

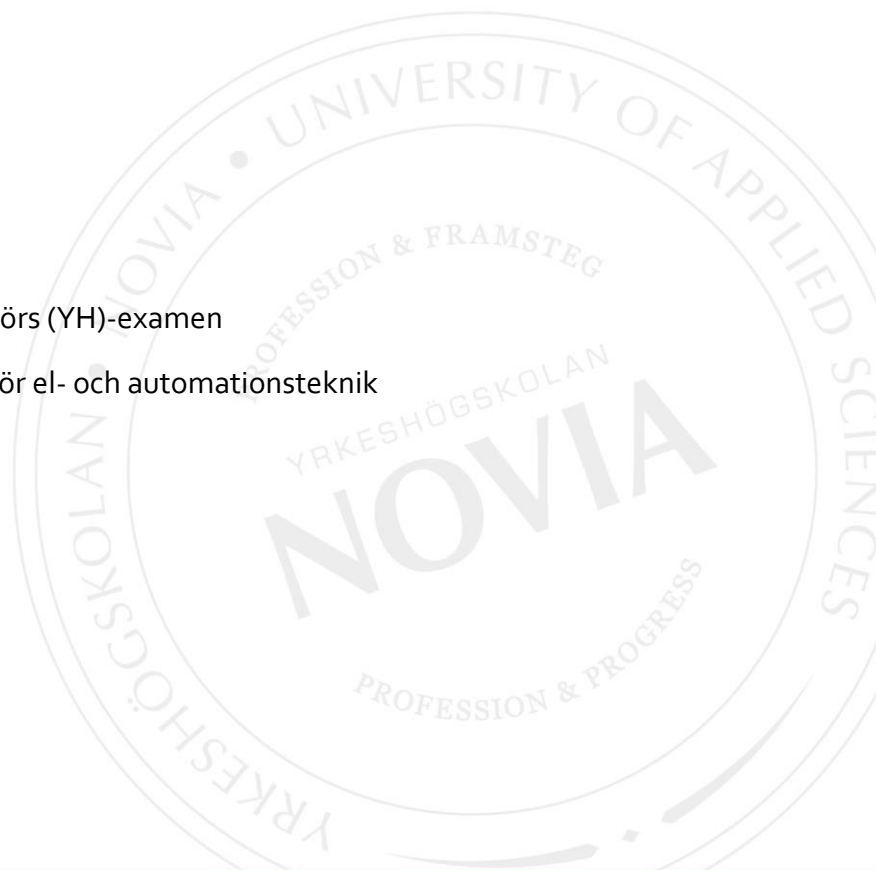
Elplanering för företagsfastighet

Sebastian Ekqvist

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för el- och automationsteknik

Vasa 2020



EXAMENSARBETE

Författare:	Sebastian Ekqvist
Utbildning och ort:	El- och automationsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ:	Elkraftsteknik
Handledare:	Lars Enström

Titel: Elplanering för företagsfastighet

Datum 8.4.2020

Sidantal 51

Bilagor 5

Abstrakt

Detta examensarbete är utfört på uppdrag av Engman Services. Uppgiften var att göra en elplanering för en hall som företaget skulle bygga och installera. Byggnaden kommer att fungera som kontors- och lagerbyggnad för företaget, med utrymmen för lager, kontor, service och underhåll av maskiner samt ett snickeri. Syftet med elplaneringen vid ett sådant här projekt är att underlätta installationsarbetet samt att finnas till hands i framtiden som ett dokument över byggnadens elinstallationer, ifall ändringsarbete eller utbyggnad sker.

I den teoretiska delen har allmänna krav på elplanering och dokumentation av byggnaders elinstallationer undersökts. Lagar och standarder för elinstallationer av olika slag studeras också. Installationssätt och komponenter som används presenteras och förklaras. Även metoder för val och dimensionering av elmateriel förklaras och demonstreras, för att säkerställa att planeringen gjorts på ett korrekt sätt och att standarder följs.

I examensarbetet har också några styrenheter för hemautomation undersökts, för att ge kunden en inblick i vilka möjligheter som finns och hur de eventuellt kunde tillämpas i detta projekt.

Arbetets praktiska del består av uppgörande av olika ritningar och dokument över de planerade elinstallationerna i fastigheten. Ritningar som har uppgjorts är bland annat installationsritningar, centralscheman och situationsplan. Samtliga ritningar och scheman är utförda med en studerandeversion av elritningsprogrammet CADS Electric Pro.

Språk: svenska

Nyckelord: elplanering, elritning, elinstallation

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä:	Sebastian Ekqvist
Koulutus ja paikkakunta:	Sähkö- ja automaatiotekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto:	Sähkövoimatekniikka
Ohjaaja:	Lars Enström

Nimike: Yrityskiinteistön sähkösuunnittelu

Päivämäärä 8.4.2020

Sivumäärä 51

Liitteet 5

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä Engman Services on toiminut tehtävän antajana. Tehtävä oli tehdä sähkösuunnittelu hallille, joka kyseisen yrityksen oli tarkoitus rakentaa ja asentaa. Rakennus tulee toimimaan konttorina ja varastona yritykselle. Toimitiloihin kuuluu myös koneiden huoltotilat ja tilat puuntyöstöön. Sähkösuunnittelun tarkoitus kyseisessä projektissa on helpottaa asennustyötä ja olla tukena, jos tulevaisuudessa tehdään laajennustöitä tai muutostöitä.

Sähkösuunnittelua rakennuksissa ja sähkösuunnittelun dokumentoinnin vaatimuksia on tutkittu teoreettisessa osassa opinnäytetyössä. Sähköasennuksen lainsäädäntöjä ja vaatimuksia on myös tutkittu. Käytettävät asennusmuodot ja komponentit esitellään. Erilaisia menetelmiä sähkölaitteiston mitoittamiseen on esitelty, varmistaakseen että suunnittelu on tehty oikealla tavalla ja vaatimuksia on noudatettu.

Opinnäytetyössä on myös tutkittu muutamia ohjausyksiköitä kotiautomaatiota varten, antakseen asiakkaalle tietoa eri mahdollisuuksista, joita pystyisi käyttämään kyseisessä projektissa.

Työn käytännön osa oli sähköpiirustusten ja asiakirjojen tekeminen kiinteistöön. Piirustuksiin kuuluvat tasopiirustukset, keskuskaaviot ja asemapiirustus. Kyseiset piirustukset ja kaaviot on tehty CADS Electric Pro-sähkösuunnittelujärjestelmän opiskelijaversiossa.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: sähkösuunnittelu, sähköpiirustus, sähköasennus

BACHELOR'S THESIS

Author: Sebastian Ekqvist
Degree Programme: Electrical and Automation Technology, Vaasa
Specialization: Electrical power engineering
Supervisor: Lars Enström

Title: Electrical Planning for a Business Property

Date April 8, 2020 Number of pages 51 Appendices 5

Abstract

This thesis is done on behalf of the company Engman Services. The task was to make an electrical planning for a storage building that the company was going to build and do the electrical installations in. The building will serve as a storage and office building for the company, with spaces for storage, office, woodworking and machinery service and maintenance. The purpose of the electrical planning in a project like this is to facilitate the installation work, but also to be available in the future as a document describing the electrical installations in the building in case of updating- or extension works on the building or the property.

In the theoretical part general requirements regarding electrical planning and documentation of building's electrical systems have been studied. Laws and standards around different types of electrical installations are also studied. Different types of installation methods and components that are used are presented and explained. Various methods for choosing and sizing electrical material are also explained and demonstrated, to make sure that the plan is correctly done and follows standards.

Some home-automation controlling units are also investigated in the thesis, to provide information for the customer about what options there are and how they could be implemented in the project.

The practical part of the thesis is about making schematics and other documents for the planned electrical installations in the building. Examples of documents that have been made are electrical floor plans, central schematics and a general arrangement plan of the property. All drawings and schematics have been made with a student-version of the CADS Electric Pro planning tool.

Language: Swedish

Key words: electrical planning, electrical drawing, electrical installation

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Uppdrag.....	1
1.2	Uppdragsgivare.....	2
2	Elplanering.....	2
2.1	Skyddskravens säkerställande vid planering.....	3
2.2	Utgångsuppgifter som behövs vid planering.....	3
2.3	Bestämning av förväntad belastning	4
2.4	Hallprojektets planering.....	5
3	Allmän teori om elinstallationer	6
3.1	Allmänna krav på elinstallationer.....	6
3.2	Skyddsklasser för elmateriel	6
3.2.1	Skyddsklass 0	6
3.2.2	Skyddsklass I	7
3.2.3	Skyddsklass II.....	7
3.2.4	Skyddsklass III	7
3.3	Kapslingsklasser	8
3.4	Fördelningssystem.....	8
3.4.1	TN-system.....	8
3.4.2	TT-system.....	10
3.4.3	IT-system	11
3.4.4	Kombinering av olika fördelningssystem	11
3.5	Skyddsmetoder	12
3.5.1	Basskydd	12
3.5.2	Felskydd	12
3.5.3	Tilläggsskydd.....	13
3.5.4	Jordfelsbrytare.....	13
3.5.5	Överströmsskydd	14
3.6	Jordning.....	15
3.6.1	Skyddsledare	15
3.6.2	Skyddsjordledare.....	16
3.6.3	Jordledare	16
3.6.4	Jordelektrod.....	17
3.6.5	Huvudjordningsskena.....	18
3.6.6	Potentialutjämning	19
4	Val och dimensionering av elmateriel.....	21

4.1	Ledningar	21
4.1.1	Standardisering.....	22
4.1.2	Vanliga kabeltyper	23
4.2	Skyddsanordningar	24
4.3	Installationsmateriel.....	26
5	Beräkningar	27
5.1	Gruppcentral	27
5.2	Huvudcentral	31
6	Elinstallationer i utrymme av speciellt slag.....	34
6.1	Klassificering av utrymmen	35
6.1.1	Torra utrymmen	35
6.1.2	Fuktiga utrymmen.....	36
6.1.3	Våta utrymmen.....	36
6.1.4	Brandfarliga utrymmen	37
6.1.5	Explosionsfarliga utrymmen.....	37
6.2	Elinstallationer i våta eller fuktiga utrymmen.....	38
6.2.1	Bad- och duschutrymmen	38
6.2.2	Basturum	40
6.2.3	Tvättthall	41
6.3	Elinstallationer i brandfarliga eller explosionsfarliga utrymmen.....	41
7	Brandlarm	43
8	Utrymningsbelysning.....	45
9	Plejd-styrenheter.....	46
9.1	Dosdimmer DIM-01	47
9.2	Krondimmer DIM-02	47
9.3	Controller CTR-01	48
9.4	LED-driver LED-10	48
9.5	Gateway GWY-01.....	49
9.6	Övriga produkter.....	49
9.7	Tillämpningsområden	49
10	Uppgörande av ritningar	50
11	Resultat.....	50
12	Diskussion	51
	Källförteckning	52
	Bilageförteckning.....	54

1 Inledning

Examensarbetet handlar om elplanering och elritning, i detta fall för en hallbyggnad. Ämnen som behandlas i examensarbetet är elplanering och elinstallation i allmänhet, och vad man bör tänka på när man planerar elinstallationer i en byggnad av en specifik typ. Lagar och förordningar som gäller och styr hur elinstallationer bör ske har studerats i arbetet för att säkerställa att alla tänkta installationsmaterial, installationssätt och skyddsmetoder är godkända att använda i projektets olika utrymmen. Redan när valet av ämne för examensarbetet gjordes, diskuterades också att användning av smarta styrenheter kunde vara av intresse, och att det därför kunde utredas. I examensarbetet undersöks hemautomationssystem, även kallade smarta belysnings- och styrsystem från varumärket *Plejd*. Några produkter presenteras och exempel ges på hur de kunde implementeras i byggnaders elinstallationer.

