

Elplanering och installationsguide för ett radhusprojekt

Joakim Norrbutts

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för el- och automationsteknik

Vasa 2019



EXAMENSARBETE

Författare:	Joakim Norrbutts
Utbildning och ort:	El- och automationsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ:	Elkraftsteknik
Handledare:	Lars Enström

Titel: Elplanering och installationsguide för ett radhusprojekt

Datum 10.4.2019

Sidantal 46

Bilagor 5

Abstrakt

Examensarbetet handlar om elplanering av ett radhusprojekt bestående av åtta stycken lägenheter. I arbetet har ritningar uppgjorts för radhusprojektet och examensarbetet är tänkt att kunna fungera som en guide för planerings- och installationsföretaget A-Sähkö vid liknande projekt.

I examensarbetets teoretiska del har lagar och anvisningar om elinstallationer studerats för att kunna göra upp en manual över olika saker som man bör tänka på vid planering av nya elanläggningar. Arbetet tar upp hur man planerar och dimensionerar vilka kablar och skyddsmetoder man skall använda i nya elanläggningar. I arbetet beskrivs även hur elinstallationer skall planeras i utrymmen av speciellt slag samt hur besiktningar av elanläggningar går till före anläggningen får tas i bruk.

Den praktiska delen av examensarbetet består av uppgörandet av de slutliga ritningarna för ett radhusprojekt som innefattar planritningar, centralscheman och kretsscheman. Under byggandet av radhusen hade företaget preliminära ritningar som de följde men eftersom att ändringar gjordes under byggtiden ville företaget att nya ritningar skulle göras upp över de slutliga elinstallationerna i radhusen. Ritningarna är gjorda med planeringsverktyget CADS Planner Electric.

Det slutliga resultatet av examensarbetet blev en manual för planering och elinstallationer i radhus som skall kunna hjälpa företaget vid planering av nya liknande projekt. Ritningarna som gjordes över de nu färdigställda radhusen skall kunna användas vid eventuella ändrings- eller tillbyggnadsarbeten vid radhusen.

Språk: svenska

Nyckelord: elplanering, elritning, ibruktagning

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä:	Joakim Norrbutts
Koulutus ja paikkakunta:	Sähkö- ja automaatiotekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto:	Sähkövoimatekniikka
Ohjaaja:	Lars Enström

Nimike: Rivitaloprojektin sähkösuunnittelu ja asennusopas

Päivämäärä 10.4.2019

Sivumäärä 46

Liitteet 5

Tiivistelmä

Opinnäytetyö käsittelee sähköistä suunnittelua rivitaloprojektille, joka sisältää kahdeksan huoneistoa. Työssä on tehty piirustukset rivitalolle ja opinnäytetyön tarkoitus on toimia oppaana sähkösuunnittelussa ja -asennuksessa A-Sähkö-yritykselle samankaltaisissa projekteissa.

Opinnäytetyön teoreettisessa osassa on tutkittu sähköasennuksia koskevia lakeja ja ohjeita, jotta voidaan tehdä käsikirja asioista, jotka pitää huomioida uusien sähköasennuksien suunnittelussa. Opinnäytetyö käsittelee miten suunnitellaan ja mitoitetaan kaapelien ja suojalaitteiden käyttöä uusissa sähköasennuksissa. Opinnäytetyössä kuvataan myös miten sähköasennukset suunnitellaan erityyppisissä tiloissa ja miten sähkö tarkastus tehdään ennen kuin laitosta saa ottaa käyttöön.

Opinnäytetyön käytännön osa sisältää lopullisten piirustusten tekemisen mukaanlukien pohjapiirustukset, sähkökeskuksen piirustukset ja piirikaaviot rivitalolle. Rivitalon rakentamisen aikana sähköasennusyrityksellä oli alustavia piirustuksia, mutta rakentamisen aikana tapahtuvien muutosten vuoksi, yritys toivoi, että tehtäisiin uudet piirustukset lopullisista sähköasennuksista. Piirustukset tehtiin suunnittelutyökalulla CADS:illa.

Opinnäytetyön lopputulos on käsikirja rivitalon sähkösuunnittelusta ja asentamisesta, mikä voi auttaa yritystä vastaavien hankkeiden suunnittelussa. Rivitalolle tehdyt piirustukset voidaan tulevaisuudessa käyttää mahdollisiin muutos- tai laajennustöihin.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: sähkösuunnitelma, sähköpiirustus, käyttöönotto

BACHELOR'S THESIS

Author: Joakim Norrbutts
Degree Programme: Electrical engineering, Vaasa
Specialization: Electrical Power Engineering
Supervisor: Lars Enström

Title: Electrical Planning and Installation Guide for a Terrace House Project

Date April 10, 2019 Number of pages 46 Appendices 5

Abstract

The thesis is about electrical planning of a terrace house consisting of eight apartments. The project includes drawings, which have been made for the terrace house project. The thesis is intended to function as a guide for the electrical planning and installation company A-Sähkö in similar projects.

In the thesis's theoretical part, laws and instructions about electrical installations have been studied in order to be able to make a manual of various things that should be considered when a new electrical installation is planned. The thesis explains how to plan and dimension which cables and protection methods to use in new electrical installations. The thesis also describes how electrical installations should be planned in spaces of special kind and how inspections of electrical installations should be done before the construction may be used.

The practical part of the thesis consists of making drawings for the terrace houses, which contains electrical floor plans, central plans and circuit diagrams. During the construction of the terrace houses, the installation company had preliminary drawings that they followed. Due to changes during the construction period, the company wanted new drawings of the final electrical installations in the terrace houses. The drawings have been made with the planning tool CADS Planner Electric.

The final result of the thesis was a manual for planning and electrical installations in terrace houses, that should be able to help the company when they are planning similar projects. The drawings, which have been made of the completed terrace houses, can be used if any alteration or extension work needs to be done.

Language: Swedish Key words: electrical planning, electrical drawing, commissioning

Innehåll

1	Inledning.....	1
1.1	Uppdragsgivare.....	1
1.2	Projektet.....	1
2	Teori om elmateriel och elinstallationer.....	2
2.1	Fördelningssystem.....	2
2.1.1	TN-system.....	3
2.1.2	TT-systemet.....	3
2.1.3	IT-systemet.....	4
2.2	Val och dimensionering av ledningar.....	4
2.2.1	Belastningsförmågan hos ledare.....	6
2.2.2	Förläggningssätt.....	6
2.2.3	Dimensioneringsexempel av ledningar.....	7
2.3	Brandlarm.....	9
2.3.1	Jubilee 8.....	9
3	Krav på elinstallationer i utrymmen av speciellt slag.....	11
3.1	Bad- och duschutrymmen.....	11
3.1.1	Krav för elmateriel som installeras i bad- och duschutrymmen.....	12
3.1.2	Speciella krav vid installation av tvättmaskin.....	13
3.1.3	Ljusarmaturer och värmeelement som placeras på område 1.....	13
3.2	Basturum.....	13
3.2.1	Område 1.....	14
3.2.2	Område 2.....	14
3.2.3	Område 3.....	14
3.3	Byggplatser.....	15
4	Skyddsmetoder.....	15
4.1	Basskydd.....	16
4.2	Felskydd.....	16
4.2.1	Felskydd genom automatisk frånkoppling av matning.....	16
4.3	Överströmsskydd.....	19
4.4	Proppsäkring.....	20
4.5	Automatsäkringar.....	21
4.6	Jordfelsbrytare.....	22
4.6.1	Installation av jordfelsbrytaren.....	25
4.6.2	Fel som kan orsaka att jordfelsbrytaren utlöses.....	26
4.7	Val av kortslutningsskydd.....	27
4.7.1	Beräkningsexempel av kortslutningsströmmar och skyddsutrustning..	28
4.8	Beräkning av topp effekter och huvudsäkringar.....	30

4.8.1	Beräkningsexempel för toppeffekter i ett radhus.....	32
5	Jordning och skyddsledare	33
5.1	Jordelektrod.....	33
5.2	Potentialutjämning.....	34
6	Uppgörandet av installationsritningar	36
6.1	CADS Electric.....	36
6.2	Användningen av CADS Electric i examensarbetet.....	37
7	Besiktning av elanläggning före ibruktagning	38
7.1	Sensorisk kontroll	40
7.2	Mätningar och funktionella prov vid ibruktagningsbesiktningar	41
7.2.1	Mätning av skyddsledares kontinuitet.....	42
7.2.2	Isolationsresistansmätning av elanläggningen.....	42
7.2.3	Prov av felskydd för automatisk frånkoppling av matning.....	43
7.2.4	Testning av jordfelsbrytare vid ibruktagningsbesiktning.....	44
7.2.5	Andra tester i samband med ibruktagningsbesiktningen	44
8	Resultat	45
9	Diskussion	45
	Källförteckning	46

Bilageförteckning

Nr.	Innehåll	Sidantal
Bilaga 1	Planritningar för radhus A, B och förråd	4
Bilaga 2	Svagströmsritning för radhus A, B och förråd	4
Bilaga 3	Centralscheman	5
Bilaga 4	Kretsscheman för utebelysning och golvvärme	2
Bilaga 5	Armatyr- och värmeförteckning	2

1 Inledning

Detta examensarbete handlar om uppgörande av elritningar för två stycken nybyggda radhus i Kristinestad. Examensarbetet tar upp de olika sakerna man bör tänka på vid elplanering av nya elanläggningar och examensarbetet skall kunna funktionera som en guide för företaget A-Sähkö vid kommande projekt. Radhusprojektet i Kristinestad består av två stycken radhus med en area på 275 m² var och ett bilgarage/förråd med en area på 244 m². Examensarbetet är till största del teoretiskt där det tas upp de olika sakerna man bör tänka på vid elplanering, så som teori om elinstallationer och elmateriel, skyddsmetoder, krav vid speciella utrymmen, jordningar och besiktningar av elinstallationer. Den praktiska delen består av uppgörandet av de slutliga el-, data-, antenn-, brandlarms- och värmeritningarna för radhusprojektet som finns bifogade i detta examensarbete.

1.1 Uppdragsgivare

Min uppdragsgivare för detta examensarbete är företaget Oy KRS A-Sähkö Ab som har hand om att planera och installera all el i två stycken nya radhus samt ett bilgarage och förråd i Kristinestad. A-Sähkö är ett litet elinstallationsföretag som har sitt kontor i Lålby, Kristinestad och är verksamma i Sydösterbotten. Företaget består under detta projekt av fem stycken anställda, jag har själv varit delaktig i elinstallationerna som gjorts i radhuset under år 2018. Jan-Peter Storlåhls är verkställande direktör för A-Sähkö och har fungerat som min handledare i detta examensarbete. Från Yrkeshögskolan Novia har Lars Enström fungerat som min handledare.

1.2 Projektet

Examensarbetet handlar om att uppgöra en elplanering för två stycken radhus i Kristinestad. Radhusen består av åtta stycken lägenheter med en area på mellan 56 m² och 73 m² per lägenhet, samt ett bilgarage bestående av åtta stycken bilplatser och åtta stycken små förråd. I examensarbetet ingår att planera och uppgöra de slutliga ritningarna för radhusen vilka skall innehålla planritningar för el, data, antenn, brandlarm och värme och centralscheman för samtliga elcentraler. Under bygget av radhusen hade företaget preliminära ritningar som de följde men eftersom ändringar gjordes under arbetets gång ville företaget att jag skulle göra nya ritningar över de slutliga radhusen. Företaget ville även att jag skulle göra upp en manual som de kan följa vid liknande projekt gällande skyddsmetoder, besiktningar och kabeldimensioneringar m.m. Examensarbetet är tänkt att fungera som en guide för företaget

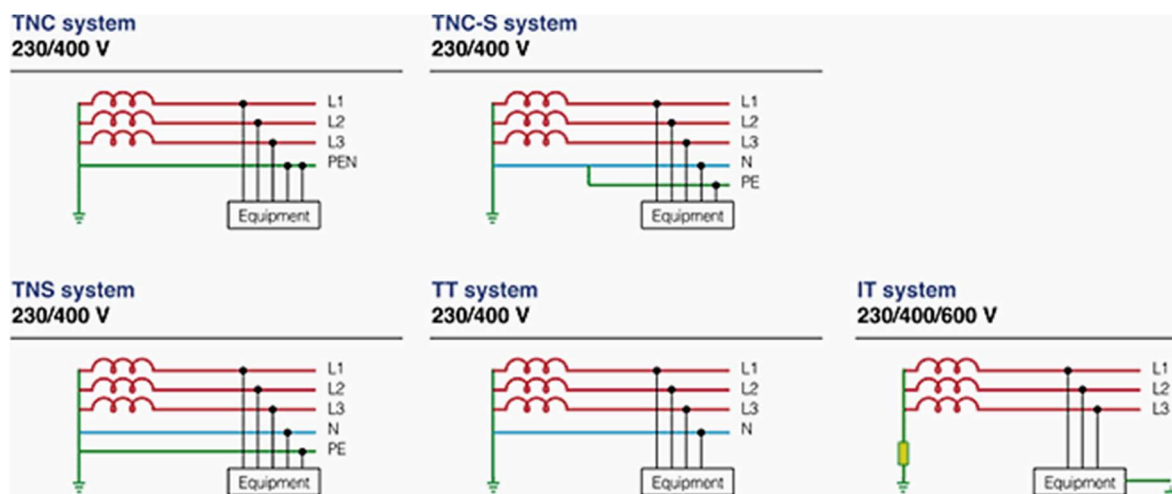
och tar upp de saker man bör tänka på vid planering och dimensionering av elinstallationer i radhus. Samtliga ritningar som har gjorts i examensarbetet är gjorda med planeringsverktyget CADS.

2 Teori om elmateriel och elinstallationer

När man skall planera en elanläggning är det en mängd olika saker man behöver tänka på, dels så att man ser till att elanläggningen uppfyller alla säkerhetskrav som ställs på den men även att dimensionera kablar och annan elmateriel på ett sådant sätt att krav och önskemål som ställs på anläggningen uppfylls. I följande kapitel tas det upp de olika fördelningssystemen som används och hur man skall dimensionera kablar och annan elutrustning på rätt sätt.

2.1 Fördelningssystem

Fördelningssystemet delas in i olika klasser enligt hur många spänningsförande ledare och jordledare som finns i systemet och även hur jordningen är uppbyggd i systemet. De olika fördelningssätten som finns är TN-, TT- och IT-systemen. Utöver de tre huvudsystemen kan TN-systemet även delas in i flera olika underkategorier. I figur 1 visas hur de olika fördelningssystemen är uppbyggda. [1]



Figur 1. Scheman över de olika fördelningssystem. [2]

2.1.1 TN-system

TN-systemet är uppbyggt så att det i strömkretsen finns en enda punkt som är direkt jordad och från denna punkt drar man skyddsledare till samtliga utsatta delar i systemet. Normalt är den jordade punkten en stjärnpunkt i ett trefassystem. TN- systemet kan delas in i TN-S- och TN-C-systemen och en kombination av de två systemen kallas TN-C-S-systemet. [1]

Det som skiljer de olika systemen från varandra är att TN-S-systemet har separata skyddsledare och neutralledare från jordningspunkten till de olika anslutningspunkterna i systemet. TN-C-systemet använder sig däremot av en och samma ledare som både skydds- och neutralledare, en så kallad PEN-ledare. Enligt standarden SFS 6000 får TN-C-systemet endast användas i sådana fall där ledararean är minst 10 mm^2 koppar eller 16 mm^2 aluminium. TN-C-S-systemet är en kombination av de två olika systemen där TN-C-delen alltid ligger på matande nätets sida jämfört med TN-S-delen. Detta eftersom en PEN-ledare som har separerats till neutral- och skyddsledare aldrig får sammankopplas tillbaka till en PEN-ledare. [1]

I äldre elanläggningar är det vanligt att man använt sig av enbart TN-C-system eftersom det inte var obligatoriskt med en separat skyddsledare och neutralledare till t.ex. uttagsgrupper förr. Nuförtiden görs nya elanläggningar vanligtvis så att den inkommande matningen till fastigheten består av ett TN-C-system med en PEN-ledare som direkt efter elverkets mätare i huvudcentralen separeras till neutralledare och skyddsledare, och systemet i fastigheten är då ett så kallat TN-S-system. [1]

2.1.2 TT-systemet

TT-systemet används inte i Finland men är ett vanligt fördelningssystem i Syd-Europa. Det fungerar på liknande sätt som TN-systemet genom att ha en enda punkt i strömkretsen direkt jordad, denna punkt är normalt transformatorns stjärnpunkt. Men det som skiljer TT- från TN-systemet är att alla utsatta delarna i elanläggningen är jordade via en eller flera separata jordelektroder. Med andra ord så drar man ingen separat skyddsledare till de utsatta delarna, utan de skyddsjordas med hjälp av en jordelektrod. Jordelektroderna bör vara elektriskt isolerade från distributionsnätets jordelektrod. [1]

2.1.3 IT-systemet

Det som är specifikt med IT-systemet är att ingen del av strömkretsen är direkt jordad utan i istället isolerar man systemet från jord. De utsatta delarna i ett IT-system är endera direkt förbundna med en separat jordelektrod eller så är de utsatta delarna ihopkopplade med en skyddsledare som kopplas till en gemensam jordelektrod. Det är möjligt att använda distributionsnätets jordelektrod som den gemensamma jordelektroden för de utsatta delarna. Man rekommenderar inte att använda neutralledare i ett IT-system, men det är ändå tillåtet och möjligt att göra det. Även om IT-systemet inte är direkt ihopkopplat med jord är det ändå möjligt att tillämpa en punkt i systemet som kopplas till jord men då skall denna punkt kopplas genom en impedans till jordningspunkten. Beroende på var IT systemet används varierar det hur jordningsövervakningen sker. Jordningsövervakningen sker genom att man kopplar en resistans mellan systemets mittpunkt och jord, men det är storleken på resistansen som varierar beroende på var systemet finns, t.ex. i sjukhus använder man en resistans på minst 100 k Ω medan man i industrin använder betydligt mindre resistanser. Ifall man vill koppla samman ett IT-system med ett TN-system använder man sig av en transformator för att kunna isolera IT-systemet från jord. [1]

2.2 Val och dimensionering av ledningar

När man skall dimensionera och installera kablar och ledningar finns det en mängd olika saker man bör tänka på. I praktiken har tillverkaren en central roll och man skall alltid följa de hanterings- och monteringsanvisningarna för kablarna som tillverkaren har gett. Det som kan ske ifall man väljer en ledare med mindre area än vad den borde vara är att ledaren kommer att bli för varm och i värsta fall kan en brand uppstå.

