

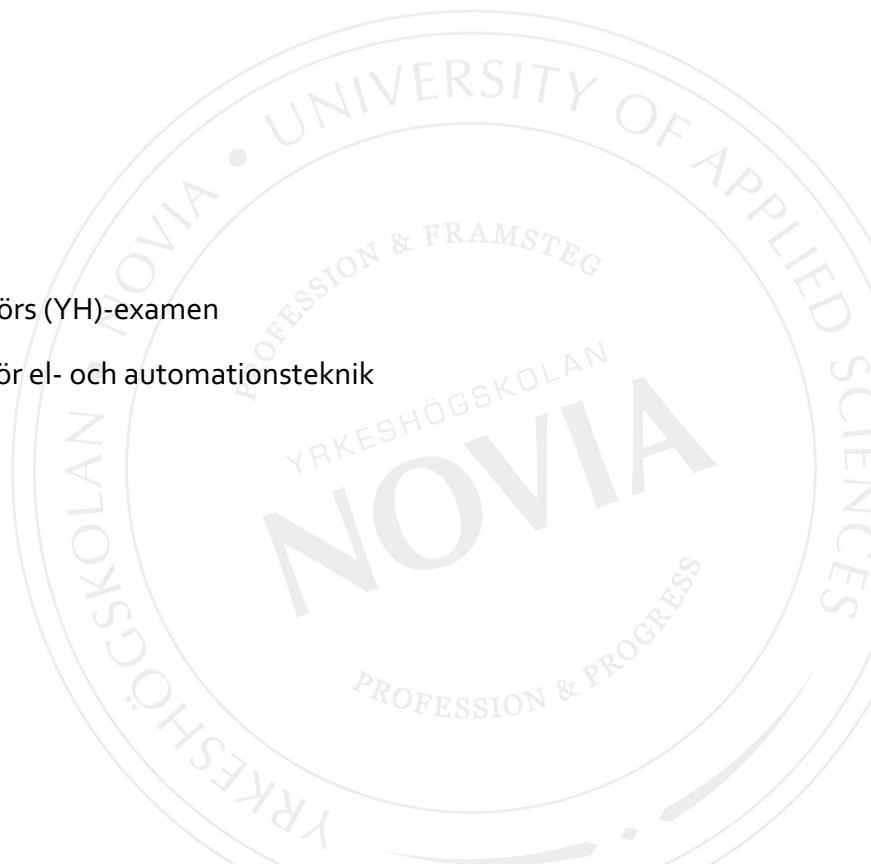
El- och belysningsplanering för ett höghus

Hannes Backlund

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för el- och automationsteknik

Vasa 2019



EXAMENSARBETE

Författare: Hannes Backlund
Utbildning och ort: El- och automationsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ: Elkraftsteknik
Handledare: Lars Enström

Titel: El- och belysningsplanering för ett höghus

Datum 18.12.2019

Sidantal 42

Bilagor 13

Abstrakt

Detta dokument avhandlar en el- och belysningsplanering för ett höghus med två våningar. Planeringsarbetet är gjort på beställning av en elentreprenör. Syftet med arbetet var att utföra en heltäckande planering av el- och belysningsinstallationer i det nämnda höghuset. Övriga byggnader som tillhör samma projekt är en servicebyggnad och ett biltak.

Arbetet består i huvudsak av fyra delar. Den första delen innehåller bland annat info om uppdragsgivaren och projektet. Den andra delen är teoridelen. Där behandlas olika skyddsmetoder, jordning, fördelningssystem, kabel- och säkringsdimensionering, elinstallationer i speciella utrymmen och mycket mer. Stort fokus har blivit lagd på kabel- och säkringsdimensionering, vilket visar sig i både teoridelen och utförandedelen. I teoridelen tas också upp viktiga ljus tekniska termer såsom illuminans och färgtemperatur varefter något om val av armaturer, speciellt gällande utomhusbelysning, samt en kort presentation av programmet för belysningsplanering följer.

Den tredje delen är utförandet där det berättas om hur projektet förverkligats. I utförandet presenteras beräkningar som är gjorda enligt exempel som givits i teoridelen. Rent tidsmässigt utgörs utförandet till stor del av planering av centraler och belysningsplaneringen som gjordes i 3D i programvaran DIALux. Del fyra i arbetet är en avslutande del där det erhållna resultatet konstateras och kommenteras samt där projektet som helhet diskuteras.

Resultatet blev en el- och belysningsplanering innehållande alla ritningar som elentreprenören frågade efter. Samtliga ritningar är detaljerade och tydliga i sitt utförande. Vid tiden för detta arbetes fullbordning är installationsarbetet inte ännu klart vilket betyder att ritningarna kan behöva uppdateras något då installationerna är färdiga.

Språk: Svenska

Nyckelord: elplanering, belysningsplanering, kabeldimensionering, säkringsdimensionering

Tillgängligt: Theseus.fi

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Hannes Backlund
Koulutus ja paikkakunta: Sähkö- ja automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto: Sähkövoimatekniikka
Ohjaaja: Lars Enström

Nimike: Kerrostalon sähkö- ja valaistussuunnittelu

Päivämäärä 18.12.2019

Sivumäärä 42

Liitteet 13

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä kerrotaan sähkö- ja valaistussuunnittelusta kaksikerroksista kerrostaloa varten. Suunnittelutyö on sähköurakoitsijan tilaama. Työn tarkoitus oli suunnitella kaikki sähkö- ja valaistusasennukset edellä mainitussa kerrostalossa. Samaan projektiin kuuluvat myös huoltorakennus ja autokatos.

Opinnäytetyö koostuu neljästä pääosasta. Ensimmäisessä osassa kerrotaan työnantajasta ja projektista. Toinen osa käsittelee teoriaa. Siinä voidaan muun muassa lukea suojamenetelmistä, maadoituksesta, jakelujärjestelmistä, kaapeli- ja varoke -mitoituksesta, sähköasennuksista erikoisissa tiloissa ja paljon muusta. Sekä teoria- että toteutusosassa on keskitytty kaapeli- ja varokemitoitukseen. Lisäksi teoriaosassa on kirjoitettu tärkeimmistä valaistusteknisistä termeistä ja valaisimien valinnasta, etenkin koskien ulkovalaistusta. Valaistussuunnitteluohjelman lyhyt esittely annetaan myös teoriaosassa.

Työn kolmas osa kertoo projektin toteutuksesta. Tässä osassa tehdään teoriaosan avulla suunnittelutöitä varten tarpeellisia laskelmia. Iso osa yhtenäisestä työajasta koostuu keskuksien suunnittelusta sekä valaistussuunnittelusta, joka tehtiin 3D:nä DIALux-ohjelmiston avulla. Työn neljäs osa on yhteenveto projektista, missä tulos ja kokonaisuus arvioidaan.

Lopuksi päästiin sähkö- ja valaistussuunnitteluun, joka sisälsi kaikki sähköurakoitsijan tarvitsemat dokumentit. Kaikki piirustukset ovat yksityiskohtaisia ja selkeitä. Kaikkia sähkö- ja valaistusasennuksia ei ole vielä tehty tämän opinnäytetyön valmistuessa. Tämän takia muutoksia piirustuksiin voi tulla jälkikäteen.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: sähkösuunnittelu, valaistussuunnittelu, kaapelimitoitus, varokemitoitus

Arkistoidaan: Verkkokirjastossa Theseus.fi

BACHELOR'S THESIS

Author: Hannes Backlund
Degree Programme: Electrical- and automation - technology
Specialization: Electrical power engineering
Supervisor: Lars Enström

Title: Electrical and Lighting Planning for an Apartment Building

Date 18.12.2019 Number of pages: 42 Appendices: 13

Abstract

This document is about the electrical and lighting planning for a two-storey apartment building. The planning work was ordered by the company in charge of the electrical and lighting installations in the building. The purpose of the planning work was to make all the drawings needed to achieve complete electrical and lighting installations in the apartment building. A service building, as well as a car garage, are also included in the project.

The document consists of four main sections. The first section presents information about the commissioning company and the project itself. The second section covers the theory, where different means of protection, earthing, distribution systems, cable and fuse sizing, installations in bathrooms and more are covered. Extra attention has been paid to cable and fuse sizing, which can be noted in both the theory section and in the execution section of the thesis. The theory section also includes descriptions of important terms regarding lighting planning, as well as a brief presentation of the software used for planning the lighting.

The third section is where the execution of the planning work is presented and discussed. Here, calculations are made using the examples given in the theory. As for the total amount of time put into the carrying out of this project, a great deal of that time consists of planning switchboards and lighting. The planning of the lighting was done in 3D using DIALux software. In the fourth and final section of the document the final result is evaluated and discussed.

The work resulted in detailed and clear drawings of everything that the electrical installers needed to execute the installations. At the time of finishing the planning, the installers will still have work to do, which means that some minor changes to the drawings may be needed afterwards.

Language: swedish

Key words: Electrical planning, lighting planning, cable sizing, fuse sizing

Available: Web library Theseus.fi

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Uppdragsgivare.....	1
1.3	Projektet.....	2
2	Olika typer av skydd.....	3
2.1	Basskydd.....	3
2.2	Felskydd.....	3
2.3	Tilläggskydd.....	3
3	Att välja och installera elutrustning.....	4
3.1	IP-klassificering.....	4
3.2	Olika typer av säkringar.....	5
3.2.1	Smältsäkringar.....	5
3.2.2	Automatsäkringar.....	6
3.3	Jordning.....	7
3.4	Skyddsledare.....	7
3.5	Fördelningssystem.....	8
3.6	Jordningssätt.....	8
3.6.1	TN-S-system.....	9
3.6.2	TN-C-system.....	10
3.6.3	TN-C-S-system.....	10
3.6.4	TT-system.....	11
3.6.5	IT-system.....	11
3.7	Jordfelsbrytare.....	11
3.8	Brandvarnare/brandlarm.....	12
4	Val av kablar och säkringar.....	13
4.1	Några vanliga kabeltyper.....	14
4.2	Kabel- och säkringsdimensionering.....	14
4.2.1	Korrektionsfaktorer.....	16
4.3	Dimensioneringsexempel.....	18
4.4	Skydd mot överbelastning och kortslutning.....	19
4.5	Beräkning av kortslutningsström med tanke på felskyddet.....	21
4.5.1	Räkneexempel.....	22
5	Belysning.....	23
5.1	Armaturer.....	24
5.2	Utomhusbelysning.....	25
5.3	DIALux.....	26
6	Elinstallationer i speciella utrymmen.....	26

6.1	Bad- och duschutrymmen	26
6.2	Bastuutrymmen	27
7	Utförande	29
7.1	Beräkningar	29
7.1.1	Dimensionering av huvudcentral och mätarcentraler	29
7.1.2	Dimensionering av stigarledningar till gruppcentraler	30
7.2	Elpunkter och kablering	31
7.2.1	Huset	31
7.2.2	Servicebyggnad	31
7.2.3	Situationsplan	31
7.3	Planering av centraler	32
7.3.1	Huvudcentral	32
7.3.2	Mätarcentraler	33
7.3.3	Gruppcentraler	33
7.3.4	Kretsscheman	33
7.4	Belysningsplanering	33
7.4.1	Val av armaturer	35
7.4.2	Armaturförteckning	36
7.5	Andra ritningar	36
7.5.1	Jordningsschema	36
7.5.2	ADB-schema (ATK – kaavio)	36
7.5.3	Stigarledningsschema	37
7.5.4	Ritningsförteckning	37
8	Resultat	37
9	Diskussion	39
	Källförteckning	40
	Bilageförteckning	42

1 Inledning

Detta arbete beskriver den teori som använts och de metoder som tillämpats för att få till stånd en bra el- och belysningsplanering för ett höghus. Höghuset skall rymma 12 lägenheter och den sammanlagda bostadsytan är 708 m².

Teorin som använts för att genomföra planeringsarbetet presenteras i en omfattande teoridel. Efter teoridelen avhandlas hur planeringsarbetet genomförts genom att presentera olika beräkningar och genom att i ord beskriva och kommentera de olika ritningar som gjorts. I samband med kommentarerna och beskrivningarna hänvisas det till ritningarna i fråga som sammanfattas i en bilageförteckning i slutet.

Arbetet avslutas med att sammanfatta erhållet resultat, följt av en diskussion.

1.1 Bakgrund

Redan under tredje studieåret då vi gick kurser i elplanering visste jag att jag var intresserad av det. I november 2018 började jag leta efter arbetsgivare där jag skulle ha möjlighet att fördjupa mig i liknande ämnen och i något skede under sökandet kom jag i kontakt med Smartplans VD Richard Granholm via Lasses Ljudtjänst:s VD Lars Backlund (min pappa) som redan tidigare hade haft lite samarbete med Smartplan.

I februari 2019 gick jag på arbetsintervju till Smartplan och började jobba där kort därefter. Under sommaren 2019 jobbade jag på Smartplan och i slutet av sommaren dök ett projekt upp som omfattade ett höghus med 12 lägenheter på två våningar med en servicebyggnad och en situationsplan.

1.2 Uppdragsgivare

Min uppdragsgivare kommer att vara Smartplan AB som är en elplaneringsbyrå belägen i Jakobstad. Smartplan ägs av VD:n Richard Granholm tillsammans med Mats Enkvist. Företaget grundades 2009 och sysselsätter idag tre heltidsanställda plus undertecknad som tillsvidare jobbar på timbasis.

De jobb som Smartplan gör utgörs till stor del av el- och belysningsplanering för offentliga byggnader såsom skolor, sjukhus, idrottshallar med mera. Industribyggnader, egnahemshus, rad-/parhus utgör också en betydande del av verksamheten.

Från Smartplans sida har Richard Granholm fungerat som handledare och från Yrkehögskolan Novias sida har min handledare varit Lars Enström.

1.3 Projektet

Jag har fått i uppdrag av Smartplan att utföra el- och belysningsplanering för ett tvåvåningshus (sammanlagt drygt 908 m²). Huset är indelat i två trapphus (A och B) och är uppbyggt så att ett trapphus består av sex lägenheter (tre på våning 1 och tre på våning 2). Bägge våningar i trapphus A är identiska och trapphus B är en spegelbild av trapphus A. Huset byggs i Kemi och därför görs ritningarna på finska.

Till projektet hör också en liten servicebyggnad (ca 80 m²) och en situationsplan. Viktigt att ha med i tankarna under hela projektet är det att ett likadant höghus kommer att byggas nära till i ett senare skede. Husen kommer i detta arbete att refereras till som Hus 1 (det som planeras) och Hus 2 (det som byggs i ett senare skede). Vid val av huvudsäkringar för anslutningen måste därför den framtida byggnaden tas i beaktande. Som ritprogram används *CADS Electric* då detta är den programvara som Smartplan använder för elplanering. Andra viktiga program som används är *DIALux* (för belysningsplanering) och *Excel*.

När jobbet är klart skall följande ritningar finnas:

- Elpunkter för våning 1 och våning 2 samt för servicebyggnad
- Situationsplan
- Huvudscheman för en huvudcentral, två mätarcentraler samt för 13 gruppcentraler
- Kretsscheman
- Belysningsberäkningar
- ADB – schema (= ATK – kaavio)

- Jordningsschema
- Armaturförteckning
- Ritningsförteckning
- Stigarledningsschema

2 Olika typer av skydd

I detta kapitel behandlas olika krav på skydd som berör elinstallationer. De tre skyddsmetoderna som används är basskydd, felskydd och tilläggsskydd. Dessa skyddsmetoder används för att skydda mot elchock. [1]

2.1 Basskydd

Ett fungerande basskydd innebär att alla, vid normal drift, spänningsförande delar i en elapparat skyddats mot beröring. Basskyddet förverkligas i huvudsak med kapslingar och isoleringar. Till basskyddet kan man också räkna skydd av spänningsförande delar i normal drift med hjälp av hinder. Dessa skyddsmetoder används dock endast i specialfall eftersom de inte ger fullkomligt skydd från beröring. [1] [2]

2.2 Felskydd

Felskydd innebär att personer och husdjur skyddas mot elchock på grund av beröring av en elapparats del(ar) som blivit spänningsförande på grund av ett fel. [1] [2]

Felskyddet kan förverkligas med hjälp av automatisk fränkoppling i form av t.ex. smältsäkringar, automatsäkringar och/eller jordfelsbrytare. Mera info om dessa anordningar hittas i kapitel 3.2 och 3.7. [1]

2.3 Tilläggsskydd

Över tid kan någon del hos en elapparat försvagas så till den grad att både basskyddets och felskyddets funktion äventyras. Dessutom kan också vårdslös användning av elapparater påverka de båda skyddsmetodernas funktion. Som komplement till basskydd och felskydd används därför tilläggsskyddet och det förverkligas ofta med hjälp av

jordfelsbrytare (mera info om jordfelsbrytare i kapitel 3.7). För uttags- och belysningsgrupper i bostadshus gäller att alla sådana grupper måste vara skyddade av jordfelsbrytare. Jordfelsbrytaren måste också kombineras med någon av basskyddsmetoderna. Tillägsskyddet kan utelämnas t.ex. i sådana fall då ett uttag är avsett för matning av en viss elapparat, t.ex. ett kylskåp. [1] [2]

3 Att välja och installera elutrustning

Detta kapitel kommer att handla om vad som är viktigt att veta då man skall välja och installera elutrustning. De viktigaste komponenterna i en elinstallation kommer att behandlas såväl som olika jordningssätt, fördelningssystem och mera. Hit kunde man också räkna val och dimensionering av ledningar men det tas upp i kapitel 4.

3.1 IP-klassificering

IP är en förkortning för "Ingress Protection" (= Skydd mot intrång). IP – klassificering är en internationell standard som används för att beskriva olika kapslingars nivå av skydd mot genomträngande av främmande föremål (fingrar, verktyg, damm osv.) och vatten. [3]

En IP-kod består av två siffror och i vissa fall av två bokstäver. Den första siffran i en IP-kod syftar på en kapslings skydd mot främmande föremål och damm. Den andra siffran i koden berättar om kapslingens skydd mot vatten. De två bokstäverna är *tilläggsbokstaven* och *kompletterande* bokstaven. Tilläggsbokstaven kan användas ifall beröringsskyddet är bättre än det som första siffran i koden låter påvisa. Den kompletterande bokstaven kan användas om man vill beskriva en mera speciell egenskap hos en kapsling. [4]

Tabell 1: IP-kodens siffror. [4] [5]

Första siffran	Nivå av skydd	Andra siffran	Nivå av skydd
0	Inget skydd	0	Inget skydd
1	Skydd mot en större kroppsdel, t.ex. en hand och solida objekt med en diameter på 50mm eller större	1	Skydd mot vattendroppar som faller rakt ner, t.ex. kondens
2	Skydd mot t.ex. fingrar och solida objekt med en diameter på 12,5mm eller större	2	Skydd mot fallande vattendroppar ifall utrustningen lutar högst 15°
3	Skydd mot t.ex. verktyg, trådar och dyligt med en diameter på 2,5mm eller större	3	Skydd mot regn
4	Skydd mot solida objekt större än 1mm (trådar, spikar, skruvar, större insekter osv.)	4	Skydd mot vattenskvätt från alla håll
5	Delvist skydd mot damm som kan skada utrustningen	5	Skydd mot svaga vattenstrålar från alla håll
6	Totalt dammtätt. Fullt skydd mot damm och andra partiklar	6	Skydd mot kraftiga vattenstrålar
		7	Skydd mot snabb nedsänkning i vatten
		8	Skydd mot långvarig nedsänkning i vatten
		9	Skydd mot varm duschstråle med högt tryck

Tabell 2: Tilläggs- och kompletterande bokstaven. [4]

Tilläggsbokstaven	Skydd mot beröring av farliga delar av:	Kompletterande bokstaven	Betydelse
A	Knytnäve	H	Högspänningsutrustning
B	Finger	M	Vattenskyddet är testad med utrustningen startad
C	Verktyg	S	Vattenskyddet är testad med utrustningen ostartad
D	Tråd	W	Elutrustningen är testad för viss väderleksförhållanden

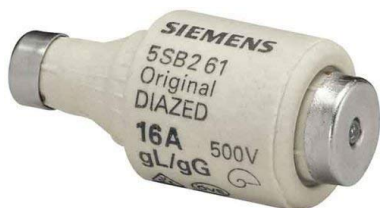
3.2 Olika typer av säkringar

I detta kapitel förklaras kort om de vanligaste anordningar som används för att förverkliga felskydd. Diazedsäkringens uppbyggnad och funktion förklaras och automatsäkringars olika karakteristiker presenteras och beskrivs.