1.1 Uppdrag

Uppdraget för detta examensarbete var att göra elplaneringen för en företagshall som uppdragsgivaren skulle bygga. I skrivande stund är projektet inte påbörjat och de ritningar som använts som underlag för elplaneringen är preliminära ritningar på byggnaden, därför är det mycket troligt att en del förändringar kommer att ske innan projektet verkställs, både gällande elplaneringen och övriga planeringsarbeten.

Byggnaden planeras att byggas i Korsholm på kommunens industriområde Fågelberget i Smedsby. Byggnaden ska användas av företaget och fungera som kontors-, service-, lager-, och snickeribyggnad. Den totala ytan på byggnaden blir lite över 1000 m² och delar av byggnaden är i två plan. Första våningen kan delas in i tre delar; maskinhall och lager, tvätthall, snickeri och måleri. I maskinhalls- och tvätthallsdelen är det full takhöjd medan snickeri- och måleridelen är i två våningar med kontor och en bostad på andra våningen. I byggnaden finns alltså några olika specialutrymmen som ställer speciella krav på elinstallationer vad gäller val av material och installationssätt, dessa utrymmen är framförallt tvätthallen och utrymmet för målning i snickeriet. I examensarbetet har installationsritningar för byggnadens elinstallationer och tomtens gårdsbelysning uppgjorts, centralscheman har blivit gjorda för centraler, dessa kommer att beställas som skräddarsydda för objektet i fråga. Ritningarnas och schemans uppgift är att hjälpa företagets egna montörer vid installationsarbetet när hallen byggs, samt att finnas till hands i efterhand som hjälpmedel vid underhåll eller eventuella kompletteringar av elsystemet i fastigheten.



Figur 1: 3D-projektion av hallen.

1.2 Uppdragsgivare

Uppdragsgivare till detta examensarbete är Engman Services. Engman Services är ett familjeföretag i Vasa. Företaget är grundat år 2000 och erbjuder tjänster inom byggnads, elinstallation, jordbyggnad, uthyrning, projektledning och administrativa tjänster. Engman Services sysselsätter ca 20 personer inom dessa branscher. Företaget har kontor i Vasa, Stenhaga och arbetsområdet är normalt Vasa med omnejd men även projekt över hela Finland förekommer. Handledare på arbetsplatsen har varit Jan Engman.

2 Elplanering

Elplaneringen är en viktig del av planeringen vid ett byggnadsprojekt, oavsett om projektet är ett egnahemshus eller en industrihall. Med en bra och uppdaterad elplanering kan man spara både tid och pengar inte bara i byggnads- och elinstallationsarbetet utan också vid framtida underhållsarbeten och kompletteringar av fastighet och elsystem. För att elplaneringen skall fungera så smidigt som möjligt och stämma överens med verkliga planen krävs ett gott samarbete mellan elplanerare, övriga planerare och kunden.

Dokumentation av byggnaders elinstallationer i Finland är idag ett måste, i SFS 6000 standarden sägs att *"För varje elinstallation ska det finnas nödvändiga dokument."* [1]. Hur man sedan tolkar nödvändiga dokument kan dock diskuteras, men i de flesta fall uppgörs åtminstone installationsritningar och centralscheman. Ofta uppgörs även kretscheman, armaturförteckningar och andra typer av apparatförteckningar.

När man ska påbörja planeringsarbetet för elinstallationer i en nybyggnad eller vid renovering krävs att man har tillräckligt med information om objektet i fråga och dess omfattning. Några viktiga saker man bör ha koll på är vad kunden skall använda utrymmet till och vilka typer av maskiner och apparater som kan tänkas vara behövliga för just det användningsändamålet eller den verksamheten, vilka krav som ställs på belysningen osv. för att kunna påbörja själva ritningsprocessen och placera ut belysningspunkter, vägguttag och andra komponenter. Dessa är faktorer som är viktiga ur kundens perspektiv för att denna skall bli nöjd med slutresultatet.

Det är också viktigt att man som elplanerare känner till hur elsystem fungerar och hur man väljer och dimensionerar material, därför bör man ha koll på hur elinstallationer är uppbyggda och ha kunskap om dess komponenter och vad de används för och varför.

2.1 Skyddskravens säkerställande vid planering

I standarden SFS 6000 del 1 framhävs att det redan i planeringsskedet bör säkerställas att skyddens grundkrav uppfylls i elinstallationerna, eftersom det alltid är dyrare och kräver mera arbete att i efterhand reparera eller byta ett feldimensionerat skydd jämfört med att vid planeringen av installationen se till att de skyddskrav som finns uppfylls. [2]

För att påvisa att skyddskraven i elanläggningen uppfyllts krävs att man i planeringsskedet med beräkningar eller på något annat vis kan försäkra att dessa krav uppfylls. [1]

Med skyddens grundkrav avses i första hand att felskydd och överströmsskydd förverkligas, alltså skydd mot kortslutning och överlast. I SFS 6000 standarden ställs inga ovillkorliga krav på att spänningsfall eller selektivitet kontrolleras på skydden, det kan dock vara klokt att dessa saker kontrolleras i planeringsskedet. [2]

2.2 Utgångsuppgifter som behövs vid planering

Vid planeringen av projektet finns det vissa uppgifter man behöver ha för att ha möjlighet att utreda de tidigare nämnda skyddskrav som finns. Angående felskyddets funktion behöver man veta vad minsta kortslutningsströmmen är vid anslutningspunkten. Med avseende på överbelastningsskydd och ledningsdimensionering behöver belastningsströmmarnas storlek utredas så att man vet vad de förväntas vara. [2]

2.3 Bestämning av förväntad belastning

Tvårsnittarean för ledningar bestäms främst utgående från belastningsströmmen. Det är därför till stor fördel om den förväntade belastningsströmmen kan bestämmas med så stor noggrannhet som möjligt redan vid planeringen, ju noggrannare desto bättre. [2]

Vid planeringen bestämmer man de förväntade belastningsströmmarna på centralnivå. I mån av möjlighet och behov kan de förväntade belastningsströmmar bestämmas också på gruppnivå, detta är möjligt om man vet med säkerhet hur stor belastningen blir i en viss grupp, till exempel en förbestämd maskin som man vet effekten för. [2]

Efter att man bestämt den förväntade belastningsströmmen vet man vilken belastningsförmåga kablarna minst behöver ha och kan därefter också välja lämpliga överbelastningsskydd och kortslutningsskydd för ledningarna. [2]

Att bestämma en förväntad effekt på en sådan typ av byggnad som hallprojektet i detta examensarbete är problematiskt. Eftersom det i detta, liksom i många andra fall är svårt att i planeringsskedet säga exakt vilka maskiner och utrustningar som kommer att finnas i olika utrymmen, hur många de kommer att vara och hur stora effekter de kommer att ha, samt vilka som vid normal drift kommer att användas samtidigt. Alla dessa faktorer är väsentliga när det gäller hur man grupperar olika belastningar och vid dimensionering av ledningar och säkringar. Det är därför också mycket möjligt att planeringen behöver justeras och korrigeras, vartefter projektet framskrider och det eventuellt blir mer klart vad som kommer att installeras och hur det kommer att användas.

Det finns flera olika sätt som man kan använda sig av för att bestämma den förväntade belastningen på olika centraler och grupper. Man kan använda sig av beräkningsformler eller uppskattning av hur olika apparater och maskiner kommer att användas, och hur stora effekter som är sannolika. Inget av alternativen kommer sannolikt att stämma helt överens med verkligheten på centralnivå, men på gruppnivå kan man åstadkomma betydligt bättre resultat om man vet vilken typ av maskin som ska anslutas, och vet dess effekt. Beräkning av en förväntad toppeffekt med hjälp av räkneformler, grundar sig på ett slags medeltal för t.ex. ett normalstort egnahemshus dvs. den effekten kan variera mycket från fall till fall. I kapitlen 4 och 5 har olika metoder prövats för att reda ut den förväntade toppeffekten, där diskuteras och jämförs de olika alternativen.

2.4 Hallprojektets planering

Denna elplanering för hallprojektet har gjorts i ett mycket tidigt skede, kunden har t.ex. inte helt beslutat vilka maskiner som kommer att anslutas och brandklass är inte fastställt för vissa utrymmen. Därför är detta endast en preliminär planering eftersom dimensioneringar och kapslingsklasser påverkas av tidigare nämnda faktorer. Andra saker som kan komma att ändras under projektets gång är hur installationer ska utföras, samt hur och var elpunkter har ritats ut.

Innan uppgörandet av installationsritningarna påbörjades hölls flera möten med uppdragsgivaren/kunden, där vi gick igenom de mest väsentliga sakerna gällande placering av vissa maskiner och utrustningar. Installationssätt och val av elmateriel diskuterades också. I vissa utrymmen är det som sagt, inte bestämt vilka maskiner som kommer att anslutas, och därför har det i t.ex. snickeriet endast ritats ut trefas-kraftuttag som det är tänkt att snickerimaskiner ska anslutas till, även om vissa maskiner kanske i praktiken kommer att vara fast anslutna direkt till nätet.

I diskussioner med företagets egna elmontörer har jag blivit rådd att planera in extra säkringsgrupper redan från början, eftersom det för en liten extra kostnad blir både snyggare och bättre gjort, om centraltillverkaren gör det från början, jämfört med att komplettera centraler i efterhand. Därför har det planerats in relativt mycket lediga grupper i centralerna för kommande behov av komplettering eller ändring. Centralschemans uppgift är att visa centraltillverkaren vad som behöver finnas i centralen och hur det ska grupperas, när man beställer centralen.

Andra saker som har nämnts vid mötestillfällen är till exempel att ha extra skyddsrör för matande anslutningskablar in till byggnaden ifall effektbehovet ökar och nya anslutningskablar måste dras. Dessa saker har inte direkt att göra med elplaneringen, men är ändå saker som underlättar ifall ändringar skulle ske.

3 Allmän teori om elinstallationer

I det här kapitlet behandlas teori och krav som berör elinstallationer och deras uppbyggnad i största allmänhet. Som tidigare konstaterats är det viktigt att känna till detta vid elplanering för att kunna utföra planeringsarbetet på ett korrekt sätt som inte strider mot standarder och förordningar.

3.1 Allmänna krav på elinstallationer

De mest väsentliga krav som ställs på elsäkerheten i Finland finns i elsäkerhetslagen (1135/2016). Lagens syfte är att garantera att elanläggningar och elektrisk utrustning skall kunna användas på ett tryggt sätt, och att garantera elektrisk utrustnings överensstämmelse med kraven. I lagen finns bestämmelser som beskriver vilka krav som finns på elanläggningar och elektrisk utrustning. [3]

6 §

Allmänna krav på elektrisk utrustning och elanläggningar

Elektrisk utrustning och elanläggningar ska konstrueras, byggas, tillverkas och repareras samt underhållas och användas på ett sådant sätt att

- 1) de inte medför fara för någons liv, hälsa eller egendom,*
- 2) de inte medför oskälig elektrisk eller elektromagnetisk störning,*
- 3) deras funktion inte lätt påverkas av elektriska eller elektromagnetiska störningar.*

Elektrisk utrustning eller elanläggningar som inte uppfyller de krav som ställs i 1 mom. får inte släppas ut på marknaden, överlåtas till någon annan eller tas i bruk. [3]

3.2 Skyddsklasser för elmateriel

Med tanke på skydd mot indirekt beröring av spänningsförande delar med en beröringsspänning som är farlig, delas elmateriel in i fyra olika skyddsklasser. Skyddsklasserna är 0, I, II och III. En apparats skyddsklass bestäms utgående från hur dess konstruktion hindrar beröring av farlig spänning mellan apparathölje och jord eller metalldelar som är förbundna till jord. [4]

3.2.1 Skyddsklass 0

Elmateriel som har skyddsklass 0 har endast grundisolering som skydd mot spänningsförande delar. En elapparat med skyddsklass 0 har också en stickpropp av samma

skyddsklass, och en stickpropp som har skyddsklass 0 passar endast i ett uttag med skyddsklass 0 och är endast tillåten att använda i utrymmen med den typ av uttag, alltså äldre ojordade uttag. Idag är det förbjudet att installera ojordade uttag vid nya installationer, man får dock ersätta ett gammalt ojordat uttag med ett nytt sådant. [4]