Allmänna krav man skall följa vid val och installation av ledare och kablar är:

- kabelutförandet och säkerhetsnivån på kabelns utförande skall vara standardenliga
- kablarna och ledarna behöver ha en tillräckligt stor märkspänning så att de klarar av den spänning som finns där den installeras
- färgerna på ledarna och eventuella numreringar på ledarna skall uppfylla kraven i punkt 514 i standardserien SFS 6000
- ledningsförmågan bör vara tillräckligt stor för ändamålet, detta uppfylls genom att ha en tillräckligt stor area på ledaren

- Kabeln som installeras skall klara av de yttre påfrestningarna som kan komma där den är installerad. Sådana påfrestningar kan t.ex. vara omgivningstemperaturen, mekanisk påverkan, föroreningar och vatten. [1]

Kablars och ledares standarder och krav finns samlade i CENELECs HD-harmoniseringsdokument. CENELEC är den europeiska standarden inom det elektrotekniska området. De kablar och ledare som man använder i Finland bör uppfylla de finska standarderna, men man får även använda kablar som följer de internationella eller andra nationella standarder, men man måste ta hänsyn till de krav som ställs i SFS 6000 och installationsanvisningar som har givits av tillverkaren. [1]

Kablars och ledares märkspänning skall alltid vara tillräckligt stor med avseende på den största driftspänningen i anläggningen. Märkspänningen för de vanligaste kablarna som används i Finland för fasta installationer är 300/500 V, 450/700 V och 0,6/1,0 kV. [1]

De saker man bör ta hänsyn till när man skall bestämma arean för en ledare är:

- kortslutningstålighet
- den mekaniska påverkan som ledarna utsätts för
- den högsta temperaturen som är tillåtet för ledningen
- spänningsfall i ledningen
- största impedansen i strömkretsen med tanke på felskyddet.

Den minsta arean för en kabel eller isolerad ledare som används som fast installerad för kraft- och belysningsinstallationer är 1,5 mm² koppar eller 16 mm² aluminium. För ledare som används till signal- och manöverkretsar tillåts mycket mindre ledarareor. Den minsta tillåtna ledararean för skarvsladdar varierar beroende på dess skyddsklass. Klass 1 skarvsladdar bör ha minst 1,5 mm² koppararea och skarvsladdar av skyddsklass 0 bör ha minst 1,0 mm² koppararea. [1]

Egenskaperna för ledare av koppar och aluminium är olika. Koppar- och aluminiumledare som har samma elektriska ledningsförmåga skiljer sig så att aluminiumledaren har en tvärsnittsarea på ca 1,6 gånger större än kopparledaren. [3]

2.2.1 Belastningsförmågan hos ledare

Belastningsförmågan i en ledare bestäms enligt hur hög temperaturen i ledaren får bli. Ifall man överskrider den högsta tillåtna temperaturen för en ledning finns det risk att ledaren blir så varm att den kan orsaka en brand. Genom att temperaturen i ledningen är högre än vad den klarar av påskyndas även försämringen av isolationen i ledaren vilket gör att livslängden för ledaren blir kortare. [1]

Det är i första hand belastningsströmmarna som bestämmer hur varm en ledare kommer att bli. Ledningens belastningsförmåga bestäms av dess förmåga att frigöra värme från ledningen till omgivningen som belastningsströmmen orsakar. De faktorer som bestämmer belastningsförmågan i en ledare är följande:

- omgivningstemperaturen
- isolationsmaterialet
- förläggningssättet hos installationen
- närheten till andra strömförande kretsar.

I standardserien SFS 6000 finns tabeller som beskriver hur de olika korrektionsfaktorerna påverkar belastningsförmågan och vid beräkning av belastningsförmågan multipliceras korrektionsfaktorerna med ledarens ursprungliga belastningsförmåga. [1]

2.2.2 Förläggningssätt

Installationer kan delas in i nio stycken olika förläggningssätt. Förläggningssätten varierar beroende på hur kablar och ledare är installerade i en anläggning. Förläggningssätten namnges med hjälp av en bokstav A-G. När man skall bestämma en kabels belastningsförmåga skall man ta hänsyn till vilket/vilka förläggningssätt kabeln kommer att installeras enligt. Ifall en ledare eller kabel installeras enligt mera än ett förläggningssätt skall man vid beräkning av vilken kabel eller ledare som skall användas ta hänsyn till den delen av installationen där kabelns belastningsförmåga är som minst.

Förläggningssätt A kan delas in i A1 och A2 beroende på om man använder fria ledare eller kabel. Förläggningssättet syftar på att man installerar kabel fritt eller i rör och ledarna i rör infällda i en värmeisolerad vägg. Röret kan vara av både plast eller metall och skall installeras på den varma sidan av väggen. Förläggningssätt B kan även indelas i B1 och B2

beroende på om man använder kabel eller fria ledare. Vid förläggningssätt B installeras kabeln/ledarna i rör som är monterade på ytan av väggen. Förläggningssätt C innebär att en- eller flerledarkablar har installerats på trävägg så att avståndet till väggen är mindre än 0,3 gånger kabelns diameter. Förläggningssätt D innebär att man installerar en eller flerledarkablar i marken antingen med eller utan rör. Referensdjupet för kablar som installeras enligt förläggningssätt D är 70 cm. Förläggningssätt E, F och G innebär att ledarna är installerade fritt i luften, hit hör även installationer som är gjorda på kabelhyllor och stegar. Det som skiljer förläggningssätt E, F och G från varandra är att E innebär flerledarkabel fritt i luft, F innebär en-ledarkablar som berör varandra fritt i luft och G innebär att man har installerat en-ledarkablar som har minst en kabeldiameter emellan sig och är installerade fritt i luft. [4]

2.2.3 Dimensioneringsexempel av ledningar

Vid radhusprojektet i Kristinestad är huvudcentralen placerad i förrådsbyggnaden. Från huvudcentralen går matningskablar av typen MCMK 4x6+6 till vardera lägenheterna. Den längsta kabeln går till lägenhet A1 och är 85 m lång. Den första delen av kabelinstallationen är installerad så att kabeln är spikad på väggen i huvudcentralrummet, därefter går kabeln tillsammans med tre andra kablar i ett rör i marken fram till radhus A. Därefter går kabeln i rör infällt i väggen och taket utan andra kablar bredvid sig fram till gruppcentralen.

Vid beräkning av ledningens belastningsförmåga börjar man med att ta reda på vilken del av kabelinstallationen som är den del som har minst belastningsförmåga.

Vid den första delen av installationen är kabeln spikad på vägg, vilket innebär att det är förläggningssätt C. Under denna sträcka ligger kabeln bredvid sju stycken andra kablar och omgivningstemperaturen är 30 °C.

Belastningsförmågan hos kabeln installerad enligt förläggningssätt C utan inräknade korrektionsfaktorer är 43 A.

Korrektionsfaktorer för den första delen av kabelinstallationen:

Omgivningstemperatur: 30 °C → 0,94

Anhopning av flera kablar: sju stycken andra kablar → 0,71

Belastningsförmågan den första delen av installationen blir: $43 A * 0,94 * 0,71 = 28,69 A$

Därefter går kabeln i ett rör i marken tillsammans med tre andra kablar av samma modell fram till radhus A.

Kabeln är då installerad enligt förläggningssätt D och dess belastningsförmåga är då 57 A när inga korrektionsfaktorer är inräknade.

Korrektionsfaktorer för den andra delen av kabelinstallationen:

Marken som kabeln är förlagd i består av halvtorr lera och fuktigt grus, detta har ett värmeresistivitet på 1,0 K m/W, dess korrektionsfaktor är 1,0 och inverkar då inte på kabelns belastningsförmåga.

Anhopning av flera kablar: tre stycken andra kablar → 0,65

Belastningsförmågan för den andra delen av installationen blir då: $57 A * 1,0 * 0,65 = 37,05 A$

I den sista delen av installationen av matningskabeln till lägenhet A1 går kabeln i rör infällt i taket och väggen utan andra kablar bredvid sig. Kabeln är då installerad enligt förläggningssätt A2 och har då en belastningsförmåga på 31 A. Under denna del av installationen finns det inga korrektionsfaktorer som påverkar belastningsförmågan hos kabeln.

Den minsta belastningsförmågan hos kabelinstallationen är under den första delen av installationen och är: 28,69 A

Som överbelastningsskydd kan man välja proppsäkringar av typ gG som har en märkström på 25 A. Den minsta tillåtna belastningsförmågan hos en kabel som skyddas av gG-säkringar med en märkström på 25 A är 28 A, vilket gör att de fungerar som överbelastningsskydd i detta exempel.

Samtliga värden för kablers belastningsförmåga och korrektionsfaktorer är hämtade från boken: Handboken om byggnaders elinstallationer D1-2017.

2.3 Brandlarm

Det är obligatoriskt att ha ett brandlarm i alla bostäder. I nya bostäder och fritidsbostäder som är anslutna till elnätet skall man installera brandvarnare som är anslutna till elnätet och som har ett batteri som säkerhet för eventuella strömavbrott. Brandvarnarna skall installeras så att det finns minst en brandvarnare för varje begynnande yta på 60 m². Ifall fastigheten består av flera våningar skall man installera brandvarnare på samtliga våningar. När man gör en elplanering och skall placera branddetektorerna gäller det att sträva till att placera dem uppe i taket mitt i ett rum dit röken snabbt slipper utan hinder. Man skall i första hand följa de anvisningar som medföljer brandvarnaren gällande placering men det finns även några direkta regler som alltid gäller. De är att man inte skall placera brandvarnaren närmare än 50 cm från väggar, hörn och takbjälkar och att de inte skall placeras nära luftkonditionering och vädringsfönster. Det är vanligen inte lönsamt att installera brandvarnare i kök eller våta utrymmen, detta eftersom att branddetektorer som installerats i de utrymmena kan orsaka att brandlarmet sätts i gång i onödan av t.ex. fukt eller ånga från matlagningen. [5]

Branddetektorerna skall testas regelbundet med cirka en månads intervall. Det är även viktigt att branddetektorerna hålls rena och torra eftersom damm och fukt kan tränga in i dem och skada dess funktion. Det rekommenderas att branddetektorerna byts ut med ett intervall på mellan fem och tio år för att förhindra fellarm och garantera funktionssäkerheten hos dem. [5]

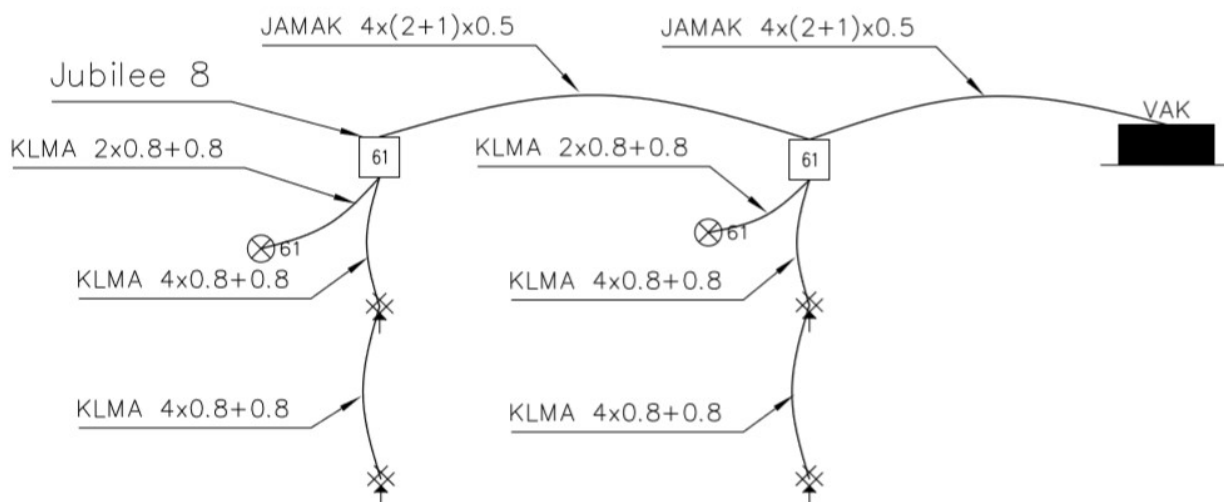
2.3.1 Jubilee 8

I radhusen i Kristinestad användes ett brandlarmsystem från Elotec kallat Jubilee 8. Jubilee är en multifunktionsenhet för kontroll och drift av brandlarmsystem. Jubilee 8 enheten arbetar under normal drift med en nätspänning på 230 V men har ett inbyggt 9 V batteri ifall strömavbrott skulle inträffa. Batteriet i styrenheten är sammankopplat med brandvarnarna, detta gör att man inte behöver byta batteri i alla enskilda brandvarnare i fastigheten utan det räcker att byta i styrenheten. Från styrenheten kan man koppla två slingor med sammanlagt 8 stycken brandvarnare. I radhusen i Kristinestad installerades en styrenhet per lägenhet och dessa sammankopplades för att göra det möjligt att varna samtliga boende i radhusen ifall en brand skulle uppstå i en lägenhet. Från varje styrenhet installerades 1–2 brandvarnare per lägenhet beroende på storleken av lägenheten. Från styrenheten kopplades även in en märklampa som placerades utanför ytterdörren till varje lägenhet för att underlätta att lokalisera i vilken lägenhet en eventuell brand har uppstått. Enheten fungerar så att ifall en brand uppstår kommer samtliga brandvarnare som är kopplat till den att börja varna genom

en ljud signal, men vid tryck på styrenheten slutar alla brandvarnare att varna utom den eller de som detekterat rök. [6]



Figur 2. Bild av multifunktionsenheten jubilee 8.



Figur 3. Kopplingsschema för brandalarmssystemet som användes i radhusen.

3 Krav på elinstallationer i utrymmen av speciellt slag

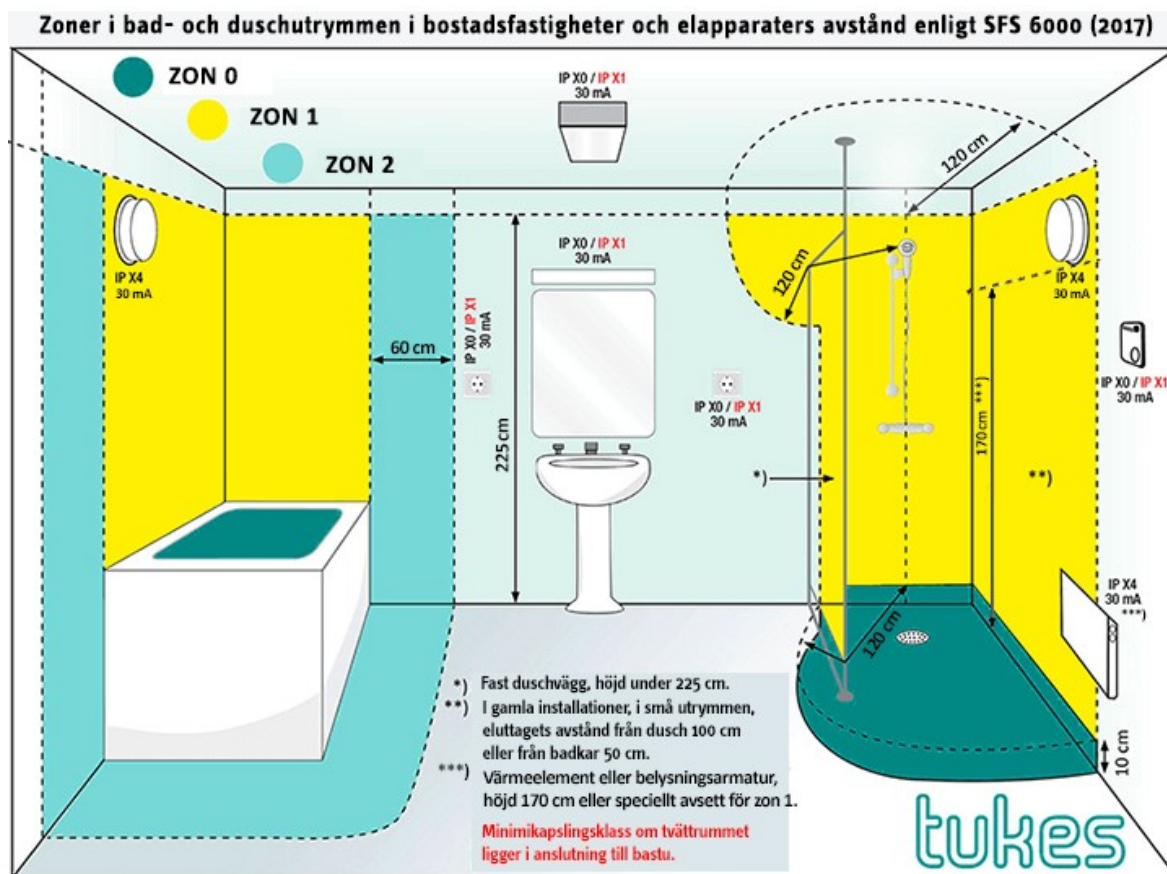
När man gör elinstallationer bör man tänka på att det finns utrymmen som är av speciellt slag som har egna standarder som bör följas. Exempel på sådana utrymmen är bad- och duschrum, simbassänger, medicinska utrymmen, explosionsfarliga utrymmen m.m. Något som nästan alla utrymmen av särskilda slag har gemensamt är att alla matningar bör förses med en jordfelsbrytare. I detta examensarbete kommer endast tas upp de krav som ställs på bad- och duschrum, basturum och byggplatser gällande installationer i utrymmen av speciellt slag eftersom det är de utrymmena av speciellt slag som är med i radhusprojektet.