3.2.1 Smältsäkringar

Numera används nästan uteslutande automatsäkringar för skydd av uttags- och belysningsgrupper. I äldre installationer är smältsäkringar dock fortfarande ofta förekommande och i sådana fall i form av så kallade diazedsäkringar. En diazedsäkring är en smältpropp av porslin som har en tråd i mitten. Tråden är dimensionerad så att den smälter när det högsta tillåtna strömvärdet för en krets överskrids. I ena ändan av säkringen sitter en liten bricka som skall hoppa ut när säkringen löst ut. [6]

När strömvärden blir höga är det vanligt med så kallade knivsäckringar som är en typ av smältsäckring. Sådana säkringar är mycket använda i större centraler och i fördelningscentraler. [6] [7]



Figur 1: Diazed-säckring. [8]

3.2.2 Automatsäckringar

En automatsäckring (även kallad dvärgbrytare) kan fylla samma funktion som en smältsäckring. Fördelen med en automatsäckring jämfört med en smältsäckring är att den inte behöver bytas ut när den löst ut. Det är bara att hitta den automatsäckring som löst ut och slå på den efter att man åtgärdat det fel som orsakade att automatsäckringen löste ut.

En viktig egenskap att hålla reda på när man talar om automatsäckringar är automatsäckringens karakteristik (eller typ). När det kommer till installationer i bostäder så är automatsäckringar av B- och C-karakteristik de som används. D-karakteristik finns också. [9]

Säckringskaraktistiken berättar hur säkningen fungerar vid rejäla överströmmar (t.ex. kortslutning eller inkopplingsström). Vid sådana överströmmar bryter säkningen snabbt med hjälp av den magnetiska funktionen. Störst ström tillåter typ D medan typ C och typ B tillåter mindre. Inkopplingsströmmen för en last är rejält mycket högre än märkströmmen och beroende på lasten så kan storleken på överströmmen variera. Med tanke på detta finns det därför skäl att välja rätt säkringskaraktistisk. Typiska användningsområden för de olika karakteristikerna är: [10]

B-typ: Resistiva laster med låga inkopplingsströmmar. Till exempel belysningsgrupper. [10]

C-typ: Apparater med något högre inkopplingsströmmar. Används för t.ex. köksapparater och i allmänhet för vanliga uttagsgrupper. [10]

D-typ: Används till exempel vid motordrift, då inkopplingsströmmen är stor. [10]



Figur 2: Automatsäkring. [11]

3.3 Jordning

Det huvudsakliga målet med jordning är att begränsa beröringsspänningar och stegspänningar som kan ha uppstått vid ett fel. Orsaken till felet kan finnas i någon elapparat, i själva installationen eller i systemet som matar till konsumentens anslutning. Hit kan man också räkna överspänningar som uppstått på grund av åska.

Andra avsikter med jordning är:

- Att se till så att farliga spänningar inte överförs mellan olika system
- Skapa förutsättning för funktionen av felskydd och jordfelsbrytare

3.4 Skyddsledare

En skyddsledare är en ledare som har som uppgift att skydda mot farliga elchocker. Skyddsledaren används t.ex. för att skyddsjordas utsatta delar i olika elapparater. En utsatt del är en ledande del på en elapparat. Delen är vid normalt bruk inte spänningsförande men om ett fel uppstår kan den bli det. T.ex. metallhöljet på en dator är en utsatt del. [12]

Skyddsledaren är inte heller strömförande i normala fall, bortsett från de små läckströmmar som kan orsakas av olika elapparater. Vid ett fel kan dock skyddsledaren leda stora strömmar. [12]

Det är viktigt att skyddsledaren är lätt att identifiera. Därför är det bestämt att ledaren skall vara gulgrönrandig. Denna färgkodning får inte användas för något annat. Man skall vara extra noggrann med att kontrollera skyddsledarens skick. T.ex. när man lägger en

stöpsel på en kraftkabel är det brukligt att alla fasledare samt nolledaren klipps litet kortare än skyddsledaren. Ifall då stöpseln av någon orsak skulle lossna från kabeln så är skyddsledaren den sista ledaren som lossnar. [12] [13]

Skyddsledaren kallas ofta också för skyddsjordledare, speciellt då man talar om gruppledningar. [12]

3.5 Fördelningssystem

Fördelningssystem klassificeras utgående från följande egenskaper [14]:

- Antal ledare som är spänningsförande och jordningsledare samt typer av dessa
- Jordningssätt
 - Det finns tre olika huvudtyper av jordningssätt i elektriska fördelningssystem, nämligen TN-, TT- och IT-system.
- Systemets nominella spänning(ar)
- Spänningstyp (växelström/likström)
- Antal ytterledare. (I ett vanligt trefasssystem betecknas de L₁, L₂ & L₃)
- Skyddsledare (PE och PEN)
- Neutralledare (N)

3.6 Jordningssätt

Jordningssättet kan beskrivas med två bokstäver. Den första bokstaven kan vara T eller I och den andra kan vara N eller T.

Den första bokstaven berättar om och hur fördelningssystemet är anslutet till jord:

- T berättar att en punkt i fördelningssystemet sitter direkt ihop med jordpotential
- I berättar att systemet är delvis eller helt isolerat från jordpotential. Om det är delvis isolerat betyder det att en punkt i fördelningssystemet sitter ihop med jordpotential, dock via en impedans [15]

Den andra bokstaven berättar om hur utsatta delar är anslutna till jordpotential:

- **N** betyder att utsatta delar sitter direkt ihop med fördelningssystemets jordpunkt
- **T** innebär att utsatta delar är direkt anslutna till jordpotential oberoende av fördelningssystemets koppling till jordpotential [15]

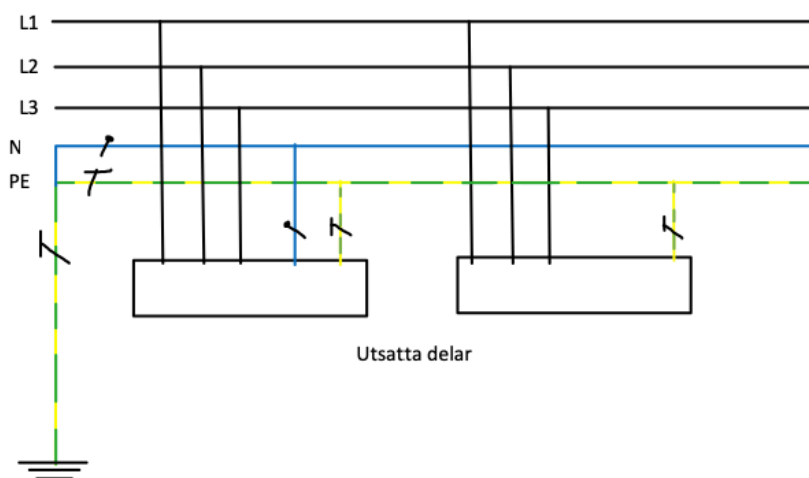
TN-system används i allmänhet i distributionsnät och i fall av byggnaders elinstallationer såsom i detta arbete. Därför fästs mera uppmärksamhet vid TN-system i detta kapitel.

Då man talar om TN-system går det vidare att dela in TN-system i tre underkategorier:

- TN-S
- TN-C
- TN-C-S [15]

3.6.1 TN-S-system

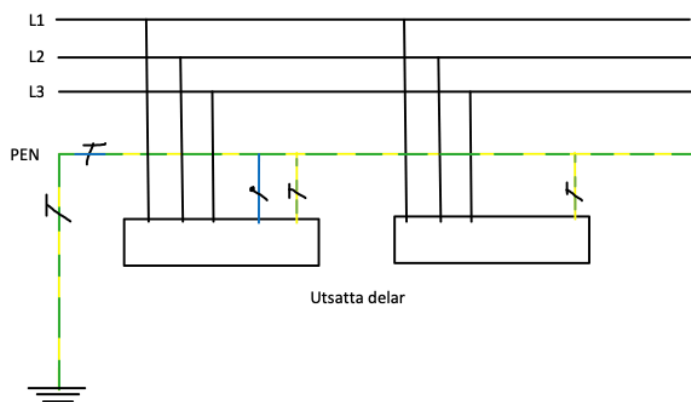
I ett TN-S-system använder man sig av fem separata ledare. Förutom de tre fasledarna har man då en skild nolledare (N-ledare) och en skild skyddsledare (PE-ledare). Vid elinstallationer i bostäder så används i allmänhet TN-S-system. [15]



Figur 3: TN-S-systemet. [14]

3.6.2 TN-C-system

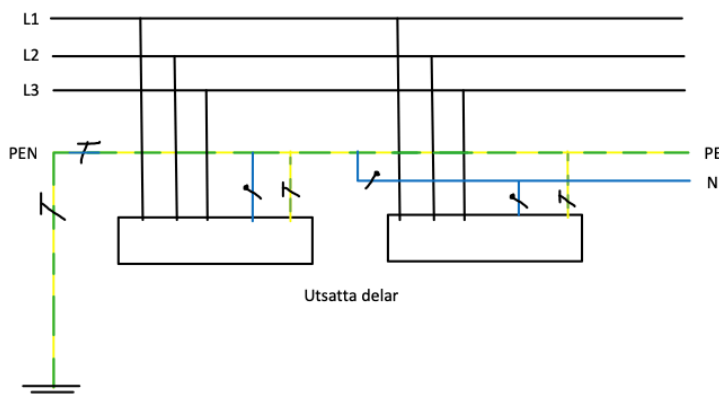
I TN-C-system är skyddsledaren och nolledaren kombinerad till en ledare (PEN-ledare). TN-C är det vanliga systemet i distributionsnätet, t.ex. i anslutningen mellan en transformator och en central används detta system.[15]



Figur 4: TN-C-systemet. [14]

3.6.3 TN-C-S-system

TN-C-S-system kan beskrivas bäst som en kombination av TN-S och TN-C. Viktigt att veta är då att TN-C delen alltid ligger på den sida där matande nätet är. Eftersom gruppledningar alltid måste förse med separata PE- och N-ledare så måste TN-S-system tillämpas i sådana installationer. Sammankopplingen av PE- och N-ledare i ett TN-C-S-system sker ofta i huvudcentralen för en anslutning. OBS! PE- och N-ledare som separerats får inte sammankopplas till PEN-ledare. [14]



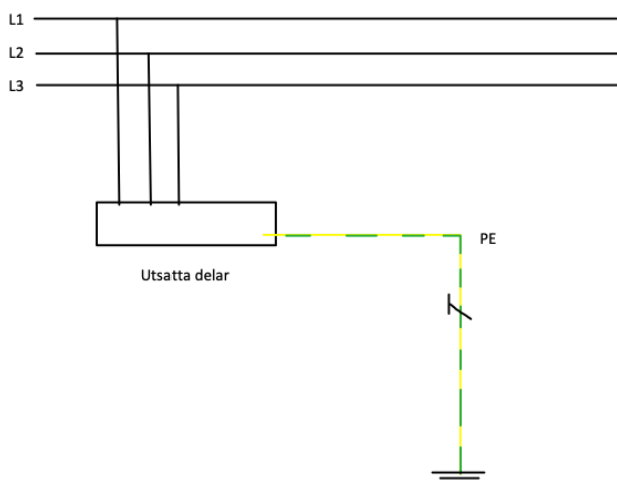
Figur 5: TN-C-S-systemet. [14]

3.6.4 TT-system

I likhet med TN-system så har TT-system också direkt koppling med jord i någon form. Det som skiljer TT-system från TN-system är att alla utsatta delar i ett TT-system är direkt anslutna till jordpotential oberoende av fördelningssystemets koppling till jordpotential. Detta system används dock inte i Finland. [14]

3.6.5 IT-system

IT-system är helt eller delvis isolerade från jord. I de fall där systemet är delvis isolerat är en lämplig punkt i systemet ansluten till jord via en impedans. Utsatta delar i IT-system är antingen direkt anslutna till jord via separata jordelektroder eller via en skyddsledare som kopplas till en gemensam jordelektrod. [14]



Figur 6: IT-systemet. [14]

3.7 Jordfelsbrytare

En jordfelsbrytare använder sig av en så kallad summaströmstransformator för sin funktion. Summaströmstransformatorn jämför strömmen i fasledaren (ytterledaren) med strömmen i nolledaren. Så länge strömmen i fasledaren och i nolledaren är lika stora induceras ingen ström i summaströmstransformatorn men ifall ett jordfel uppstår så att ström går från fas- eller nolledare till jord så kommer de nämnda strömmarna att vara olika stora. När skillnaden uppnår gränsutlösningströmmen på jordfelsbrytaren löser den ut mycket snabbt. I normala fall behövs ingen spänning för jordfelsbrytarens funktion (den

löser ut med hjälp av fjäderkraft) och enligt ST-kort 53.12 får en jordfelsbrytare inte vara beroende av spänning för sin funktion. [16] [2]

Då en jordfelsbrytare används som tilläggskydd är den högsta tillåtna märkutlösningströmmen 30 mA vilket också är den vanligaste. Gränsutlösningströmmen får aldrig överstiga 500 mA. [2]

I bostäder belägna uttag med en märkström på högst 32 A måste skyddas med jordfelsbrytare med en märkutlösningström på högst 30 mA. Detta krav gäller numera också alla belysningsgrupper och uteuttag. Undantag får göras om det handlar om skydd av ett uttag som används för en och samma apparat. Exempel på detta är kylskåp/ frys. Sådana uttag måste dessutom placeras så att de inte är lätta att komma åt och ifall uttagets avsedda användningsområde inte klart framgår av dess placering måste man klargöra med skyltning, t.ex. "Endast för kylskåp". [2]

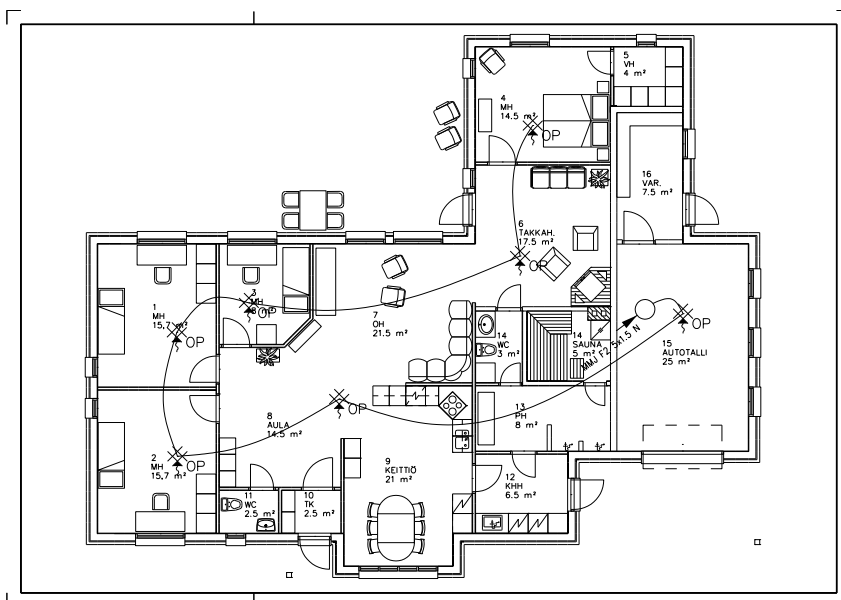
I dusch-, tvätt- och bastuutrymmen belägna matningar måste skyddas med jordfelsbrytare med märkutlösningström på högst 30 mA. [2]

Viktigt: Det är vanligt att man talar och skriver om t.ex. 30 mA jordfelsbrytare. 30 mA beskriver då givetvis gränsutlösningströmmen.

3.8 Brandvarnare/brandlarm

Vad gäller brandvarnare/brandlarm så beror valet av varnare/larmsystem mycket på objektet. När det kommer till bostadshus så finns det inga krav på att man skall ha brandlarmsystem utan vanliga brandvarnare är det som används i allmänhet. [17]

Det finns två typer av brandvarnare. I mindre byggnader och lägenheter räcker det ofta med att ha fristående brandvarnare som då drivs med batterier. När batteriet i en brandvarnare av denna typ håller på att ta slut börjar den pipa med jämna mellanrum för att meddela det till användaren. Den andra typen är brandvarnare som använder nätspänning som huvudströmkälla och som reservströmkälla använder de batterier. Brandvarnare av denna typ länkas ihop och matas från en och samma grupp, som skyddas av jordfelsbrytare, i gruppcentralen. Dessa brandvarnare skapar nu en grupp. [17]



Figur 7: Länkning av brandvarnare.

Den största fördelen med att använda sig av brandvarnare i grupper är den att om en varnare börjar larma så börjar alla andra i samma grupp göra det också. Därför är det rekommendabelt att man använder sig av brandvarnargrupper alltid då man har mer än en brandvarnare. [17]

I riktigt stora utrymmen där mycket folk rör sig räcker det inte med brandvarnare. I såna fall måste ett brandlarmsystem installeras. Om folkmängderna överstiger vissa gränser finns det dessutom krav på att brandlarmsystemet är kopplat till larmcentralen så att det automatiskt meddelar då brandlarmsystemet utlöst ett larm. [17]

4 Val av kablar och säkringar

Det finns många saker som spelar roll då man bestämmer vilka säkringar och kablar man skall använda. I detta kapitel presenteras några vanliga kabeltyper och vad de används till. Vidare, beskrivs hur man dimensionerar kablar och säkringar rätt med hjälp av tabeller och korrektionsfaktorer. I kapitel 4.3 beskrivs ett exempel på hur en uträkning kunde se ut. I kapitel 4.4 och 4.5 behandlas förverkligande av skydd mot överbelastning och kortslutning samt beräkning av kortslutningsström med tanke på felskyddet.

4.1 Några vanliga kabeltyper

De vanligaste märkspänningarna för kablar avsedda för fast installation är 300/500 V, 450/750 V och 0,6/1 kV. 450/750 V är avsedda för fast installation och 300/500 V för kopplingar i apparater. I Finland används olika färger och kännetecken för ledare i kablar. Dessa finns redogjorda för i punkt 514 i standardserien SFS 6000. [18]

Nedan listas de vanligaste kabeltyper som används i elinstallationer. [18]

Dessa används i fasta installationer, i infällda installationsrör och som inre kopplingsledare i apparater och centraler [18]:

ML (450/750 V) – Entrådig ledare som är isolerad

MK 90 (450/750 V) – Fåtrådig, värmebeständig ledare som är isolerad

MKEM 90 (450/750 V) – Fintrådig, värmebeständig ledare som är isolerad [18]

Dessa används för fast installation infälld eller på ytan, både inne och ute [18]:

MMJ (300/500 V) – Plastmantlad installationskabel

MMJ (450/750 V) – Plastmantlad installationskabel

FRHF-MMJ (300/500 V) – Brandbeständig installationskabel. Används då det fordras att kabeln skall fungera vid brand

MMO (450/750 V) – Plastmantlad manöverkabel. Används i manöver-, mät- och signalkretsar.

MCMK (0,6/1 kV) – Mycket vanlig kraftkabel med kopparledare. Denna kan också förläggas i jord. Används ofta som stigarledning [18]

AMCMK (0,6/1 kV) – Mycket vanlig kraftkabel med aluminiumledare. Koncentrisk PE-ledare i koppar [19]

4.2 Kabel- och säkringsdimensionering

En lednings belastningsförmåga bestäms med den högsta tillåtna kontinuerliga temperaturen för ledningen i åtanke. Ledningens belastningsförmåga skall inte

överskridas eftersom detta kan orsaka brand. För hög temperatur i ledaren medför också att försvagningen av isolationen påskyndas. [20]

Faktorer som påverkar en lednings belastningsförmåga är:

- Ledarmaterial
- Isolermaterial
- Omgivningens temperatur
- Förläggningssätt (installationssätt)
- Intelligande kablar

Allt detta påverkar i slutändan kabelns förmåga att frigöra värme, som strömmen i kabeln orsakar, till omgivningen. [20]

Det finns en rad olika tabeller för att räkna ut en kabels verkliga belastningsförmåga med hänsyn till de ovan nämnda faktorerna. Man måste börja med att ta reda på effektbehovet för att kunna räkna ut en belastningsström och sedan korrigera med hänsyn till de olika faktorerna. Som huvudsäkringar i centraler används ofta gG - säkringar som skydd mot överbelastning och i såna fall skall man kolla i följande tabell då man fastslagit den högsta belastningsströmmen.

Tabell 3: Ledningars minsta tillåtna belastningsförmåga då gG-säkring används som skydd mot överbelastning. [9]

Den största maximala märkströmmen hos en säkring av typ gG (A)	Ledningens tillåtna belastning minst (A)
6	8
10	13,5
16	18
20	22
25	28
32	35
35	39
40	44
50	50
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

4.2.1 Korrektionsfaktorer

När man konstaterat strömmen som ledningen måste tåla så måste man ännu ta hänsyn till förläggningssättet, omgivningstemperaturen (ifall den avviker från referensvärdet 30 °C i luft eller 20 °C i mark) och till intilliggande kablar. Detta gör man med hjälp av tabellverk. För att få fram den egentliga belastningsförmågan skall man dela strömvärdet, som man räknat ut med hjälp av effektbehovet, med de olika korrektionsfaktorerna gånger varandra.