3.2.2 Skyddsklass I

Elmateriel av skyddsklass I skyddas från spänningsförande delar liksom elmateriel av skyddsklass 0 med hjälp av grundisolering, men förutom detta skyddsjordas utsatta metalledar med hjälp av en skyddsjordledare. Skyddsjordledaren ansluts till PE-skenan i centraler. Med utsatta metalledar menas delar som vid ett fel i installationen eller apparaten kan bli spänningsförande. Skyddsjordledarens färg är alltid gul-grönrandig. Uttag och stickproppar av skyddsklass I har en särskild skyddsjordkontakt (stift). En stickpropp av skyddsklass I passar både i ett skyddsjordat uttag (skyddsklass I) och i ett ojordat uttag (skyddsklass 0). I en apparat som är skyddsjordad hindras uppkomsten av farlig beröringsspanning mellan dess utsatta delar och jord. Om ett fel uppstår i apparaten som gör att fasledaren får kontakt med apparatens utsatta delar t.ex. höljet, kommer en stor kortslutningsström att flyta genom fas- och skyddsjordledaren och då bör kortslutningsskyddet som skyddar den kretsen lösa ut. [4]

3.2.3 Skyddsklass II

Elmateriel med skyddsklass II har ett skydd mot indirekt beröring som baserar sig på förbättrad isolering. Denna typ av elmateriel kallas skyddsisolerad eller också extraisolerad. I elmateriel som är extraisolerade isoleras utsatta delar dubbelt, den utsatta delen kan t.ex. isoleras inne i höljet och sedan tilläggsisoleras den utsatta delen med själva höljet. Elmateriel med dubbelisolering eller extraisolering har en symbol med två koncentriska kvadrater. Stickproppen för en flyttbar apparat av skyddsklass II är gjuten och kan ej öppnas, den får dock bytas om den går sönder mot en stickpropp av skyddsklass I. [4]

3.2.4 Skyddsklass III

Elmateriel med skyddsklass III är materiel som fungerar med hjälp av klenspanning, ett exempel på ett sådant system är ett SELV-system där den nominella spänningen får vara högst 50 V AC eller 120 V DC. Elmateriel och elutrustning för spänningsnivåer som 12 V och 24 V är ofta av skyddsklass III, och om de kopplas till vägguttag används ofta en skyddstransformator. [4]

3.3 Kapslingsklasser

All typ av elutrustning och installationsmateriel har en kapslingsklass som anger apparatens eller materielens grad av kapsling. Var utrustningen placeras och vilka driftförhållanden den kommer att utsättas för har en väsentlig betydelse vid val av kapslingsklass, därför är det viktigt att känna till de olika kapslingsklasserna och vad de betyder, för att valet av utrustning och materiel ska bli rätt i olika utrymmen och förhållanden. Kapslingsklasserna för elutrustning följer en typ av beteckning som kallas IP-kod, IP-koden eller IP-klassen består alltid av två beteckningssiffror men kan också ha två bokstäver efter (tilläggsbokstav och kompletterande bokstav). Vanligast är ändå att IP-klassen består av två siffror. I figuren nedan (Figur 2.) beskrivs sifferkodens betydelse. [2]

FÖRSTA SIFFRAN	BENÄMNING	ANDRA SIFFRAN	BENÄMNING
0	INGET SKYDD	0	INGET SKYDD
1	PETSKYDD MOT FÖREMÅL STÖRRE ÄN 50 MM	1	SKYDDAD MOT DROPPANDE VATTEN
2	PETSKYDD MOT FÖREMÅL STÖRRE ÄN 12 MM	2	SKYDDAD MOT DROPPANDE VATTEN. APPARATEN FÅR EJ LUTA MER ÄN MAX 15° FRÅN NORMALVINKELN
3	PETSKYDD MOT FÖREMÅL STÖRRE ÄN 2,5 MM	3	SKYDDAD MOT STRILANDE VATTEN. MAX VINKEL 60°
4	PETSKYDD MOT FÖREMÅL STÖRRE ÄN 1 MM	4	SKYDDAD MOT STRILANDE VATTEN FRÅN ALLA VINKLAR
5	DAMMSKYDDAD	5	SKYDDAD MOT SPOLANDE VATTEN FRÅN MUNSTYCKE
6	DAMMTÄT	6	SKYDDAD MOT KRAFTIG ÖVERSPOLNING AV VATTEN
		7	KAN NEDSÄNKAS TILLFÄLLIGT I VATTEN UTAN ATT TA SKADA
		8	LÄMPAD FÖR LÅNGVARIG NEDSÄNKNING I VATTEN

Figur 2: IP-klasser. [5]

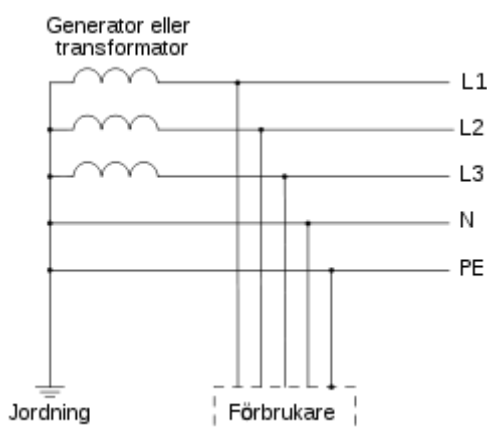
3.4 Fördelningssystem

Fördelningssystemet beskriver hur många spänningsförande ledare och jordningsledare som används i systemet och hur de är fördelade sinsemellan. För trefassystem delas dessa system in i följande huvudklasser; **TN**-, **TT**- och **IT**-system. TN-systemet delas också in i ett antal olika underkategorier och till dessa hör **TN-C**-, **TN-S**- och **TN-C-S**-system. TN-C-S-systemet är en kombination av TN-C- och TN-S-systemen. I TN-C och TN-S står **C** och **S** för **Common** och **Separate** vilket beskriver hur jordningen för de olika systemen är uppbyggda. [2]

3.4.1 TN-system

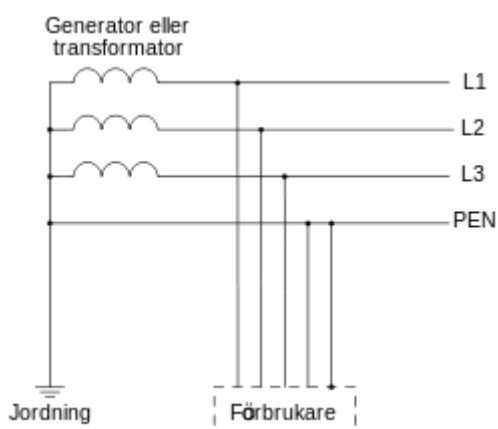
Strömkretsen i ett **TN**-system är konstruerad på så vis att det finns en punkt som är kopplad direkt till jord (jordelektrod), i ett trefassystem är denna punkt normalt i stjärnpunkten för systemet. Till denna punkt ansluts alla i anläggningens utrustningars utsatta delar med hjälp av skyddsledare (PE). [2]

I **TN-S**-systemet använder man en skyddsledare som är separerad från neutralledaren, dvs. en neutralledare (N) och en skyddsledare (PE). Om man i TN-S-system har symmetriska eller övertonsfria laster behövs inte neutralledaren, detta är mera vanligt i industriella installationer som t.ex. motorgrupper. I vanliga byggnadselinstallationer används dock neutralledaren i allmänhet. Normalt finns det fem eller fyra ledare i ett trefas TN-S-system och enfassystemen har tre ledare normalt. [2]



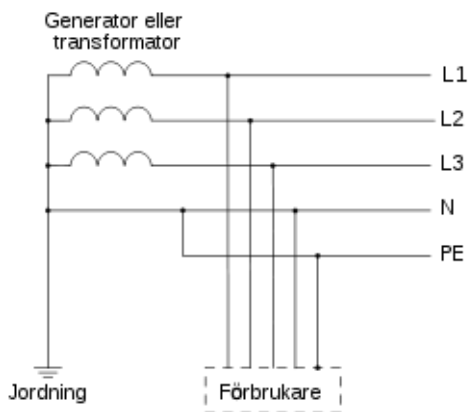
Figur 3: TN-S-system. [6]

I **TN-C**-systemet använder man en gemensam ledare som både neutral- och skyddsledare, denna ledare kallas då PEN-ledare. Enligt SFS 6000 standardserien kan TN-C-systemet endast användas när ledarens tvärsnittsarea är minst 10 mm^2 koppar eller också 16 mm^2 aluminium. [2]



Figur 4: TN-C-system. [6]

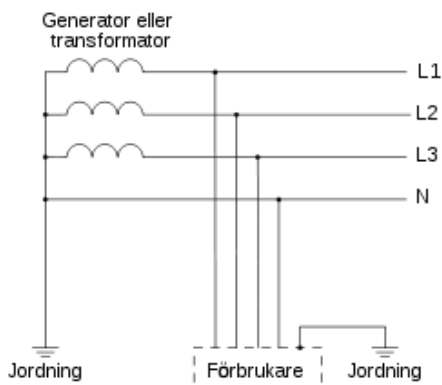
Som tidigare nämnts är **TN-C-S**-systemet kombinerat av både TN-C- och TN-S-systemen, systemens delar ligger alltid på ett visst vis i ordning i förhållande till det matande nätet. TN-C-systemet ligger alltid före TN-S-systemet sett från det matande nätet, detta beror på att det är förbjudet att koppla tillbaka separerade skydds- och neutralledare till en gemensam PEN-ledare igen. [2]



Figur 5: TN-C-S-system. [6]

3.4.2 TT-system

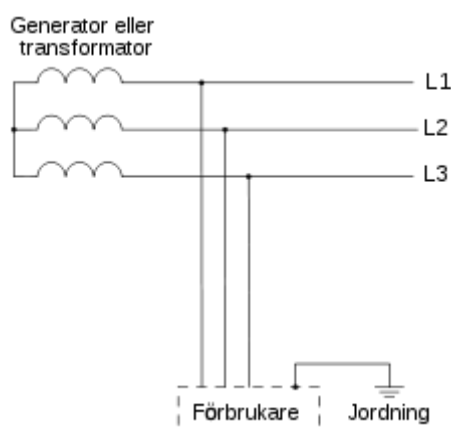
I Finland används inte TT-systemet, men i Sydeuropa används TT-systemet allmänt. TT-systemet är uppbyggt på ett sätt som liknar TN-systemen med en punkt i systemet som är direkt ansluten till jord (distributionsnätets jordelektrod). Punkten som är direkt jordad är oftast stjärnpunkten i transformatorn. Till skillnad från TN-systemen är elanläggningars och elutrustningars utsatta delar jordade med egna separata jordelektroder i TT-systemet. De separata jordelektroder för enskilda elanläggningar och elutrustningar ska enligt definition elektriskt isoleras från distributionsnätets jordelektrod. [2]



Figur 6: TT-system. [6]

3.4.3 IT-system

Ett IT-system är speciellt på det viset att ingen del i strömkretsen är ansluten direkt till jord, systemet isoleras istället från jord. Elanläggningarnas och elutrustningarnas utsatta delar förbinds med endera separata jordelektroder eller också förbinds de med en skyddsledare till en jordelektrod som är gemensam för flera utsatta delar. Jordelektroden som matande distributionsnät använder kan man också använda gemensamt som jordelektrod för de utsatta delarna. I IT-system är det möjligt att använda neutralledare, men detta är inget man rekommenderar trots detta är det helt lagligt att göra så. Trots att IT-systemen isoleras från jord kan man ändå ha en punkt som ansluter systemet till jord, i sådana fall används en impedans som systemet ansluts till jord via. Övervakningen av jordfel i ett IT-system görs normalt med hjälp av en resistans. Resistansen kopplas mellan jord och systemets mittpunkt. Resistansens uppgift i detta fall är att reducera överspänningar som kan uppstå av intermittent jordslutning. Storleken som krävs på resistansen är beroende av bruksändamålet för utrymmet där systemet finns. I SFS 6000-7-710 standarden finns operationssalar i sjukhus som exempel, där måste resistansen vara minst 100 k Ω . I andra typer av utrymmen som t.ex. industrinät, är kravet på resistansens storlek avsevärt mindre. [2]