3.1 Bad- och duschutrymmen

Definitionen av ett duschrum anses vara ett rum där det finns en dusch avsedd för tvättning av hela kroppen. Ett utrymme bestående av en toalett, golvbrunn och en dusch för tvättning av underlivet avses inte som ett duschrum i normala fall, endast i de fall där det finns reserverat en plats för tvättning av hela kroppen i utrymmet. Alla kretsar/gruppledningar som matar elapparater i bad- och duschrum bör förses med en jordfelsbrytare vars högsta märkutlösningström är 30 mA. I bad- och duschutrymmen delas rummen in i fyra olika områden. Dessa områden bestämmer vilka krav som ställs på den utrustning som skall installeras där. Område 0 är det område som är närmast duschens mittpunkt, område 3 är det område som är längst bort från duschen, detta område räknas som oklassificerat område och där finns inga specifika krav på elinstallationen utan installationen följer de krav som gäller för övriga utrymmen. [1]

Det finns olika faktorer som spelar in när man skall dela in duschrummet i de olika klassificeringsområdena, det beror först och främst på ifall man har ett badkar eller duschskåp eller enbart en dusch och duschväggar. Ifall man har ett badkar räknas insidan av badkaret till område 0 och området ovanför badkaret räknas till område 1, normalt installeras ingen elektrisk utrustning i dessa två områden. Område 2 börjar från badkarets kant och sträcker sig 60 cm utåt. I detta område får elmateriel, som har en kapslingsklass på minst IP34 installeras. Området som är mera än 60 cm från badkarets kant är oklassificerat och där gäller en kapslingsklass på IP20, men i de fall där duschutrymmet är i anslutning till en bastu bör elmateriet som installeras på det oklassificerade området ha en kapslingsklass på minst IP21. Ifall man har en ett duschskåp eller en dusch med duschväggar sträcker sig område 1 1,2 m från vattenpunkten mätt runt duschväggen. Område 0 sträcker sig från golvet och

10 cm upp på väggen under område 1. I figur 4 syns de olika områdesindelningarna i bad- och duschutrymmen. [1] [7]



Figur 4. Områdesindelning av bad- och duschutrymmen vid elinstallationer. [8]

3.1.1 Krav för elmateriel som installeras i bad- och duschutrymmen

Elmateriel som installeras i bad- och duschutrymmen skall vara av minst följande kapslingsklass:

- Område 0: IPX7
- Område 1 och 2: IPX4

I område 2 får inga vanliga uttag installeras endast uttag ämnade för rakapparater anslutna till isolertransformator för låg effekt. Vanliga 230 V uttag installeras på det oklassificerade området och bör skyddas med jordfelsbrytare vars högsta märkfelsström är 30 mA. Strömställare för nätspänningen får installeras på område 2 men inte område 1. På väggar som utgör gräns för områdena 0, 1 och 2 bör installeras endast de ledare som matar någon elutrustning som är installerade på dessa områden. Ifall man är tvungen att installera andra

ledningarna på dessa områden bör de förses med jordfelsbrytare med högst 30 mA märkfelsström. [1] [7]

3.1.2 Speciella krav vid installation av tvättmaskin

En speciell sak gällande installation av tvättmaskin är att den inte får placeras på område 1 även om eluttaget där tvättmaskinen är inkopplad befinner sig på ett oklassificerat område. Det är tillåtet att placera tvättmaskinen i område 2 i sådana duschrum där man har ett badkar, ifall eluttaget där tvättmaskinen är inkopplad befinner sig på ett oklassificerat område. I de fall där tvättmaskinen installeras på område 2 rekommenderas att man placerar en duschvägg mellan badkaret och tvättmaskinen för att undvika att man vidrör tvättmaskinen när man är i badkaret eller tar sig till eller från det. Tvättmaskinens kapslingsklass bör vara IP44. [1]

3.1.3 Ljusarmaturer och värmeelement som placeras på område 1

Värmeelement och ljusarmaturer får installeras på område 1 ifall de är placerade på minst 1,7 meters höjd från golvet. För fastmonterade handukstorkar gäller samma krav som för värmeelement men ifall en handukstork skall anslutas med en stickpropp till ett eluttag bör eluttaget vara placerat på ett oklassificerat område. Det gäller alltid att sträva till att den elmateriel som installeras på område 1 skall placeras så att den inte utsätts för vatten eller annan mekanisk påverkan. Elutrustning som installeras i område 1 bör ha en kapslingsklass på IP34 och skyddas med jordfelsbrytare. [1]

3.2 Basturum

All elutrustning som installeras i bastuutrymmen förutom själva bastuugnen skall förses med en högst 30 mA jordfelsbrytare. Basturummen delas liksom duschrummen in i olika installationsområden och olika krav ställs på den elutrustning som installeras beroende på i vilket område den installeras. Bastuutrymmen delas in i tre olika områden. Område 1 stäcker sig från bastukaminens yttre kant och 50 cm utåt och området gäller ända från golvet till taket. Område 2 sträcker sig från golvet och en meter upp i bastun med undantag där bastukaminen står som hör till område 1. Område 3 är det område som är över en meter från golvet och upp till taket. [1] [7]

3.2.1 Område 1

På område 1 i bastuutrymmen får endast bastuugnen installeras och den elektriska utrustningen som hör till driften av bastuugnen så som t.ex. temperaturgivare. Bastuugnens nätanslutning kommer från en kopplingsdosa som får installeras på område 1, men den bör placeras där bastuugnens värmestrålning är liten. Ifall dosan till bastuugnen installeras i område 1 skall dess övre kant placeras högst 0,5 m från golvet. Anslutningskabeln för bastuugnen är normalt en gummikabel av typ H07RN-F eller motsvarande. PVC-isolerade kablar får inte användas eftersom isoleringen i dem blir skör när de utsätts för höga temperaturer. [1] [9]

3.2.2 Område 2

På område 2 får man installera fast ansluten elutrustning enligt följande villkor:

- minimikapslingsklassen för elutrustningen är IP24
- kablar som innehåller en metallmantel får inte användas
- uttag och kopplingsanordningar får inte installeras
- all elutrustning som installeras i område 2 skall skyddas med en högst 30 mA jordfelsbrytare.

Vanligen installeras vattenpumpar, varmvattenberedare, uppvärmningsapparater och ljuskällor på detta område. I detta område får dock inga separata styrningar för ovannämnda elapparater installeras, men ifall de är en del av konstruktionen är de tillåtna att installeras i område 2 i bastun. [1] [9]

3.2.3 Område 3

I område 3 installeras vanligen ingen annan elutrustning än givare för styrning av bastukaminen och ljusarmaturer. Den elutrustning som man installerar i område 3 bör åtminstone klara av en omgivningstemperatur på 125 °C och ha en kapslingsklass på minst IP24. Elutrustningen som installeras i område 3 är vanligen märkt med T 125 eller T 125 °C. När man gör installationer i bastun skall man alltid sträva till att dra kablarna och skyddsroren på den kalla sidan om isoleringen. Vid kabelförlängning över en meters höjd används kabeltypen SSJ eller motsvarande. Dessa kablar har en silikonisolering och tål då de höga omgivningstemperaturerna. SSJ kabeln har en märkning på 180 °C detta betyder högsta temperaturen på en belastande ledare. Vid infälld installation skall man använda sig

av metallrör på den delen där rören installeras på den varma sidan av isoleringen eller genomföring till t.ex. en ljusarmatur. [1] [9]

3.3 Byggplatser

På de flesta byggarbetsplatser tvingas man att installera tillfälliga uttagscentraler som ger ström till de maskiner som används under byggets gång. Det finns speciella krav enligt standarden SFS 6000 som man bör följa när man gör tillfälliga installationer på byggarbetsplatser. De uttag med högst 32 A märkström som är avsedda för anslutning av handhållen elutrustning eller elutrustning som under användning förflyttas, bör man antingen skydda genom att varje enskilt uttag matas från skilda isolertransformatorer eller skyddas med jordfelsbrytare vars högsta märkutlösningsström är 30 mA eller genom anslutning till SELV-krets. Med SELV-krets menas att spänningsförande delar inte förbinds med jord eller med spänningsförande delar eller skyddsledare hörande till annan krets. I SELV-kretsar är den högsta spänningen 50 V. Uttag med över 32 A märkström skall förses med en jordfelsbrytare med högst 500 mA märkström. De uttag med en märkström på minst 32 A som endast är kopplade till andra arbetsplatscentraler behöver inte förses med jordfelsbrytare, förutsatt att det med varningsskyltar eller genom dess konstruktion gör att de inte kan användas till något annat.

Ifall ett uttag på arbetsplatsen används till sådan elutrustning som gör att jordfelsbrytaren lätt slår ifrån, som t.ex. svetsaggregat, kan man byta från en jordfelsbrytare med 30 mA märkutlösningsström till en med 300 mA. Ifall man gör detta bör uttaget förses med en varningsskylt så att inget annat kopplas in i det. [1] [7]

4 Skyddsmetoder

När man skall planera en elanläggning är det viktigt att följa alla de krav som ställs på elanläggningen för att göra den säker att använda och för att få en så driftsäker elanläggning som möjligt. Genom att göra ett noggrant planeringsjobb med tanke på säkerheten redan i början av planeringsskedet kan man spara mycket tid gentemot att man måste göra eventuella ändringar under installationens gång. Skydd mot elchock indelas i tre olika delar: basskydd, felskydd och tilläggsskydd. Som tilläggsskydd används vanligen jordfelsbrytare, så även i radhusprojektet i Kristinestad. Nedan tas de olika skyddsmetoderna upp mera noggrant, både hur de fungerar och hur man skall planera och dimensionera dem.

4.1 Basskydd

Basskyddets uppgift är att se till att människor inte kommer i kontakt med spänningsförande delar i elanläggningen när den är i normal drift. Basskyddet kan delas in i två olika kategorier, den ena är skydd mot all beröring och den andra är skydd mot oavsiktlig beröring. Det bästa skyddet fås genom isolering av spänningsförande delar och skydd genom kapsling eller avskärmning, denna metod bör alltid följas om möjligt. Skydd genom isolering uppfylls vanligen genom att man använder elmateriel som uppfyller standardernas krav. Ifall kapsling används som skydd mot beröring av spänningsförande delar måste materielelet vara installerat så att det har en kapsling på minst IP2X eller IPXXB. [1]

Vid sådana situationer som det inte är möjligt att skydda mot all beröring är det möjligt att använda skydd genom hinder. Med skydd genom hinder menas att de farliga utrymmen skall skyddas så att endast yrkespersoner eller personer som är tillräckligt instruerade har tillträde dit. Sådana platser kan t.ex. vara vissa elanläggningar i processindustrin, så som elektrolysanläggningar. Luftledningarna som används inom eldistributionen är även en sådan sak som kan vara svårt att förhindra all beröring med spänningsförande delar, men genom att placera luftledningarna högt uppe i stolpar undviker man att icke yrkeskunniga personer skall komma i kontakt med de spänningsförande delarna. [1]

4.2 Felskydd

Ifall ledande delar har blivit spänningsförande på grund av ett fel i elanläggningen är det felskyddets uppgift att skydda personer och husdjur ifall utsatta delar berörs. Metoderna för felskydd kan delas upp i två olika kategorier beroende på om skyddsledare används eller inte. Skydd genom automatisk frånkoppling av matning är den metod man använder sig av vid TN-, TT- och IT-system, så även i radhusprojektet i Kristinestad. Skyddsanordningarna som man använder för automatisk frånkoppling av matning är överströmsskydd och jordfelsbrytare. [1]

4.2.1 Felskydd genom automatisk frånkoppling av matning

Syftet med denna metod är att ifall människor eller husdjur kommer i kontakt med spänningsförande delar skall skyddet koppla bort spänningen så fort att inte fara uppstår. Det finns två krav för denna skyddsmetod som bör uppfyllas för att den skall fungera på rätt sätt.

1. Alla utsatta delar i elapparaterna som matas från installationen skall förses med en skyddsledare som är kopplad till jordningssystemet så att det vid eventuella fel skall strömmen ledas genom denna felströmskrets.
2. Felströmmen skall fränkopplas med en lämplig skyddsutrustning, så som en jordfelsbrytare inom en lämplig tid. Fränkopplingstiden beror på tre olika faktorer: spänningen som personen skulle utsättas för ifall hen berör de utsatta delarna, sannolikheten för att felet skall uppstå och sannolikheten att en person berör de utsatta delarna under felets varaktighet.

Ifall man använder en säkring som skydd för automatisk fränkoppling av matning måste man se till att man har en tillräckligt snabb utlösningstid. Denna tid fås från säkringens övre funktionskurva. Ifall man använder en automatsäkring för detta skydd räcker det med att man säkerställer att den minsta felströmmen är så stor att den räcker till att automatsäkringen fungerar med snabbutlösning. Vanligen används skydd vars längsta utlösningstid är 0,4 sekunder. Längre utlösningstid är tillåten vid speciella fall, dock får utlösningstiden inte överskrida 5 sekunder. De fall där utlösningstiden får vara upp till 5 sekunder är vid huvudledningar och gruppleddningar som matar fasta apparater som skyddas med över 32 A överströmsskydd, och även uttaggrupper som skyddas med över 63 A överströmsskydd. [1]

I tabellerna 1, 2 och 3 nedan ges värden för de olika kortslutningsströmmarna som krävs för olika skyddsanordningar för att de skall fungera som felskydd genom automatisk fränkoppling av matning. Tabellerna 1 och 2 anger de minsta utlösningströmmarna för automatsäkringar och tabell 3 anger de minsta utlösningströmmarna för gG-säkringar [1]

Tabell 1. Tabell över de minsta utlösingsströmmarna för automatsäkringar av typ B och C.

Märkström	Automatsäkring Typ B 0,4 s och 5 s	Värdet som krävs vid mätning	Automatsäkring Typ C 0,4 s och 5s	Värdet som krävs vid mätning
A	A	A	A	A
6	30	37,5	60	75
10	50	62,5	100	125
13	65	81,3	130	162,5
16	80	100	160	200
20	100	125	200	250
25	125	156,3	250	312,5
32	160	200	320	400
50	250	312,5	500	625
63	315	398,8	630	787,5
80	400	500	800	1000
125	625	781,3	1250	1562,5

[1]

Tabell 2. Tabell över de minsta utlösingsströmmarna för automatsäkringar av typ D och K.

Märkström	Automatsäkring Typ D 0,4 s och 5 s	Värdet som krävs vid mätning	Automatsäkring Typ K 0,4 s och 5s	Värdet som krävs vid mätning
A	A	A	A	A
6	120	150	72	90
10	200	250	120	150
13	260	325	156	195
16	320	400	192	240
20	400	500	240	300
25	500	625	300	375
32	640	800	384	480
50	1000	1250	600	750
63	1260	1575	756	945
80	1600	2000	960	1200
125	2500	3125	1500	1875

[1]

Tabell 3. Tabellen visar de minsta utlösningsströmmarna för gG-smältskydd.

Märkström A	gG-smältskydd 0,4 s A	Värdet som krävs vid mätning A	gG-smältskydd 5s A	Värdet som krävs vid mätning A
2	16	20	9	11,3
4	32	40	18	22,5
6	46,5	58,2	28	35
10	82	102,5	46,5	58,2
16	110	137,5	65	81,3
20	145	181,3	85	106,3
25	180	225	110	137,5
32	270	337,5	150	187,5

[1]

4.3 Överströmsskydd

Överströmsskyddet är en mycket viktig del av installationen, med tanke på säkerheten. Det är överströmsskyddet som ser till att bryta strömmen i kretsen ifall den blir för mycket belastad eller eventuella andra fel uppstår, t.ex. kortslutningar. Det är viktigt att dimensionera säkringarna rätt enligt de ledarareor som är anslutna till säkringen, p.g.a. att ifall man använder en allt för stor säkring till en grupp med en ledare med mycket liten area kommer den att bli varm ifall den blir tungt belastad och det finns risk att en brand kan uppstå. Det är viktigt att konstruera elanläggningen så att konstruktionen och placeringen av säkringarna är åtkomliga när de skall bytas, eftersom att även lekmän skall kunna byta säkringar på ett säkert sätt. [1]

Proppsäkringar med högst 25 A märkström får bytas strömförande både av yrkeskunniga personer och lekmän. Proppsäkringar som är över 25 A får bytas av lekmän endast om de är utan spänning eller i strömlöst tillstånd ifall lekmannen är tillräckligt instruerad. Även säkringar som skyddar inre delar i apparater eller säkringar för klenspänning får bytas av lekmän ifall hen följer bruksanvisningen. Ifall det är svårt att göra strömkretsen strömlös får även greppsäkringar och proppsäkringar upp till 63 A bytas när de är strömförande men endast av yrkesperson. Även fast säkringar upp till 25 A får bytas när de är strömförande gäller det ändå att alltid eftersträva att spänningen till säkringen är avslagen när den skall bytas. [1] [10]

4.4 Proppsäkring

Proppsäkring kan både användas som överbelastningsskydd och som kortslutningsskydd. Proppsäkringarna är konstruerade så att det finns ett smältande element som är inbäddat i fin kvartssand som smälter ifall strömmen blir för stor eller kortslutning sker. Det finns två olika storlekar av proppsäkringar, den ena från 2 A till 25 A och den andra från 35 A till 63 A. Det är sockeln till proppsäkringens som bestämmer till vilken storlek den hör, man kan därför inte placera en 16 A proppsäkring i en sockel som är ämnad för 35 A. Driftklassen hos smältproppar anges med två bokstäver där den första i regel är g vilket anger att smältproppens funktionsström är en aning större än dess märkström, den andra bokstaven är G, M eller R. G står för säkring för skydd av ledningar, R står för skydd av halvledare och M står för skydd av motorkrets. Det finns två olika varianter av gG smältproppar beroende på om hur snabba de är att bryta strömmen vid eventuell överbelastning. På sidan av smältsäkringarna finns antingen beteckningen ”Snabb” som betyder att de löser ut snabbt eller så finns beteckningen ”Trög” eller en symbol av en snigel vilket betyder att säkringarna har en längre tid förrän de bryter vid överbelastning. [1] [3]

Vanligtvis i nya installationer används proppsäkringar endast som huvudsäkringar på den inkommande matningen till fastigheten. Vid radhuset i Kristinestad säkrades alla utgående matningar till de åtta lägenheterna med 25 A proppsäkringar, en på varje fas. Proppsäkringarna använder sig av färgkoder för att man enkelt skall kunna se hur stor deras märkström är. Färgkoderna kan ses i tabell 4 nedanför.

Tabell 4. Färgernas betydelse hos proppsäkringar.

Märkström/A	Färg	Maximal effekt/W
2A	Orange	440W
4A	Brun	880W
6A	Grön	1320W
10A	Röd	2200W
16A	Grå	3520W
20A	Blå	4400W
25A	Gul	5500W
35A	Svart	7700W
50A	Vit	11000W
63A	Kopparfärgad	13860W

[3]

4.5 Automatsäkringar

Automatsäkring, även kallad dvärgbrytare eller MCB (Micro Circuit Breaker), är en av de vanligaste skyddsanordningarna som man använder för att skydda elapparater mot överbelastning och ledningar mot överbelastning och kortslutning. Automatsäkringar fungerar på liknande vis som ett termorelä, d.v.s. inne i säkringen finns en bimetall som böjs när strömmen genom den blir för stor och när strömmen blir tillräckligt stor bryts strömkretsen. Vid eventuella kortslutningar som leder till höga strömmar har automatsäkringar en elektromagnet som bryter strömmen. Inne i automatsäkringarna finns även en liten släckningskammare för eventuella ljusbågar. Vid äldre installationer är det vanligt att man har använt proppsäkringar som överbelastningsskydd till alla gruppledarna men vid nya installationer har man så gott som helt övergått till att använda automatsäkringar. Detta har bidragit till att elcentralerna har kunnat göras mindre och mer eleganta. Den största fördelen med automatsäkringar jämfört med de gamla proppsäkringarna är ändå att man kan använda säkringen flera gånger fast den har löst ut, det är endast att återställa brytarvippan på den. Före man lägger på automatsäkringarna på nytt är det dock viktigt att undersöka vad som gjort att den löst ut och åtgärda eventuella fel. [3]

Automatsäkringarnas märkström varierar mellan 0,5 och 125 A. Det finns sammanlagt åtta olika typer av automatsäkringar: A, B, C, D, K, Z, U och L. Automatsäkringar av typ A, B, C och D är de vanligaste typerna av automatsäkringar som man installerar i bostadshus. Skillnaden mellan dessa fyra olika modeller är hur de reagerar mot plötsliga strömpikar som kan uppstå när man t.ex. kopplar in en elmotor. Vid små överströmmar fungerar de fyra olika modellerna av automatsäkring på likadant vis, samtliga modeller är tillverkade så att de skall klara av en ström som är 1,13 gånger märkströmmen under en timme, men bryta strömmen inom en timme ifall strömmen överskrider 1,45 gånger märksströmmen. Magnetutlösaren i de olika modellerna varierar däremot, eftersom att det är magnetutlösaren som sköter om snabbutlösningen vid tillfälliga strömpikar. Utlösningstiden för magnetutlösaren ligger vid ca 0,1 sekunder. Strömvärdena för snabbutlösning av automatsäkringar ses i tabell 5. [3]

Tabell 5. Gränsvärden för snabbutlösning hos automatsäkringar av typ A, B, C och D.