Tabell 4: Korrektionsfaktorer för kablar fritt i luften, då luftens temperatur avviker från 30 °C. [20]

Omgivningstemperatur °C	Korrektionsfaktor enligt ledarisolationen
	PVC
10	1,22
15	1,17
20	1,12
25	1,06
30	1
35	0,94
40	0,87
45	0,79
50	0,71
55	0,61
60	0,47
65	—
70	—
75	—
80	—

Tabell 5: Korrektionsfaktorer enligt den omgivande jordens temperatur då den avviker från 20 °C. [20]

Marktemperatur °C	Korrektionsfaktor enligt ledarisolationen
	PVC
10	1,1
15	1,05
20	1
25	0,95
30	0,89
35	0,84
40	0,77
45	0,71
50	0,63
55	0,55
60	0,45

Tabell 6: Korrektionsfaktorer för grupper (anhopning) av flera kablar och kretsar. [20]

Placering (kablar berör varandra)	Antal kretsar eller flerledarkablars antal											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Förknippade i luft, på ytan, infälld eller inkapslade	1	0,8	0,7	0,65	0,6	0,57	0,54	0,52	0,5	0,45	0,41	0,38
I en nivå på vägg, golv eller helbottnad kabelhylla	1	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,7			
I en nivå fästad direkt på undertak av trä	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61			
kabelhylla vågrät eller lodrät installation	1	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			
I en nivå på stege, stöd eller klämskena	1	0,87	0,82	0,8	0,8	0,79	0,79	0,78	0,78			

Efter att ha räknat ut den verkliga belastningsströmmen och således valt en säkringsstorlek skall man, med hjälp av information om förläggningssätt, hitta en ledararea som motsvarar ledningens minsta tillåtna belastningsström i *Tabell 1*. Tabellen nedan presenterar ledningars belastningsförmåga med hänsyn till förläggningssätt. Förläggningssätt A avser infälld installation, förläggningssätt C avser installation på yta, förläggningssätt D avser installation i mark (inte i rör) och förläggningssätt E avser installation fritt i luft. [21]

Tabell 7: Ledningars belastningsförmåga (A) för olika förläggningssätt. [20]

Ledarens märkarea (mm ²)	Förläggningssätt enligt SFS 6000			
	A	C	D	E
Cu				
1,5	14	18,5	26	19
2,5	19	25	35	26
4	24	34	46	36
6	31	43	57	45
10	41	60	77	63
16	55	80	100	85
25	72	102	130	107
35	88	126	160	134
50	105	153	190	162
70	133	195	240	208
95	159	236	285	252
120	182	274	325	292
150	208	317	370	338
185	236	361	420	386
240	278	427	480	456
300	316	492	550	527
Al				
16	43	62	78	65
25	56	77	100	83
35	69	95	125	102
50	83	117	150	124
70	104	148	185	159
95	125	180	220	194
120	143	209	255	225
150	164	240	280	260
185	187	274	330	297
240	219	323	375	350
300	257	372	430	404

Vid bestämning av ledararea skall man ge akt på följande saker:

- Ledarens/ledarnas högsta tillåtna temperatur (belastningsförmåga)
- Kortslutningstålighet
- Största impedansen i strömkretsen (av hänsyn till krav som ställs på felskyddet)
- Spänningsfall
- Utsätts ledaren/ledarna för mekanisk påverkan? [18]

4.3 Dimensioneringsexempel

För att dimensionera kablar och säkringar rätt måste man, som sagt, veta effektbehovet för att sedan kunna räkna ut strömmen som säkringen och kabeln måste tåla. I bostäder är det aldrig så att alla centraler skulle vara fullt belastade samtidigt och därmed blir det lite svårare att uppskatta toppeffekten. För att bestämma toppeffekten i detta projekt kommer att användas en formel. Formeln varierar beroende på anslutningen, om man har elvärme och på förekomsten av bastuugnar. Formeln som kommer att användas i detta projekt lyder:

$$P_{max} = 30 + 26 \times \frac{A_{max}}{1000}$$

Där A_{max} = den totala bostadsytan. Svaret man får har enheten kilowatt (kW). [22]

Då man rätt ut effektbehovet kan man använda sig av följande formel för att beräkna den största strömmen:

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \phi \quad [23]$$

Där:

P = Effekt. Denna variabel är i detta fall föremål för utredning.

$\sqrt{3}$ = Betyder att vi räknar med trefas - växelström. Då man beräknar effekt för enfas - växelström utelämnas denna

U = Spänning. I Finland är huvudspänningen i trefas - elnätet 400 V

I = Ström. Vi löser formeln med avseende på I eftersom det är strömmen vi vill beräkna.

$\cos \phi$ = Effektfaktor. I detta fall känner vi inte till effektfaktorn men om det gäller en central som matar ett bostadshus där den reaktiva effekten är ganska obetydlig kan vi räkna med en effektfaktor på 0,95 - 0,97. [18]

Låt oss anta att vi vill dimensionera en stigarledning och säkringar till en gruppcentral som har ett uppskattat effektbehov på 40 kW. Vi löser vår formel med avseende på I och får:

$$I = \frac{P}{(\sqrt{3} \times U \times \cos \phi)}$$

Vi lägger in 40 kW för P , 400 V för U och 0,96 för $\cos \phi$ och får att:

$$I = 60 \text{ A}$$

Vi antar att vi använder gG – säkringar som skydd mot överbelastning. Vi söker upp i *Tabell 1* det närmast större värdet. Vi finner att **63 A** är den närmaste säkringsstorleken. Från samma tabell får vi reda på att den minsta ström som ledningen måste tåla är **70 A**.

Nu är det dags att räkna ut korrektionsfaktorn. Vi antar att kabeln förläggs på kabelhylla med 8 andra kablar (förläggningssätt C) och att omgivningstemperaturen inte överstiger 40 °C i något skede.

- En omgivningstemperatur på 40 °C ger: **$k = 0,87$**
- Kabeln förlagd på kabelhylla med 8 andra kablar ger: **$k = 0,72$**
- Total korrektionsfaktor: $0,87 \times 0,72 = 0,63$
- Vi korrigerar: $\frac{70 \text{ A}}{0,63} = 111 \text{ A}$
- Ur *Tabell 7* kan vi läsa ut att ledararean bör vara: **35 mm² Cu / 50 mm² Al**

4.4 Skydd mot överbelastning och kortslutning

Med överbelastning menas t.ex. att strömmen i en ledning är så pass hög att det kan medföra skador på ledningen eller till och med brandfara. I en kortslutning flyter strömmen, praktiskt taget, utan motstånd från en eller flera ytterledare till nolledaren.

Detta kan medföra samma faror som en överbelastning. Dock så handlar det om mycket högre strömmar då en kortslutning inträffar eftersom det enda motståndet som finns i ett sådant fall är det som själva ledningen har.

I praktiken så fungerar ofta samma skyddsanordning som överbelastningsskydd, kortslutningsskydd och även felskydd. Då en skyddsanordning dimensionerats för att skydda en ledning mot överbelastning så kommer det samtidigt att fungera som skydd mot kortslutning så länge skyddsanordningens brytningsförmåga är tillräcklig. [9]

Förutom att man skall välja skyddsanordningar med rätta märkströmmar så måste man också ta i beaktande funktionsvärden hos olika skyddsanordningar. Den övre gränsbrytströmmen (= termisk funktionsgräns) avser den ström vid vilken skyddsanordningen garanterat kommer att fungera inom en timme. Denna gränsbrytström är olika för olika skyddsanordningar. [9]

För att dimensionera säkringar med hänsyn till den övre gränsbrytströmmen använder man sig av följande formel:

$$k \times I_n \leq 1,45 \times I_z$$

Där:

I_n = skyddsanordningens märkström (Denna räknar man ut)

I_z = är ledarens kontinuerliga belastningsförmåga

k = är förhållandet mellan säkringens övre gränsbrytström och dess märkström

Formeln är hämtad från sidan 137 i DI-2017 – Handbok om byggnaders elinstallationer [9]

Då man använder automatsäkringar av B-, C- och D-typ är det så enkelt att man väljer en säkring med en märkström som är lika stor som ledningens belastningsförmåga. Detta tack vare att dessa skyddsanordningars gränsbrytström är 1,45 gånger märkströmmen. Om vi löser formeln med avseende på I_n och lägger in 1,45 som värde på k så finner vi att den uträknade strömmen är samma som ledarens kontinuerliga belastningsförmåga. [9]

Om man använder t.ex. gG-säkringar som skydd mot överbelastning så beror den övre gränsbrytströmmen på skyddsanordningens märkström. På sidan 137 i "DI-2017 –

Handbok om byggnaders elinstallationer” hittar man förhållandet mellan I_n och k relativt till I_n . Alltid då I_n är 16 A eller högre så är $k = 1,6$. Om I_z är 25 A så får vi att $I_n \approx 22,7 A$. Närmaste gG-säkring är 20 A. [9]

$$I_n \leq \frac{1,45}{1,6} * 25 \approx 22,7 A$$

Då man använder sig av en skyddsanordning som fungerar både som kortslutnings- och överbelastningsskydd så räcker det med att skyddsanordningens brytförmåga är tillräckligt stor. Om separata anordningar för överbelastning och kortslutning används så finns det en formel för dimensionering av kortslutningsskydd. På sidorna 142 - 147 i ”DI-2017 – Handbok om byggnaders elinstallationer” kan man se exempel på hur man utför sådana uträkningar. [9]

4.5 Beräkning av kortslutningsström med tanke på felskyddet

För att ta reda på gruppledningars längsta tillåtna längd är en viktig sak att veta kortslutningsströmmen. Om en ledning blir för lång så sjunker kortslutningsströmmen så till den nivå att felskyddet inte fungerar inom den tid det borde. För gruppledningar gäller en bortkopplingstid på 0,4 s och för huvudledningar gäller en bortkopplingstid på 5 s. Det finns alltså en viss gräns för hur låg kortslutningsströmmen får vara, om säkringen skall fungera som felskydd, och den bestäms av grupp-/ huvudledningens säkring. [1]

Kortslutningsströmmen kan man ta reda på genom mätning eller genom uträkning. Om man gör det genom uträkning måste man veta vissa saker.

Man kan använda denna formel för att beräkna enfas kortslutningsström:

$$I_k = \frac{c \times U}{\sqrt{3} \times Z}$$

Där:

I_k = den minsta möjliga kortslutningsströmmen

c = en faktor 0,95 som tillämpas för att beakta spänningsfall i ledningar, kopplingspunkter osv.

U = trefas huvudspänning, 400 V

Z = Strömkretsens totala impedans (denna måste räknas ut)

4.5.1 Räkneexempel

Till följande presenteras en exempeluträkning av kortslutningsströmmen i en gruppledning med tanke på felskyddet. De olika kablarnas impedansvärden samt krav på kortslutningsströmmar för säkringar med tanke på automatisk frånkoppling är plockade ur tabeller som finns i "DI-2017 – Handbok om byggnaders elinstallationer". [1]

Det hör till det lokala elverkets uppgift att se till så att huvudcentralen får sin matning. Elverket skall också tillhandahålla information om kortslutningsströmmen vid huvudcentralen. Denna information är nödvändig för att kunna räkna ut den totala impedansen i strömkretsen. [1]

Låt oss säga att vi har en huvudcentral där den uppmätta kortslutningsströmmen är 355 A. Vi räknar ut det matande nätets impedans.

$$Z_{\text{nät}} = \frac{0,95 \times 400}{\sqrt{3} \times 355} \approx 0,62 \Omega$$

Vidare, så har vi en stigarledning till en gruppcentral. Låt oss säga att ledningen är 30 m 10 mm² Cu. Ur tabell får vi reda på att 10 mm² Cu har 2,246 Ω/km (ledartemperatur 80 °C). Eftersom det är fråga om kortslutning så kommer skyddsledarens inverkan också att inverka. I praktiken betyder det att vi multiplicerar 2,246 med 60 m istället för 30 m. [1]

$$Z_{\text{stig.}} = 2,246 \Omega/\text{km} \times 0,06 \text{ km} \approx 0,13 \Omega$$

Till slut, så har vi en gruppledning som skall skyddas av en C16 automatsäkring. För att en C16 skall fungera inom 0,4 s krävs en ström på minst 160 A. Vi kan räkna ut den längsta tillåtna längden för en 2,5 mm² Cu gruppledning. [1]

$$Z_{\text{tot.}} = \frac{0,95 \times 400}{\sqrt{3} \times 160} \approx 1,37 \Omega \quad \leftarrow \text{Detta är strömkretsens högsta tillåtna totala impedans}$$

$1,37 - (0,62 + 0,13) = 0,62 \Omega \leftarrow$ Detta är, så att säga, hur mycket impedans som gruppledningen får orsaka.

Gruppledningens längsta tillåtna längd är således:

$$l_{max} = \frac{0,62 \Omega}{\frac{8,77 \Omega/km}{2}} \approx 0,035 km = 35 m$$

5 Belysning

Ljus är inte bara något vi behöver för att se. Ljus påverkar människan på många olika sätt så med det i åtanke är det viktigt att se till så att god belysning uppnås. Rent fysiskt är ljus en elektromagnetisk strålning med en våglängd inom intervallet 390 - 770 nm. Inom detta spektrum finns alla de färger ett människo-öga kan uppfatta. Mest känsligt är ögat för en våglängd på ca 555 nm. [24] [25]

Några definitioner:

Ljusflöde, Φ : Anger hur mycket synligt ljus en viss ljuskälla ger ifrån sig. Ljusflödet beaktar också hur ett människo-öga uppfattar det synliga ljuset. Detta värde anges av en lampas tillverkare. Enheten är lumen (lm). [26]

Belysning (illuminans), E: berättar hur mycket ljusflöde som träffar en viss yta A. Enheten blir alltså $lm/m^2 = lux$. Detta är en viktig faktor vid belysningsplanering. [24]

Ljusstyrka, I: är en viss egenskap hos en ljuskälla. En ljuskälla som emitterar ett ljusflöde på 1lm likformigt i alla riktningar fördelar ljuset över en vinkel på 4π steradianer. Enheten är $lm/sr = candel$ (cd). [24]

Luminans, L: En del av det ljus som träffar en yta absorberas medan resten reflekteras. Om en yta upplevs som ljus beror det alltså på att luminansen är hög. Luminansen är alltså ett samspel mellan en viss ljuskällas ljusstyrka och en viss ytas förmåga att reflektera ljus och färg. Enheten är cd/m^2 . [27]

Färgtemperatur: Färgtemperaturens enhet är Kelvin (K). Kelvin används för att beskriva huruvida varmt eller kallt ljuset är. Ju varmare ljuset är, desto gulaktigare är det och har då ett lågt värde. I motsats har vitt/blått/kallt/svalt ljus ett högre värde.

- Halogenglödlampa ≈ 2700 K
- Dagsljus ≈ 6000 K

Alla de ovan nämnda är verktyg man kan använda för att åstadkomma en belysningsplanering som är skräddarsydd för ändamålet.

5.1 Armaturer

Vid val av armatur är det viktigt att man tar i beaktande följande saker:

- Installationsområde
 - Extra kritiska områden är medicinska utrymmen och utrymmen för livsmedelsproduktion där hygien är mycket viktigt
- Storlek (fysisk)
- Effekt
- Färgtemperatur
- Kapslingsklass
- Omgivningstemperatur
- Skydd mot mekanisk påverkan
- Kostnad
- Skydd mot korrosion

Det finns också standarder och krav som angår belysningsarmaturer. Det ligger på armaturtillverkarens ansvar att dessa standarder och krav uppfylls så att inte konsumenten behöver fästa särskild uppmärksamhet vid dessa saker vid val av armatur. Givetvis är det sedan upp till belysningsplaneraren att se till så att ändamålsenliga armaturer väljs. [28]

I dammiga och/eller våta utrymmen bör man se till så att IP-klassen på armaturen som skall installeras är tillräcklig. En armatur kan också komma att utsättas för mekanisk påverkan, i vilket fall det finns sätt att beskriva tåligheten gentemot detta. Man använder sig då av IK-klass (Iskunkestävyys = slagtålighet). IK-klass består av bokstäverna IK och siffrorna 00 - 10. [28]

Tabell 8: IK-klass. [28]

IK - klass	Slagkraft (joule)	Motsvarande slag
00	Oskyddad	
01	0,15	200g föremål faller från 7,5cm höjd
02	0,20	200g föremål faller från 10cm höjd
03	0,35	200g föremål faller från 17,5cm höjd
04	0,50	200g föremål faller från 25cm höjd
05	0,70	200g föremål faller från 35cm höjd
06	1	500g föremål faller från 20cm höjd
07	2	500g föremål faller från 40cm höjd
08	5	1,7kg föremål faller från 29,5cm höjd
09	10	5kg föremål faller från 20cm höjd
10	20	5kg föremål faller från 40cm höjd

5.2 Utomhusbelysning

Då det gäller belysning utomhus är det området som skall belysas som bestämmer vilka egenskaper hos en armatur som är viktigast. Allmänt viktigt för en utomhusarmatur är ändå tillräcklig IP-klassificering. Utomhusbelysning kan delas in i följande områden [26]:

- Arbetsområden
- Farleder, stigar och liknande områden avsedda för aktiviteter
- Idrottsplaner
- Tätortsområden
- Gårdsbelysning
- Områden under övervakning [26]

Utomhusbelysning måste åtminstone ordnas så att:

- effektiva och säkra arbetsförhållanden garanteras på sådana områden
- fotgängare och bilister lätt och säkert kan röra sig på områden avsedda för detta
- det främjar personsäkerhet och skydd av egendom
- det skapar en behaglig omgivning och så att de fina elementen i omgivningen framhävs [26]

Om ett område, till exempel en park, också fungerar som någon typ av arbetsområde så måste belysningen vara anpassad för detta. [26]

5.3 DIALux

DIALux är en programvara som utvecklats av DIAL. Programvaran används för att kalkylera olika parametrar för belysningen och för att visualisera i 3D. DIALux är gratis att använda och numera finns också en avskalad mobilversion. [29]

De flesta armaturleverantörer erbjuder digitala produktdata som kan användas för att göra noggranna belysningsberäkningar i DIALux. [29]

Till exempel när man vill belysa ett utrymme så kan man, med hjälp av arkitektritningar planera vilka armaturer som skall användas samt var och hur många som skall installeras i ett utrymme. Då man gjort upp ett planeringsförslag kan man beräkna, bland andra parametrar, medelljusflöde.

6 Elinstallationer i speciella utrymmen

I detta kapitel behandlas bestämmelser och krav som gäller speciella utrymmen. Förutom det förklaras också hur olika utrymmen delas in i olika områden. Det finns många andra utrymmen som faller under denna kategori men för detta arbetes skall behandlas bad- och duschutrymmen samt basturum.