Figur 7: IT-system. [6]

3.4.4 Kombinerad av olika fördelningssystem

Trots att alla tidigare nämnda fördelningssystem enligt sina namn (TN-C, TN-S, TT och IT) omfattar hela system, kan kombinationer av flera olika fördelningssystem användas i samma elnät, som också tidigare konstaterats i TN-C-S fallet. [2]

I lågspänningsnät är TN-C-S en mycket vanlig kombination av olika fördelningssystem. Allmänna distributionsnät i Finland är oftast TN-C-system, som använder PEN-ledare som

jordas i transformatorn, nära ledningsavslutningar och oftast vid alla anslutningar. I byggnaders egna elinstallationer och nät används idag TN-S-systemet. [2]

3.5 Skyddsmetoder

I detta kapitel redogörs för skyddsmetoder som används i elinstallationer som skydd mot elchock. För att detta skydd ska förverkligas krävs att det finns både basskydd (skydd mot direkt beröring) och felskydd (skydd mot indirekt beröring). Förutom dessa skydd krävs också tillägsskydd i en del av installationerna. Vanliga skyddsmetoder som används i elinstallationer är automatisk frångkoppling av matning som i kombination med kablar och ledares isolering ger både basskydd och felskydd. [2] [1]

Den grundläggande regeln för skydd mot elchock är enligt SFS-EN 61140, att farliga spänningsförande delar inte får vara åtkomliga, och att åtkomliga ledande delar inte får anta en farlig spänning vid normal drift eller när det föreligger ett fel. [1]

3.5.1 Basskydd

Basskyddet är ett skydd som används för att hindra att människor eller husdjur ska komma i kontakt med delar som är spänningsförande när elanläggningen används i normalt fungerande tillstånd utan fel. Isolering av delar som är spänningsförande, kapsling och avskärmning ger det bästa och mest fullkomliga skyddet, och därför kan och används också metoder som dessa i samtliga förhållanden som basskydd. I utrymmen som är tillgängliga för endast yrkespersoner eller instruerade personer kan skyddet förverkligas genom att hinder placeras ut eller att spänningsförande delar placeras utom räckhåll. [2]

3.5.2 Felskydd

Med felskydd avses ett skydd som ska skydda personer och husdjur från fara som vid beröring av ledande delar kan uppstå, vid ett fel som orsakat att dessa delar blivit spänningsförande. Beroende på om man i anläggningen använder skyddsledare eller inte finns det olika metoder för hur felskyddet förverkligas. Vanligaste metoden för att förverkliga felskyddet i kretsar som använder skyddsledare är automatisk frångkoppling av matning. Skyddsanordningar som används för detta är i första hand överströmsskydd men också jordfelsbrytare används. [2]

3.5.3 Tilläggsskydd

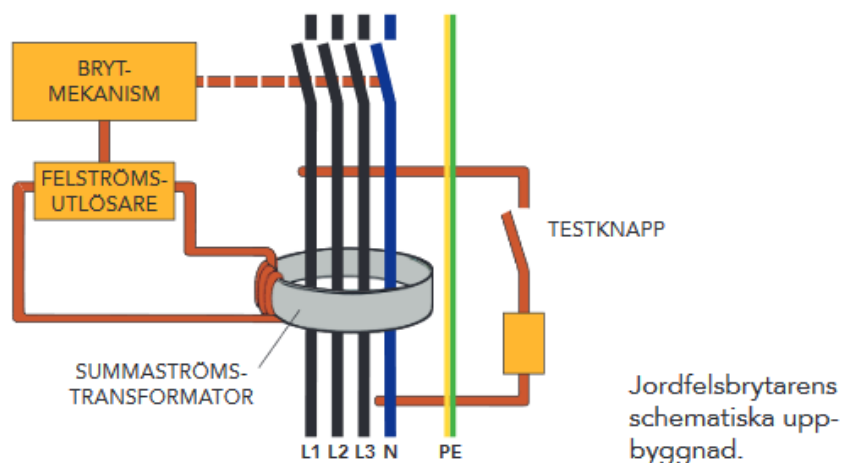
Ett tilläggsskydd anses vara ett skydd som fungerar om ett fel i basskyddet och/eller ett fel i felskyddet skulle uppstå, eller om användaren ovarsamt använt anläggningen på ett felaktigt sätt. Erfarenheter har visat att basskyddsmetoder och felskyddsmetoder inte alltid är tillräckliga. En vanlig metod för att minska farorna för elchock är att installera jordfelsbrytare med högst 30 mA märkutlösningsström som skyddar vissa grupper i installationer (mer om jordfelsbrytarens funktion i kapitel 3.5.4). I nya installationer är tilläggsskydd med hjälp av jordfelsbrytare ett krav i vissa kretsar, som t.ex. grupper som matar vägguttag, belysningsgrupper i bostadshus och i en mängd olika specialutrymmen. Jordfelsbrytaren är inte godkänd att använda som enda skyddsmetod, dvs. den eliminerar inte kravet på att använda skyddsmetoder som basskydd och felskydd. [1] [2]

Kraven gällande jordfelsbrytare för belysningsgrupper gäller för vanliga bostäder och tillhörande gårdsplaner, där lekmän själva byter lampor eller belysningsarmaturer. Kravet gäller ej i byggnader såsom hotell, skolor och liknande byggnader, där fackkunniga eller instruerade personer utför installations- och underhållsarbeten. [2]

3.5.4 Jordfelsbrytare

En jordfelsbrytare är ett mycket bra sätt att skydda människor från skador men jordfelsbrytaren ökar också säkerhet och skydd mot elbränder. En rätt installerad och använd jordfelsbrytare kan rädda liv. Som tidigare konstaterats används jordfelsbrytaren som tilläggsskydd till basskyddet och felskyddet. Här tas det upp mer om jordfelsbrytarens funktion och hur den möjliggörs. [7]

Jordfelsbrytarens funktion möjliggörs med hjälp av en summaströmstransformator som fas- och neutralledare leds genom, då mäter summaströmstransformatorn summan av strömmarna i fas- och neutralledare(dvs. felströmmarna). I en frisk krets är summan av dessa strömmar noll, men om denna summa överskrider gränsutlösningssströmmen för jordfelsbrytaren, kommer strömkretsen att brytas mycket snabbt. När summaströmmen inte längre är lika med noll betyder det att en läckström har uppstått till jord, och den läckströmmen passerar inte summaströmstransformatorn utan går direkt till jord, detta gör att det i transformatorns sekundärlindning kommer att induceras en spänning som gör att utlösningmekanismen fungerar. [7] [2]



Figur 8: Jordfelsbrytarens uppbyggnad. [7]

Det finns olika typer av jordfelsbrytare som används beroende på hurudan krets brytaren skyddar och hurudan belastningstyp som kan anslutas till kretsen som skyddas. De olika typerna är: **A-**, **AC-**, **B-** och **F-typ**. Typ **A** jordfelsbrytare fungerar för växelström och likström som är pulsaktig medan en **B**-typ även fungerar för ren likström. **AC**-typen var tidigare vanlig i Finland, men får idag inte längre användas pga. att den endast fungerar vid växelström. Orsaken till att brytaren måste klara av någon typ av likström är att många elapparater använder någon typ av elektronisk reglering, vilket gör att felströmmen som brytaren ska notera, inte nödvändigtvis är ren växelström. **F**-typen används speciellt för skydd av kretsar som matas via frekvensomriktare. [2]

3.5.5 Överströmsskydd

Överströmsskydd är en gemensam benämning för skydd mot både överbelastning och kortslutning. Ofta kan samma skyddsanordning fungera som både skydd mot överbelastning och kortslutning, och dessutom kan den användas för att förverkliga felskyddet. När man dimensionerar skyddsanordningen behöver man också ta kraven i standardserien SFS 6000 kapitel 41 och 43 i beaktande, mer om det finns i kapitel 4, Val och dimensionering av elmateriel. [2]

Ett kortslutningsskydd skyddar ledarna mot uppvärmningen som förorsakas av kortslutningsströmmen, skyddet agerar när ett fel mellan två ledare i samma krets sker. Förväntade kortslutningsströmmar för installationen bestäms i de punkter där det behövs

med hjälp av beräkning, eller om behov finns med hjälp av mätning. I planeringsskedet görs detta givetvis endast genom beräkning. [2] [1]

I elinstallationer används ofta ett gemensamt skydd, som skyddar kablar och ledningar mot både kortslutning och överbelastning. Det som är speciellt viktigt att tänka på vid användning av gemensamt kortslutnings- och överbelastningsskydd är att kontrollera att skyddet mot kortslutning verkligen förverkligas genom att kontrollera att brytförmågan för skyddsanordningen är tillräckligt stor för att bryta kortslutningsströmmen. [2]

3.6 Jordning

I det här kapitlet har jordningens och potentialutjämnings uppgift och betydelse i elanläggningen studerats, här utreds också olika begrepp som ofta blandas ihop inom jordning. Många av de olika delarna, om inte alla, hör ihop med varandra på något vis och skapar tillsammans ett fungerande jordningssystem.

Jordningen och potentialutjämnings utgör båda en viktig del i elanläggningar. Det huvudsakliga syftet med jordning är ur elsäkerhetssynpunkt att vid eventuellt fel, begränsa eventuella beröringsspänningar och stegspänningar. Fel som kan tänkas uppstå behöver givetvis inte vara i byggnadens egna elinstallationer eller beroende på dessa, utan felet kan också vara i det matande nätet, också överspänningar pga. blixtnedslag kan klassas som fel.

Jordningens uppgift ur elsäkerhetsynvinkel är att:

- Förhindra att farliga spänningar överförs från ett system till ett annat.
- Förhindra att gnistor och ljusbågar uppstår.
- Skapa förutsättningar för skydd mot jordfel och felskyddens funktion. [2]

3.6.1 Skyddsledare

En skyddsledare är *"En ledare som används i skyddssyfte, t.ex. för att skydda mot elchock"* [1]. En skyddsledare kan även användas till skyddsjordning av utsatta delar, vilket betyder att skyddsledaren och skyddsjordledaren i praktiken kan vara samma ledare (se 3.6.2 Skyddsjordledare), termer som dessa gör att det kan bli väldigt svårt att uttrycka sig korrekt i alla situationer.

I normala fall är skyddsledaren spänningslös, men om ett isolationsfel skulle uppstå i kretsen kan skyddsledaren bli spänningsförande och en stor ström kan flyta i ledaren. [2]

3.6.2 Skyddsjordledare

Definitionen av skyddsjordledare är ”*Skyddsledare, som används för skyddsjordning.*” [1], vilket innebär att skyddsjordledare är en typ av skyddsledare, och kan i praktiken vara samma ledare som en skyddsledare.

3.6.3 Jordledare

”*Ledare, som bildar en ledande förbindelse eller en del av den mellan installationen, systemet eller en bestämd del av elutrustning och jord.*” [1]

Med detta avses t.ex. ledaren till huvudjordningsklämman eller -skenan, från jordelektroden. Huvudjordningsklämman förbinder alla skyddsledare i systemet med jordelektroden som i sin tur skapar sann jord (se 3.6.4 Jordelektrod och 3.6.5 Huvudjordningsskena).