Automatsäkringstyp	Minsta strömmen för snabbutlösning	Största strömmen för snabbutlösning
A-typ	$2 \times I_n$	$3 \times I_n$
B-typ	$3 \times I_n$	$5 \times I_n$
C-typ	$5 \times I_n$	$10 \times I_n$
D-typ	$10 \times I_n$	$20 \times I_n$

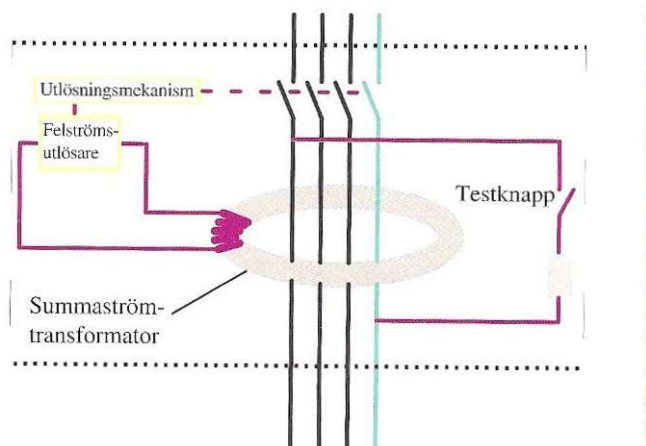
[3]

Automatsäkringar av typ A används vanligen som skydd mot halvledare och typ B för resistiva laster som har en relativt låg startström så som belysningar och elvärme. Typ B är även lämplig för uttagsgrupper ifall man på förhand vet att apparaterna som kopplas in till uttagen har en relativt liten startström. C-typen är den som vanligen används till vanliga bruksuttag och belysningsgrupper, de lämpar sig för laster som är resistiva och en aning induktiva. Fördelen med typ C automatsäkringar i jämförelse med typ B är att de tål bättre startströmmar men den skyddar inte ledningarna lika bra mot kortslutning. D-typen används till kretsar med kraftiga strömstötter så som elmotorer och transformatorströmkretsar. Utöver de vanliga typerna A, B, C och D av automatsäkringar finns även modellerna K och Z som används inom industrin. [1]

Vid val av automatsäkring bör man även se till att brytförmågan hos automatsäkringen är större än den förekommande kortslutningsströmmen i kretsen. Vanligen används automatsäkringar vars brytförmåga är 6 kA vid 400 V. [1] [3]

4.6 Jordfelsbrytare

Jordfelsbrytaren används som ett tilläggsskydd utöver basskyddet och felskyddet. Jordfelsbrytaren är ofta en obligatorisk del i många grupper i en elanläggning. Funktionsprincipen för en jordfelsbrytare är att mäta strömmen som går ut i fasledarna och jämföra den med den strömmen som kommer tillbaka i nolledaren. Ifall dessa två strömmarna skiljer sig åt betyder det att strömmen har tagit en annan väg än planerat tillbaka till jord t.ex. genom en människokropp. Om detta sker skall jordfelsbrytaren genast bryta kretsen. Normalt behöver inte jordfelsbrytaren någon hjälpspanning för att fungera utan utlösningen sker med hjälp av fjäderkraft. Det är viktigt att komma ihåg att jordfelsbrytare inte godkänns som den enda skyddsmetoden utan jordfelsbrytaren behöver kombineras med t.ex. en säkring för att uppfylla säkerhetskraven. [1]



Figur 5. Jordfelsbrytarens konstruktion. [1]

Egenskapsstorlekar gällande märkutlösningsströmmar, märkströmmar och nominell kortslutningshållfasthet anges i standarden SFS-EN 61008. I radhusprojektet i Kristinestad har jordfelsbrytare med märkutlösningsström på 30 mA använts.

Det finns olika typer av jordfelsbrytare med tilläggsbeteckningar A, AC, B och F. A- och B-typen är de vanligaste jordfelsbrytarna som används. A-typen fungerar med växelström och pulserande likström och B-typen fungerar med sinusformade växelströmmar upp till 1000 Hz, pulserande likström och ren likström. AC-typen av jordfelsbrytare är en gammal variant som endast fungerar med växelström, denna modell får inte längre installeras. F-typen är anpassad som skydd till sådana utrustningar som matas med frekvensomriktare, F-varianten har även de egenskaperna som A-varianten har. [1] [4]

Jordfelsbrytaren har tre huvudsakliga användningsändamål:

- tilläggsskydd
 - skyddar då andra metoder inte fungerar eller om användaren är vårdslös, högsta märkutlösningsström är då 30 mA
- snabb fränkoppling av matning
 - används för felskydd genom snabb fränkoppling av matning, högst 300 mA märkutlösningsström

- brandskydd
 - används för att förhindra bränder som kan uppstå på grund av läckströmmar, högst 300 mA märkutlösningström
 - standardserien SFS 6000 kräver att jordfelsbrytare används för brandskydd i brandfarliga utrymmen och i jordbruksbyggnader.

Områden där man måste använda jordfelsbrytare som tilläggs-skydd:

- Uttagsgrupper, både inomhus och utomhus, måste förses med jordfelsbrytare om dess högsta märkström är 32 A eller mindre. Uttag som är ämnade för kyl och frys är undantag och behöver således inte skyddas med jordfelsbrytare.
- Alla uttag och all belysning i bad- och duschutrymmen samt simbassängutrymmen skall förses med jordfelsbrytare.
- All elutrustning i bastun, med undantag för bastuugnen, skall skyddas med jordfelsbrytare.
- Samtlig elutrustning i produktionsutrymmen inom jordbruk eller trädgårdsbruk samt fast installerad utrustning av klass 2 i trånga ledande utrymmen behöver jordfelsbrytare.
- I arbetsplatscentraler, elreparationsverkstäder och ellaboratorier skall uttag upp till 32 A skyddas med jordfelsbrytare. Undantag finns ifall uttagsgrupperna i elreparationsverkstäder och ellaboratorier använder sig av skyddstransformator eller SELV-system i matningen.
- Uttag, ämnade för anslutning till båt eller campingfordon, som finns vid småbåtshamnar och campingplatser, skall ha en egen jordfelsbrytare vars högsta utlösningström är 30 mA.
- Andra användningsområden för jordfelsbrytare: värmekablar och värmefolier, gruppledningar i medicinska utrymmen, samtliga installationer vid mässor och nöjesfält, belysningsutställningar och rörliga anläggningar, matningar för berörbar utrustning till ljusarmaturer i bl.a. telefonkiosker och reklamtavlor samt i belysningsgrupper i normala bostäder och gårdsområden. [1]

4.6.1 Installation av jordfelsbrytaren

Jordfelsbrytaren installeras vanligtvis i elcentralen direkt efter huvudbrytaren. Från jordfelsbrytaren går strömmen sedan vidare till säkringarna och därifrån ut till diverse elutrustningar. Man kan även gå med strömmen först via säkringen och sedan till jordfelsbrytaren. Det finns även jordfelsbrytare som är anpassade att installeras i apparatdosor. Dessa lämpar sig bra vid renoveringar av äldre elanläggningar eftersom man endast behöver utrusta den nya utrustningen man installerar med jordfelsbrytare även om anläggningen saknar det från tidigare.

När man kombinerar en automatsäkring och jordfelsbrytare uppfyller man skyddsegenskaperna som motsvarar både överströmsskydd och felströmsskydd. När man installerar jordfelsbrytare i en anläggning bör man tänka på att dela upp belastningen på olika jordfelsbrytare ifall det är frågan om många olika grupper. Eftersom läckströmmar förekommer i all elutrustning kan man på förhand räkna ut ungefär hur många olika grupper man kan installera på en jordfelsbrytare. Den totala storleken av de sammanlagda läckströmmarna som skyddas av jordfelsbrytaren får inte vara större än $1/3$ av märkutlösningströmmen för jordfelsbrytaren, d.v.s. om man använder en jordfelsbrytare med märkutlösningströmmen 30 mA får den totala läckströmmen vara högst 10 mA. I standarden SFS-EN 60335-1 finns det för hushålls- och motsvarande bruk tillåtna läckströmmarna för elutrustning med olika skyddsklasser. Vid apparater som sällan används eller som förvaras i fuktiga utrymmen kan värdena för läckströmmar öka märkbart. I figur 6 syns gruppcentralerna som användes i alla lägenheterna i radhusprojektet i Kristinestad. De är utrustade med två jordfelsbrytare som vardera skyddar sex olika grupper. [1] [4]



Figur 6. Bild av gruppcentralerna som användes vid radhusprojektet.

Alla jordfelsbrytare som installeras bör ha en testknapp, som man kan använda för att kontrollera att jordfelsbrytaren fungerar som den skall. Testknappen skall vara lättåtkomlig och i närheten av jordfelsbrytaren t.ex. på centradörren skall man installera en skylt som förklarar för användaren hur ofta man bör testa jordfelsbrytaren med hjälp av testknappen. Tidsintervallet över hur ofta man bör testa jordfelsbrytaren beror på tillverkaren men vanligtvis med ett halvårs mellanrum. [1] [4]

4.6.2 Fel som kan orsaka att jordfelsbrytaren utlöses

Det kan vara speciellt knepigt att installera en jordfelsbrytare i gamla elinstallationer där sådana saknas från tidigare, eftersom att i äldre installationer sammankopplades ofta neutralledaren från neutralklämman till skyddsledarklämman i uttaget. I dessa fall lyckas det inte att installera jordfelsbrytaren i centralen utan att antingen ändra om installationen och dra fram både neutralledare och jordledare till de uttag man vill använda jordfelsbrytare på eller så kan man installera jordfelsbrytaren bakom uttaget inne i apparatdosan och där separera den gamla PEN-ledaren till neutralledare och jordledare. Det finns även uttag som har inbyggd jordfelsbrytare som lämpar sig bra i dessa situationer. [1]

Andra vanliga fel förutom ”nollning” som kan göra att jordfelsbrytaren löser ut:

- Neutralledaren som är kopplad i uttaget är inte kopplad till jordfelsbrytaren utan den kommer från nollplinten som inte skyddas av jordfelsbrytaren.
- Ifall N- och PE-ledaren har kontakt med varandra till följd av kopplingsfel eller isolationsfel.
- Uttag är inkopplat mellan fas och skyddsjord istället för fas och N-ledare.
- Ifall det finns flera jordfelsbrytare i samma anläggning kan N-ledaren vara kopplad till fel jordfelsbrytare, eftersom jordfelsbrytaren mäter strömmarna som går ut i faserna måste samma ström komma tillbaka i N-ledaren i samma jordfelsbrytare.

I filterkretsar kan störningar i elutrustningen orsaka för stor ström till skyddsledaren eller så kan skyddskondensatorn vara felkopplad. [1]

4.7 Val av kortslutningsskydd

När man skall välja ett lämpligt kortslutningsskydd för en ledningsgrupp är det två olika saker man behöver ta reda på, det är den högsta och den lägsta kortslutningsströmmen i kretsen. Den lägsta kortslutningsströmmen uppstår i den punkten som är längst bort av den skyddade ledaren sett från skyddsanordningen. Man bör ta reda på den lägsta kortslutningsströmmen i kretsen för att kunna dimensionera skyddsutrustningen så att den kan bryta spänningen tillräckligt snabbt. Den högsta kortslutningsströmmen sker direkt i punkten efter skyddsanordningen. Genom att ta reda på den högsta kortslutningsströmmen kan man dimensionera skyddsanordningen så att den klarar av att bryta tillräckligt stora strömmar. När man väljer kortslutningsskydd skall man även dimensionera det så att det skyddar ledningarna mot alltför stor termisk påverkan. Ifall man använder en säkring för endast kortslutningsskydd kan man välja en säkring vars märkström är något högre än ledningens belastningsförmåga. Ifall man använder denna metod behöver man även installera en separat utrustning som skyddar mot överbelastning. [1]

Kortslutningsskyddet förväxlas ofta med felskyddet. Kortslutningsskyddets huvudsakliga uppgift är skydda mot den värmepåverkan som kortslutningsströmmen orsakar, inte att skydda mot de eventuella beröringsspänningarna som en kortslutning kan orsaka. Kortslutningsskyddet måste fungera när en kortslutning sker mellan vilka ledare som helst och i vilken punkt som helst av en ledare. [1]

4.7.1 Beräkningsexempel av kortslutningsströmmar och skyddsutrustning

I huvudcentralen i det tekniska utrymmet vid radhusen i Kristinestad är kortslutningsströmmen 7800 A. Från huvudcentralen går en stigarledning av typ MCMK 4x6+6 till varje lägenhet. Huvudsäkringarna för varje lägenhet är 3x25 A. Den längsta stigarkabeln går till lägenhet A1 och är 85 m. Den längsta gruppleddningen från gruppcentralen i lägenhet A1 går till ett uttag på terrassen och är av typen MMJ 3x1,5 och är 21 m. Vad är kortslutningsströmmen vid uttaget och kommer automatsäkring av typ C10 att fungera som ett säkert skydd för automatisk fränkoppling av matning inom 0,4 sekunder?

Beräkning:

Med hjälp av formeln: $Z_k = \frac{C*U}{I_{kv}*\sqrt{3}}$ kan man beräkna de olika kortslutningsströmmarna och slingimpedanserna i kabeln.

Z_k = slingimpedansen

C = korrektionsfaktor (0,95)

U = huvudspänningen (400 V)

I_{kv} = kortslutningsströmmen

I_{kv1} = kortslutningsströmmen vid huvudcentralen = 7800 A (uppmätt värde)

Tabell 6. Tabell över approximativa impedanser för kopparkablar (Ω /km) vid 80 °C ladartemperatur.

Ledararea mm ²	Resistans r	Reaktans x	Impedans Z
4 x 1,5	14,620	0,115	14,620
4 x 2,5	8,770	0,110	8,770
4 x 4	5,480	0,107	5,480
4 x 6	3,660	0,100	3,660
4 x 10	2,244	0,094	2,246
4 x 16	1,415	0,090	1,418
4 x 25	0,898	0,086	0,902

[1]

Första steget är att räkna ut slingimpedansen fram till huvudcentralen (Z_{k1}).

$$Z_{k1} = \frac{C * U}{I_{kv1} * \sqrt{3}} = \frac{0,95 * 400 V}{7800 A * \sqrt{3}} = 0,028 \Omega$$

Därefter beräknas slingimpedansen fram till gruppcentralen i lägenhet A1 (Z_{k2}).

L_1 = stigarledningens längd fram till gruppcentralen A1 = 0,085 km

Z_{MCMK} = impedansvärdet för stigarledningen MCMK 4x6+6 = 3,66 Ω /km (från tabell 6)

$$Z_{k2} = Z_{k1} + 2*(L_1 * Z_{MCMK}) = 0,028 \Omega + 2*(0,085 \text{ km} * 3,66 \Omega/\text{km}) = 0,6502 \Omega$$

Kortslutningsströmmen i gruppcentral A1 (I_{kv2}) beräknas enligt:

$$I_{kv2} = \frac{C * U}{\sqrt{3} * Z_{k2}} = \frac{0,95 * 400 V}{\sqrt{3} * 0,6502 \Omega} = 337,42 A$$

Beträffande skyddsanordningen på stigarledningen kan man konstatera att 25 A gG-säkring uppfyller kraven för automatisk fränkoppling av matning. Den minsta kortslutningstömmen som behövs för en 25 A gG-säkring fås från tabell 3 och visar att det minsta värdet för fränkoppling inom 0,4 s är 180 A och inom 5 s är 110 A.

Efter detta beräknas slingimpedansen till uttaget på terrassen i lägenhet A1 (Z_{k3}).

L_2 = den längsta gruppledningens längd från gruppcentral A1 = 0,021 km

Z_{MMJ} = impedansvärdet för gruppledningen med kabeltypen MMJ 3x1,5 = 14,62 Ω /km (från tabell 6)

$$Z_{k3} = Z_{k2} + 2*(L_2 * Z_{MMJ}) = 0,6502 \Omega + 2*(0,021 \text{ km} * 14,62 \Omega/\text{km}) = 1,264 \Omega$$

Kortslutningsströmmen vid uttaget (I_{kv3}) beräknas enligt:

$$I_{kv3} = \frac{C * U}{\sqrt{3} * Z_{k3}} = \frac{0,95 * 400 V}{\sqrt{3} * 1,264 \Omega} = 173,57 A$$

Från tabell 1 ser man att den minsta kortslutningsströmmen för en automatsäkring av typ C10 är 100 A för att den skall funktionera som ett säkert alternativ för automatisk fränkoppling av matning inom 0,4 s. Från beräkningarna ovan konstateras att den lägsta kortslutningsströmmen för uttagsgruppen i lägenhet A1 är ca 174 A, detta gör att automatsäkringen kommer att funktionera som skydd för gruppledningen.