6.1 Bad- och duschutrymmen

”Ett duschrum anses vara ett rum, där det finns en dusch avsedd för tvättning av hela kroppen” (sid. 368 i ”DI-2017 – Handbok om byggnaders elinstallationer”). [30]

Duschrummet delas in i fyra olika områden:

Område 0: Insidan av ett badkar/duschkar. Om kar saknas sträcker sig område 0 upp till 10 cm ovanför golvet och den vågräta ytan är densamma som område 1. [21]

Område 1: Detta område sträcker sig från där område 0 slutar, ifall duschkar saknas, ända till 225 cm ovanför golvet (rummet under ett bad-/duschkar räknas till område 1). I fall då

ett fast installerat duschmunstyckets lägsta punkt är över 225 cm från golvet så utgör nämnda punkt den nya övre gränsen för område 1. [21]

Gränserna för område 1 i sidled begränsas av ytterkanterna av ett bad-/duschkar. Vidare så begränsas område 1 av lodräta plan som finns på 120 cm avstånd från en fast vattenarmaturs mittpunkt ifall kar saknas. [21]

Område 2: Område 2 tar, i höjddled, vid där område 1 slutar (vanligtvis 225 cm ovanför golvet). Om ett duschmunstyckets lägsta punkt är över 225 cm så bestäms den nedre gränsen för område 2 enligt den punkten. [21]

I det vertikala ledet tar område 2 vid där område 1 slutar. Ifall man har badkar så börjar område 2 då vid badkarets yttre kant och fortsätter i 60 cm vågrätt utåt. [21]

Ifall kar saknas så finns inget område 2 men den yttre gränsen för område 1 gäller fortfarande. [21]

Oklassificerat område: Allt område bortom område 2 eller bortom område 1 i de fall där område 2 inte existerar hör till oklassificerat område. [21]

Som tidigare nämnts, så skall all elutrustning i bad- och duschutrymmen skyddas av högst 30 mA jordfelsbrytare. Undantag görs ifall:

- elektrisk separation tillämpas och ifall kretsen matar endast ett bruksföremål
- SELV och PELV – skyddsmetoderna appliceras (Info om nämnda skyddsmetoder finns t.ex. i "DI-2017 – Handbok om byggnaders elinstallationer") [21]

6.2 Bastuutrymmen

Bastuugnen i ett basturum är den enda elutrustning som inte behöver skyddas av jordfelsbrytare. All annan elutrustning som finns i basturum måste skyddas av högst 30 mA jordfelsbrytare. [30]

SFS-EN 60 335-2-53 är en standard som gäller för bastuugnar med en effekt upp till 20 kW. I bostäder är det vanligt med bastuugnar som har en effekt på ca 6 kW och således används, i bostäder, elektriska bastuugnar som följer denna standard. [30]

På grund av den höga temperaturen i ett basturum får man inte använda PVC-kabel (t.ex. MMJ). PVC-kabeln blir skör i sådana förhållanden. Gummikabel av typen Ho7RN-F (eller motsvarande) kan användas. [30]

Basturummet delas in i tre olika områden:

Område 1: På detta område finns bastuugnen och möjligtvis annan utrustning för dess drift. Ingen annan elutrustning får finnas på område 1. Nedre gränsen är golvet medan den kalla sidan på takets värmeisolering utgör gränsen uppåt. Åt alla sidor avgränsas område 1 av ett lodrätt plan som sträcker sig 0,5 m ut från bastuugnens yta. Om bastuugnen placeras närmare väggen än 0,5 m så är den kalla sidan av väggens värmeisolering gränsen för område 1. [21] [30]

Område 2: Område 2 finns helt utanför område 1. Gränsen nedåt är golvet. Övriga gränser är den kalla sidan av värmeisoleringen i väggar och tak samt ett vågrätt plan på 1 m ovanför golvets yta. [21] [30]

Område 3: Område 3 finns helt utanför område 1. De yttre gränserna för område 3 är den kalla sidan på väggars och takets värmeisolering samt den nedre gränsen som utgörs av ett vågrätt plan på 1 m ovanför golvets yta. [21] [30]

Kopplingsanordningar som anses vara en del av bastuugnen och övrig fast utrustning får installeras på område 2 i ett basturum enligt tillverkarens anvisningar. All elutrustning på område 2 måste ha en kapslingsklass på åtminstone IP24. Däremot ställs inga krav på elutrustningens värmetålighet men det är trots allt bra att ta hänsyn till troligen förekommande temperaturer på detta område. [21] [30]

Elutrustning som befinner sig på område 3 måste tåla temperaturer på minst 125 °C. Ledningars isolering måste tåla åtminstone 170 °C (kommer att påverka ledningens belastbarhet). [21]

Vid infällda installationer som görs med rör, placeras rören utanför basturummets värmeisolation. Metallrör används vid genomföring på grund av höga temperaturer. Övriga anordningar såsom brytare för belysning och uttag får inte installeras i basturum. [21] [30]

Om dosan som används för att ansluta bastuugnen till elnätet befinner sig på område 1 så måste dosans övre kant vara på högst 0,5 m höjd från golvet. I övrigt så placeras dosan på ett sådant ställe där värmestrålningen från kaminen är liten. [30]

7 Utförande

I detta kapitel presenteras planeringsarbetet i detalj. Kapitlet består av en del med kabeldimensioneringar där beräkningarna görs med hjälp av teoridelen. Vidare, så uppgörs kapitel 7 av en genomgång av varje ritning som hör till projektet. Tidsmässigt består en stor del av utförandet utav belysningsplaneringen, centralritningar och kretsscheman.

7.1 Beräkningar

I detta kapitel presenteras hur toppeffekten för Hus 1 har beräknats. Med hjälp av den uträknade toppeffekten dimensionerades huvudsäkringar för mätarcentralerna och stigarledningarna till dem. Huvudsäkringarna i gruppcentralerna är 25 A och stigarledningarna till samtliga gruppcentraler dimensionerades enligt detta.

7.1.1 Dimensionering av huvudcentral och mätarcentraler

I kapitel 4.3 presenteras den formel som användes för att beräkna toppeffekten för Hus 1. Den totala bostadsytan för Hus 1 är 708 m² och det finns två mätarcentraler som sköter om strömförsörjningen till hälften av lägenheternas gruppcentraler vardera. Därmed täcker en mätarcentral 354 m². Detta värde lades in för A_{max} i formeln och genererade följande resultat:

$$P_{max} = 30 + 26 \times \frac{354}{1000} = \mathbf{39,204 kW}$$

I kapitel 4.3 presenteras den formel som användes till att räkna ut strömmen. Om den erhållna toppeffekten läggs in som värde för P i formeln får man ut följande:

$$I = \frac{39,204 kW}{(\sqrt{3} \times 400 V \times 0,96)} \approx \mathbf{58,9 A}$$

Detta innebär att huvudsäkringarna för stigarledningarna till mätarcentralerna valdes till **63 A** (närmaste säkringsstorleken uppåt).

Förutom att huvudcentralen matar de två mätarcentralerna som finns i Hus 1 så finns också i huvudcentralen en skild fastighetsdel med skild energimätning. De exakta belastningarna som får sin matning från denna fastighetsdel framgår av huvudschemat för huvudcentralen (Bilaga 6). Fastighetsdelen säkrades med **63 A** säkringar eftersom den också måste räcka till då Hus 2 byggs.

Som nämndes i kapitel 1.3, så var det viktigt att beakta det faktum att ett likadant höghus (Hus 2) kommer att byggas i framtiden. Hus 2 kommer att byggas nära det som nu byggs och skall få sina matningar från huvudcentralen som planerades i detta projekt. Detta var viktig information vid dimensionering av huvudcentralen. Efter dimensioneringen av huvudcentralen och med vetskapen om att ett likadant höghus i framtiden kommer att få sin strömförsörjning från samma central fastslogs huvudsäkringsstorleken till **250 A**. Till dess att Hus 2 har byggts så kommer PK dock att säkras med **100 A** huvudsäkringar (framgår av bilaga 6) eftersom det räcker för Hus 1. Centralen och matningskabeln till denna dimensionerades dock för **250 A**.

Matningskabeln till PK kommer att läggas ned i marken och anslutas av det lokala elverket. Som det kan ses i bilaga 6, så blev denna kabel vald till AXMK 4x240.

Stigarledningarna från PK till båda MK kommer antingen att läggas rakt i mark eller i rör i mark (förläggningssätt D1 eller D2). Oberoende av vilket förläggningssätt som tillämpas så konstaterades att AMCMK 4x35+16 räcker. Tillvägagångssättet vid dimensioneringen var samma som exemplet i kapitel 4.3 men med andra tabeller och värden. [21]

7.1.2 Dimensionering av stigarledningar till gruppcentraler

Det tillämpade förläggningssättet för stigarledningarna till gruppcentralerna går att liknas med förläggningssätt B2. Stigarledningarna från mätarcentralerna till gruppcentralerna valdes till MMJ 5x6 S vilket skulle ge en belastbarhet på **38 A** med tanke på förläggningssättet (utan korrektionsfaktorer). Det är säkert att anta att referenstemperaturen 30 °C aldrig överskrids inuti huset (snarare underskrider man den något) vilket innebär att temperaturrelaterad korrektionsfaktor ej behöver tillämpas. Vidare så kunde det i planeringsskedet uppskattas att det är möjligt att förlägga

stigarledningarna med sådant avstånd till varandra att korrektionsfaktorer relaterade till detta inte behövdes. [21]

7.2 Elpunkter och kablering

En av de första sakerna som gjordes i planeringsväg var att rita in elpunkter och kablering på situationsplan samt på bottenplanerna för servicebyggnaden och båda våningarna på höghuset. Detta tog inte särskilt lång tid eftersom elentreprenören i ett tidigt skede skickade de ritningar som behövdes för att påbörja planeringsarbetet. Dessutom bifogade elentreprenören ett förslag på elpunkter, vilket följdes och kompletterades på vissa punkter.

7.2.1 Huset

Som man kan läsa i kapitel 1.3, så finns det 12 lägenheter i huset. Elplaneringen av de 12 lägenheterna tog inte särskilt länge eftersom den nödvändigaste informationen fanns tillhanda när planeringsarbetet började. Till detta bör tilläggas att ändringar kan tillkomma på framtida kunders begäran. Ett exempel skulle kunna vara att slutkunden vill ha spotlights istället för eller utöver lampputtag i vardagsrummet.

7.2.2 Servicebyggnad

I servicebyggnaden finns huvudcentralen och ett korskopplingsskåp. Utöver det består servicebyggnaden av en liten fastighetsdel samt av förrådsutrymmen avsedda för de som bor i lägenheterna. Det enda som behövdes i själva byggnaden var lite belysning och några uttagsgrupper. Alla belastningar som finns i servicebyggnaden matas från huvudcentralens fastighetsdel.

7.2.3 Situationsplan

Situationsplanen finns till för att få en helhetsbild över tillhörande byggnader, gårdsplaner och parkeringsytor. På denna situationsplan finns inritat gårdsbelysning, fasadbelysning, parkeringsbelysning, motorvärmarruttag, laddningsuttag för elbilar, kablering för allt det ovan nämnda och rördragningar. I samband med att belysningsplaneringen gjordes så uppdaterades också situationsplanen.

Arkitektritningen för situationsplan är den ritning som användes för att göra belysningsplaneringen. Med hjälp av ritningen var det möjligt att skapa en 3D-modell av situationsplanen som sedan kunde användas för att göra noggranna beräkningar.

7.3 Planering av centraler

I projektet har planerats ganska många centraler vilket har lett till att den delen av hela planeringsarbetet hört till en av de mest krävande delarna av arbetet. Till centralplaneringen räknas också kretsscheman eftersom de kretsar som beskrivs i dessa ritningar kommer att finnas i huvudcentralen och i gruppcentral 1 (RK₁).

Den viktigaste centralen i hela projektet är huvudcentralen. För att dimensionera den rätt är det viktigt att veta det största effektbehovet. Vet man inte det så kan man inte bestämma storleken på huvudsäkringarna. Huvudcentralen blev dimensionerad så att det enda man behöver göra när Hus 2 byggs är att byta ut huvudsäkringarna.

Mätarcentralerna och gruppcentralerna var enklare att planera än huvudcentralen. Som gruppcentraler (dock inte RK₁) valdes färdiga ABB-centraler. Från ABB:s hemsida laddades ner dwg-filer som var klara för att fylla i alla matningar vilket gjorde denna process väldigt enkel.

7.3.1 Huvudcentral

Planeringen av huvudcentralen var från första början av mycket hög prioritet eftersom den måste beställas och leveranstiden är lång. Att planera den kom ändå att ta ganska länge på grund av att det inte var klart från början om man alls skulle ha mätarcentraler eller om man skulle dra stigarledningar till varje gruppcentral ända från huvudcentralen. Ifall det senare alternativet hade valts så skulle man ha varit tvungen att placera samtliga energimätare i huvudcentralen (och således hade huvudcentralen blivit mycket större) eller placera en mätarcentral nära huvudcentralen.

Tack vare det att vi tog beslutet att upprätta två mätarcentraler, som placerades under trapporna i trapphusen, blev huvudcentralen väldigt enkel och logisk. I huvudcentralen planerades färdigt in grupper för stigarledningar till mätarcentraler i Hus 2.

7.3.2 Mätarcentraler

Mätarcentralernas enda uppgift är att hysa energimätare för samtliga lägenheter, varför mätarcentralerna blev mycket enkla. Till en mätarcentral kommer alltså in en stigarledning från huvudcentralen och därifrån går det ut en kabel till varje gruppcentral. I mätarcentralerna finns alltså inga andra matningar än de till gruppcentralerna.

7.3.3 Gruppcentraler

I bostäder har det konstaterats att **25 A** huvudsäkringar räcker till i normala fall. Samtliga gruppcentraler i höghuset är identiska förutom att gruppindelningen är något annorlunda. Som gruppcentraler har valts så kallade IT-centraler som alltså också har en IT-del i samma central.

Förutom gruppcentralerna i samtliga lägenheter bestämdes också att en gruppcentral (RK1) skulle upprättas. RK1:s uppgift är att förse alla grupper i Hus 1 som ligger under fastighetsmätningen med el. Istället för att dra alla fastighetsmatningar i Hus 1 från huvudcentralen så placeras alltså en gruppcentral intill MK1 dit man då drar en stigarledning från huvudcentralen. Matningen tas givetvis från en grupp som ligger under fastighetsmätningen i huvudcentralen så att ingen extra mätare behövs i RK1.

7.3.4 Kretsscheman

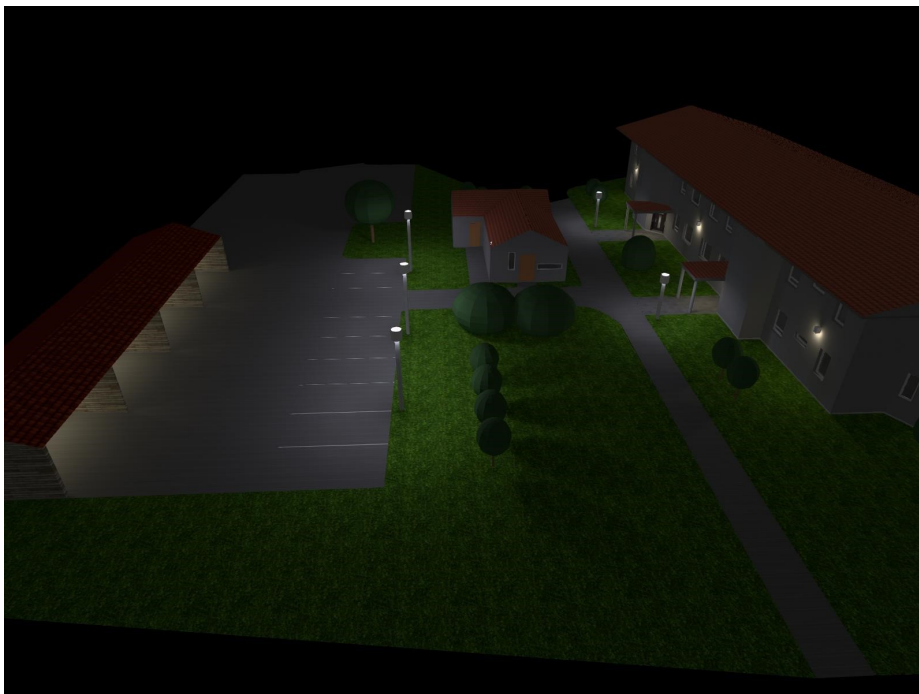
Kretsscheman är viktiga att rita upp om man har någon typ av automation. I detta projekt innebar det viss belysningsstyrning. För att förverkliga belysningsstyrningen användes ett skymningsrelä och en klocka med två olika kretsar för att kunna ställa in två olika tider och sedan bestämma vilka grupper som skall påverkas av endera tider. Belysningsstyrningen planerades så, att skymningsrelät måste vara slutet (= aktivt) för att klockan skall få sin manöver. Av kretsschemat för huvudcentralen (Bilaga 9) framgår vilken klockkrets som påverkar vilka lampor.

7.4 Belysningsplanering

För detta projekt utfördes belysningsplanering endast för situationsplanen. För att åstadkomma ett noggrant resultat gjordes planeringen med DIALux i 3D. Planeringsarbetet tog länge eftersom en tvådimensionell botten var det som fanns att

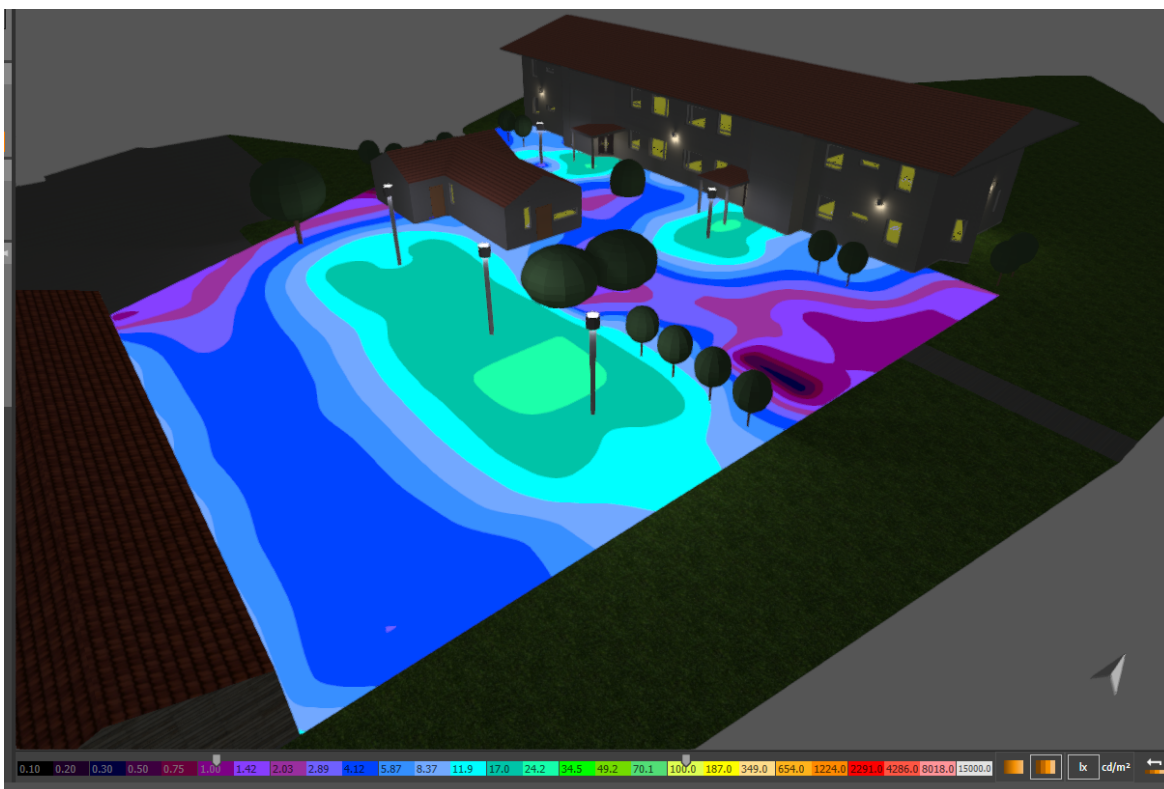
börja från. Till projektet hörande byggnader och parkering ritades alltså upp och efter detta planerades belysning in. Tack vare det att planeringen gjordes i 3D var det lätt att skapa sig en ungefärlig bild av hur det kan komma att se ut när projektet är klart.

OBS! Byggnaderna och omgivningen som syns på bilderna är inte en exakt representation av hur det ser ut i verkligheten.



Figur 8: Situationsplan.

När belysningsplaneringen påbörjades fastslogs riktvärden för medelilluminans (E_m). För lätt trafikerade parkeringsplatser är rekommendationen för $E_m = 5$ lux. I bilagan för belysningsplanering (bilaga 13) kan man se att E_m överskrids i planeringen då $E_m = 11$ lux. Värdet på E_m beror i hög grad på hur man definierat beräkningsplanet. Nedan presenteras en bild av beräkningsplanet där de olika färgerna motsvarar olika grad av illuminans. Från bilden kan man läsa ut att belysningen på parkeringsområdet är mycket god då lägsta värdet är ca 5 lux och ca 25 lux är det högsta värdet. [26]



Figur 9: Illuminanskurva.

7.4.1 Val av armaturer

Belysningsplaneringen utfördes med armaturer från tillverkaren Ensto. Detta märke valdes för att det är ett finländskt företag och för att deras armaturer inte är jättedyra. Armaturer med färgtemperaturen 3000 K har använts under biltaket, för fasadbelysning och vid ingångarna till Hus 1. Samtliga stolpararmaturer har en färgtemperatur på 4000 K. Av bilagan för belysningsplaneringen framgår mera detaljer om armaturerna. Monteringshöjden för respektive lampor är:

Stolpararmatur parkering: 4 meters höjd

Stolpararmatur framför ingång: 2,6 meters höjd

Väggarmatur på Hus 1:s fasad: 3 meters höjd

Armaturer vid ingångarna till trapphuset och under biltaket monteras i taket.

7.4.2 **Armaturförteckning**

I armaturförteckningen listas alla armaturer som finns i projektet. Därtill får varje armatur ett positionsnummer. På elpunktsritningar och situationsplan lades ut positionsnummer för alla armaturer så man vet vilken armatur som skall monteras var. I armaturförteckningen finns också info om monteringsätt och hur många som behövs av varje armatur.

7.5 Andra ritningar

Övriga ritningar som gjorts är jordningsschema, stigarledningsschema, ADB-schema och ritningsförteckning. Stigarledningsschemat och ritningsförteckningen är dokument som finns till för att skapa en bra översikt av hela projektet. Stigarledningsschemat klargör placering och kablering av samtliga centraler. Ritningsförteckningen gör det möjligt att hålla koll på alla de ritningar som bör finnas tillhanda. Jordningsschemat beskriver hur alla jordningar i systemet skall utföras och ADB-schemat gjordes för att säkerställa att rätt kablering för antenn-, fiber- och data kan utföras.