Jordledaren kan också vara en del av jordelektroden, om den har oisolerade delar som förläggs under jord. Mekanisk hållfasthet och korrosionstålighet är två viktiga faktorer som det ställs krav på gällande jordledaren, eftersom jordledaren ofta går delvis i jorden. Därför finns det minimikrav på jordledarens tvärsnittsarea, vilka är 16 mm² för kopparledare och 50 mm² för jordledare av stål. Användning av aluminiumledare som jordledare är förbjudet. Tvärsnittsarean för en i mark förlagd jordledare ska ändå följa kraven som anges i följande tabell (tabell 1.). [1] [2]

Tabell 1: Minimimått för jordelektroder. [1]

Material	Tvärsnitt mm ²	Diameter Ø mm	Minimitjocklek mm ^a	Korrosionsskyddets tjocklek, µm
Koppar	16		1,6	-
Varmförzinkat stål	90	10	3	45
Rostfritt stål	90	10	3	-
Stål nedsänkt i betong	90	10	3	- ^b
Stål med kopparmantel		15		2000
Stål elektriskt ytbelagd med koppar		14 (vågrätt 10)		250 (vågrät elektrod 70)
^a Tjockleken på band eller skiva, eller diametern Ø på en enskild tråd i lina				
^b Fundamentjordelektrod ingjuten i betong behöver inte ha korrosionsskydd				

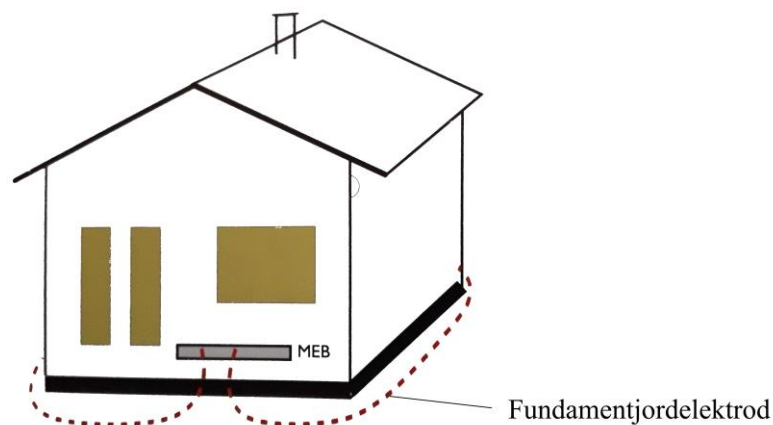
Jordledaren kopplas ihop med jordelektroden och anslutningen mellan dem ska ske på ett sätt som är både elektriskt och mekaniskt tillförlitligt. Denna förbindning utförs antingen genom svetsning, pressning eller annan typ av mekaniskt förband, förbindningen får inte skada jordledaren eller jordelektroden. [2] [1]

Jordledaren används inte bara i byggnaders elsystem, den används också i distributionsnäten. I jordledaren flyter inte någon ström vid normal användning, vid händelse av fel, kan en liten ström gå genom jordledaren. När man dimensionerar jordledaren är mekanisk hållfasthet och korrosionstålighet därav viktigare faktorer att ta i beaktande än själva strömtåligheten för ledaren. [2]

3.6.4 Jordelektrod

Definitionen för en jordelektrod är *”Ledande del, som står i elektrisk förbindelse med jord”* [1]. Jordelektroden förbinder byggnadens jordningssystem med direkt jord. En jordelektrod behöver ha tillräckligt god korrosionstålighet och dimensioneringen behöver vara mekaniskt och elektriskt tillräcklig. I normal drift går ingen ström genom jordelektroden och därav utgör korrosionståligheten och mekaniska hållbarheten kraven på jordelektrodens area. Elektrodens omfång och form har inverkan på dess potentialutjämnningseffekt och vilket värde som erhålls på jordningsresistansen. Jordningsresistansen vill man ha så låg som möjligt så att en eventuell felström så lätt som möjligt kan ledas till jord. Andra faktorer som påverkar jordningsresistansen är jordmånens ledningsförmåga, som kan variera mycket beroende på olika jordmaterial och jordmånens fuktighet. [2]

Det man i första hand strävar efter med byggnaders jordning, är att få en bra potentialutjämnningseffekt. För att uppnå en så bra potentialutjämnningseffekt som möjligt, rekommenderas att man använder sig av en fundamentjordelektrod som jordelektrod. En fundamentjordelektrod kan både bestå av en slinga som förläggs i marken runt byggnadens fundament och en elektrodslinga som gjuts in i fundamentet.



Figur 9: Jordelektrodslinga runt byggnadens fundament. [2]

Det finns också andra alternativ att använda som jordelektroder ifall de tidigare nämnda, av någon anledning inte är möjliga att tillämpa, då kan man använda andra typer av metallektroder, som är direkt förlagda i marken som jordelektrod, exempel på dessa typer är:

- jordningsspett
- trådar
- linor
- band
- rör
- skivor.

Vid val av konstruktionstyp och förläggningsdjup i marken för jordelektroden eller jordelektrodena, bör risken för mekaniska skador pga. tjälen och markens torkning beaktas så att riskerna för skador på elektroden minimeras. [2] [1]

3.6.5 Huvudjordningsskena

Huvudjordningsskenan eller **huvudjordningsplinten**, är den del i jordningssystemet som förbinder alla skyddsledare med jordelektroden. Man kan säga att huvudjordningsskenan är en samlingspunkt för jordningssystemets alla ledare som används för jordnings- och potentialutjämningsändamål. Varje ledare som kopplas till huvudjordningsplinten måste

kunna löskopplas individuellt och förbindningen bör vara elektriskt och mekaniskt tillförlitlig. Lösgöring av ledare från huvudjordningsplinten/skenan ska endast vara möjlig med verktyg. [2] [1]

Placeringen av huvudjordningsskenan är oftast nära huvudcentralen eller den största centralen som finns i byggnaden. I mindre byggnader såsom egnahemshus och fritidsbostäder placeras huvudjordningsplinten oftast inne i huvudcentralen. [2]

3.6.6 Potentialutjämning

”Elektrisk förbindning mellan ledande delar för att uppnå ekvipotential.” [2], dvs. att utsatta delar förbinds med främmande ledande delar, för att förhindra att elektriska potentialskillnader ska uppstå mellan dessa delar. Med främmande ledande delar menas delar som är elektriskt ledande men inte hör till själva elinstallationen. Exempel på främmande ledande delar är; ventilationsrör/kanaler, vattenledningar och motsvarande metallkonstruktioner.

Potentialutjämningen utgör en del i jordningssystemet, såvida det inte är fråga om jordfri potentialutjämning. Det finns krav på att ha potentialutjämning i alla byggnader eftersom potentialutjämningen utgör centrala delar av skyddet i elanläggningar. [2]

Man kan dela upp potentialutjämningen i tre delar:

- huvudpotentialutjämning
- lokal potentialutjämning
- ojordad potentialutjämning.

Huvudpotentialutjämningens uppgift är att jämna ut eventuella potentialskillnader mellan främmande ledande delar i anläggningen. Huvudpotentialutjämningen ska även hindra eventuella farliga potentialer som orsakats utanför byggnadens egna elsystem från att föras in till byggnaden genom försörjningssystem som är ledande, till exempel el- eller fjärrvärmeledningar, och på grund av detta skapa farliga potentialskillnader mellan elektriskt ledande delar. Detta kan t.ex. orsakas av fel i matande distributionsnät. Därför förbinds främmande ledande delar med huvudjordningsplinten med hjälp av skyddsledare, för att jämna ut potentialskillnader. [8] [2]

Lokal potentialutjämning eller **kompletterande potentialutjämning** som det också kallas, kan användas i utrymmen som ställer krav på bättre skydd. Exempel på utrymmen där detta används är i vissa typer av jordbruksbyggnader och i medicinska utrymmen. Detta tillämpas genom att en lokal potentialutjämningsskena placeras i utrymmet, och till denna ansluts skyddsledaren eller ledarna för elutrustningen som används i utrymmet och en potentialutjämningsledare som förbinder det hela med huvudjordningsplinten eller skenan. [2] [1]

Ojordad potentialutjämning eller **jordfri potentialutjämning**, används för att jämna ut potentialskillnader i t.ex. elektriskt separerade anläggningar. Där förbinds olika utsatta delar ihop med varandra för att skapa potentialutjämning. [2]

4 Val och dimensionering av elmateriel

Det här kapitlet handlar om att välja rätt elmateriel och installationssätt för olika förhållanden och utrymmen vid planering av en elanläggning, samt att dimensionera materielen på rätt sätt. Viktiga saker att tänka på när man gör dessa val är att försäkra sig om att kablar och ledare har tillräcklig strömtålighet för den förväntade belastningsströmmen och att skyddsanordningar dimensioneras på rätt sätt för att ge ett tillförlitligt skydd. I kapitel 5 följer sedan beräkningsexempel kring förväntade belastningar och strömmar och hur de påverkar val av säkringar och ledningar.

Andra saker som behandlas i kapitlet är olika förläggningssätt och hur de påverkar ledarnas och kablarnas belastningsförmåga. Förutom val av elmateriel kommer också val av installationsmateriel att behandlas. I det här kapitlet presenteras också vilka elmateriel och installationsmateriel som har planerats att användas i hallprojektet.

4.1 Ledningar

Vid installation och val av kablar och ledare har de installationsanvisningar som tillverkaren angett en viktig roll, man bör följa tillverkarens monterings- och hanteringsanvisningar. Det är tillverkarens ansvar att produkters anvisningar stämmer och är korrekta.

När man väljer kabel eller ledare måste man beakta märkspänningen för att försäkra sig om att den räcker till med avseende på anläggningens största driftspänning.

För fast installation, är vanliga märkspänningar för kablar och ledare:

- 300/500 V
- 450/750 V
- 0,6/1,0 kV.

För flexibla kablar, är vanliga märkspänningar:

- 300/300 V
- 300/500 V
- 450/750 V. [2]

När man ska dimensionera arean för en ledare bör man ta hänsyn till några olika saker:

- *den högsta tillåtna temperaturen (belastningsförmåga)*
- *kortslutningstålighet*
- *strömkretsens största impedans, med tanke på krav på felskyddet*
- *spänningsfall*
- *mekanisk påverkan på ledarna. [2]*

4.1.1 Standardisering

Kablar standardiseras nationellt och i vissa utföranden enligt CENELECs standarder. CENELEC är en kommitté för standardisering inom elektroteknik i Europa. CENELECs standardisering av kablar har samlats i ett dokument; CENELEC HD-harmoniseringsdokument. Förutom detta finns också andra harmoniseringsdokument för specifika typer av kablar. [9]

Nationella beteckningar av kablar består av ett kodsysteem som används av tillverkarna och kodsysteem varierar i olika länder. CENELECs beteckningar på kablar är uppdelade i tre delar.

- Del 1 anger referenser till standarder som använts, och märkspänning för kabeln. Exempel : FI-N (finsk nationell standard) 07 (450/750 V).
- Del 2 beskriver kabelns uppbyggnad och isolationsmaterial från ledarens isolation och utåt. Exempel: B (etenpropengummi, EPR).
- Del 3 anger ledarantal och tvärsnittsarea. Exempel: 3x2,5 (tre ledare, 2,5 mm²). [2]

4.1.2 Vanliga kabeltyper

Nedan följer några exempel på mycket vanliga typer av kraftkablar, installationskablar, manöverkablar och isolerade ledare, som används mycket i Finland. Dessa är kablar och ledare som följer nationell standardisering:

ML (450/750 V)

Entrådig ledare, isolerad. Användningsområden: inne i centraler, kopplingsboxar och vid fasta installationer i rör.

MK (450/750 V)

Fåtrådig ledare, isolerad. Användningsområden: samma som ML.

MKEM (450/750 V)

Fintrådig ledare, isolerad. Användningsområden: samma som ML och MK. [4]

MMJ (300/500 V) och (450/750 V)

Installationskabel med plastmantel, entrådiga ledare. Finns i många olika utföranden med olika antal ledare och areor. Användningsområden: fasta installationer, inomhus och utomhus, på puts eller infälld i rör eller direkt infälld.