4.8 Beräkning av toppeffekter och huvudsäkringar

Redan i ett tidigt skede av elplaneringen beräknas uppskattade toppeffekterna för varje lägenhet i en ny elanläggning. Detta görs för att man skall kunna dimensionera matningskablar och huvudsäkringar både till de enskilda lägenheterna och för hela fastigheten. Detta går till så att man beräknar en uppskattad toppeffekt för en lägenhet och med hjälp av tabeller för utjämningsfaktorer på hur många lägenheter som är kopplade till en och samma anslutningspunkt kan man få fram den totala toppeffekten för hela anläggningen. Det kan vara mycket svårt att uppskatta hur stora toppeffekter en lägenhet har eftersom effektförbrukningen varierar beroende på användaren och hur anläggningen är uppbyggd. Det finns därför färdiga formler för uträkning av detta där man använder uppskattade värden för belysning, uttag, eluppvärmning och bastukaminer som baserar sig på hur stora lägenheterna är. [11]

Den allmänna formeln för toppeffektberäkning för en lägenhet är:

$$P_{h,max} = P_{hläm} + P_{aläm} + P_{LVV} + P_{kev} + (P_{kk} + P_{val} * \frac{A_h}{1000})$$

Förklaring av de olika begreppen:

$P_{h,max}$ = toppbelastningen för en lägenhet, kW

$P_{hläm}$ = elvärmebelastning, kW

$P_{aläm}$ = motorvärmare, kW

P_{LVV} = varmvattenberedare, kW

P_{kev} = bastukaminens ej alternerade del, kW

P_{kk} = apparatbelastning, kW

P_{val} = belysningens belastning, kW

A_h = lägenhetsytan, m²

För apparatbelastningen används formeln: $P_{kk} = 6,0 \text{ kW} + 20 \text{ kW} * \frac{A_h}{1000 \text{ m}^2}$

Belysningsbelastningen uppskattas vanligen till 10 W/m²

Efter att toppeffekten för en lägenhet har räknats ut, räknar man ut den totala toppeffekten för samtliga lägenheter. Detta görs genom att man multiplicerar toppeffekten för en lägenhet med totala antalet lägenheter. Eftersom att elanvändningen i lägenheterna inte följer samma mönster, d.v.s. alla lägenheter förbrukar inte alltid lika mycket el, gör att man kan multiplicera den totala toppeffekten med en utjämningsfaktor. Utjämningsfaktorn kan antingen beräknas eller så kan figur 7 användas. [11]

Formeln för den totala toppeffekten för alla lägenhet blir då:

$$P_{max} = P_{hma} * N_h * C(N_h)$$

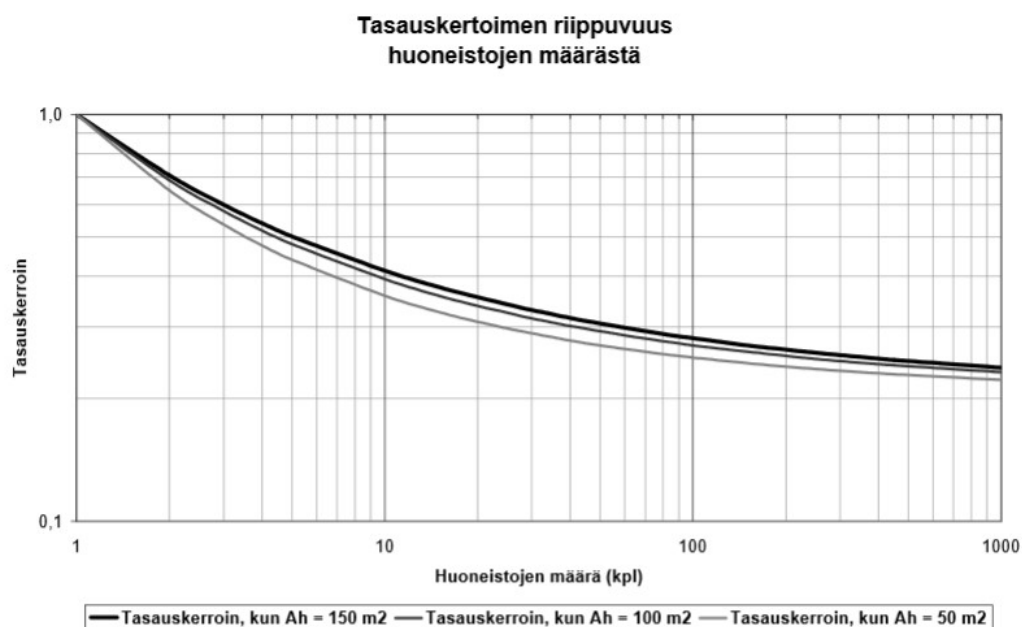
Förklaring av de olika begreppen:

P_{max} = totala toppeffekten för alla lägenheter

$P_{h,max}$ = toppbelastningen för en lägenhet, kW

N_h = antalet lägenheter

$C(N_h)$ = utjämningsfaktor



Figur 7. Utjämningsfaktor för beräkning av topp effekter vid anläggningar med flera lägenheter. [11]

4.8.1 Beräkningsexempel för toppeffekter i ett radhus

Radhusen i Kristinestad består av åtta stycken lägenheter. Varje lägenhet har ett uttag ämnat för motorvärmare till bilen, den uppskattade effekten för detta uttag är 2 kW. Uppvärmningen av lägenheterna sker med fjärrvärme, vilket gör att effekten för uppvärmningen av lägenheterna och uppvärmningen av varmvatten inte behöver räknas in i toppeffekten för de enskilda lägenheterna. Varje lägenhet är utrustade med en bastukamin på 6 kW, belysningen i lägenheterna beräknas vara 10 W/m². Arean för en lägenhet är 73 m². I beräkningarna nedan antas fasvinkeln φ var 1 och ingår då inte i beräkningarna.

Toppeffekten för en enskild lägenhet beräknas enligt:

$$P_{h,max} = 2 \text{ kW} + 6 \text{ kW} + \left(6 \text{ kW} + (10 + 20) * \frac{73 \text{ m}^2}{1000} \right) = 16,19 \text{ kW}$$

För beräkning av strömförbrukningens toppvärde används formeln:

$$I_{h,max} = \frac{P_{h,max}}{\sqrt{3} * U_h} = \frac{16,19 \text{ kW}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V}} = 23,37 \text{ A}$$

Som huvudsäkringar till lägenheterna har valts 25 A säkringar.

Efter huvudsäkringarna delas anslutningen upp i nio matningar, bestående av åtta stycken matningar till lägenheterna samt en matning till fastighetens förråd. Förrådets toppeffekt uppskattas vara lika stor som en lägenhets, utjämningsfaktorn är då ca 0,4.

Den totala toppeffekten för fastigheten kan då beräknas enligt:

$$P_{max} = 16,19 \text{ kW} * 9 * 0,4 = 58,28 \text{ kW}$$

Den totala toppvärdet för strömförbrukningen blir då:

$$I_{max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} * U_h} = \frac{58,28 \text{ kW}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V}} = 84,12 \text{ A}$$

5 Jordning och skyddsledare

Jordning och potentialutjämning är en av de viktigaste delarna man bör tänka på när man gör en ny elanläggning. Det är genom en bra jordning som man kan undvika farliga följder av eventuella fel i elanläggningen. Vid radhusprojektet i Kristinestad är samtliga hus jordade genom att man har en jordelektrod i grunden på varje hus och alla lägenheter är ihopkopplade till samma jordningsskena i vardera hus. Samtliga hus är sedan ihopkopplade till en huvudpotentialskena i huvudcentralrummet.

Avsikten med att använda sig av jordning och potentialutjämningsystem ur säkerhets synvinkel är:

- undvika att farliga spänningar överförs från ett system till ett annat
- förhindra att gnistor, ljusbågar och läckströmmar uppkommer
- skapa funktionsförutsättningar för jordfelskydd och felskydd.

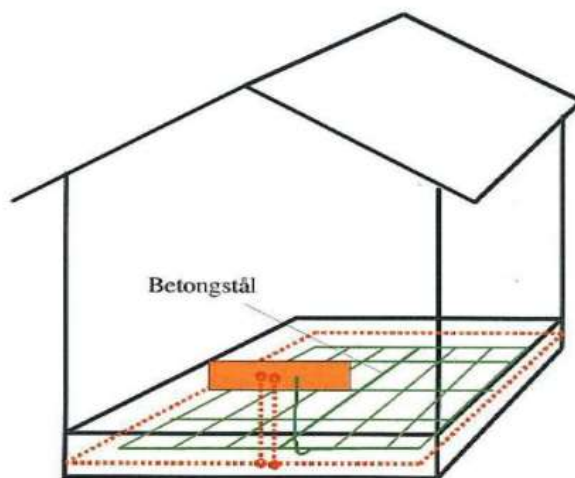
[1]

5.1 Jordelektrod

Med en jordelektrod gör man en förbindelse ner till jorden. Principen över hur en jordelektrod görs är att man antingen gjuter in en kopparslinga i byggnadens grund eller placerar den i jorden under byggnadens fundament. Slingan skall placeras längs med yttre kanten av huset. I figur 8 syns hur jordelektrodslingan är placerad i fundamentet. Båda dessa alternativen är godkända men det är vanligare att man gjuter in slingan i betongfundamentet. Vid A-radhuset i Kristinestad kommer de båda ändarna av jordelektroden upp i lägenhet A4 och i B-huset i lägenhet B4, där kopplas de båda ändarna fast i en potentialutjämningskena. Jordelektrodens huvuduppgift är att erhålla en potentialutjämningsseffekt mellan de olika ledande delarna i en byggnad. Den kan även funktionera som en del av ett blixtskyddssystem. Jordelektroden bör vara konstruerad så att den har tillräckligt god korrosionsbeständighet. [1]

Normalt flyter det ingen ström i jordelektroden så det som bestämmer arean på den är att den skall tåla den mekaniska påfrestningen som kan uppstå. Vid radhusen i Kristinestad användes en jordelektrod med arean 16 mm^2 koppar. Det finns inget krav på jordelektrodens jordningsresistans i standarden SFS 6000 men det gäller ändå att försöka få ett lågt värde på

jordningsresistansen. Det är främst jordmånens ledningsförmåga som inverkar på jordningsresistansen, men även hur själva jordelektroden är utformad. [1]



Figur 8. Placering av fundamentjordelektrod. [1]

5.2 Potentialutjämning

Syftet med potentialutjämning är att man sammanbinder alla elektriskt utsatta delarna i ett hus för att förhindra att det uppstår farliga potentialskillnader mellan samtliga berörbara delar. Potentialutjämning fungerar också som skydd mot störningar. I potentialutjämningsledarna, som är anslutna till potentialutjämningskennan, flyter normalt ingen ström eller högst en liten del av felströmmen. Den minsta tillåtna arean för huvudpotentialutjämningsledarna är $6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$, men beroende på hur stor den största skyddsledaren är som går ut från huvudcentralen måste den minsta arean på huvudpotentialutjämningsledaren vara minst hälften av skyddsledarens area, dock max 25 mm^2 . [1]

När man planerar en ny byggnad gäller det att sträva till att ta in samtliga anslutningar så som el, vatten, avlopp, fjärrvärme, data och antenn på samma plats i byggnaden. Detta underlättar när man skall ansluta de olika delarna till potentialutjämningsystemet. Man strävar alltid till att ansluta de olika delarna så nära intagningsplatsen som möjligt. En annan sak som är bra med att ta in alla anslutningar på samma ställe är att möjliga inkommande spänningar så som atmosfäriska överspänningar inte sprids till byggnadens konstruktion. [1]

Ifall rörsystem, för t.ex. vatten eller värme, till största delen består av plast behöver de inte anslutas till potentialutjämningen, men ifall det ändå finns ledande delar i dessa system som befinner sig inom armräckvidd från huvudpotentialutjämningskenan eller fördelningscentralen är det ändå skäl att ansluta dessa. Samma regel gäller även för ventilationssystem. Det finns inget krav på att man måste ansluta kabelhyllor till potentialutjämningsystemet men det är ändå bra att göra detta, eftersom det är lätt hänt att en kabel som ligger på hyllan blir skadad och då kan kabelhyllorna bli strömförande. [1]

Vid radhusen i Kristinestad finns det en potentialutjämningskena i vardera husen. Från den går en jordning av typen MK 6 till alla gruppcentralerna i huset. Husens rörsystem jordas även till potentialutjämningskenan och det är även hit som jordelektroden i vardera husen ansluts.

Från vardera husens potentialutjämningskena går en 16 mm² kopparledare till huvudpotentialutjämningskenan som finns i det tekniska utrymmet i förrådet under huvudcentralen.

Till huvudpotentialutjämningskenan ansluts sedan följande saker:

- jordning till A-huset
- jordning till B-huset
- förrådets jordelektrod
- inkommande rörsystem till fastigheten
- förrådets fundamentjordelektrod (fast i armeringen i golvet)
- huvudcentral
- antennutrustningen
- datautrustningen.

6 Uppgörandet av installationsritningar

I examensarbetet ingick det att göra nya ritningar för elanläggningen i radhusen i Kristinestad, ritningarna gjordes då med elplaneringsprogrammet CADS Electric. Förutom ritningarna gjordes det även upp armatur- och värmeförteckningar som tabeller i Excel. Under byggandet av radhusen i Kristinestad hade elinstallationsföretaget A-Sähkö preliminära ritningar som de följde, men eftersom att en del ändringar gjordes under byggandets gång ville företaget att nya ritningar för radhusen skulle göras efter att radhusen var färdigställda. De nya ritningarna kan då användas ifall ändrings- eller reparationsarbeten behöver utföras.

6.1 CADS Electric

CADS Electric är ett planeringsverktyg som används inom el- och automationsbranschen. Programmet är skapat av det finska företaget Kyndata Oy. CADS Electric erbjuder en heltäckande programvaruhelhet och planeringssystem för el- och automationsbranschen. Det finska företaget Kyndata grundades år 1979 och deras huvudsakliga verksamhetsställe i Finland är i Kotka. De erbjuder support på finska, engelska, svenska och estniska. Kyndata strävar till att deras planeringsprogram skall vara så lätthanterligt som möjligt så att användarna skall kunna sätta mera tid på själva planeringen i stället för att försöka förstå sig på ett invecklat program [12]

CADS Electric är ett databasbaserat planeringsprogram, vilket gör att flera användare kan arbeta samtidigt på samma projekt. Eftersom programmet är databasbaserat gör det även att de olika ritningarna man gör kan kopplas ihop med varandra, t.ex. om man har en elritning över ett hus och gör en centralritning till samma hus kan man enkelt flytta över de olika grupperna från elritningen till centralritningen. [12]

CADS Electric är ett mångsidigt planeringsverktyg som lämpar sig för bland annat:

- olika planerings- och dokumenteringsbehov inom el- och automationsbranschen
- byggnadselektrifiering i både 2D och 3D
- el och automation för industriella behov
- layout-planering för centraler

- planering av distributionsnätet
- styrningsplaneringar för bl.a. motorer, belysningar och andra apparater
- PLC- och automationssystem
- planering av elcentraler i både 2D och 3D
- programmet kan räkna ut teoretiska värden för kortslutningsströmmar
- beräknar längder på kablar samt räknar ihop annat använt material.

[12]

6.2 Användningen av CADS Electric i examensarbetet

All elplanering som gjorts i detta examensarbete är utfört i programmet CADS Electric. Orsaken till att CADS Electric valdes var att programmet var känt från tidigare genom utbildningen samt att företaget som examensarbetet utfördes åt var intresserade av att se hur programmet fungerade eftersom de i tidigare projekt har använt sig av ett annat planeringsprogram. Kymdata erbjuder även programmet CADS Electric gratis för studerande, vilket var en mycket bra sak som innebar att programmet kunde installeras på egen dator och planeringen kunde då utföras hemifrån.

En nackdel med programmet CADS Electric är att det är på finska, vilket kunde leda till att det ibland var svårt att förstå betydelsen av vissa funktioner. Tack vare att det fanns mycket bra användarinstruktioner på bl.a. YouTube gick det ändå smidigt att lära sig hur programmet fungerade.

De olika ritningarna som uppgjordes i projektet är:

- elritning för radhus A (Bilaga 1. Sida: 1(4))
- elritning för radhus B (Bilaga 1. Sida: 2(4))
- elritning för förråd/biltak samt tekniska utrymmet (Bilaga 1. Sida: 3(4))
- svagströmsritning för radhus A (Bilaga 2. Sida: 1(4))
- svagströmsritning för radhus B (Bilaga 2. Sida: 2(4))

- svagströmsritning för förråd/biltak samt tekniska utrymmet(Bilaga 2. Sida: 3-4(4))
- centralschema för huvudcentralen (Bilaga 3. Sida: 1-2(5))
- centralschema för fastighetens gruppcentral (Bilaga 3. Sida: 3-4(5))
- centralschema för lägenheternas gruppcentraler (Bilaga 3. Sida 5(5))
- kopplingsschema för utebelysning (Bilaga 4. Sida: 1(2))
- kopplingsschema för golvvärmestyrning(Bilaga 4. Sida: 2(2)).

7 Besiktning av elanläggning före ibruktagning

Efter att elinstallationer gjorts vid en elanläggning skall en besiktning utföras före anläggningen får börja användas. Med besiktningen ser man till att elanläggningen uppfyller de krav och bestämmelser angående säkerhet och funktion som ställs på elanläggningar. Ibruktagningsbesiktningen utförs vanligtvis av den som gjort elanläggningen. Ifall byggaren av elanläggningen av någon orsak inte utför en ibruktagningsbesiktning är det innehavaren av elanläggningen som har ansvaret över att besiktningen görs. Den som utför ibruktagningsbesiktningen skall vara en tillräckligt yrkeskunnig person inom elbranschen. Ibruktagningsbesiktningen består av två olika huvuddelar: sensorisk kontroll och testning genom mätningar och funktionella prover. Efter utförd ibruktagningsbesiktning skall ett protokoll göras som skall överlämnas till innehavaren av elanläggningen. Det finns inga direkta krav på hur protokollet skall se ut bara de väsentliga kraven framkommer i protokollet. [1]

I ibruktagnings protokollet skall åtminstone följande ingå:

- allmänna identifieringsuppgifter om elanläggningen
- resultatet från den sensoriska kontrollen och resultat från de olika mätningarna som utförts
- en utredning om elanläggningen överensstämmer med de föreskrifter och förordningar som gäller
- en utredning på de besiktningsmetoder som har utförts

- kontaktuppgifterna till den som har fungerat som ledare av elarbetet samt signatur av hen som utfört ibruktagningsbesiktningen.

Utöver de obligatoriska sakerna som skall ingå i protokollet rekommenderas även att följande saker ingår:

- samtliga mätresultat från isolationsresistans mätningarna och slingimpedans mätningarna
- mätresultat från testerna utförda på jordfelsbrytaren
- att kraven för kontinuitetsmätningarna har uppfyllts
- fasföljdens rotationsriktning för varje central.