7.5.1 **Jordningsschema**

I huvudcentralen skall fördelningssystemet gå över från TN-C till TN-S, alltså TN-C-S. Som man kan se i jordningsschemat (Bilaga 5) så skall det finnas en skild PEN-plint i huvudcentralen varifrån man sedan kopplar vidare till PE- och N-skenan i huvudcentralen. Efter det får man inte längre koppla ihop PE- och N-ledare som nämns om i kapitel 3.6.3.

Det är viktigt att se till så att alla ledande delar i samtliga byggnaders konstruktion är jordade. Om de inte är det kan det medföra livsfara ifall en fasledare kommer i kontakt med någon ojordad del.

7.5.2 **ADB-schema (ATK – kaavio)**

I ADB-schemat beskrivs hur dragningen av antenn, fiber och datakabel skall förverkligas. Som man kan se, så skall endast fiber gå mellan PK och båda MK. Från mätarcentralerna ut till gruppcentralerna skall det dock dras antenn-, fiber och datakabel.

Enligt elentreprenörens önskan så planerades endast antennuttag i lägenheterna. Trots det, så kommer man i installationskedet att placera tomma dosor för datauttag bredvid antennuttagen och dra rör från gruppcentralerna till dessa färdigt. På detta sätt krävs bara en ganska snabb åtgärd ifall någon vill ha datauttag i lägenheten.

7.5.3 Stigarledningsschema

Med hjälp av stigarledningsschemat får man en överblick av de centraler som finns i projektet och varifrån de olika centralerna får sina matningar. Huvudcentralen matar MK1, MK2 och RK1. MK1 matar RK11-13 och RK21-23 medan MK2 matar RK14-16 och RK24-26. Då Hus 2 byggs så kommer stigarledningsschemat att växa.

7.5.4 Ritningsförteckning

Ritningsförteckningen presenterar alltså alla olika ritningar som hör till projektet och var ett av de första dokumenten som skapades. Ritningsförteckningen skapades tidigt för att kunna skriva in alla ritningar som man kunde tänka sig att behövdes för att sedan hålla koll på om de hade gjorts eller inte. När planeringsarbetet var klart kontrollerades förteckningen ännu en gång och förklarades sedan som färdig.

8 Resultat

Planeringsarbetet resulterade till slut i en heltäckande och omsorgsfullt genomförd el- och belysningsplanering. Alla ritningar som räknades upp i kapitel 1.3 fanns tillhanda då planeringsarbetet färdigförklarades. I planeringen togs också noga hänsyn till Hus 2 som byggs i ett senare skede. Eftersom Hus 2 kommer att vara lika som Hus 1 så var det inte en svår uppgift att beakta det vid dimensionering av anslutningsstorleken. Till att börja med kommer man att använda 100 A huvudsäkringar i huvudcentralen men dessa byts ut då Hus 2 tas i bruk.

Efter att alla installationer utförts kommer elentreprenören att informera om saker som inte gjordes enligt planeringen. I projekt av denna typ är det mycket vanligt att inte allting görs helt enligt ritningarna och i sådana fall ritar elmontörer in ändringar och ger dem åt elplaneraren. När jag får in eventuella ändringar kommer jag att uppdatera alla ritningar

som berörs av ändringarna och stämpla ritningarna som slutritningar. Tack vare detta arbetssätt så har man i slutändan ritningar som stämmer exakt överens med verkligheten.

Under projektets gång hann en hel del saker ändra. Under en ganska lång tid var det inte klart med antal och placering av vissa centraler. Mätarcentralerna och gruppcentral 1 var sådana centraler vars existens och placering klarnade i ett ganska sent skede. Det positiva med att ha med dessa centraler var det att väldigt få kablar nu behöver dras mellan servicebyggnaden och Hus 1. De kablar som behöver dras mellan husen är:

- Stigarledningar till MK1, MK2 och RK1
- Styrkabel för belysning
- Fiberkabel mellan ADB-skåpen

Belysningsplaneringen som gjordes i 3D för situationsplanen gav en bra bild av hur belysningen kan komma att se ut på gårdsplanen och parkeringen. Som man kan se i de olika bilderna så är belysningen ganska jämn, speciellt på parkeringsområdet. För utomhusbelysning planerades enbart LED-armaturer vilket kommer att resultera i låg energiförbrukning för belysningens del. Positionsnumrorna på situationsplanen gör det lätt för montörer att veta vilka armaturer som skall monteras var. Om man tittar på elpunktsritningarna för våning 1, våning 2 och servicebyggnaden märker man att det finns positionsnummer där också. Val av armaturer på dessa positioner överläts till elentreprenören. När installationsarbetet är klart informerar elentreprenören om val av armaturer på dessa positioner så att armaturförteckningen kan uppdateras. Värt att notera är att fasadbelysningen och ingångsbelysningen finns på elpunktsritningen för våning 1 och inte på situationsplan.

9 Diskussion

Projektet Kanavanranta har varit en oerhört lärorik och på många sätt utmanande process för mig. Under sommaren som ledde upp till hösten då jag tog mig an detta projekt hade jag mest planerat några vanliga egnahemshus, några parhus och delar i större projekt. Att ha huvudansvaret för ett projekt av denna omfattning förutsätter att man har koll på vilka ritningar som skall finnas och att man sedan vet hur man skall gå tillväga för att skapa dessa. All denna kunskap hade jag inte när projektet drog igång men allteftersom planeringsarbetet framskred lärde jag mig nya saker som jag kommer att ha nytta av i kommande planeringsarbeten. Det faktum att planeringsarbetet utfördes på finska blev en vinning för min del i det att jag fick utvidga min vokabulär på just detta område.

Jag är övertygad om att resultatet inte hade blivit likadant utan den värdefulla handledning jag fått av mina kollegor på Smartplan och av min handledare från skolans sida. Förutom all hjälp jag fått har också litteraturen som använts för att skriva teoridelen varit till stor hjälp. Vid olika uträkningar har även teori från tidigare kurser i skolan varit till nytta. Detta betyder att den utbildning jag gått är relevant med tanke på det arbete jag utfört.

En av de största utmaningar jag hade med detta arbete var att veta vilka delar jag skulle ha med i arbetet och vilka jag inte skulle ha med. I denna utmaning fann jag att avgränsning blev möjlig när jag ständigt frågade mig själv om det jag skrev var relevant med tanke på det arbete jag utförde. Mycket tid gick åt dimensioneringsuträkningar och belysningsplanering.

Även om projekt Kanavanranta är klart för denna gång så dyker det snart upp igen då Hus 2 skall byggas. Jag är säker på att det väl genomförda planeringsarbetet för Hus 1 kommer att göra planeringen av Hus 2 mycket lättare.

Källförteckning

- [1] E. Tiainen, DI-2017 - Handbok om byggnaders elinstallationer, Esbo: STUL ry, 2018, pp. 78-123.
- [2] Sähkötieto ry, "ST-kort 53.12," Sähkötieto ry, Esbo, 2017.
- [3] The Enclousure Company, "www.enclousurecompany.com," [Online]. Available: <http://www.enclousurecompany.com/ip-ratings-explained.php>. [Använd 25 September 2019].
- [4] E. Tiainen, DI-2017 - Handbok om byggnaders elinstallationer, Esbo: STUL ry, 2018, pp. 172-179.
- [5] Elektro Elco AB, "hidealite.com," [Online]. Available: <https://www.hidealite.com/sv-se/Kunskap/Begrepp/IP-klasser/ip-klasser-utomhus>. [Använd 25 Oktober 2019].
- [6] Voltimum, "Voltimum.se," [Online]. Available: <https://www.voltimum.se/glossary/smaltsakring>. [Använd 25 September 2019].
- [7] ABB, "new.abb.com," 2019. [Online]. Available: <https://new.abb.com/se/om-abb/teknik/sa-funkar-det/fordelningscentraler>. [Använd 25 September 2019].
- [8] Amazon, "amazon.de," [Online]. Available: <https://www.amazon.de/Stück-Siemens-Indus-Sector-Diazed-Sicherungseinsatz-5SB261/dp/B06XSLDN9M>. [Använd 25 Oktober 2019].
- [9] E. Tiainen, DI-2017 - Handbok om byggnaders elinstallationer, Esbo: STUL ry, 2018, pp. 135-153.
- [10] Voltimum, "voltimum.se," 6 januari 2009. [Online]. Available: <https://www.voltimum.se/articles/dvargbrytare>. [Använd 18 oktober 2019].
- [11] K-rauta, "k-rauta.fi," [Online]. Available: <https://www.k-rauta.fi/rautakauppa/johdonsuojakatkaisija-abb-16a-1-nap>. [Använd 25 Oktober 2019].
- [12] E. Tiainen, DI-2017 - Hanbok om byggnaders elinstallationer, Esbo: STUL ry, 2018, pp. 285-287.
- [13] Sähkötieto ry, "ST-kort 51.04," Sähkötieto ry, Esbo, 2019.
- [14] E. Tiainen, DI-2017 - Hanbok om byggnaders elinstallationer, Esbo: STUL ry, 2018, pp. 62-69.
- [15] A. Karlsson, "Utvärdering av elektriska fördelningssystem i medicinska utrymmen," Högskolan Väst, Trollhättan, 2015.

- [16] B. Haag, Industriell systemteknik, Lund: Studentlitteratur AB, 1998, pp. 236-237.
- [17] Sähkötieto ry, "ST-kort 662.50," Sähkötieto ry, Esbo, 2018.
- [18] E. Tiainen, DI-2017 - Handbok om byggnaders elinstallationer, Esbo: STUL ry, 2018, pp. 194-207.
- [19] Taloon.com, "Taloon.com," [Online]. Available: <https://www.taloon.com/voimakaapeli-amcmk-3x35-16-an-1-kv/S-0622159/dp?openGroup=4373>. [Använd 17 November 2019].
- [20] E. Tiainen, DI-2017 - Handbok om byggnaders elinstallationer, Esbo: STUL ry, 2018, pp. 224-233.
- [21] SESKO rf, SFS-handbok 600-1-2:2018, Helsingfors: Finlands standardiseringsförbund SFS rf, 2018.
- [22] P. Harsia, "tate.blogs.tamk.fi," 6 November 2013. [Online]. Available: <http://tate.blogs.tamk.fi/files/2013/11/HUIPPUTEHO.pdf>. [Använd 22 November 2019].
- [23] B. Haag, Industriell systemteknik, Lund: Studentlitteratur AB, 1998, p. 100.
- [24] G. Frank, "Laboration 3: Belysning, färger och spektra," Lunds universitet, Lund, 2015.
- [25] M. Franzell, Ljus & Rum, Stockholm: Ljuskultur, 2013.
- [26] K. Nyman, "ST-kort 58.09," Sähkötieto ry, Esbo, 2003.
- [27] K. Nyman, "ST-kort 58.07," Sähkötieto ry, Esbo, 2017.
- [28] T. Kallasjoki, "ST-kort 57.45," Sähkötieto ry, Esbo, 2019.
- [29] DIAL, "dial.de," 2019. [Online]. Available: <https://www.dial.de/en/dialux/>. [Använd 17 Oktober 2019].
- [30] E. Tiainen, DI-2017 - Handbok om byggnaders elinstallationer, Esbo: STUL ry, 2018, pp. 368-375.

Bilageförteckning

Bilaga 1 – Situationsplan

Bilaga 2 - Elpunktsritning för lägenhet A1

Bilaga 3 - Elpunktsritning för servicebyggnad

Bilaga 4 - Stigarledningsschema

Bilaga 5 - Jordningsschema

Bilaga 6 - Huvudschema för huvudcentral (PK)

Bilaga 7 - Huvudschema för gruppcentral 1 (RK1)

Bilaga 8 - Huvudschema för en gruppcentral (RK11)

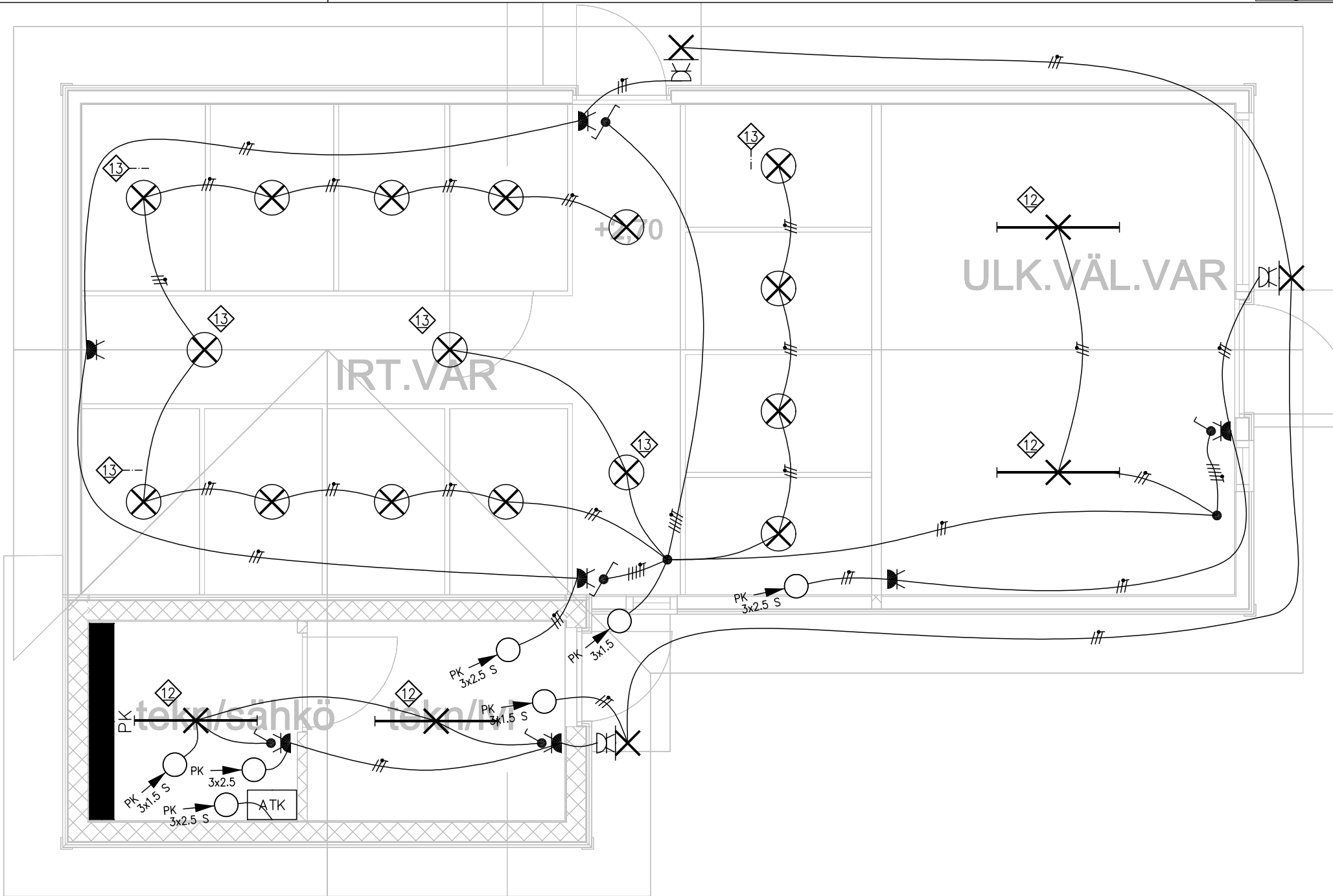
Bilaga 9 - Kretsschema för huvudcentral (PK_K)

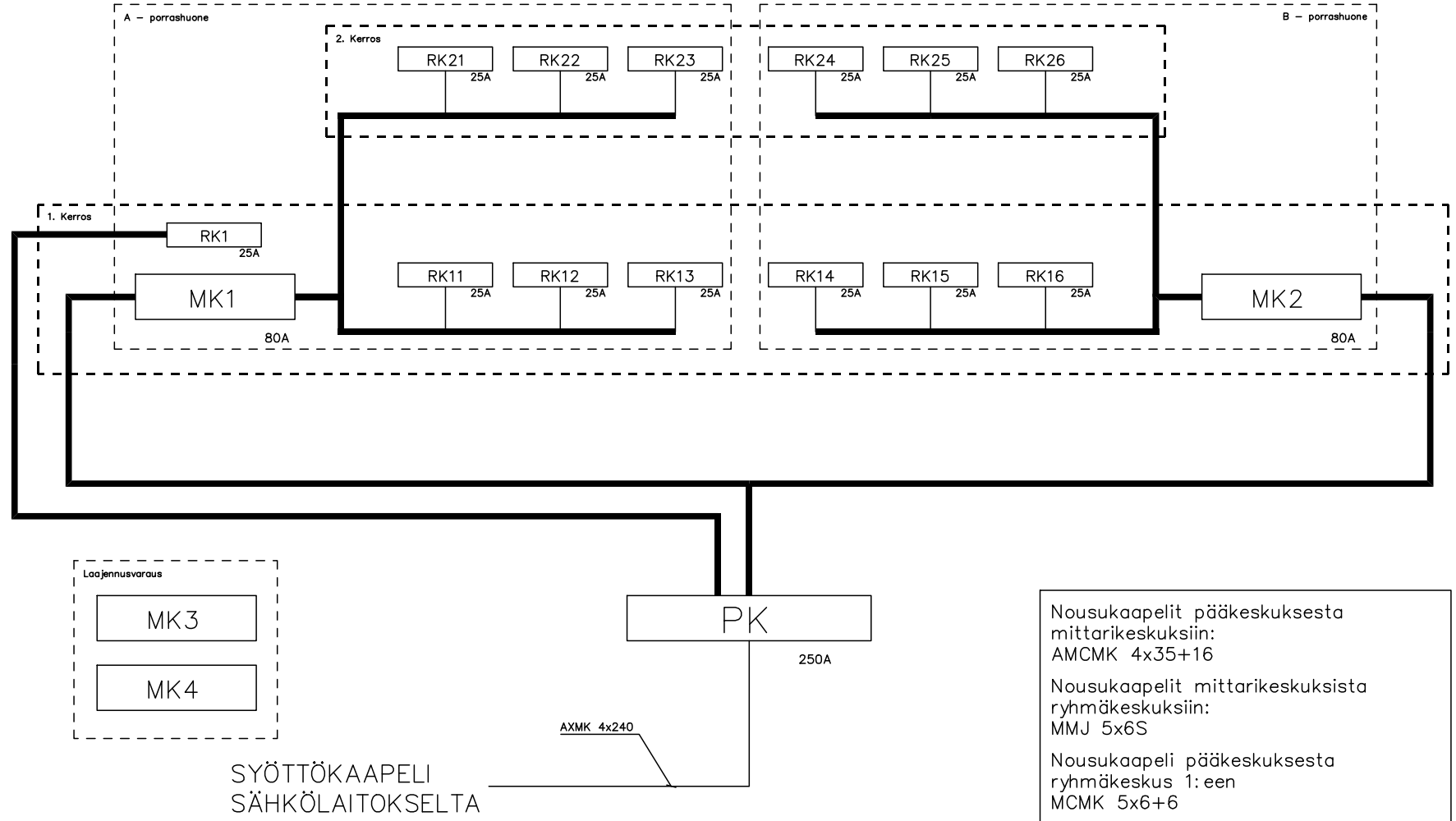
Bilaga 10 - Kretsschema för gruppcentral 1 (RK1_K)

Bilaga 11 - Armaturförteckning

Bilaga 12 - ADB-schema

Bilaga 13 - DIALux dokument





A
B
C
D
E
F
G
H
J
K
L
M
N
O
P
R
S
 D
ändring
E
ändring
F
ändring
 A
ändring
B
ändring
C
ändring

