-Renovation

03.12.2021

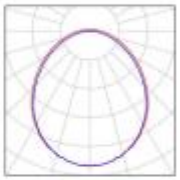
Tekijä Tony Torsti
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

Tila 1 / Luettelo valaisimista

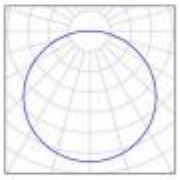
18 Kappale Airam Electric Oy 4107625 4107625 Compact Tilt IP44 5W/830 36D DIM WH
Tavaranumero: 4107625
Valovirta (Valaisin): 403 lm
Valovirta (Lamput): 394 lm
Valaisimien teho: 4.4 W
Valaisinten luokittelu CIE: 100
Elektroniikkakomponenttien valovirtakoodi: 72 94 98 100 102
Varustus: 1 x 3000K (Korjaustekijä 1.000).
Löydät valaisimen kuvan valaisinluettelosta.



19 Kappale Finlux Pro Finlux Pro Batten 150cm 47W 6300lm
Tavaranumero:
Valovirta (Valaisin): 6300 lm
Valovirta (Lamput): 6300 lm
Valaisimien teho: 47.0 W
Valaisinten luokittelu CIE: 97
Elektroniikkakomponenttien valovirtakoodi: 49 79 94 97 100
Varustus: 1 x - (Korjaustekijä 1.000).
Löydät valaisimen kuvan valaisinluettelosta.



16 Kappale Finlux Pro 60x60 33W Finlux Pro 60x60 33W
Tavaranumero:
Valovirta (Valaisin): 4172 lm
Valovirta (Lamput): 4172 lm
Valaisimien teho: 33.0 W
Valaisinten luokittelu CIE: 100
Elektroniikkakomponenttien valovirtakoodi: 44 76 94 100 100
Varustus: 1 x LED (Korjaustekijä 1.000).
Löydät valaisimen kuvan valaisinluettelosta.

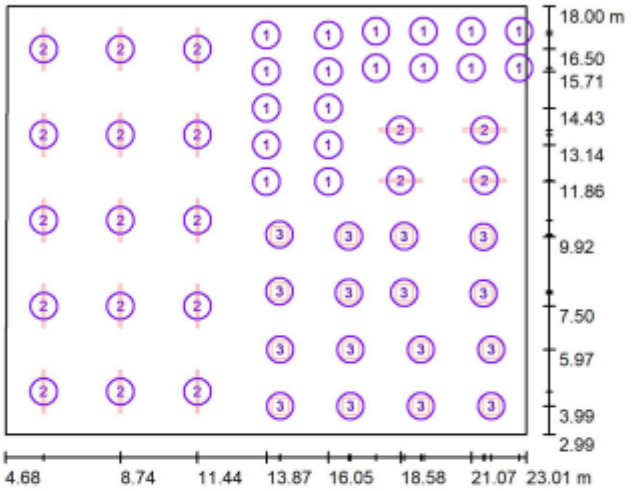


IA-Renovation

03.12.2021

Tekijä Tony Torsti
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

Tila 1 / Valaisimet (pohjakuva)



Mittakaava 1 : 200

Luettelo valaisimista

Numero	Kappale	Tunnus
1	18	Airam Electric Oy 4107625 4107625 Compact Tilt IP44 5W/830 36D DIM WH
2	19	Finlux Pro Finlux Pro Batten 150cm 47W 6300lm
3	16	Finlux Pro 60x60 33W Finlux Pro 60x60 33W

IA-Renovation

03.12.2021

Tekijä Tony Torsti
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

Tila 1 / Valaistustekniset tulokset

Kokonaisvalovirta:	193688 lm
Kokonaisteho:	1500.2 W
Huoltokerroin:	0.80
Reuna-alue:	0.250 m

Pinta	Keskimääräinen valaistusvoimakkuus [lx] suoraan	epäsuoraan	kokonaan	Heijastussuhde [%]	Keskimääräinen luminanssi [cd/m²]
Käyttötaso	340	71	411	/	/
Lattia	259	69	328	20	21
Katto	8.74	71	80	70	18
Seinä 1	170	79	249	50	40
Seinä 2	112	55	166	50	26
Seinä 3	81	44	126	50	20
Seinä 4	194	93	287	50	46

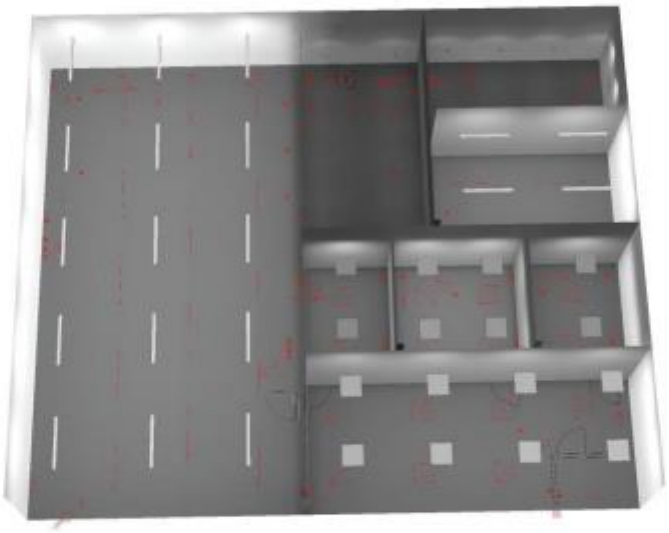
Yhdenmukaisuus käyttötasolla
E_{min} / E_m: 0.095 (1:10)
E_{min} / E_{max}: 0.059 (1:17)

Ominainen verkkoon kytketty kuorma: 5.47 W/m³ = 1.33 W/m²/100 lx (Pohjapinta-ala: 274.22 m²)

03.12.2021

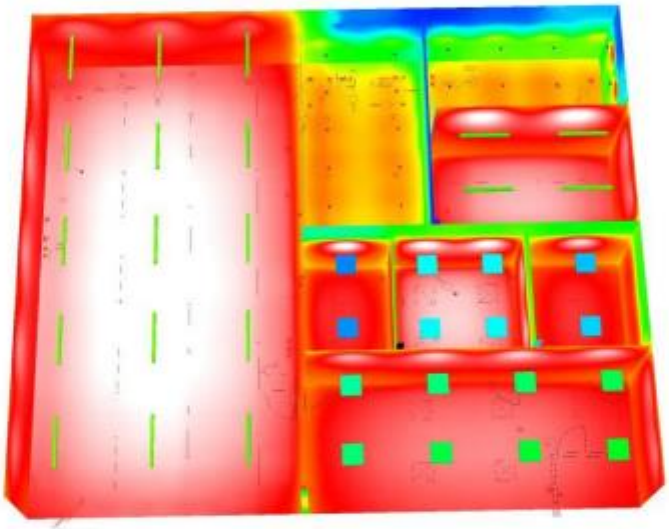
Tekijä Tony Torsti
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

Tila 1 / Kolmiulotteinen kuvanmuodostus



IA-Renovation

03.12.2021

Tekijä Tony Torsti
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

Tila 1 / Vääräväri-kuvanmuodostus