[1]

Ibruktagningsbesiktning av elanläggningen skall utföras även vid elarbeten av ringa omfattning, som t.ex. reparations- och ändringsarbeten av gamla elanläggningar. Det finns dock några undantag när protokoll för ibruktagningsbesiktning inte är ett måste. Det är ifall elarbetet är av sådan form så att arbetet får utföras av lekmän och inte medför större fara eller störningar i anläggningen. Protokoll behöver inte heller göras ifall installationer utförts där märkspänning är högst 50 V växelspanning eller 120 V likspanning. Ifall utbyte eller tillägg av en enstaka befintlig komponent görs eller ifall ändring eller komplettering utförs för matningar till enstaka apparater vars märkspänning är högst 1000 V behövs inte heller något protokoll uppgöras. I ställverk med en nominell spänning på högst 1000 V där inte ställverkets märkvärden ändras, får även ändrings- och kompletteringsarbeten utföras utan att ett ibruktagningsprotokoll behöver uppgöras. Installation av tillfälliga elanläggningar som använder standardenliga arbetsplatscentraler hör även till undantaget när inget protokoll behöver göras. Även om protokoll för ibruktagningsbesiktning inte är ett måste vid dessa undantag skall det även göras ifall innehavaren av anläggningen önskar det. [4] [1]

Ifall brister upptäcks i samband med ibruktagningsbesiktningen skall dessa åtgärdas och besiktas om innan byggaren av elanläggningen godkänner att elinstallationen uppfyller de ställda kraven för att elanläggningen får tas i användning. [1] [4]

7.1 Sensorisk kontroll

Den sensoriska kontrollen utförs i praktiken under hela installationstiden för elanläggningen. Direkta fel som upptäcks under byggandets gång skall åtgärdas när de upptäcks eller senast före anläggningen tas i bruk. Den sensoriska kontrollen, även kallad okulär besiktning, skall normalt utföras i spänningslöst tillstånd och görs före mätningarna görs. Materiel som används i installationen skall vara kravenlig och installeras enligt anvisningar som tillverkaren har ifall sådana finns. Ett enkelt sätt att se ifall materielen uppfyller de säkerhetskrav som ställs är att se ifall utrustningen är stämplad med märket CE. Utöver CE märkningen skall även elutrustningen vara anpassad för den märkspänning där den installeras. [1]

Man skall under installationens gång se till basskyddet för elutrustningen är i skick och skydd mot elchock uppfylls. Detta görs genom att se till kapslingar och ledningars isolation är hela och att felskyddet fungerar som det skall och är godkända för det ändamål de används till. Brandskyddet skall kontrolleras så att värme från apparater och ledningar inte orsakar farliga uppvärmningar så att t.ex. värmeelement och bastuugnar är placerade så att det inte finns risk att en brand skulle uppstå. Vid den okulära inspektionen granskas att kablar och ledare är rätt dimensionerade så att de klarar av den belastning som de utsätts för. Kablarna skall placeras enligt hur de är planerade så att det inte finns risk att belastningsförmågan hos de på förhand planerade kablarna blir för liten. Gällande spänningsfallet i kablarna finns inga direkta direktiv, men det rekommenderas att spänningsfallet i kabeln inte är över 3 % för belysningsgrupper och max 5 % för övriga bruksobjekt, som t.ex. uttag. För att beräkna det procentuella spänningsfallet för en kabel jämför man spänningen i anslutningspunkten, d.v.s. spänningen i elcentralen där kabeln är ansluten med spänningen i den punkten som är längst från centralen dit kabeln installeras, t.ex. ett vägguttag. Vid den sensoriska besiktningen skall säkerhetsställas att elutrustningen som använts är anpassad enligt de yttre faktorer som kan påverka den, sådana yttre faktorer kan t.ex. vara fukt, damm, omgivningstemperaturer och mekaniska skadeverkan. [1]

Valet av skyddsutrustning och övervakningsanordningar skall vara planerliga och ifall annan säkerhetsutrustning används skall det säkerhetsställas att den fungerar på lämpligt sätt. Under den okulära inspektionen granskas att nödvändiga frånskiljnings- och kopplingsanordningar finns för elutrustningen, t.ex. att matningsledningar till maskiner skall kunna frånskiljas från matning på ett säkert sätt. Vartefter installationen framskrider

kontrolleras att skyddsledare och neutralledare är av rätt färg och att nödvändiga märkningar finns i vid centralerna så att man enkelt skall kunna identifiera ledarna. [1]

För att underhållet av elanläggningen enkelt skall kunna göras skall ritningar, märkningar och varningsskyltar finnas till och vara korrekta, detta granskas under den okulära besiktningen. Normalt behövs minst centralscheman, planritningar och jordningsscheman för en elanläggning. En annan sak som är viktigt för att underlätta underhållet av elanläggningen är att man redan i planeringsskedet har tillräckligt stora utrymmen planerade för elcentralerna så att serviceåtgärder kan utföras på ett tryggt sätt. Kopplingsdosor och andra kopplingspunkter skall placeras så att man kan nå dem vid inspektion, testning och service. [1]

Vid den sensoriska kontrollen granskas även att elanläggningen uppfyller EMC-kraven, detta görs genom att följande saker kontrolleras:

- att fördelningssystemet TN-S är tillämpat
 - de installationsanvisningar som tillverkaren har givit har använts för elmaterielen som installerats
 - att faktorer i omgivningen av elinstallationen som kan påverka den har beaktats vid valet av elmateriel
 - placeringen och installationen av kablar följer kraven i standarden SFS 6000
 - jordningarna i elanläggningen har utförts på rätt sätt i avseende av störningsskyddet.
- [1]

7.2 Mätningar och funktionella prov vid ibruktagningsbesiktningar

Efter att elinstallationerna är klara skall anläggningen testas genom mätning. Vid mätningarna kontrolleras att anläggningen är säker att använda och fungerar som planerat. Testningen utförs först när anläggningen är klar och inga ändringar kommer att ske efter utförda tester, detta för att resultatet av mätningarna inte skall ändra. Ifall det är frågan om en stor elanläggning kan man utföra testerna på en del av anläggningen som är klar fast en annan del inte är färdig, då skall man se till att den delen av anläggningen som inte är klar är separerad från den del där testerna utförs så att ingen fara kan uppstå när testerna utförs. Instrumenten som används vid de olika mätningarna skall uppfylla de krav som ställs för

bl.a. vilken ström och spänning som skall användas vid de olika mätningarna. Mätningarna borde göras enligt den ordning som de tas upp i detta examensarbete. [1]

7.2.1 Mätning av skyddsledares kontinuitet

När man utför denna mätning kontrollerar man att skyddsledarkretsarna i anläggningen är hela. Skyddsledarkretsarna behövs för att felskyddet skall kunna fungera som det skall. Mätningen av skyddsledarens kontinuitet går till så att man mäter resistansen i skyddsledaren som går från potentialutjämningskennan fram till de jordade uttagen i anläggningen. Skyddsledares resistansen mäts även fram till andra utsatta delar som är förbundna med potentialutjämningsystemet i elanläggningen, t.ex. vattenrörsystemet. Det är viktigt att alla skyddsledarförbindelser mäts för att försäkra sig om att de är hela. Det finns inga direkt angivna gränsvärden för resistansen i skyddsledaren, men genom att räkna ut det teoretiska resistansvärdet för ledaren får man ett bra värde att jämföra med, detta görs genom att se på tvärsnittet och den ungefärliga längden av ledaren. Normalt får resistansvärdet högst vara 1Ω , men ifall ledarna är långa kan detta värde vara större. Denna mätning skall utföras genom att den obelastade spänningen hos mätinstrumentet skall vara 4 – 24 V och den minsta strömmen som mätaren skall skicka ut vid testet skall vara 200 mA. När man gör protokollet för ibruktagningsbesiktningen behöver man inte uppge de individuella resistansvärdena för de testade objekten, utan det räcker med att konstatera att kraven för skyddsledarens kontinuitet uppfylls centralområdesvis. [1] [4]

7.2.2 Isolationsresistansmätning av elanläggningen

När man utför isolationsresistansmätning av elanläggningen kontrolleras det att de ledande delarna i anläggningen är tillräckligt isolerade från jord. Denna mätning skall utföras i spänningslöst tillstånd och man skall försäkra sig om att inte spänningen kan slås på under mätningen. Eftersom denna mätning skall göras spänningslöst kan mätningen utföras redan innan anläggningen är ansluten till elnätet. Ifall det är frågan om en liten elanläggning utförs vanligtvis denna mätning i en enda punkt av anläggningen, det är då i fastighetens huvudcentral. Ifall anläggningen innefattar flera elcentraler utförs mätningen vanligtvis enskilt för varje central, men även i större anläggningar med flera centraler kan hela mätningen utföras i en enda punkt. Orsaken till att man vanligtvis mäter centralvis är ifall man vill ta en del av elanläggningen i bruk innan hela anläggningen är klar. Mätningen går till så att man mäter resistansen från varje fas och neutralledare till skyddsledaren. Ifall det finns en sammankoppling mellan neutralledare och skyddsledaren i huvudcentralen skall

denna tas bort före mätningen utförs. Alla säkringar och brytare skall vara på I-läget när denna mätning utförs för att mätningen skall kunna innefatta hela anläggningen. Resistansmätningen går till så att mätinstrumentet skickar ut en spänning mellan de ledande delarna och skyddsledarna och mäter på så vis resistansen mellan dem. Spänningen mellan de ledande delarna och skyddsledaren varierar beroende på anläggning. I tabell 7 ses de olika provspänningarna och det minsta tillåtna värdet för isolationsresistansen. [1] [4]

Tabell 7. Minsta tillåtna värden på isolationsresistansen.

Strömkretsens spänningssystem eller nominella spänning	Provspänning (likspänning) V	Minsta tillåtna isolationsresistansen M Ω
SELV och PELV	250	$\geq 0,5$
Högst 500 V, inklusive FELV	500	$\geq 1,0$
Över 500 V	1000	$\geq 1,0$

[4]

När isolationsresistansmätningen utförs kan man koppla ur känslig elektronik eftersom de höga spänningarna från testerna kan skada dem, sådan elektronik kan t.ex. vara transformatorer för belysning och elektroniska termostater. Ett annat alternativ som får användas ifall man inte vill koppla ur den känsliga utrustningen är att man använder sig av 250 V mätspänning i stället för 500 V. [1]

För värmekablar och -folier skall isolationsresistansmätningen utföras separat efter att installationen är färdig. Samtidigt mäts vanligtvis även kabeln och foliens resistans för att säkerställa att den är i skick. Innan inkopplingen av värmekablar och -folier skall man även mäta isolationsnivån mellan skyddsledaren i matningsledningen och skyddsledaren i värmekabeln. Ifall kontaktorer och reläer eller liknande utrustning används som separerar strömkretsen och mätkretsen från varandra skall man göra en skild isolationsresistansmätning efter denna punkt där kretsarna separerats. [1]

7.2.3 Prov av felskydd för automatisk frånkoppling av matning

Vid ibruktagningsbesiktningen kontrolleras att felskyddet fungerar korrekt enligt de på förhand planerade värdena. Det är redan i planeringsskedet som kortslutningsströmmar skall beräknas och felskyddet och kablarna dimensioneras men det är ändå bra att utföra en kontrollmätning efter utförd installation för att säkerställa att automatisk frånkoppling av matning fungerar korrekt. Funktionsprovet för automatisk frånkoppling av matning går till så att man antingen mäter kortslutningsströmmen eller slingimpedansen för varje grupp i

elanläggningen. Mätningen görs då i den punkt av gruppledningen som är längst bort från den matande änden. Efter att man mätt den lägsta kortslutningsströmmen eller den högsta slingimpedansen kontrollerar man om kortslutningsströmmen är tillräckligt stor för att skyddet skall utlösa snabbt. Resultatet av kortslutningsmätningen skall vara minst 25 % högre än den minsta kortslutningsströmmen för felskyddet, detta eftersom att mätningarna utförs i rumstemperatur med obelastade ledare. Kraven för att felskyddet skall vara godkänt är att vid eventuella fel skall de farliga beröringsspänningarna fränkopplas inom en krävd tid eller så skall beröringsspänningen begränsas så att det inte är farligt. [1]

7.2.4 Testning av jordfelsbrytare vid ibruktagningsbesiktning

Vid ibruktagningsbesiktningen kontrolleras funktionen hos jordfelsbrytaren. Detta görs genom att man först provar test-knappen som finns på jordfelsbrytaren. Därefter kontrolleras att utlösningströmmen för jordfelsbrytaren inte överskrider den märkutlösningströmmen som finns i anläggningen. Den vanligaste metoden för att mäta jordfelsbrytarens märkutlösningström är att belasta jordfelsbrytaren med en sakta stigande felström och se hur hög felström det krävs för jordfelsbrytaren före den bryter strömkretsen. Vid denna mätning kan användas både sinusformad växelspanning eller pulserande likspanning. Ifall man använder sinusformad växelspanning vid mätningen får inte utlösningströmmen hos jordfelsbrytaren överskrida dess märkutlösningström. Ifall man däremot använder sig av pulserande likspanning får utlösningströmmen vara en aning högre än märkutlösningströmmen men max 1,45 gånger. Det rekommenderas även att man alltid skall mäta utlösningstiden för jordfelsbrytaren, kravet för den längsta utlösningstiden varierar beroende på jordfelstypen och testströmmen men för allmänna typer av jordfelsbrytare gäller vanligen att den längsta utlösningstiden är 0,04 sekunder. [1] [4]

7.2.5 Andra tester i samband med ibruktagningsbesiktningen

Vid ibruktagningsbesiktningen kontrolleras även rotationsriktningen i nätet, detta görs vanligen i alla elcentraler och samtliga trefasuttag. Ett funktionsprov på elanläggningen skall utföras, beroende på hur komplex elinstallationen är varierar omfattningen av funktionsprovet. I funktionsprovet kontrolleras hela funktionskedjan i elanläggningen, så som t.ex. reläer, skyddsanordningar och förreglingsanordningar. Ifall innehavaren av elanläggningen önskar kan man även utföra mätningar av spänningsfallet i elanläggningen men normalt görs inte detta eftersom att det inte finns några exakta gränsvärden för spänningsfallet. [1]

8 Resultat

Resultatet av examensarbetet blev en elplaneringsmanual som tar upp viktiga saker angående elinstallationer i nya byggnader. I manualen tas det upp allmän information om elmateriel och elplanering samt beräkningsexempel av ledares belastningsförmåga, skyddsutrustning och effektberäkningar samt hur ibruktagningsbesiktning av nya elanläggningar går till. Elplaneringsmanualen grundar sig på bygget av radhusen i Kristinestad men är tänkt att kunna fungera som en manual för andra kommande byggen av liknande slag. De slutliga ritningarna för radhusen och det tillhörande förrådet uppgjordes och kan nu sparas ifall ändrings- eller tillbyggnadsarbeten skall utföras vid radhusen.