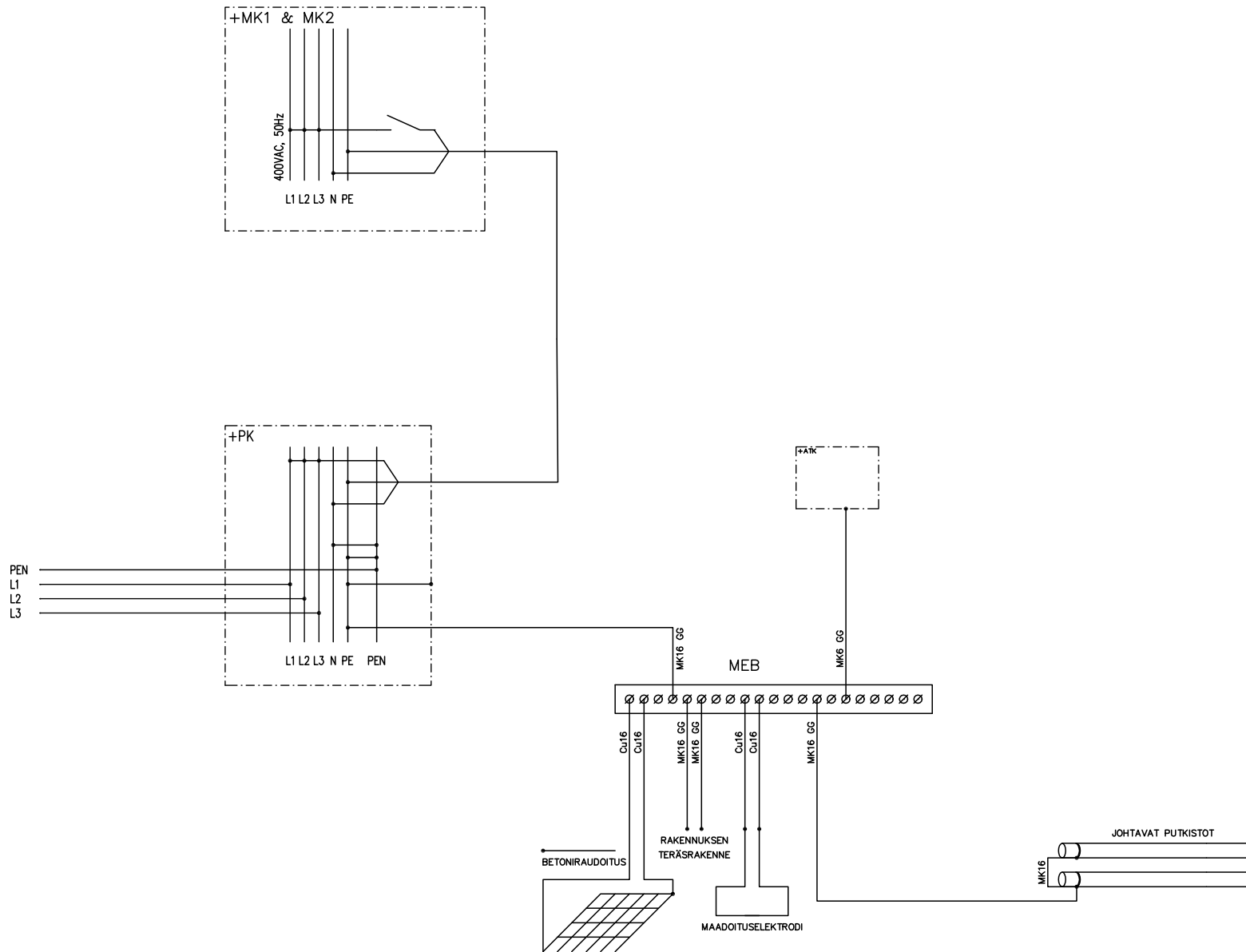
A
B
C
D
E
F
G
H
J
K
L
M
N
O
P
R
S



Kanavanranta
Hahtisaarencatu 4
94100 Kemi

Nousujohtokaavio

Plan. HB /13.11.2019	Objekt Central	Proj.nr. 402-3
Rit. HB	Blad 1/1	Ritning nr.
Gransk. RC	402-3_301	



D muutos

E muutos

F muutos

A muutos

B muutos

C muutos

	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
A	KESKUS							RYHMÄ	OSOITE							TUNNUS	JOHDOTUS	kVA/kW	A / A	HUOM.	A						
B									Syöttö kiinteistö osa										35/63		B						
C																						C					
D									Autolämmitys								MCMK 2x2.5+2.5		C16		D						
E									Autolämm. + sähköaut. lataus autokatos								MCMK 4x10+10		C16		E						
F									Vara										C16		F						
G									Vara										C16		G						
H									Vara										C16		H						
J																					J						
K									Nousujohto RK1:lle								MCMK 4x6+6		C25		K						
L									Vara										C25		L						
M									Ohjaus hämäläkytkin ja kello Hämäläkytkin-kontaktori								MMJ 5x1.5 S				M						
N																					N						
O								11	Ulkovalaistus, talo 1								MCMK 2x1.5+1.5 S		C10		O						
P								12	Autokatos valaistus, talo 1								MCMK 2x1.5+1.5 S		C10		P						
R									Ohjaus RK1:lle								MCMK 4x1.5+1.5				R						
S																					S						



Kanavanranta
Hahtisaarekatu 4
94100 KEMI

Päälkaavio PK

Suunn.
HB /18.11.2019
Pöirt.
HB
Tark.

Kokonaisuus
Lehti
3/5

Sähkölöpositio
Pöirustusnumero
402-3_401

Työnönumero
402-3

		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.																										
A																																								
B	3UNPE																																							
C		[Symbol]							Vara																															
D		[Symbol]							Vara																															
E		[Symbol]							Vara																															
F		[Symbol]							Vara																															
G		[Symbol]							Vara																															
H		[Symbol]						34	Ohjaus																															
J																																								
K																																								
L																																								
M																																								
N																																								
O																																								
P																																								
R																																								
S																																								

D muutos
E muutos
F muutos

A muutos
B muutos
C muutos



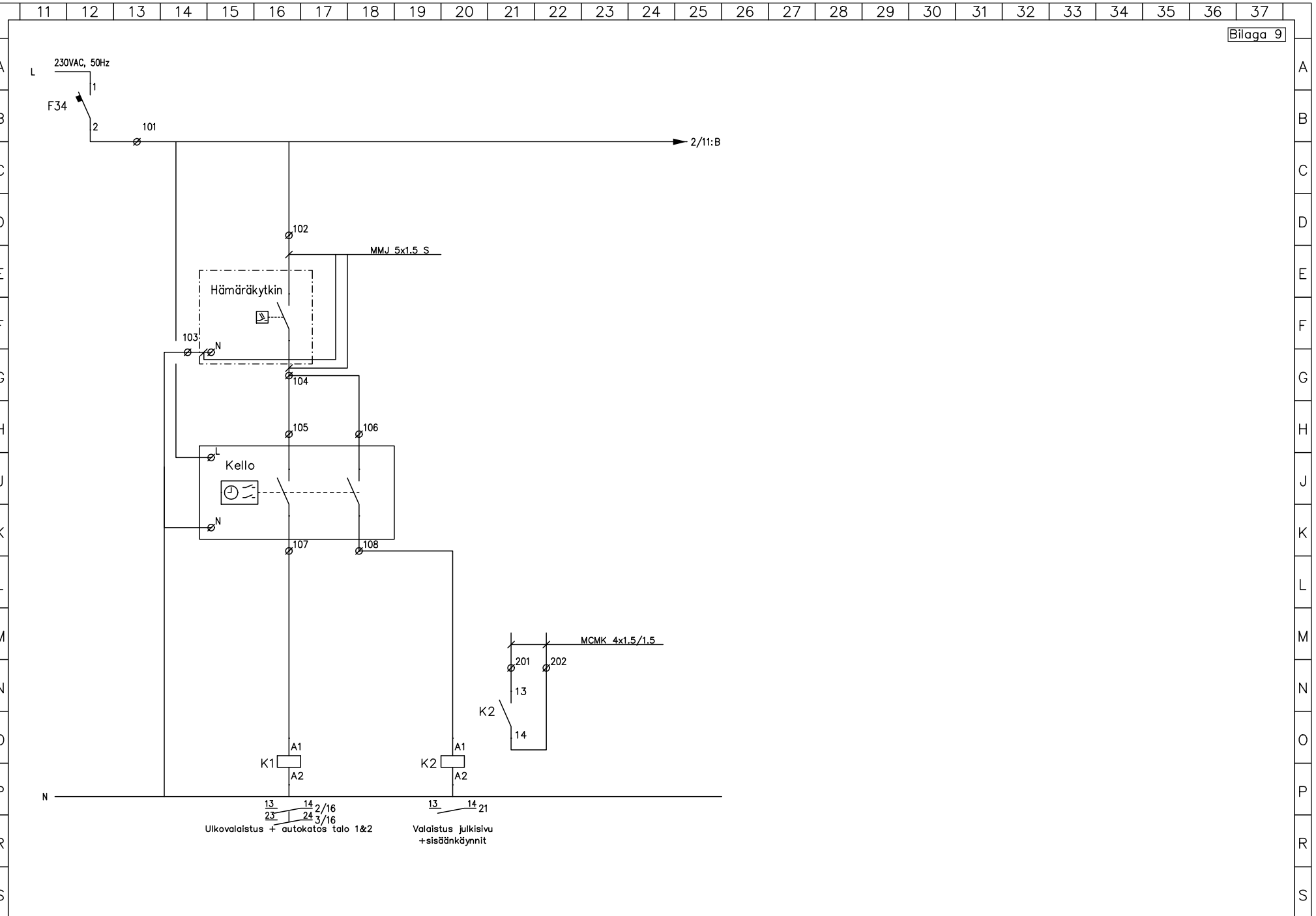
Kanavanranta
Hahtisaarencatu 4
94100 KEMI

Pääkaavio PK

Suunn. HB /18.11.2019	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero 402-3
Piirt. HB	Lehti 5/5	Piirustusnumero	
Tark.			402-3_401

A muutos
 B muutos
 C muutos

D muutos
 E muutos
 F muutos



Kanavanranta
 Hahtisaarencatu 4
 94100 KEMI

Piirikaavio PK

Suunn. HB /18.11.2019	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnnumero 402-3
Piirt. HB	Lehti 1/4	Piiustusnumero	
Tark.		402-3_401K	



D muutos
E muutos
F muutos

A muutos
B muutos
C muutos



Kanavanranta
Hahtisaarencatu 4
94100 KEMI

Piirikaavio PK

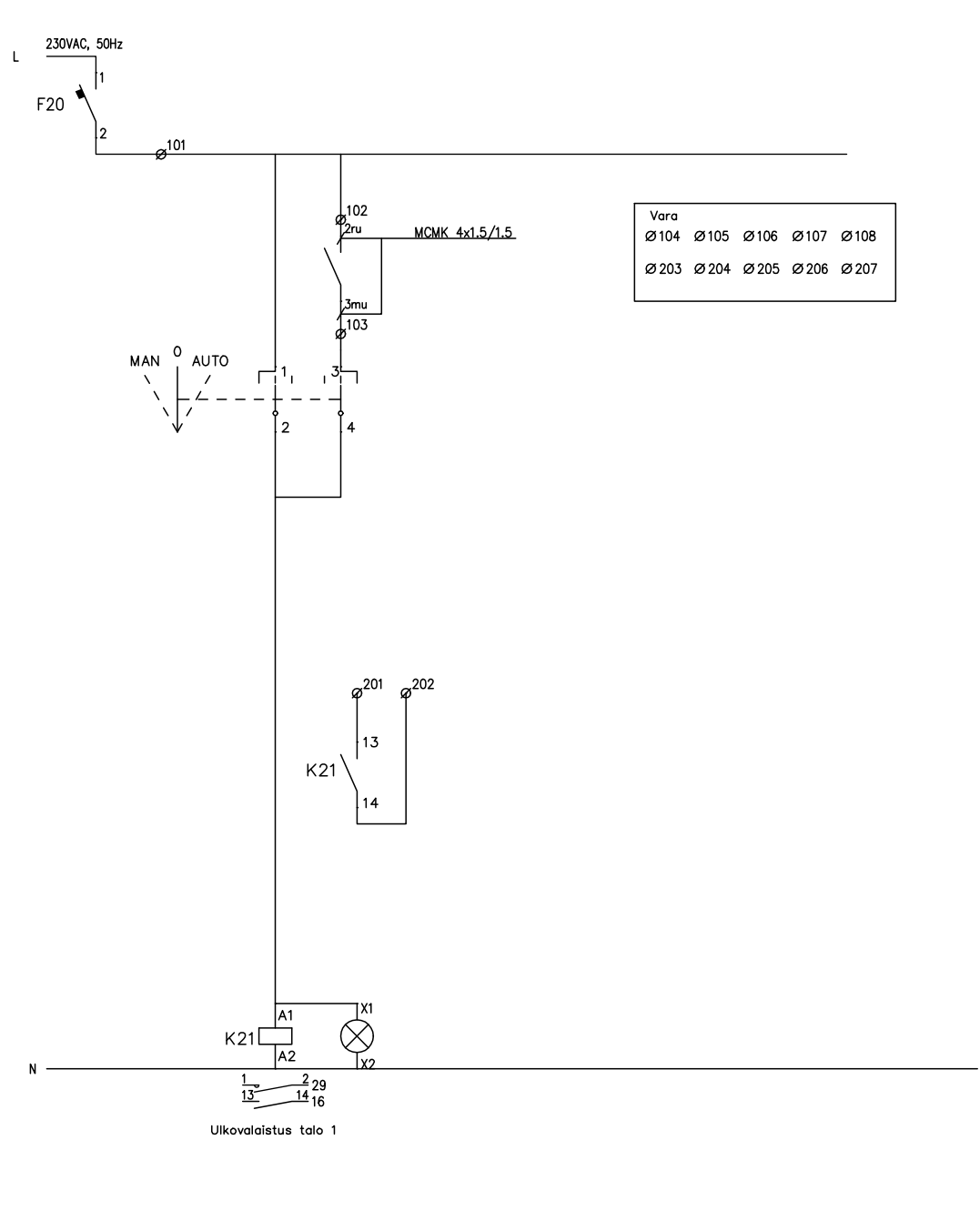
Suunn. HB /18.11.2019	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero 402-3
Piirt. HB	Lehti 4 / 4	Piiustusnumero	
Tark.		402-3_401K	

A muutos
B muutos
C muutos

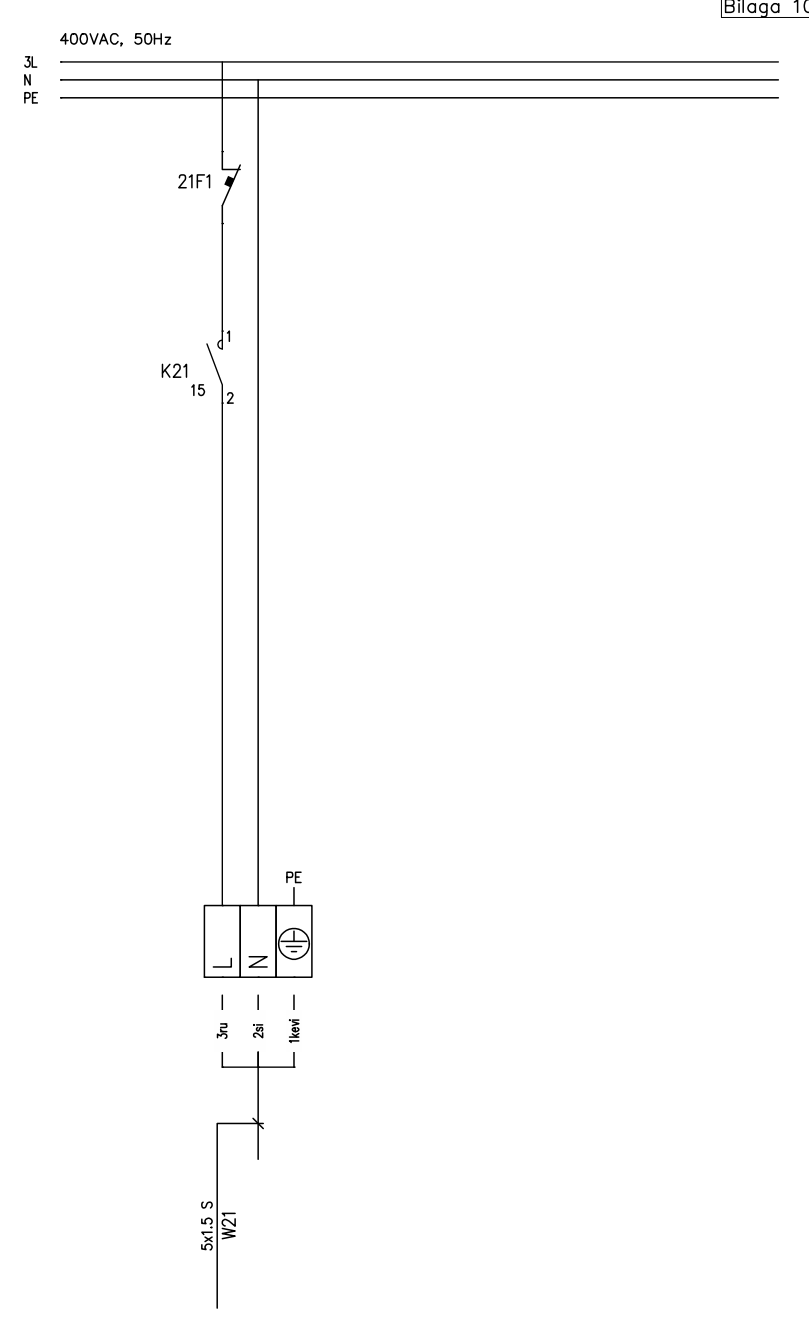
D muutos
E muutos
F muutos

G
H
J
K
L
M
N
O
P
R
S

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




Bilaga 10

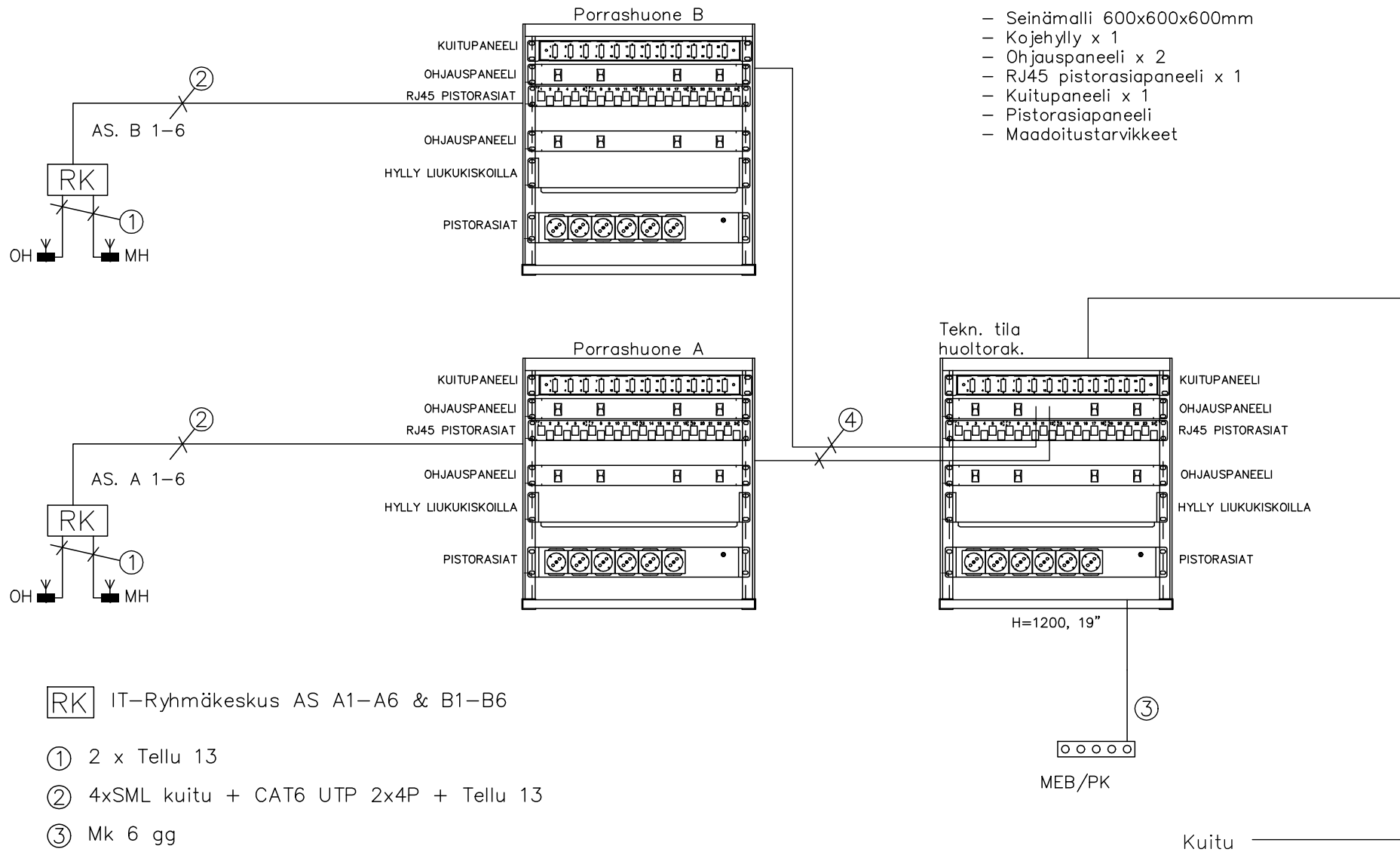


Kanavanranta
Hahtisaarencatu 4
94100 KEMI

Piirikaavio RK1

Suunn. HB /20.11.2019	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero 402-3
Piirt. HB	Lehti 1/1	Piiustusnumero 402-3_416K	
Tark.			