MKMJ (450/750 V)

Installationskabel med plastmantel, fåtrådiga ledare. Likt MMJ finns denna i många utföranden och användningsområden är de samma. Mer flexibel och tål vibrationer bättre än MMJ.

MMO (450/750 V)

Manöverkabel med plastmantel. Användning: manöverkretsar, inomhus och utomhus förlagd på ytan eller infälld.

FRHF-MMJ (300/500 V)

Installationskabel som är brandbeständig. Användning: vid krav på att kabeln ska fungera vid brand, t.ex. nödbelysning och utrymningsbelysning.

MCMK (0,6/1,0 kV)

Kraftkabel, kopparledare. Användning: fasta installationer, inomhus och utomhus på ytan eller i jorden. [2]

AMCMK (0,6/1,0 kV)

Kraftkabel, aluminiumledare. Användningsområden är samma som för MCMK. [10]

VSB (450/750 V) och VSKB (300/500 V)

Gummikablar med fintrådiga kopparledare. Användning: anslutningskablar till apparater och skarvkablar. [11]

Alla dessa kabel- och ledartyper är vanligt förekommande i Finland. I hallprojektet kommer troligtvis många, om inte alla av dessa kabeltyper att användas, den typ som troligtvis kommer att användas flest metrar av är MMJ-kablar, eftersom det finns så många olika utföranden av den typen och de används till nästan alla installationer inomhus i en byggnad av denna typ, men även utomhus. MMJ är mycket vanliga och omtyckta i branschen tack vare att de är enkelt uppbyggda och lätta att jobba med.

4.2 Skyddsanordningar

Som tidigare konstaterats i avsnittet om skyddsmetoder, är det ofta möjligt att förverkliga överströmsskyddet dvs. både skydd mot överbelastning och skydd mot kortslutning med en och samma skyddsanordning. Det vanligaste sättet att förverkliga överströmsskyddet är att skydda strömkretsar med någon form av skyddsanordning som bryter strömkretsen vid överström. Vanliga skyddsanordningar som används för detta är smältsäkringar, dvärgbrytare eller effektbrytare. Vid dimensionering av skyddsanordningarna är det några faktorer som är viktiga att försäkra sig om att skyddsanordningen uppfyller, kraven för ett gemensamt överlast- och kortslutningsskydd är att det ska ha tillräcklig brytförmåga för att bryta både överström och förväntade kortslutningströmmen i den punkten som skyddet inkopplas. [2] [1]

Med hjälp av beräkning kan man försäkra sig om att skyddsanordningen duger som skydd mot överlast, för detta kan man använda sig av följande formler:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

där:

I_B = kretsens planerade ström

I_z = den kontinuerliga belastningsförmågan för ledaren

I_n = skyddets märkström

I_2 = den strömmen som säkerställer skyddets funktion. [1]

För att försäkra sig om att skyddsanordningen duger med avseende på skydd mot kortslutning finns det två krav som är väsentliga:

1. Brytförmågan hos skyddet måste vara tillräckligt stor för att kunna bryta kretsens största kortslutningsström.
2. Skyddet måste fungera innan kretsen som skyddas tar skada.

Dessa krav uppfylls om man planerar strömkretsen enligt en formel som ges i SFS 6000 standardseriens punkt 434.5.2, som lyder på följande vis:

$$t = (k \times A / I)^2$$

där:

t = tiden för kortslutningens varaktighet (s)

k = ledarkoefficient

A = ledarens tvärsnittsarea (mm²)

I = kortslutningströmmen (A).

Formeln gäller dock endast för fel som varar i högst fem sekunder, om felet varar längre måste skyddets funktionskurva jämföras med ledarens/ledarnas uppvärmningskurva. [2]

Vid hallprojektet kommer olika typer av skyddsanordningar användas för förverkligande av felskydd, överströmsskydd och tilläggsskydd. Felskydd och överströmsskydd förverkligas med hjälp av säkringar av olika typer, både smältsäkringar och dvärgbrytare kommer att användas. Som tilläggsskydd används jordfelsbrytare på kretsar som kräver detta.

4.3 Installationsmateriel

Vid val av olika installationsmateriel har kunden en central roll, eftersom många komponenter och materiel kan väljas fritt bland olika märken och modeller. Det är också kundens önskemål på utseende och funktion, som bestämmer vilka installationsmetoder och förläggningssätt som ska användas, i den mån det är möjligt att välja. När man som planerare, tillsammans med kunden bestämmer dessa saker finns det många saker som inverkar på valet, några vanliga kunde vara:

- funktion
- utseende
- flexibilitet
- kvalitet
- inköpspris
- installationskostnad.

När installationssätt för elinstallationerna planerades för hallprojektet i Smedsby valdes olika installationssätt i olika utrymmen, beroende på vad kunden önskade.

På första våningen, i snickeriet, lagret, tvätthallen och maskinhallen görs elinstallationerna i huvudsak på puts eller i installationskanaler. Kableringen sker på kabelstegar på väggar och i taket, enskilda kablar på väggar skyddas med JAPP-rör. Belysningsarmaturer fästs i armaturskenor som monteras i taket (se bilaga 5, kabelvägar).

I andra våningen samt i första våningens tambur, kafferum och kontor görs elinstallationerna infällda, med kabel i rör. Ett planerat nedsänkt tak på andra våningen möjliggör montering av kabelhyllor i taket. I kontorslandskapet och de enskilda kontoren har planerats att installationskanaler ska monteras på väggarna. Dessa kanaler är mycket praktiska att ha i kontorsutrymmen och dylikt eftersom de lätt går att omorganisera och placera ut nya

elpunkter, vart efter behovet ökar eller ändras. Gällande belysningsarmaturer har endast ett val av armaturtyp gjorts i detta skede. Eftersom projektet är i ett så tidigt skede väljs inga specifika märken och modeller av armaturer.

5 Beräkningar

Detta kapitel innehåller beräkningsexempel av olika slag, som gjorts för att kunna bestämma hallens toppeffekt (förväntad) samt för att kunna dimensionera kablar och säkringar på centralnivå och gruppnivå. I en byggnad av denna typ kan det vara mycket svårt att på förhand säga vilka förbrukningar som kommer att uppstå samtidigt. Här jämförs olika metoder för att utreda detta och dess sannolikhet.

Toppeffekten vill man veta för att kunna dimensionera huvudsäkringar och matarkabel till huvudcentralen. I standarden ST 13.31 (Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen) finns många olika formler som man kan använda för att räkna ut den förväntade toppeffekten för en byggnad, dessa formler baserar sig på ett slags medeltal av vad som normalt förbrukas per m², för belysning, apparater osv. Formlerna varierar beroende på om huset värms med el eller om varmvattnet värms med el och motsvarande faktorer. Det problematiska i ett projekt som i detta examensarbete är att de formler som anges i ST-standarderna gäller för bostadshus av olika slag, därav är de inte helt tillförlitliga i en byggnad där det finns lager, snickeri, maskinhallar osv. där stora effekter förekommer och belastningen kan variera mycket pga. aktiviteten i de olika utrymmen kan variera kraftigt beroende på årstid och vilka arbeten som är på gång i företaget. [12]

5.1 Gruppcentral

Nedan följer några exempel på beräkning och uppskattning av toppeffekten för gruppcentralen GC1. Centralen matar våning 2:s elinstallationer, dvs. kontorsdelen och bostadslägenheten. Här kan formeln ändå ge ett någorlunda sannolikt resultat eftersom det i kontorsutrymmen oftast inte finns några speciellt stora effekter i apparatväg. Formeln lyder på följande vis:

$$P_{hmax} = P_{hläm} + P_{aläm} + P_{LVV} + P_{kev} + \left(P_{kk} + P_{val} \times \frac{A_h}{1000} \right)$$

där:

P_{hmax} = toppeffekt, kW

P_{kev} = bastukamin, kW

$P_{hläm}$ = elvärmebelastning, kW

P_{kk} = apparatbelastning, 5 kW

$P_{aläm}$ = motorvärmare, kW

P_{val} = belysningsbelastning, 10 W/m²

P_{LVV} = varmvattenberedare, kW

A_h = lägenhetsyta, m². [12]

När man då fyller i formeln med 2:a våningens information blir det på följande vis (elvärme och motorvärmare lämnas bort):

$$P_{hmax} = 3 \text{ kW} + 8 \text{ kW} + \left(5 \text{ kW} + 3 \text{ kW} \times \frac{300 \text{ m}^2}{1000} \right)$$

$$P_{hmax} = 16,9 \text{ kW}$$

För att sedan räkna ut fasströmmarna används följande formel:

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

$$I = \frac{17 \text{ kW}}{\sqrt{3} \times 400 \text{ V} \times 0,95}$$

$$I = 25,8 \text{ A}$$

Fasströmmarna skulle då bli 25,8 A om alla faser belastas jämt, men eftersom det i detta fall är fråga om många enfasgrupper är det knappast så jämnt fördelat, vilket gör att man kanske bör dimensionera enligt något större ström.

Om man tänker sig att man ska dimensionera säkringar och stigarledning till GC1 enligt denna effekt blir det på följande vis:

Säkringar

Från tabell 2 får vi ut att uppåt närmaste märkström för säkringstyp gG är **32 A**.

Tabell 2: Minimivärden för ledares belastningsförmåga för olika märkströmmar hos säkringen. [1]

Märkström hos säkringar av gG-typ, A	Ledarens minsta belastningsförmåga, A
6	8
10	13,5
16	18
20	22
25	28
32	35
35	39
40	44
50	55
63	70
80	88
100	110
125	138
160	177
200	221
250	276
315	348
400	441
500	552
630	695
800	883

Stigarledning

Från samma tabell (Tabell 2) får vi också ut vilken belastningsförmåga ledaren minst måste ha, som i detta fall blir **35 A**. Kabeln förläggs på perforerad kabelhylla dvs. installationssätt E, tillsammans med mer än 9 andra kablar, vilket ger en korrektionsfaktor på 0,73.

Från tabell B.52.10 (SFS 600-1-1) som gäller för PVC isolerad kabel med kopparledare (30 °C omgivning), utläses att vi hamnar någonstans mellan 6 mm² och 10 mm² i tvärsnittsarea. Beräkning med korrektionsfaktor ger att:

$$6 \text{ mm}^2 \rightarrow 43 \text{ A} \times 0,73 = 31,4 \text{ A}$$

$$10 \text{ mm}^2 \rightarrow 60 \text{ A} \times 0,73 = 43,8 \text{ A}$$

Alltså krävs en tvärsnittsarea på **10 mm²**.

Egen uppskattning

För att jämföra resultaten, och hur de påverkar lednings- och säkringsval har en annan metod för beräkning av toppeffekten också prövats. Här har jag själv försökt att summera effekterna för olika förbrukare som kan tänkas användas samtidigt på 2:a våningen vid normal användning av byggnaden, dvs. i normala fall kan man tänka sig att kontorsdelen står för största effektförbrukningen på vardagar, på arbetstid, medan bostadslägenheten kanske inte förbrukar särskilt mycket dagtid i veckorna. På detta vis kan man konstatera att det är mycket osannolikt att man på samma gång skulle ha på exempelvis många datorer, spisen, ugnen och mikrovågsugnen i kontorsdelen och samtidigt ha på liknande stora förbrukare som spis, ugn, mikrovågsugn, bastuugn och tvättmaskin i bostadsdelen.

Effekten som är sannolik för olika delar av elinstallationerna på 2:a våningen enligt uppskattning ser ut på följande vis:

- Belysning: ca 1,5 kW.
- Apparater: ca 10 kW.

Jämfört med formeln som tidigare använts har apparatbelastningen fördubblats, medan belysningens del har minskat till hälften.