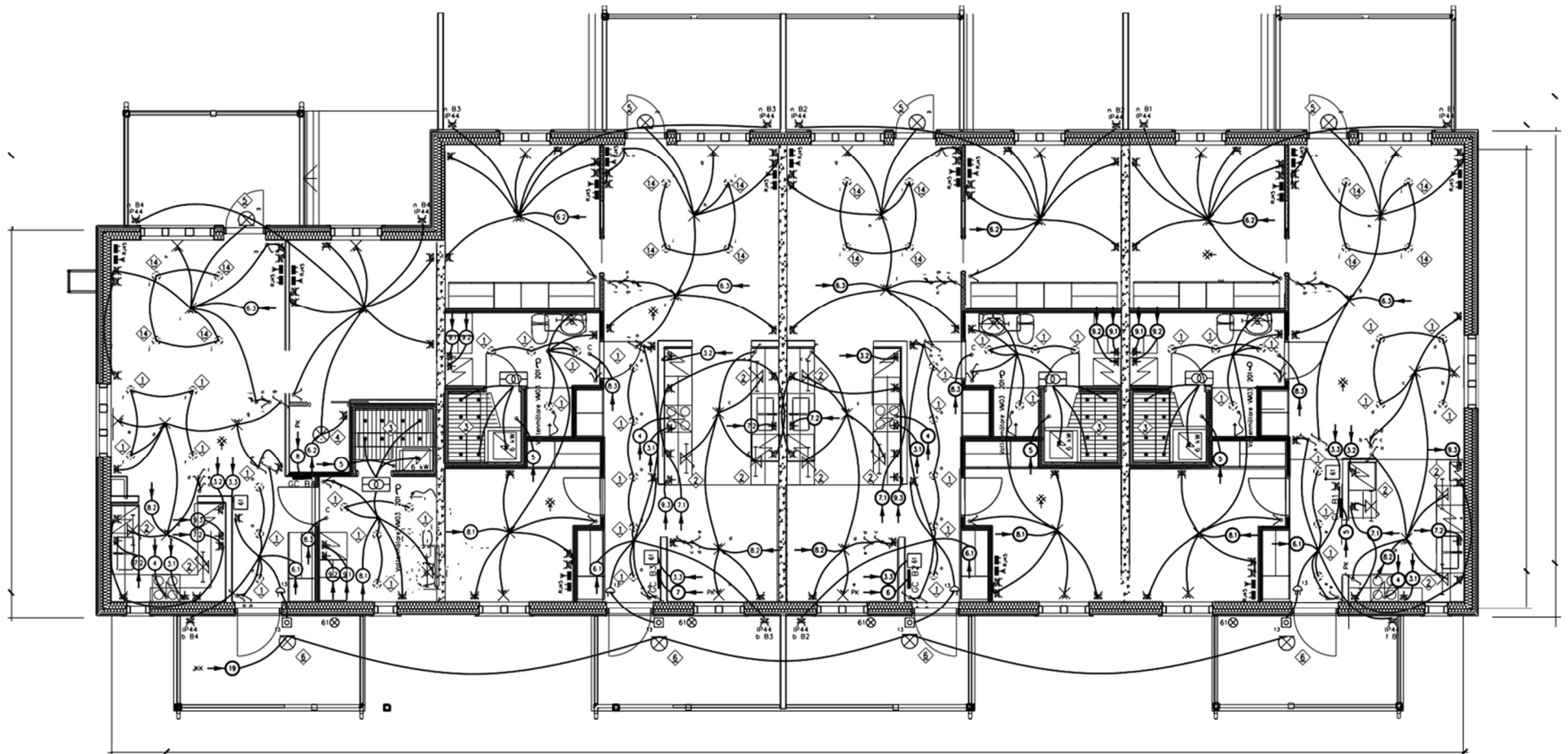
9 Diskussion

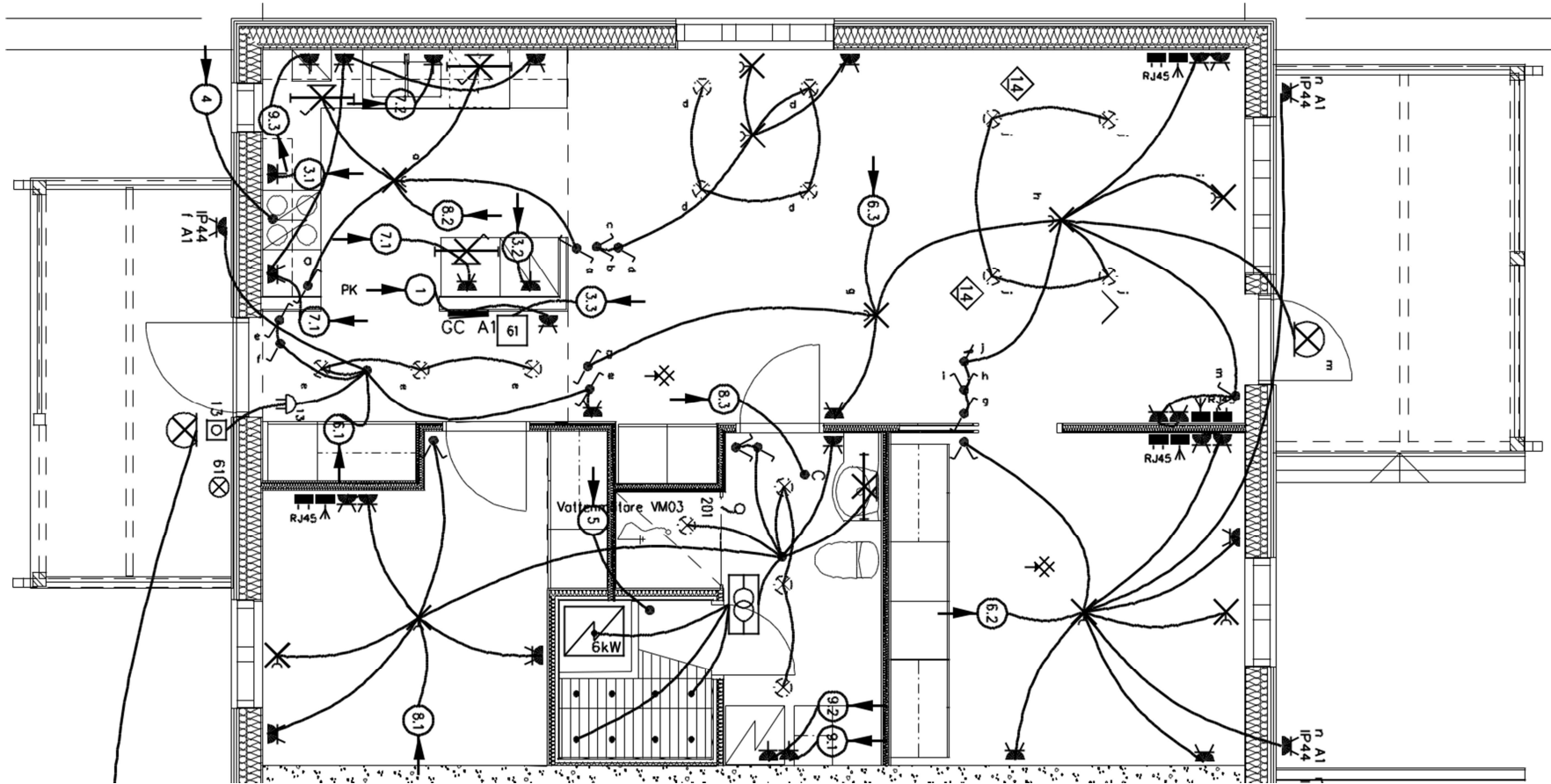
Examensarbetet har varit mycket lärorikt. Arbetet med att uppgöra elplaneringsmanualen har varit mycket intressant men även utmanande, det har krävts mycket studerande av de olika krav som ställs på elanläggningar och de olika skyddsmetoderna som används. Jag har fått kunskap i hur man skall planera och dimensionera kablar och annan elutrustning vid nya elanläggningar. Att steg för steg gå igenom de olika krav som ställs på elinstallationer vid ibruktagningsbesiktningar har gett mycket information som kommer vara till stor nytta i mitt kommande yrke. Eftersom jag själv deltagit vid installationerna vid radhuset har jag fått erfarenhet både av planering och av installationerna som utförts på fältet. Uppgörandet av de slutliga ritningarna över radhusen och de tillhörande förråden har gjort att man fått mycket mera kunskap om planeringsverktyget CADS även om programmet redan var känt från tidigare. Radhusen i Kristinestad blev klara under hösten 2018.

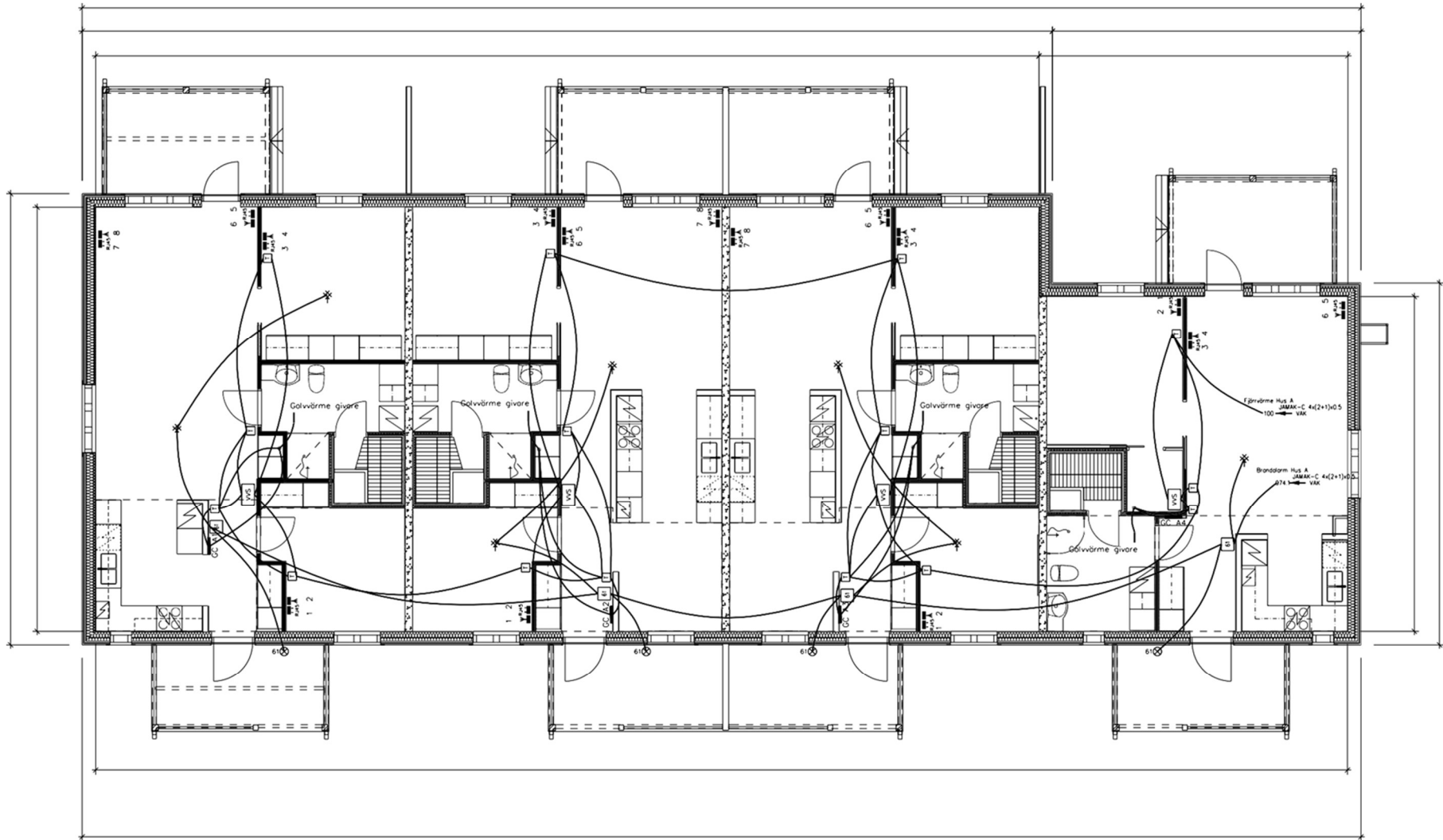
Avslutningsvis vill jag tacka min handledare Lars Enström från Yrkeshögskolan Novia och min handledare Jan-Peter Storlåhls och mina arbetskamrater vid elinstallationsföretaget A-Sähkö som har hjälpt mig med detta examensarbete.

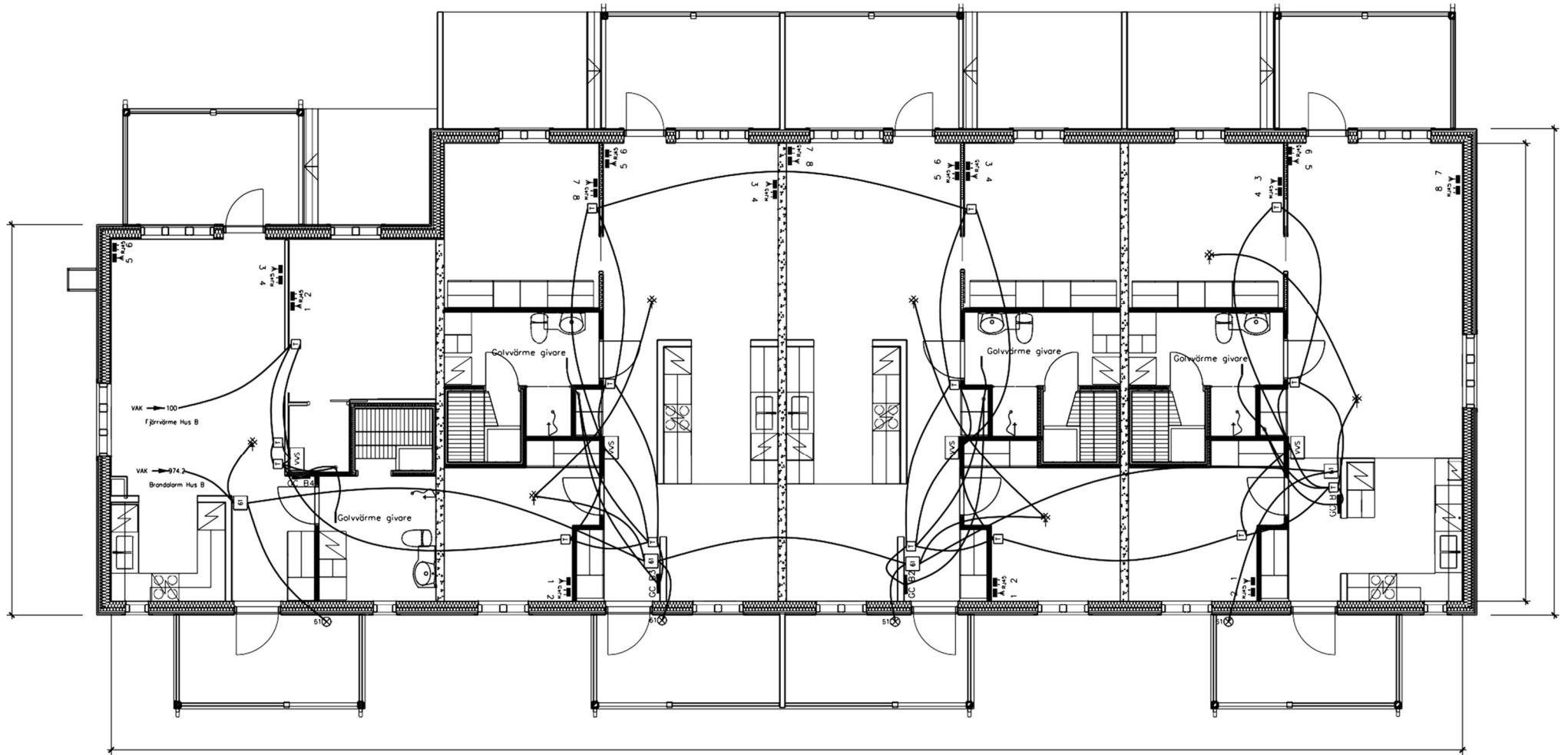
Källförteckning

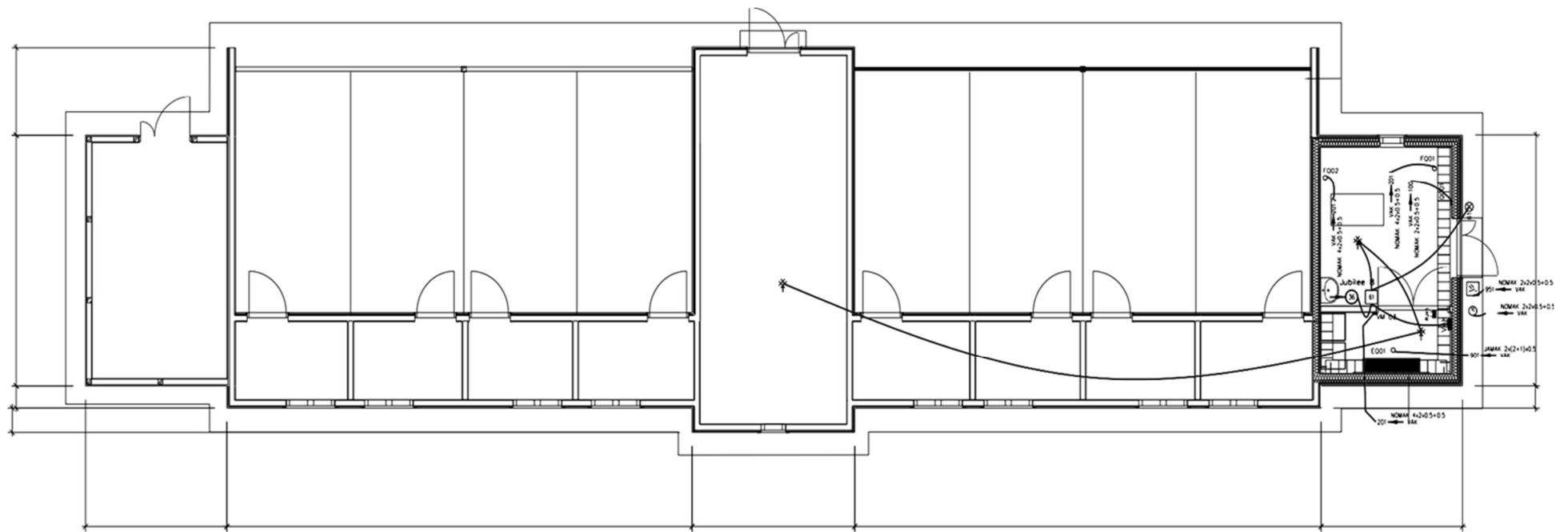
- [1] E. Tiainen, Handbok om byggnaders elinstallationer, Esbo: Elentreprenörsförbundet STUL, 2017.
- [2] E. Csanyi, "Electrical engineering portal," 7 April 2014. [Online]. Available: www.electrical-engineering-portal.com. [Använd 12 Mars 2019].
- [3] J. Ahoranta och W. Söderström, Elinstallatinsteknik, Jyväskylä: Utbildningsstyrelsen, 2007.
- [4] Finlands standardiseringsförbund, Lågspänningselinstallationer: Del 1-1, Allmänna krav (SFS 6000, delarna 1-6), Helsingfors: Finlands Standardiseringsförbund SFS rf, 2018.
- [5] Säkerhets- och kemikalieverket Tukes, "Krav på brandvarnare, placering och underhåll," [Online]. Available: www.tukes.fi/sv. [Använd 10 Mars 2019].
- [6] Elotec, "Elotec alarm och övervakning," 2012. [Online]. Available: <http://elotec.se/jubilee>. [Använd 5 Mars 2019].
- [7] Finlands standardiseringsförbund, Lågspänningsinstallationer. Del 1-2: Installationer i specialutrymmen och tilläggskrav (SFS 6000 delarna 7-8), Helsingfors: Finlands Standardiseringsförbund SFS rf, 2018.
- [8] Säkerhets- och kemikalieverket Tukes, "Elinstallationer i bad- och duschutrymmen," [Online]. Available: www.tukes.fi/sv. [Använd 12 Mars 2019].
- [9] J. Ahoranta, Inomhusinstallationer, Keuru: Utbildningsstyrelsen, 2010.
- [10] P. A. Mäkinen och H. Rousku, SFS 6002 I Praktiken, Esbo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2015.
- [11] Sähköinfo Oy, "ST kortisto ST 13.31. Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen," Sähköinfo ry, Esbo, 2001.
- [12] Kyndata Oy, "CADS Electric," [Online]. Available: <http://www.cads.fi>.

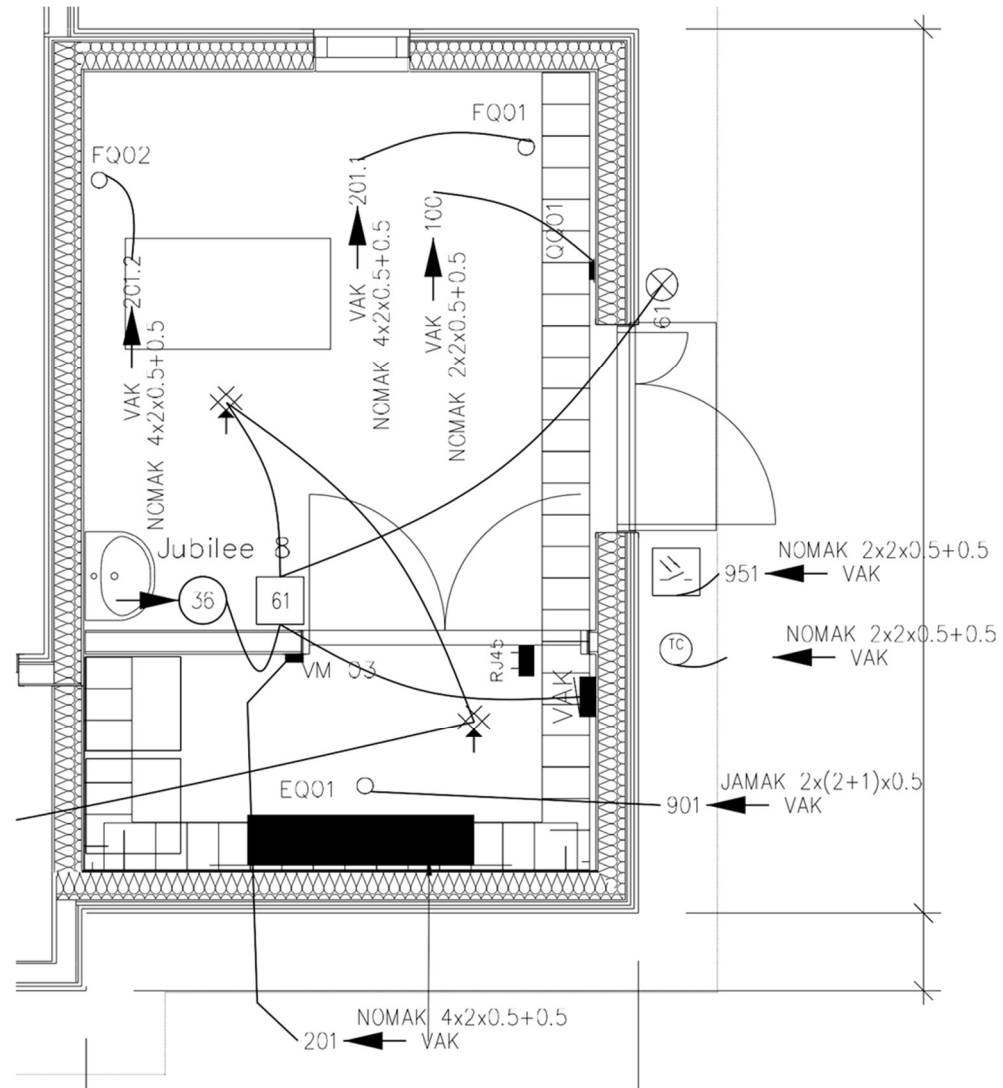


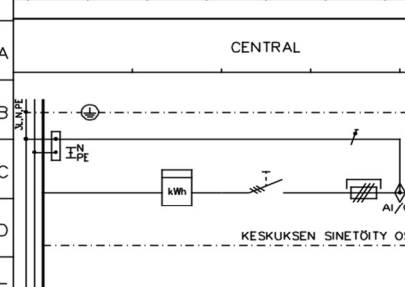
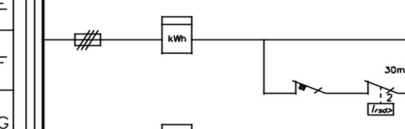
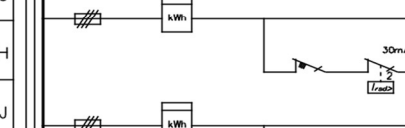
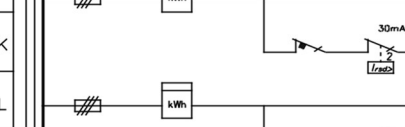
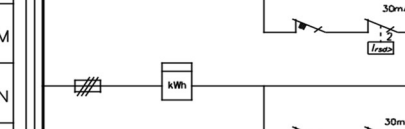
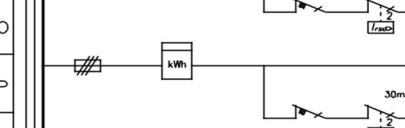
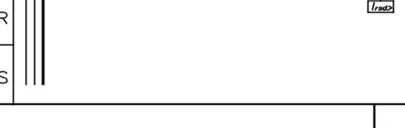