 Teollisuustie 4 68600 Pietarsaari www.smartplan.fi			Kohde		Piiir.nro. 402-3_501		Bilaga 11						
			Kanavanranta		Suunn.ala SÄH		VALAISINLUETTELO						
			Hahtisaarenkatu 4		Suunn. HB	Piirt. HB							
			94100 KEMI		Tark.	Pvm 4.12.2019							
					Muutos§	Pvm							
POS.NRO	VALMISTAJA	TYYPPI	TEHO (W)	LAMPPU	AS. TAP.	LIIT.LAITE	TALO 1	TALO 2	Huolt.-raken.	Ulko-alue	YHT.	MUUTOS	HUOMAUTUKSET
1											0		
2											0		
3											0		
4											0		
5											0		
6											0		
7	Ensto	AVR8.114LA/3K Outdoor luminaire	14	LED	S.P.		5				5		
8	Ensto	FO264GH/3K Outdoor luminaire	9,5	LED	K.P.		2				2		
9	Ensto	FO360V/3K Outdoor luminaire	18,6	LED	K.P.					8	8		
10	Ensto	OP530LEDGH Outdoor luminaire	38	LED	PY.					3	3		Asennuskorkeus: 4 m
11	Ensto	OP530LED20BPHH Outdoor luminaire	20	LED	PY.					2	2		Asennuskorkeus: 2.6 m
12											0		
13											0		
14											0		
15											0		
16											0		
18											0		
ASENNUSTAPA				HUOMAUTUS									
K.U. = Kattoasennus uppo		K.K. = Kosketinkisko asennus											
K.P. = Kattoasennus pinta		PY. = Pylväsasennus											
S.U. = Seinäasennus uppo		PO. = Pollari											
S.P. = Seinäasennus pinta		MA. = Maahan upotettu											
VA. = Vajeriasennus													
R. = Riippuvalaisin													
R.K. = Ripustuskisko asennus													



ATK kaappi tekniikkatila:

- Seinämalli 600x600x600mm
- Kojehylly x 1
- Ohjauspaneeli x 2
- RJ45 pistorasiapaneeli x 1
- Kuitupaneeli x 1
- Pistorasiapaneeli
- Maadoitustarvikkeet

RK IT-Ryhmäkeskus AS A1-A6 & B1-B6

- ① 2 x Tellu 13
- ② 4xSML kuitu + CAT6 UTP 2x4P + Tellu 13
- ③ Mk 6 gg
- ④ 8xSML kuitu

402-3_DIALux

Belysningsplanering situationsplan

Innehållsförteckning

402-3_DIALux


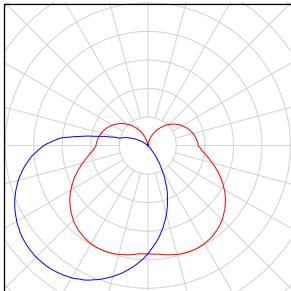

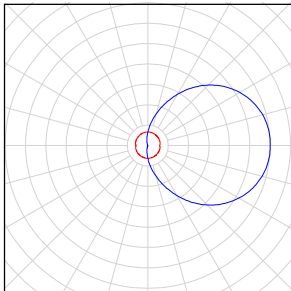

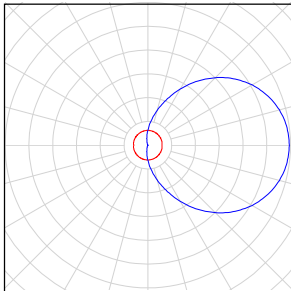

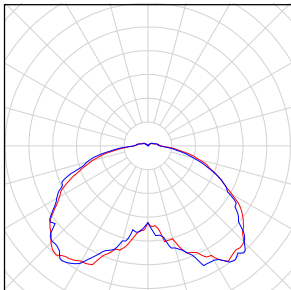

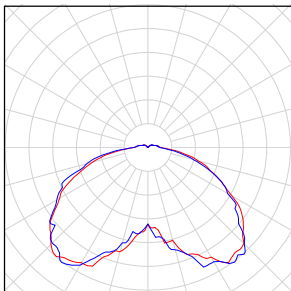
Projektbeskrivning.....	3
Dellista armaturer.....	4
Vyer.....	5
402-3_DIALux	
Ensto Lighting - Outdoor luminaire Ensto (1xLED 10W/830).....	12
Ensto Lighting - Outdoor luminaire Ensto (1xLED 14W/830).....	15
Ensto Lighting - Outdoor luminaire Ensto (1xLED 19W/830).....	18
Ensto Lighting - Outdoor luminaire Ensto (1xLED 20W/840).....	21
Ensto Lighting - Outdoor luminaire Ensto (1xLED 38W/840).....	24
Kanavanranta	
Resultatsammanfattning ytor.....	27

402-3_DIALux

Belysningsplanering situationsplan

Projektadress:
Hahtisaarenkatu 4
94100 Kemi

402-3_DIALux

Antal	Armatur (Ljusöppning)		
5	Ensto Lighting - AVR8.114LA/3K Outdoor luminaire Ensto Ljusöppning 1 Bestyckning: 1xLED 14W/830 Operativ verkningsgrad: 100.09% Lampljusflöde: 700 lm Ljusflöde/armatur: 701 lm Effekt: 14.0 W Ljusutbyte: 50.0 lm/W Kolormetriska data 1xLED 14W/830: CCT 3000 K, CRI 80		
2	Ensto Lighting - FO264GH/3K Outdoor luminaire Ensto Ljusöppning 1 Bestyckning: 1xLED 10W/830 Operativ verkningsgrad: 97.15% Lampljusflöde: 562 lm Ljusflöde/armatur: 546 lm Effekt: 9.5 W Ljusutbyte: 57.5 lm/W Kolormetriska data 1xLED 10W/830: CCT 3000 K, CRI 80		
8	Ensto Lighting - FO360V/3K Outdoor luminaire Ensto Ljusöppning 1 Bestyckning: 1xLED 19W/830 Operativ verkningsgrad: 97.12% Lampljusflöde: 1033 lm Ljusflöde/armatur: 1003 lm Effekt: 18.6 W Ljusutbyte: 53.9 lm/W Kolormetriska data 1xLED 19W/830: CCT 3000 K, CRI 80		
2	Ensto Lighting - OP530LED20BPHH Outdoor luminaire Ensto Ljusöppning 1 Bestyckning: 1xLED 20W/840 Operativ verkningsgrad: 100% Lampljusflöde: 1950 lm Ljusflöde/armatur: 1950 lm Effekt: 20.0 W Ljusutbyte: 97.5 lm/W Kolormetriska data 1xLED 20W/840: CCT 4000 K, CRI 80		
3	Ensto Lighting - OP530LEDGH Outdoor luminaire Ensto Ljusöppning 1 Bestyckning: 1xLED 38W/840 Operativ verkningsgrad: 100.02% Lampljusflöde: 3810 lm Ljusflöde/armatur: 3811 lm Effekt: 38.0 W Ljusutbyte: 100.3 lm/W Kolormetriska data 1xLED 38W/840: CCT 4000 K, CRI 80		

Totalt lampljusflöde: 28218 lm, Totalt armaturljusflöde: 27954 lm, Totalt effekt: 391.8 W, Ljusutbyte: 71.3 lm/W

402-3_DIALux

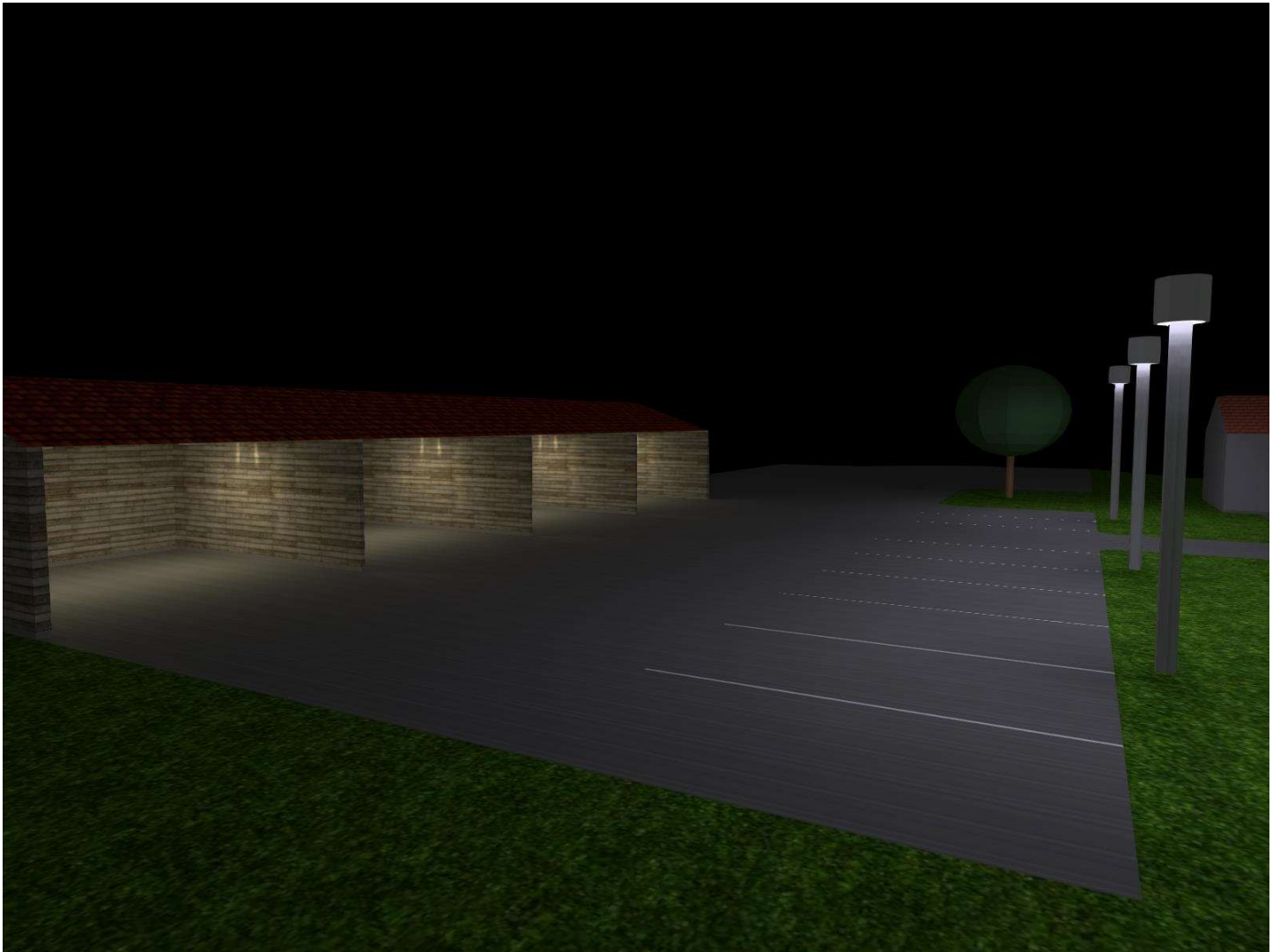
Kanavanranta



Kanavanranta



Kanavanranta



Kanavanranta



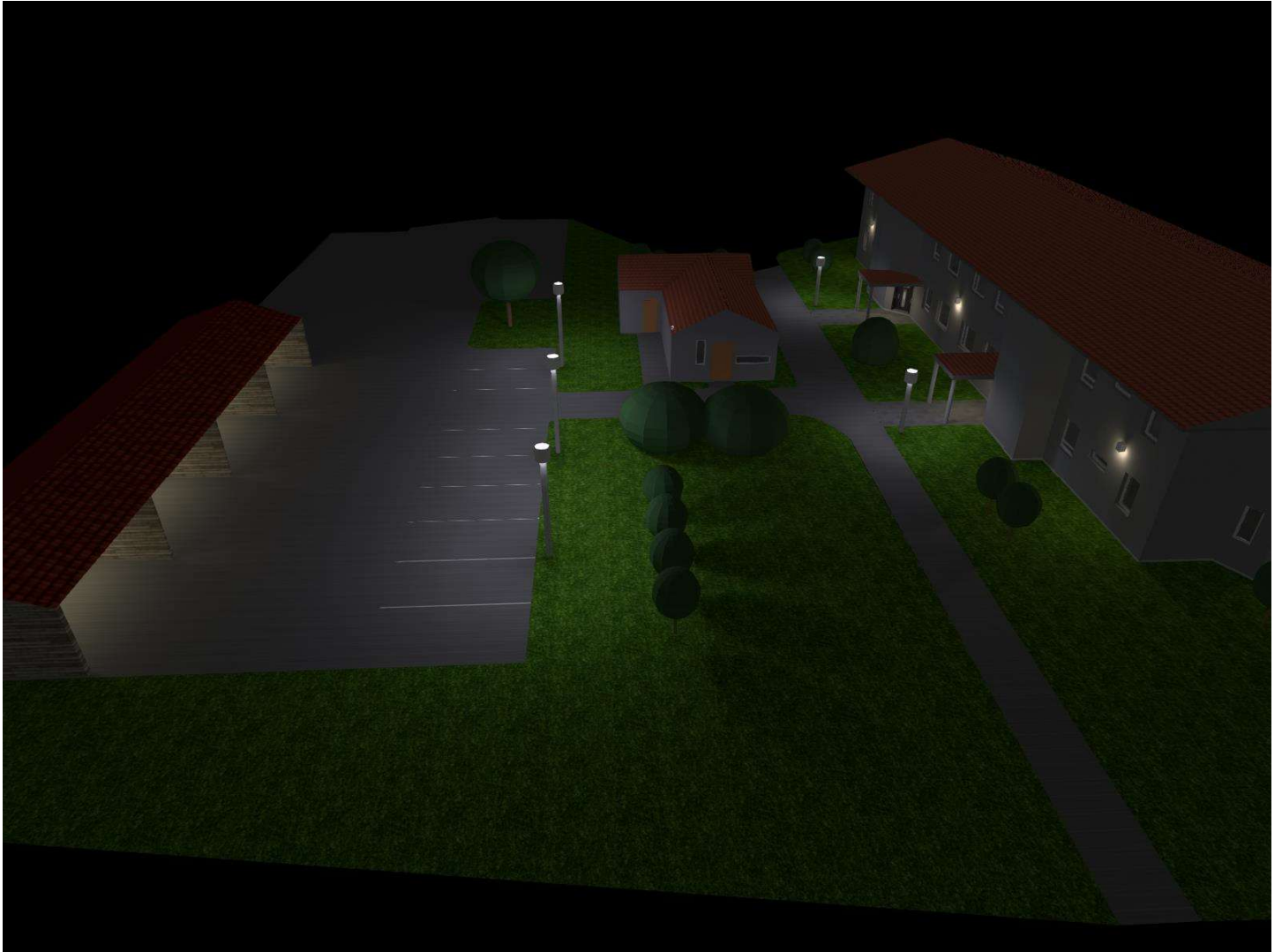
Kanavanranta



Kanavanranta



Kanavanranta



Ensto Lighting FO264GH/3K Outdoor luminaire Ensto 1xLED 10W/830

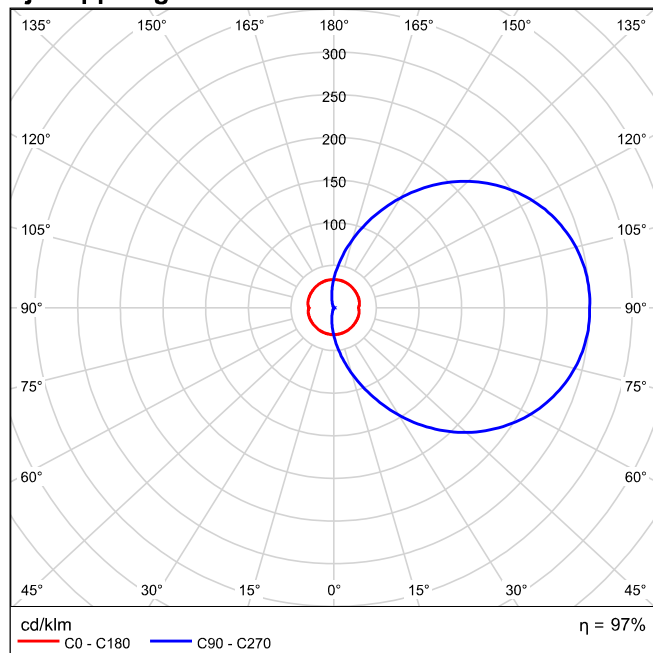
Strong and stylish outdoor LED-luminaire for residential and public premises.



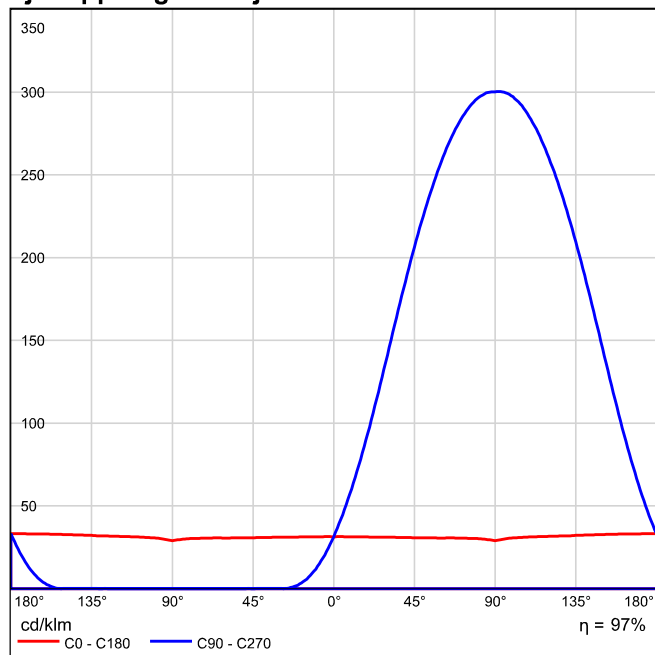
Operativ verkningsgrad: 97.15%
Lampjusflöde: 562 lm
Ljusflöde/armatur: 546 lm
Effekt: 9.5 W
Ljusutbyte: 57.5 lm/W

Kolormetriska data
1xLED 10W/830: CCT 3000 K, CRI 80

Ljusöppning 1 / Polar LVK

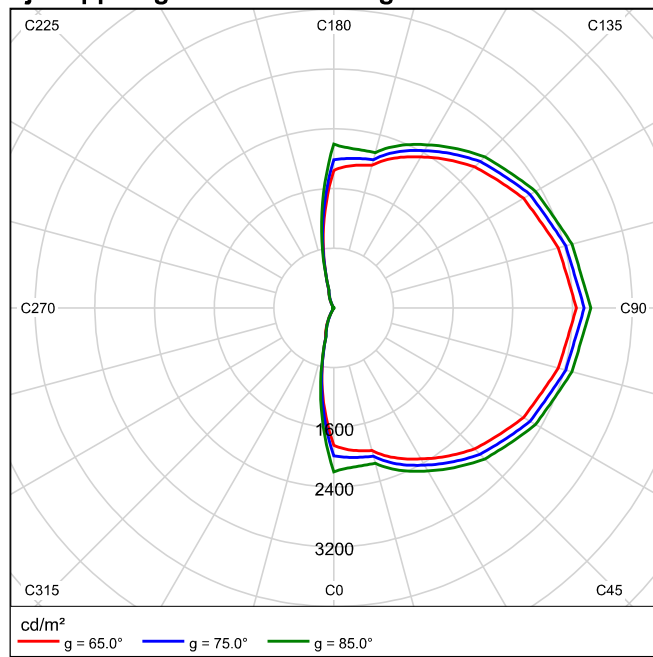


Ljusöppning 1 / Linjär LVK



Inget koniskt diagram kunde skapas eftersom ljusfördelningen är asymmetrisk.