Orsaken att belysningen minskat med 50 % är att de formler som finns i ST 13.31 baserar sig på gamla typer av ljuskällor med stora effekter som idag nästa helt har ersatts med energisnålare LED-armaturer. Om belysningen skulle förbruka 1,5 kW med de typer av armaturer som används i installationer idag, skulle alla planerade belysningspunkter på 2:a våningen vara tända samtidigt.

I apparaternas del har nu alla de andra faktorerna som; varmvattenberedare och bastuugn räknats med eftersom de sannolikt kan alternera med andra effekter, dessutom är 10 kW samtidigt, redan rejält tilltagen för apparat-delen.

Om man då tänker sig att den uppskattade toppeffekten skulle uppnå **12 kW** (för att jämföra ut), hur påverkar det valet av säkringar och matningskabel. Samma uträkning utförs:

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\phi \rightarrow I = \frac{12 \text{ kW}}{\sqrt{3} \times 400 \text{ V} \times 0,95} \rightarrow I = 18,2 \text{ A}$$

I detta fall skulle det räcka med en gG-typ säkring med 20 A märkström, och för ledaren en belastningsförmåga på minst 22 A.

Att säkra hela 2:a våningen (ca 300 m²) med 20 A säkringar är ändå ganska osannolikt, vanliga småhus säkras ofta med 25 A.

GC1 säkras med 25 A gG-typ säkringar, då finns det fortfarande rum för större toppeffekt än den som uppskattats. Som stigarledning väljs en MMJ 5×10 mm² kabel, då är det möjligt att uppgradera till 32 A säkring ifall det skulle behövas i framtiden.

5.2 Huvudcentral

Eftersom formeln som användes i tidigare exempel inte blev helt osannolik, testas den även i ett exempel på att beräkna toppeffekten för 1:a våningens installationer, för att ha något att jämföra med. Sedan testas här också metoden att själv försöka uppskatta effektbehovet för samma utrymmen. Resultatet blir den förväntade toppeffekten för hela byggnaden, när man adderar 2:a våningens effekter. Då kan man dimensionera huvudsäkringar och anslutningskabel till byggnaden.

Vi använder samma formel från ST 13.31, men här beräknas apparatförbrukningen P_{kk} först med hjälp av en formel istället för att använda ett konstant värde. Formeln som används för att beräkna P_{kk} lyder på följande vis:

$$P_{kk} = 6 \text{ kW} + 20 \text{ kW} \times \left(\frac{A_h}{1000 \text{ m}^2} \right)$$

$$P_{kk} = 23,4 \text{ kW} [12]$$

Vi räknar sedan ut P_{hmax} med hjälp av samma formel som i tidigare exempel:

$$P_{hmax} = P_{aläm} + P_{LVV} + \left(P_{kk} + P_{val} \times \frac{A_h}{1000} \right)$$

$$P_{hmax} = 20 \text{ kW} + 3 \text{ kW} + \left(23,4 \text{ kW} + 9 \text{ kW} \times \frac{900 \text{ m}^2}{1000} \right)$$

$$P_{hmax} = 54,5 \text{ kW}$$

Om man då tänker sig att man adderar 2:a våningens effekt enligt samma formel blir den totala toppeffekten för byggnaden; **54,5 kW + 16,9 kW = 71,4 kW**. Valet av huvudsäkringar skulle då bli enligt samma princip som tidigare:

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\phi \rightarrow I = \frac{71,4 \text{ kW}}{\sqrt{3} \times 400 \text{ V} \times 0,95} \rightarrow I = 108,5 \text{ A}$$

Närmast märkström uppåt för säkringstyp gG blir i detta fall **125 A** och ledarens belastningsförmåga bör då vara minst **138 A**.

Egen uppskattning

Den egna uppskattningen av sannolika effekter som kan förekomma samtidigt i byggnadens 1:a våning grundar sig på tre olika typer av belastningar:

- **Fasta förbrukare** – värmepumpar och ventilationsanläggningar, ca. 15 kW, varierar dock beroende på årstid.
- **Belysning** – belysning inne, ute och reklamskyltar, ca. 10 kW.
- **Förbrukning som varierar pga. användning** – Arbetsmaskiner och apparater, ca. 45 kW.

Utgångsläget för den uppskattade toppeffekten är att det är vinter (dvs. uppvärmningen av byggnaden kräver mer energi och motorvärmare används) och det förekommer någon verksamhet i byggnadens alla tre huvuddelar; maskinhall, tvätthall och snickeri. Då uppgår den uppskattade toppeffekten till ca. **70 kW**. Om man då adderar till min egen uppskattning för 2:a våningens toppeffekt blir den totala toppeffekten för byggnaden; **70 kW + 12 kW = 82 kW**. Säkringsval enligt:

$$I = \frac{82 \text{ kW}}{\sqrt{3} \times 400 \text{ V} \times 0,95} \rightarrow I = 124 \text{ A}$$

➔ Närmast uppåt märkström blir för gG-typ säkring, **125 A**.

Belastningsförmågan som minst skulle krävas för anslutningskabeln, skulle då bli **138 A**. Den planerade anslutningskabeln är i detta fall en AXMK 4x95 mm², med aluminiumledare och PEX-isolering. Kabeln förläggs dels direkt i marken (installationssätt D2) och dels på en egen kabelstege (installationssätt E) inne i byggnaden fram till huvudcentralen. När man utreder kabelns minsta tillåtna tvärsnitt utgår man från den sträcka och det installationssätt

med sämst belastningsförmåga. Här kontrolleras den planerade kabelns duglighet för ändamålet:

Den del som förläggs i mark:

Ur tabell B.52.5 (SFS 600-1-1), belastningsförmåga för *”PEX- eller EPR-isolerade koppar- eller aluminiumledare, tre belastade ledare.”* [1] utläses att en kabel med **95 mm²** aluminiumledare förlagd enligt installationssätt D2 (omgivningstemperatur 20 °C) har belastningsförmågan **172 A**. Korrigering av belastningsförmågan krävs ej i detta fall eftersom det endast är fråga om en kabel och ingen gruppering av flera stycken.

Den del som förläggs på kabelstege:

Ur motsvarande tabell för installationssätt E (Tabell B.52.13, SFS 600-1-1) får man ut att en **95 mm²** aluminiumledarkabel (tre belastade ledare, 30 °C omgivning) har belastningsförmågan **227 A**. Korrektionsfaktor för en kabel på perforerad kabelhylla är 1,00 (Tabell B.52.20, SFS 600-1-1).

En AXMK 4x95 mm² har alltså tillräcklig belastningsförmåga i alla delar av dess installation.

6 Elinstallationer i utrymme av speciellt slag

Det här kapitlet handlar om tilläggskrav som ställs på elinstallationer i speciella utrymmen, där omgivningens förhållanden är mera krävande för elutrustning som installeras i utrymmet. Det kan handla om utrymmen som är speciellt utsatta gällande damm, smuts eller vatten som gör att elutrustningen blir speciellt utsatt för olika påkänningar jämfört med vanliga installationer. Gemensamt för många specialutrymmen är att användning av jordfelsbrytare krävs på fler ställen jämfört med vanliga installationer. Några av de utrymmen som har särskilda krav gällande elsäkerhet är:

- bad- och duschrum, basturum och utrymmen med simbassänger (våtrum)
- byggplatser
- vissa elinstallationer inom jordbruk
- campingområden
- båthamnar
- tillfälliga installationer vid mässor eller utställningar
- belysningsinstallationer utomhus. [13] [2]

I SFS-handbok 600-1-2 (del 1-2: tilläggskrav och installationer i specialutrymmen) finns 26 standarder som handlar om elinstallationer i utrymmen av speciellt slag, dessa standarder utgör delarna 7-8 i SFS 6000 standardserien. [13]

Orsaken till att detta ämne behandlas i det här examensarbetet är, dels att man måste känna till och beakta en del krav på elinstallationer i speciella utrymmen vid planering av vanliga bostadshus och lägenheter t.ex. när man planerar elinstallationer i badrum och basturum. Utöver dessa speciella utrymmen som man stöter på i bostadshus och lägenheter finns också några andra utrymmen i hallprojektet som ställer speciella krav på elinstallationerna och hur de planeras. Dessa utrymmen är framförallt:

- tvätthallen
- målarboxen
- eventuellt delar av snickeriet.

6.1 Klassificering av utrymmen

Med tanke på elinstallationer klassas olika typer av utrymmen, enligt dess förhållande som torra-, fuktiga-, våta-, brandfarliga- och explosionsfarliga utrymmen. Olika utrymmen ställer olika krav på kapslingsklasser och var det är tillåtet att placera elutrustning. Även om ett utrymme är klassat som torrt utrymme, kan elutrustning utsättas för stänkade eller droppande vatten. Därför finns speciella krav på installation av elutrustning i närheten av t.ex. badkar och duschmunstycke. [14] [2]

Nedan följer beskrivningar och exempel på hur de olika utrymmena definieras. Viktigt att beakta är att flera utrymmesklasser kan finnas i ett utrymme dvs. i de exempel på utrymmen som ges behöver inte nödvändigtvis hela utrymmet klassas som torrt, fuktigt, vått, brandfarligt eller explosionsfarligt utrymme. I kapitlen 6.2 och 6.3 utreds vissa utrymmesklasser mer specifikt med tanke på hallprojektet.

6.1.1 Torra utrymmen

I torra utrymmen är luftfuktigheten så låg att fukt inte kondenseras på väggar, i tak eller på elutrustning. Exempel:

- bostadsrum, inklusive kök och grovkök
- fritidsbostäder
- fuktisolerat och ventilerat källarium
- slutet vindsutrymme i uppvärmd byggnad
- butiker och med dem jämförbara lagerutrymmen.

I torra utrymmen ställs inget speciellt krav på kapslingsklassen gällande skydd mot vatten. Kapslingsklassen för elutrustning i torrt utrymme är **IP2X**.

6.1.2 Fuktiga utrymmen

I fuktiga utrymmen kan luftfuktigheten bli så pass hög att fukt kondenseras på väggar, i tak och på elutrustning, men det är endast i undantagsfall som vattendroppar bildas. Exempel:

- oisolerade förråd, hallar och lagerbyggnader som inte värms upp
- vindsutrymmen i ouppvärmade byggnader
- kallkällare
- garage eller biltak, om det finns vattenpost och golvbrunn där
- torkrum.

Kravet för skydd av elutrustning mot vatten i fuktiga utrymmen är att elutrustning och elmateriel skyddas, mot lodrätt fallande vattendroppar. Alltså krävs en kapslingsklass på minst **IPX1**.

6.1.3 Våta utrymmen

Våta utrymmen är utrymmen där elutrustning och elmateriel blir utsatt för vatten och vattendroppar kondenseras på väggar, i tak och på elutrustning. Exempel:

- tvätthallar för tvätt av motorfordon
- avgränsat tvättutrymme i större hall
- från golvet upp till bordsyta i storkök, om golvet spolas med vatten
- tvättrum där golvet spolas med vatten.

I våta utrymmen krävs att elutrustning skyddas mot vatten med en kapslingsklass på minst **IPX4**. [14] [2]

6.1.4 Brandfarliga utrymmen

Utrymmen som klassas som brandfarliga, är utrymmen där brännbar eller lättantändlig vätska, gas eller finfördelat material samlas eller förvaras. Exempel:

- målerier och ytbehandlingslokaler
- snickeriverkstäder
- vissa jordbruksbyggnader, såsom spannmålstorkar och foderförråd
- kvarnar
- bagerier.