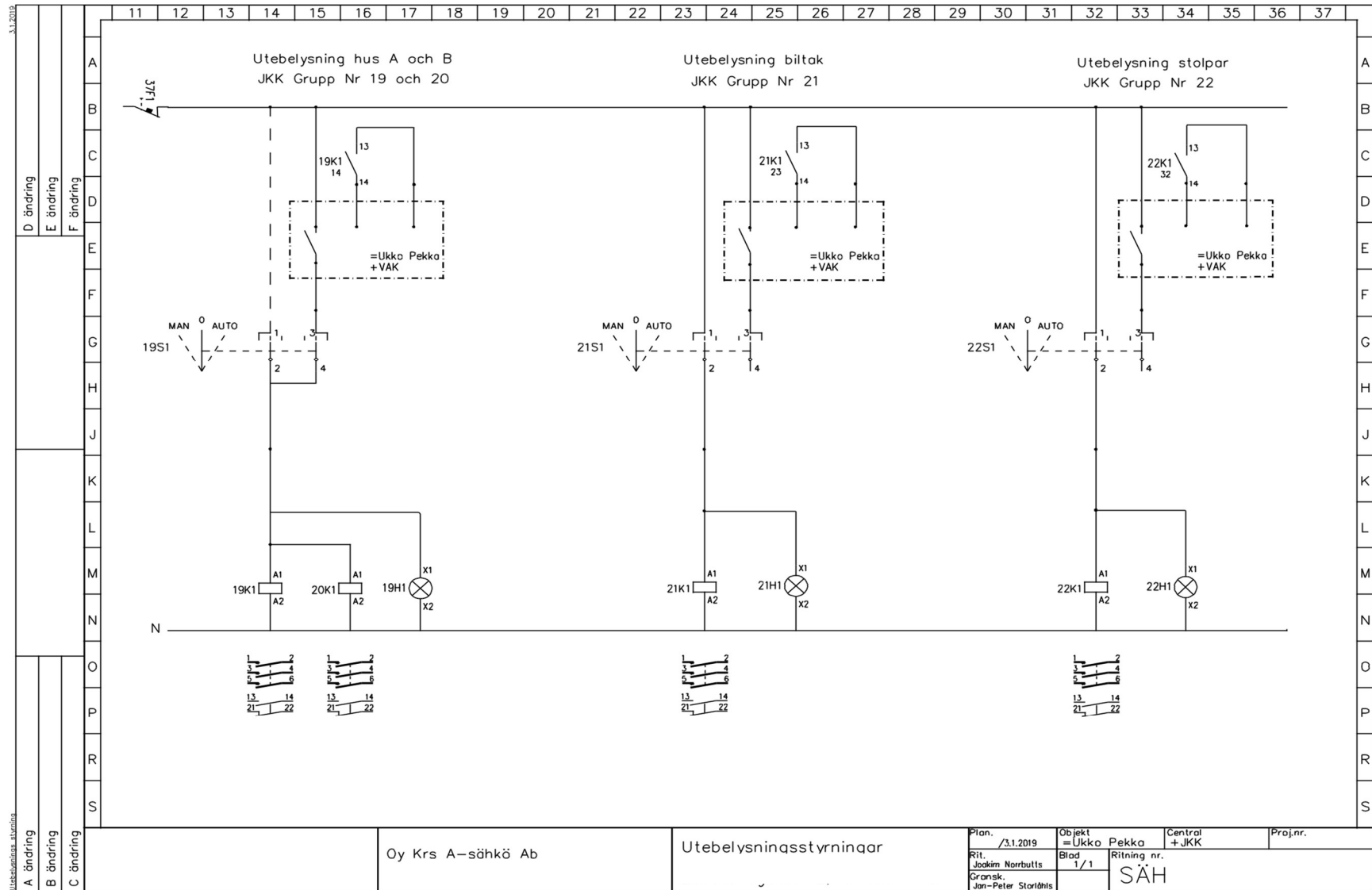


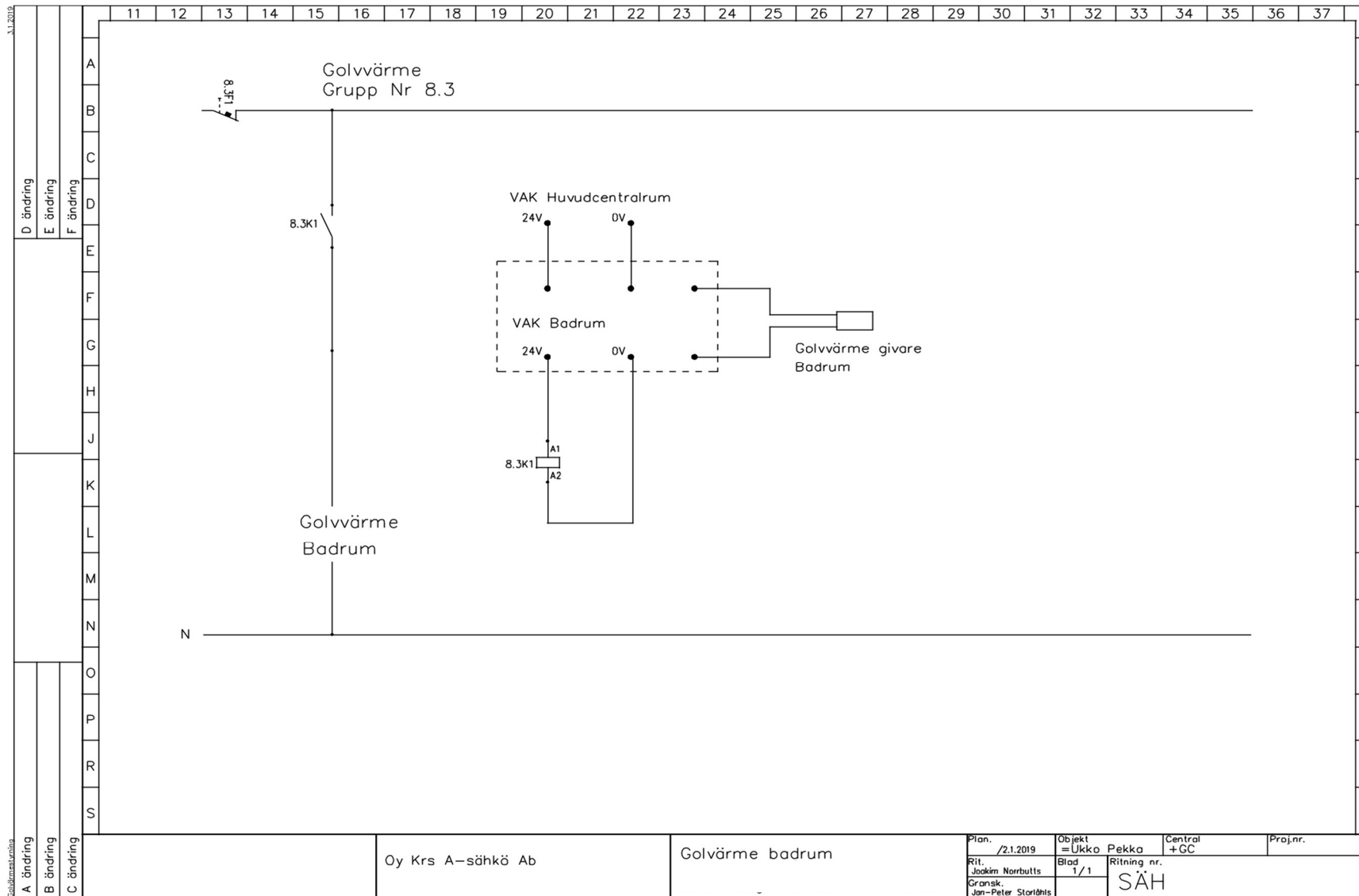
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
D ändring E ändring F ändring	A	CENTRAL																GRUPP	ADRESS	KOD	LEDNING	kVA/kW	A / A	ANM.	A			
	B																	Jordning								B		
	C																	Matning Elverket		AXMK 4x95		100/250			C			
	D	KESKUKSEN SINETÖITY OSA																Elmätare Modbus Com								D		
	E																								E			
	F																	1 Matning Gruppcentral Lägenhet A1		MCMK 4x6+6 S		25/25			F			
	G																	1.1 Motorvärmare/Förråd Lägenhet A1		MMJ 3x2,5 S		C16			G			
	H																	2 Matning Gruppcentral Lägenhet A2		MCMK 4x6+6 S		25/25			H			
	J																	2.2 Motorvärmare/Förråd Lägenhet A2		MMJ 3x2,5 S		C16			J			
	K																	3 Matning Gruppcentral Lägenhet A3		MCMK 4x6+6 S		25/25			K			
	L																	3.1 Motorvärmare/Förråd Lägenhet A3		MMJ 3x2,5 S		C16			L			
	M																	4 Matning Gruppcentral Lägenhet A4		MCMK 4x6+6 S		25/25			M			
	N																	4.1 Motorvärmare/Förråd Lägenhet A4		MMJ 3x2,5 S		C16			N			
	O																	5 Matning Gruppcentral Lägenhet B1		MCMK 4x6+6 S		25/25			O			
	P																	5.1 Motorvärmare/Förråd Lägenhet B1		MMJ 3x2,5 S		C16			P			
	R																	6 Matning Gruppcentral Lägenhet B2		MCMK 4x6+6 S		25/25			R			
	S																	6.1 Motorvärmare/Förråd Lägenhet B2		MMJ 3x2,5 S		C16			S			
Huvudcentral-system A ändring B ändring C ändring		Oy Krs A-sähkö Ab																Huvudcentral (PK)		Plan. /13.12.2018 Rit. Joakim Norrbulls Gransk. Jan-Peter Stortihis	Objekt Ukko Pekka Blad 1/2 Ritning nr.	Central PK Proj.nr.						

		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
D ändring	CENTRAL																	GRUPP	ADDRESS	KOD	LEDNING	kVA/kW	A / A	ANM.				
		B	7	Matning Gruppcentral Lägenhet B3		MCMK 4x6+6 S		25/25																				
		C	7.1	Motorvärmare/Förråd Lägenhet B3		MMJ 3x2,5 S		C16																				
E ändring	CENTRAL																	GRUPP	ADDRESS	KOD	LEDNING	kVA/kW	A / A	ANM.				
D		8	Matning Gruppcentral Lägenhet B4		MCMK 4x6+6 S		25/25																					
E		8.1	Motorvärmare/Förråd Lägenhet B4		MMJ 3x2,5 S		C16																					
F ändring	CENTRAL																	GRUPP	ADDRESS	KOD	LEDNING	kVA/kW	A / A	ANM.				
F		9	Fastighet Elcentral JKK				25/25																					
G						JAMAK 2x(2+1)x0,5																						
A ändring	Oy Krs A-sähkö Ab																Huvudcentral (PK)				Plan. /13.12.2018	Objekt Ukko Pekka	Central PK	Proj.nr.				
B ändring																					Rit. Joakim Norrbutts	Blad 2 / 2	Ritning nr.					
C ändring																					Gransk. Jan-Peter Stordhis							

		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
		CENTRAL							GRUPP	ADRESS	KOD	LEDNING	kVA/kW	A / A	ANM.													
14.12.2018 D ändring E ändring F ändring	B								23	Belysning Biltak		MMJ 3x1,5 S		C10														
	C								24	Beltsning Husnummer Skyt		MMJ 3x1,5 S		C10														
	D								25	Belysning Tekniska Utrymmet		MMJ 3x1,5		C10														
	E								26	Belysning Förråd och Skräptunnstak		MMJ 3x1,5 S		C10														
	F								27	Värmeelement Tekniska Utrymmet		MMJ 3x2,5 S		C16														
	G								28	Uttag Tekniska Utrymmet		MMJ 3x2,5 S		C16														
	H								29	Uttag Förråd		MMJ 3x2,5 S		C16														
	J								30	Reserv				C16														
	K								31	16A Kraftuttag Förråd		MMJ 5x2,5 S		C16														
	L								32	16A Kraftuttag Förråd		MMJ 5x2,5 S		C16														
	M								33	Reserv				C10														
	N								34	Reserv				C16														
	O								35	Reserv				C16														
	P								36	Brandalarm		MMJ 3x1,5 S		C10														
	R								37	Styrning				C10														
	S								38	Reserv				C16														
										39	Reserv				C16													
										Oy Krs A-sähkö Ab	Fastighetens Huvudcentral (JKK)							Plan. /13.12.2018 Rit. Joakim Norrbulls Gransk. Jan-Peter Staröhlis	Objekt Ukko Pekka Blad 2 / 2 Ritning nr.	Central JKK	Proj.nr. A-sähkö							

		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
D ändring E ändring F ändring	A	CENTRAL																	GRUPP	ADRESS	KOD	LEDNING	kVA/kW	A / A	ANM.	A		
	B																		Jordning			MK6 KEVI				B		
	C																		Matning Från Mätarcentral			MCMK 4x6+6 S				C		
A ändring B ändring C ändring	D																		Uttag I Central, Ändast för data					C10		D		
	E																		Uttag I Central, Ändast för data					C10		E		
	F																		3.1 Ventilations utrustning			ML 3x1,5S		C10 L1		F		
	G																		3.2 Kylskåp			ML 3x1,5S		C10 L2		F		
	H																		3.3 Brandalarm			ML 3x1,5S		C10 L3		G		
	I																		4 Spis			ML 5x2,5S		3xC16 L1,L2,L3		G		
	J																		5 Bostuugn			ML 5x2,5S		3xC16 L1,L2,L3		G		
	K																		6.1 Belysning Förstu			ML 3x1,5S		C10 L1		H		
	L																		6.2 Belysning Sovrum			ML 3x1,5S		C10 L2		J		
	M																		6.3 Belysning Vardagsrum			ML 3x1,5S		C10 L3		J		
	N																		7.1 Uttag Kök			ML 3x2,5S		C16 L1		K		
	O																		7.2 Diskmaskin			ML 3x2,5S		C16 L2		K		
	P																		7.3 Reserv					C16 L3		L		
	A ändring B ändring C ändring	M																									M	
		N																		8.1 Belysning Sovrum, Tvätttrum			ML 3x1,5S		C10 L1		N	
O																			8.2 Belysning Kök			ML 3x1,5S		C10 L2		N		
P																			8.3 Golvvärme Tvätttrum			ML 3x1,5S		C10 L3		O		
Q																			9.1 Tvättmaskin			ML 3x2,5S		C16 L1		O		
R																			9.2 Torktumlare			ML 3x2,5S		C16 L2		P		
S																		9.3 Mikrovågsugn			ML 3x2,5S		C16 L3		P			
	R																		Termostat Fördelning, Golvvärme			2xJAMAK4(2+1)x0,5				R		
	S																		Golvvärme Givare			KLMA 4x0,8+0,8				S		
	S																		Ställdon För Golvvärme			KLMA 4x0,8+0,8				S		
		Oy Krs A-sähkö Ab										Gruppcentral (GC)							Plan. /27.12.2018		Objekt Ukko Pekka		Central GC		Proj.nr.			
																			Rit. /27.12.2018		Blad 1/1		Ritning nr.					
																			Rit. Joakim Norrbutts									
																			Gransk. Jan-Peter Stortéhis									





A.1.2019	D	ändring
	E	ändring
	F	ändring
Golvmätarkåbel	A	ändring
	B	ändring
	C	ändring

Oy Krs A-sähkö Ab	Golvvärme badrum	Plan. /2.1.2019	Objekt = Utko Pekka	Central + GC	Proj.nr.
		Rit. Joakim Norrbutts	Blad 1/1	Ritning nr. SÄH	
		Gransk. Jan-Peter Stortéris			

Position	El nummer	Namn	Typ	Tillverkare	Effekt	Antal	Anmärkning
1	4107124	Planex ip23 gx53 5W valkoinen	Planex alasvalo ip20 sisältää megman led	Airam	5W	80	
2	4217620	AVR66.1101	AVR66.1101L/3K	Ensto	10W Led	16	
3	4128053	Valokuituvalaisin highline	Sauna skykuitus 10w Led 12+1	Saas Instrumentti	10W Led	8	
4	4260206	AVR320.1104/3K	AVR320 IP44 Led 10W/830 E PC O PIR	Ensto BT	10W Led	10	
5	4509995	Kappa P	Kappa P Led IP55 8,7W/840 HO	Airam	8,7W Led	16	
6		O26-SQ	O26-SQ240 Led 800 HF 840 Silver	Glamox	13W Led	8	
7	4116408	Arex 350	Arex 350 ip44 12W 1000LM830VA	Airam	12W Led	8	
8	4518287	Protect 003 Led	P003 Led 840 1x12W P/K/H	Defa	12W Led	7	
9	4508422	Ray p ip55 e 27 max 60W m	Ray pollarivalaisin ip55 e27 max 60W mus	Airam	Max 60W	13	
10	4306228	Naiad Led	Naiaa Led G2 2501 39W 840 ip44 O	Exaktor	39W Led	3	
11	4503077	Camillo	Ac600 Led HH 35W/840 F AC HH	Alppilux	35W Led	2	
12	4111418	Steinel LN1	Steinel LN1 Led 4,5W 3000K VA	Steinel	4,5W Led	1	
13	4103131	Air375led ip54 Led 13W/8	Aluno	Alppilux	13W Led	0	Användes ej
14	4107114	Planex ip23 gx53 9W valkoinen	Planex alasvalo	Airam	Max 9W	32	Dimmbar
		Projekt:		Inehäll:		Datum:	30-12-2018
		UKKO-Pekka				Planerare:	Joakim Norrbutts
				Armaturförteckning		Granskad:	Jan-Peter Storlåhls
						Sida	1/1