Ljusöppning 1 / Luminansdiagram



Ensto Lighting AVR8.114LA/3K Outdoor luminaire Ensto 1xLED 14W/830

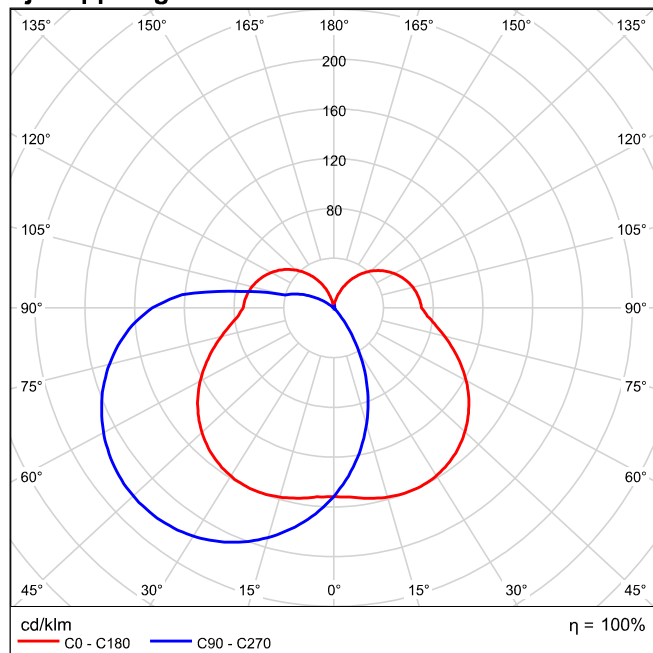


AVR8 is a modern, clear lined, durable and energy-efficient luminaire for outdoor lighting. Wall-mounted luminaire fit excellent for lighting entrances of multi-store buildings and areas nearby of industrial premises.

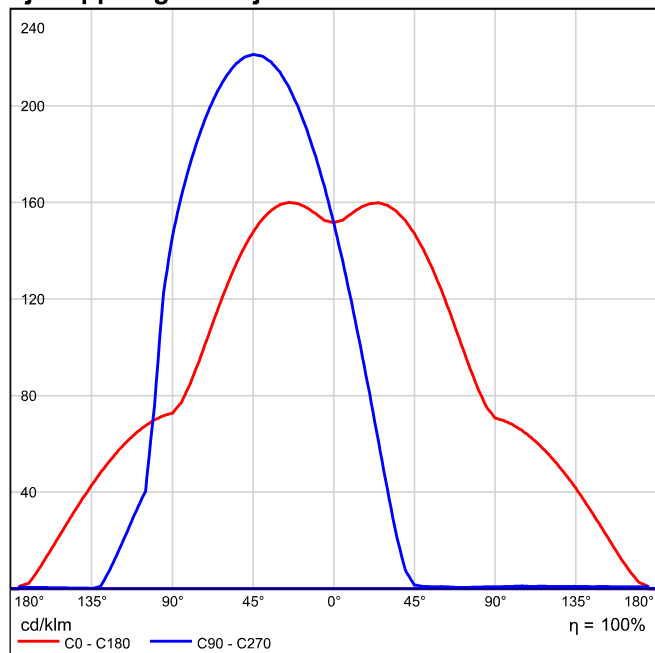
Operativ verkningsgrad: 100.09%
 Lampjusflöde: 700 lm
 Ljusflöde/armatur: 701 lm
 Effekt: 14.0 W
 Ljusutbyte: 50.0 lm/W

Kolormetriska data
 1xLED 14W/830: CCT 3000 K, CRI 80

Ljusöppning 1 / Polar LVK

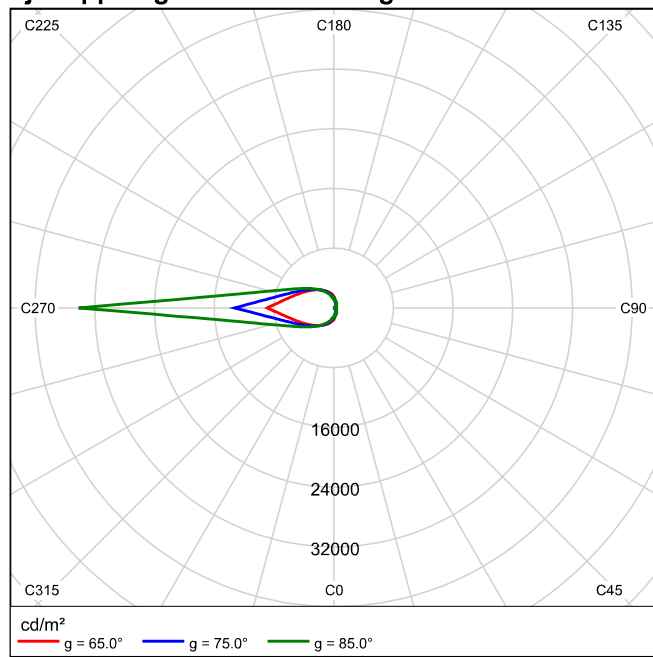


Ljusöppning 1 / Linjär LVK



Inget koniskt diagram kunde skapas eftersom ljusfördelningen är asymmetrisk.

Ljusöppning 1 / Luminansdiagram



Ensto Lighting FO360V/3K Outdoor luminaire Ensto 1xLED 19W/830

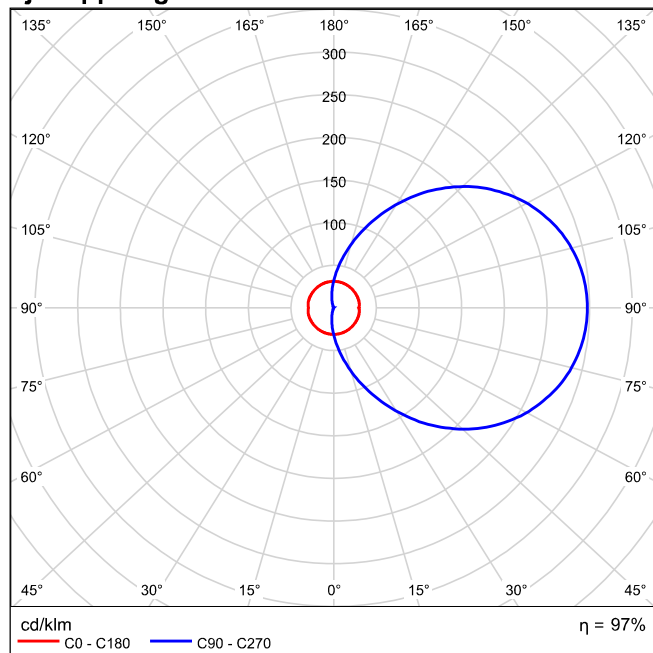
Strong and stylish outdoor LED-luminaire for residential and public premises.



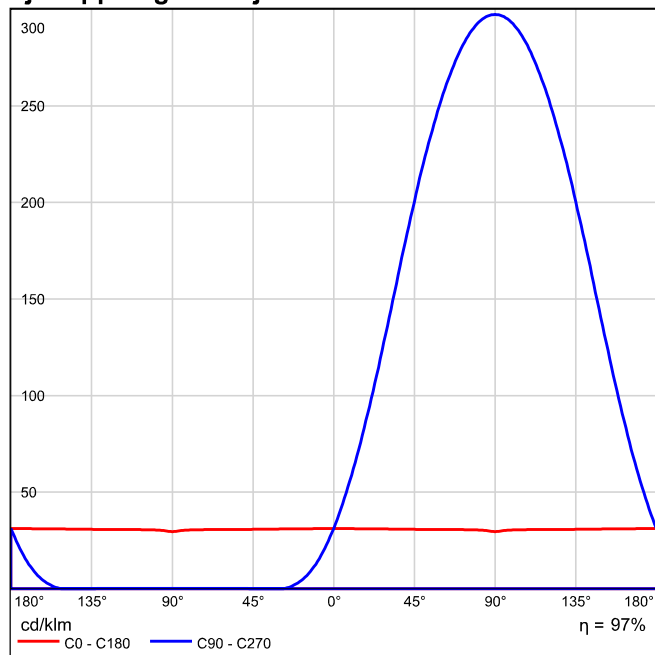
Operativ verkningsgrad: 97.12%
Lampjusflöde: 1033 lm
Ljusflöde/armatur: 1003 lm
Effekt: 18.6 W
Ljusutbyte: 53.9 lm/W

Kolormetriska data
1xLED 19W/830: CCT 3000 K, CRI 80

Ljusöppning 1 / Polar LVK

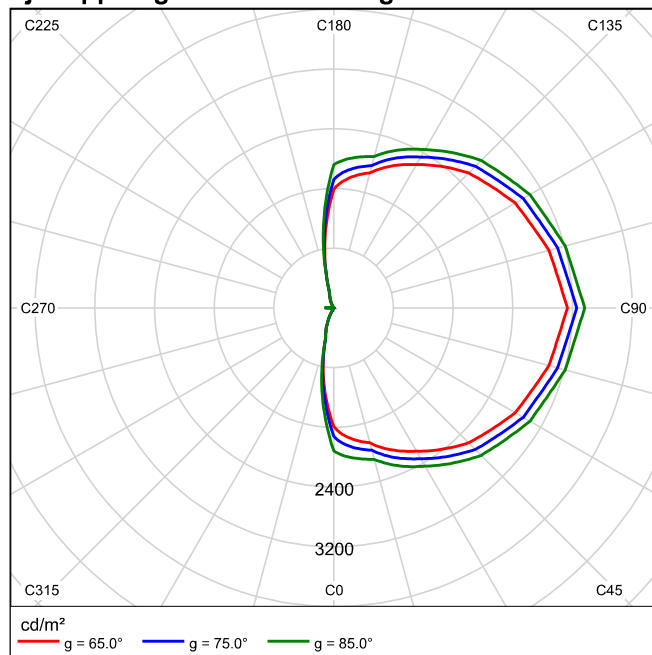


Ljusöppning 1 / Linjär LVK



Inget koniskt diagram kunde skapas eftersom ljusfördelningen är asymmetrisk.

Ljusöppning 1 / Luminansdiagram



Ensto Lighting OP530LED20BPHH Outdoor luminaire Ensto 1xLED 20W/840

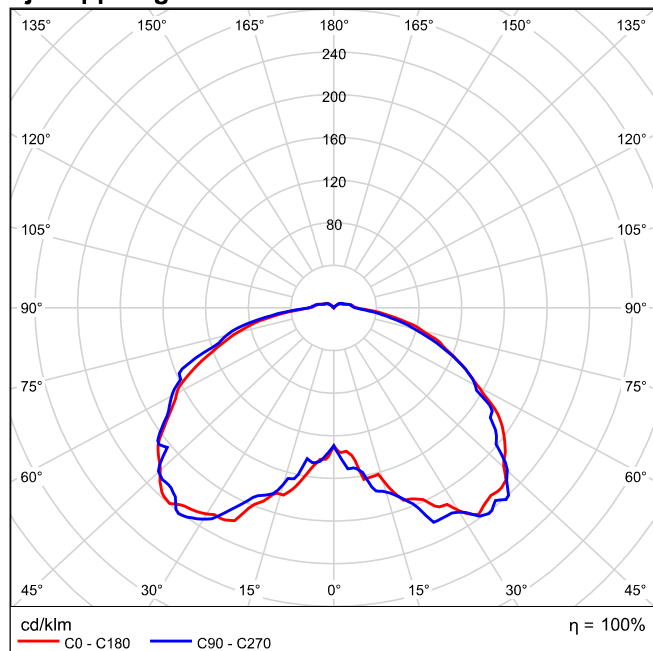


Efficient LED luminaire for gardens and yards. Its anti-glare lighting is carefully directed to the illuminated area and the disturbing portion of scattered lighting has been minimized. Opera can be used in various outdoor applications like large gardens and market squares, pedestrian areas, parks, car parks and playgrounds.

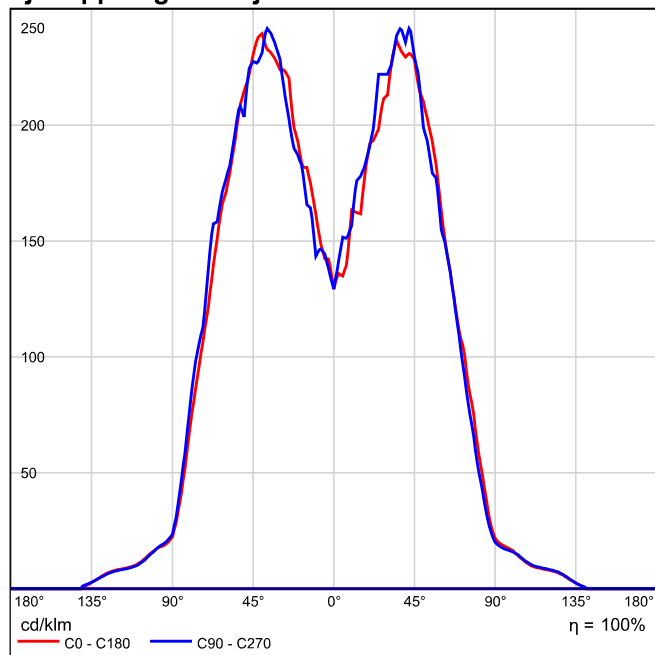
Operativ verkningsgrad: 100%
Lampjusflöde: 1950 lm
Ljusflöde/armatur: 1950 lm
Effekt: 20.0 W
Ljusutbyte: 97.5 lm/W

Kolormetriska data
1xLED 20W/840: CCT 4000 K, CRI 80

Ljusöppning 1 / Polar LVK

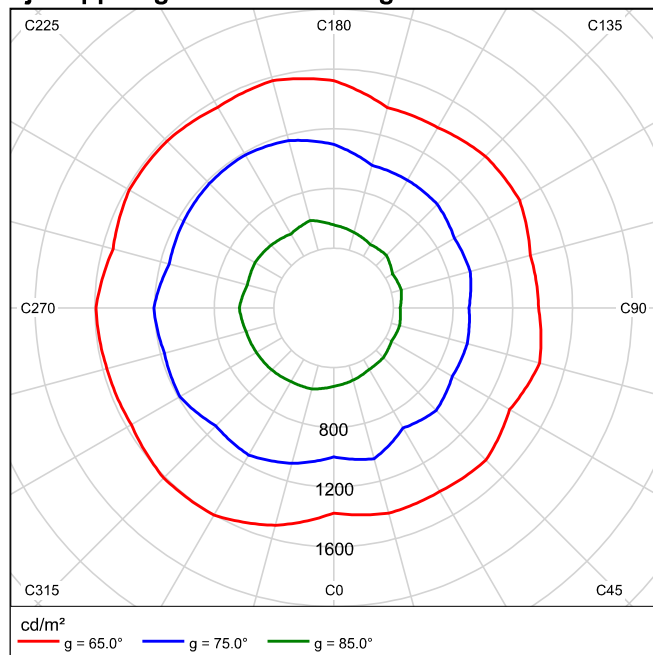


Ljusöppning 1 / Linjär LVK



Inget koniskt diagram kunde skapas eftersom ljusfördelningen är asymmetrisk.

Ljusöppning 1 / Luminansdiagram



Ensto Lighting OP530LEDGH Outdoor luminaire Ensto 1xLED 38W/840

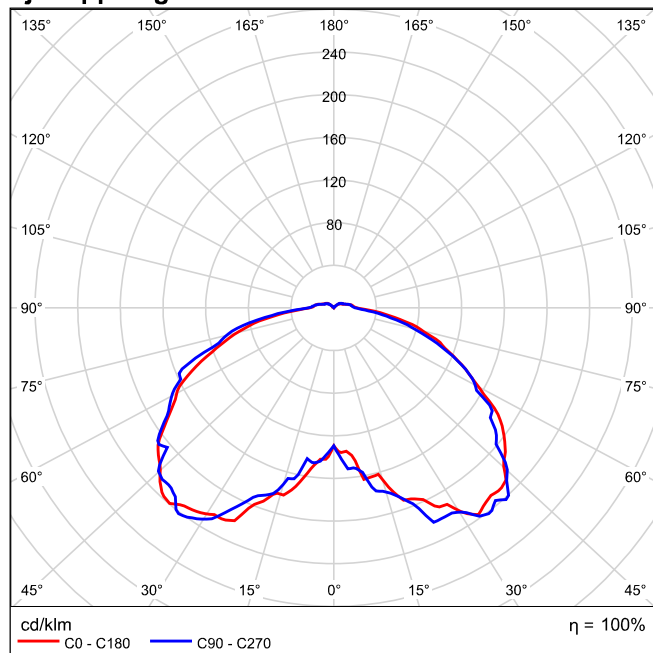


Efficient LED luminaire for gardens and yards. Its anti-glare lighting is carefully directed to the illuminated area and the disturbing portion of scattered lighting has been minimized. Opera can be used in various outdoor applications like large gardens and market squares, pedestrian areas, parks, car parks and playgrounds.

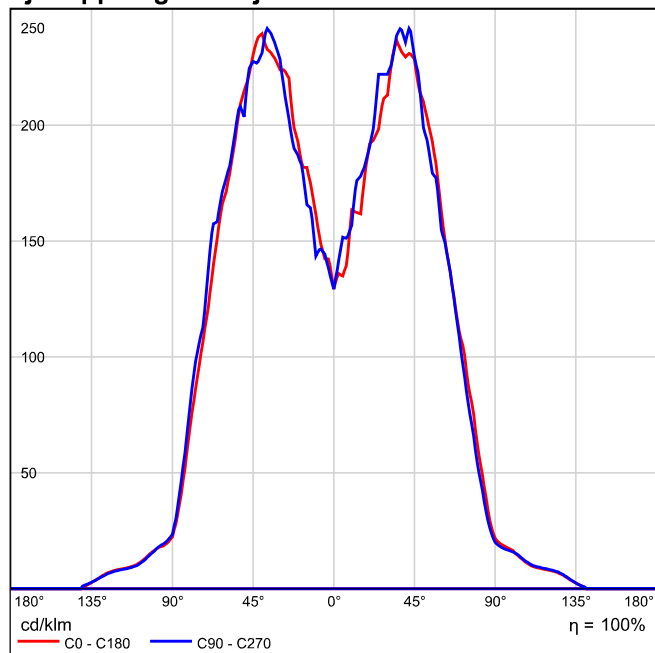
Operativ verkningsgrad: 100.02%
Lampjusflöde: 3810 lm
Ljusflöde/armatur: 3811 lm
Effekt: 38.0 W
Ljusutbyte: 100.3 lm/W

Kolormetriska data
1xLED 38W/840: CCT 4000 K, CRI 80

Ljusöppning 1 / Polar LVK

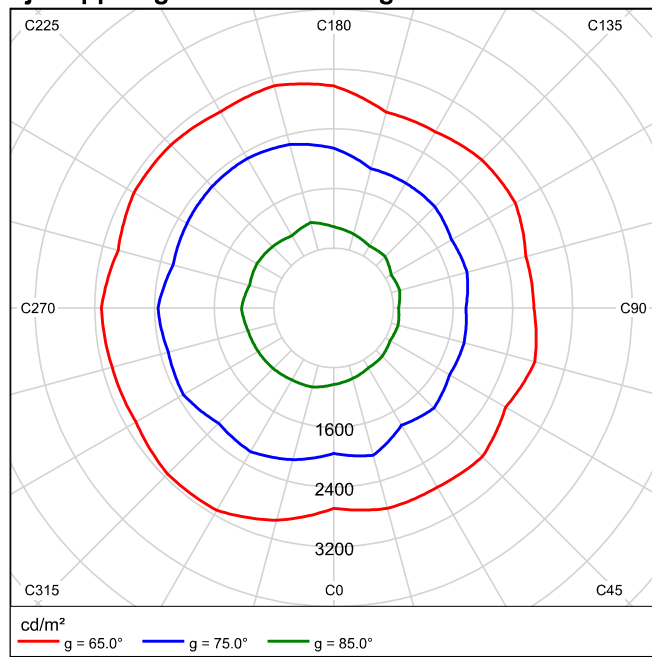


Ljusöppning 1 / Linjär LVK

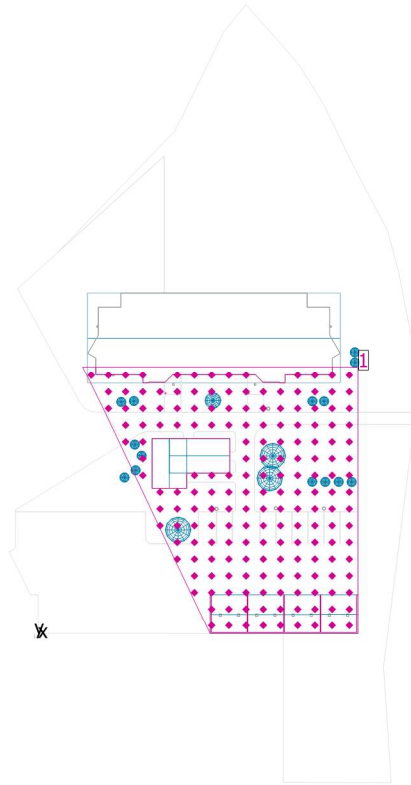


Inget koniskt diagram kunde skapas eftersom ljusfördelningen är asymmetrisk.

Ljusöppning 1 / Luminansdiagram



Kanavanranta



Underhållsfaktor: 0.80

Allmänt

Yta	Resultat	Medel (Börvärde)	Min	Max	Min./mellan	Min./Max.
1 Beräkningsyta 8	Vinkelrät belysningsstyrka [lx] Höjd: -0.099 m	11.0	0.000	36.7	0.00	0.00