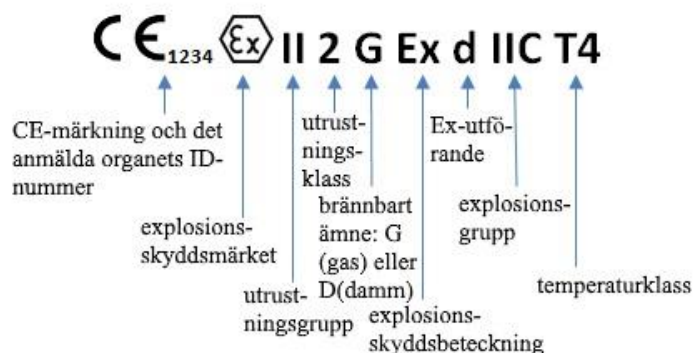
I brandfarliga utrymmen krävs en kapslingsklass för elutrustning på minst **IPX4**, men om finfördelat material samlas på elutrustningens yta, krävs kapsling **IP54**. [14]

6.1.5 Explosionsfarliga utrymmen

Ett utrymme som klassas som explosionsfarligt är ett utrymme eller en del av ett utrymme, i vilket förekomst av explosiv gasblandning är möjlig, eller där risken för explosion förorsakas av egentligt sprängämne, brinnande ånga, gas, dimma eller damm. [2]

Områden där explosionsrisk kan förekomma är bl.a. målningsanläggningar, avloppsreningsverk, industri, kvarnar, hamnar och flygplatser.

Kraven på EU-marknaden för materiel i explosionsfarliga utrymmen, oberoende om det är fråga om gas- eller dammatmosfär, är att de ska vara Ex- och CE-märkta. Detta gäller inte bara elektriskt materiel utan även annat mekaniskt materiel. [15]



Figur 10: Exempel på EX-märkning för utrustning. [2]

6.2 Elinstallationer i våta eller fuktiga utrymmen

I det här kapitlet har alla speciella utrymmen som påverkas eller har att göra med vatten och fukt samlats. Här undersöks mer ingående vilka tilläggskrav som finns vid utrymmen av detta slag, utöver kraven på kapslingsklass. Kapslingen hör ändå till en av de viktigare faktorerna när det gäller elinstallationer i våta eller fuktiga utrymmen och att man har koll på områdesindelningen runt vattenkranar, tvättlavoarer och duschar, och vad som är tillåtet eller ej tillåtet att installera i olika områden. Förutom kapslingen av elutrustning/materiel och områdesindelning, är också säkerställande av skyddsmetodernas riktighet och tillförlitlighet en viktig del när det gäller våta och fuktiga utrymmen.

6.2.1 Bad- och duschutrymmen

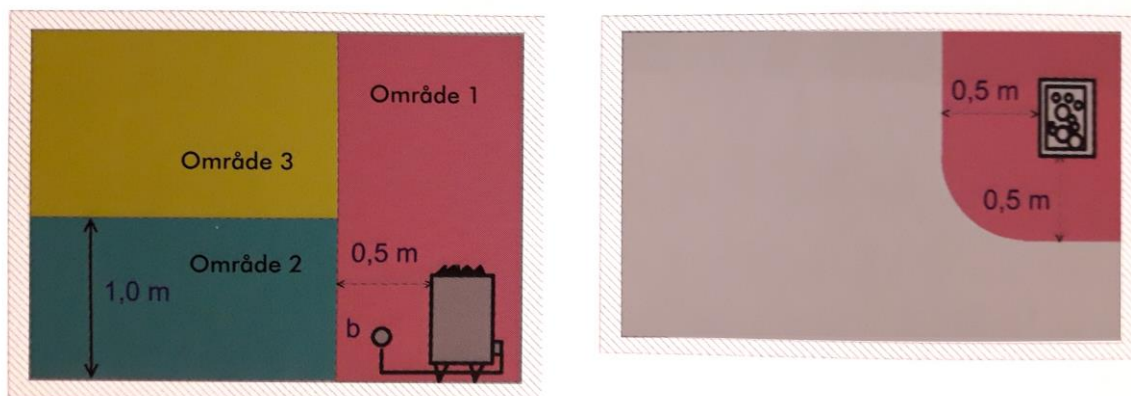
Vid planering av elinstallationer i utrymmen för bad och dusch ska SFS 6000 standardseriens 7:e del 7-701 beaktas och följas. Användning av elektriska apparater är farligare i bad- och duschutrymmen dels för att våt hud har lägre resistans än torr hud, men också för att kroppen sannolikt har kontakt med jordpotential via vattenkranar eller dylikt. På grund av detta har alltid speciella krav ställts gällande elinstallationer i bad- och duschrum.

Användning av jordfelsbrytare som skyddar nya uttag som installeras i badrum har varit ett krav sedan 1997. Sedan år 2007 är det krav på jordfelsbrytare för alla elinstallationer i nya badrum. Jordfelsbrytaren förhindrar omedelbar livsfara vid felsituationer.

Områden runt duschkranar och badkar delas in i olika zoner. Zonerna begränsar placering och anger kapslingskrav på elutrustning som placeras i de olika zonernas område. Områden delas in i zon 0, zon 1, zon 2 och oklassificerat område, följande bild visar hur områdesindelningen ser ut (figur 11.). [16]

6.2.2 Basturum

I basturum ska alla elinstallationer, med undantag av själva bastuugnen, likt bad- och duschrum skyddas av jordfelsbrytare. Liknande som i bad- och duschrum, delas basturum in i olika områden som begränsar placering av elutrustning och ställer olika krav på kapslingen, områden är; område 1, område 2 och område 3.



Figur 12: Områdesindelning i basturum. [2]

I område 1 får endast bastuugnen och till den hörande elutrustning installeras.

I område 2 får elutrustning installeras på följande villkor:

- kapslingsklass på minst IP24
- kablar får ej ha metallmantel
- kopplingsanordningar eller uttag får ej installeras
- installationen skyddas av jordfelsbrytare, högst 30 mA märkutlösningssström.

Detta betyder att fast installerad elutrustning kan installeras i område 2, t.ex. i hallprojektets lägenhet har varmvattenberedaren planerats in i basturummet under bastulaven.

Elutrustning som installeras i område 3, alltså över 1 m från golvet, måste förutom att ha en kapslingsklass på minst IP24, också ha en värmebeständighet som tål 125°C i omgivningstemperatur. Normalt är detta märkt på utrustning och materiel med t.ex. **T 125°C** eller bara **T 125**.

Även vid val av kablar i basturum bör omgivningstemperaturen som kabeln tål beaktas. Med anledning av värmebeständigheten ska rörläggning för infälld installation i basturum placeras utanför värmeisolationen, och vid genomföringar i värmeisolationen ska skyddsror av metall användas. [2]

6.2.3 Tvätthall

Gällande tvätthallar är det endast klassificeringen av utrymmet som begränsar elinstallationerna. En tvätthall klassas som vått utrymme och därför krävs en kapsling på minst IPX4, men om området som elutrustningen är placerad på rengörs genom spolning med vattenstråle måste elutrustningen ha en kapslingsklass på minst IPX5. Uttag i våta utrymmen eller utomhus får inte placeras på ytan av ett lutande eller vågrätt plan. Kablar som används i våta utrymmen måste vara kabeltyper avsedda för sådana utrymmen, med tät mantel. [13]

I en tvätthall behöver inte nödvändigtvis hela utrymmet klassas som vått utrymme, vissa delar kan t.ex. klassas som fuktiga. I hallprojektet planeras ändå alla installationer i tvätthallen så att de uppfyller kraven för våta utrymmen, eftersom det behövs relativt lite elutrustning och installationer i utrymmet och därav blir det inga stora kostnadsskillnader att använda materiel av rejält tilltagen kapslingsklass. Alla installationer i tvätthallen skyddas också med jordfelsbrytare.

6.3 Elinstallationer i brandfarliga eller explosionsfarliga utrymmen

I följande kapitel undersöks hur man går tillväga när man ska klassificera ett utrymme med avseende på brand- eller explosionsrisk, vem som får utföra klassificeringen samt hur man planerar elinstallationerna när man sedan har bestämt klassificeringen av utrymmet.

Klassificeringen av brandfarliga utrymmen anses vara allmänt problematisk eftersom det inte är möjligt att helt entydigt anvisa hur man ska gå tillväga. Utrymmesklassningen behövs för att kunna välja rätt elutrustning och planera installationen på rätt sätt. Utrymmesklassningen utförs av en yrkeskunnig person inom området. Elinstallationerna planeras sedan utgående från utrymmets klassificering.

Klassificering av explosionsfarligt utrymme är också viktigt för att elplaneraren ska kunna planera elinstallationerna riktigt i utrymmen som kräver klassificering. Explosionsfarliga utrymmen delas in i tre utrymmesklasser enligt följande:

- **Klass 0**

Utrymmen i vilka explosiv atmosfär kontinuerligt förekommer, ofta eller länge.

- **Klass 1**

Utrymmen i vilka explosiv atmosfär sporadiskt förekommer.

- **Klass 2**

Utrymmen i vilka explosiv atmosfär inte under normala förhållanden förekommer, och när det gör det, förekommer det sällan och kortvarigt.

Utöver dessa klasser finns motsvarande klassindelning (20, 21 och 22) för dammiga utrymmen, där risk för dammexplosion föreligger. Utgående från utrymmets klass, väljs eltrustning enligt *Tabell 3*. [2]

Tabell 3: Utrustningar i olika utrymmesklasser. [2]

Utrymme	Utrymmes-klass	ATEX-utrustningsdirektivets utrustningsklass	Explosionsskyddsnivån EPL för utrustningar
Gasexplosions-farligt utrymme	0	1G	Ga
	1	1G, 2G	Ga, Gb
	2	1G, 2G, 3G	Ga, Gb, Gc
Damm-explosionsfarligt utrymme	20	1D	Da
	21	1D, 2D	Da, Db
	22	1D, 2D, 3D	Da, Db, Dc

I hallprojektet har i detta skede inte någon utrymmesklassificering med tanke på explosion eller brand gjorts för snickeriet eller måleriutrymmet. Elinstallationerna i måleriutrymmet har ändå planerats så att endast det som är nödvändigt för användningen av utrymmet finns inne i själva utrymmet. Kapsling av eltrustningen kan därför inte i nuläget fastställas men att någon typ av Ex-märkning krävs i är troligt eftersom sprutmålning förväntas förekomma. I snickeriet är det möjligt att klassificeringen som brandfarligt utrymme undgås helt eftersom centralspånsug-system kommer att installeras till snickerimaskinerna, vilket minskar samling av spån och damm på maskiner och utrustning avsevärt.

7 Brandlarm

I kapitlet om brandlarm har krav som berör brandvarnare och brandlarmanläggningar studerats. Olika typer av brandtekniska anläggningar undersöks och presenteras, och val av brandlarmstyp för hallprojektet förklaras. Förordningar som tillämpas gällande brandsäkerhet i nya byggnader är; *"848/2017 Miljöministeriets förordning om byggnaders brandsäkerhet"* [17] och *"239/2009 Inrikesministeriets förordning om placering och underhåll av brandvarnare"* [18].

Kraven som ställs på brandvarnare och brandlarmanläggningar beror på byggnadens användningsändamål och dess storlek, för att kunna välja rätt typ av larm måste man förstå skillnaden mellan brandvarnare och brandlarm. Ett brandlarm är en mer avancerad anläggning som består av flera komponenter, medan en brandvarnare är en enda komponent. Brandlarmanläggningar kan också kopplas till nödcentralen.

Ett **brandlarm** består i allmänhet av följande saker:

- Detektor – upptäcker och indikerar vid brand.
 - Larmknapp – aktiverar brandlarmet manuellt.
 - Larmdon – ringklockor, sirener eller blyxtljus.
 - Centralapparat – övervakar, styr och larmar vid brand eller fel i anläggningen.
 - Larmöverföring – sänder larm till larmcentral.
 - Orienteringsritningar – ritningar som visar var i byggnaden aktuella detektorer finns.
- [19]

En **brandvarnare** är *"en anordning, som upptäcker rök och ger akustiskt larm"* [18], dvs. en enhet som har egen detektor och eget larmdon. Brandvarnare kan ha eget batteri eller vara både anslutna till elnätet och ha eget batteri. Vid installation av brandvarnare i nybyggen krävs att brandvarnare ansluts till elnätet.

I bostäder är det obligatoriskt med brandvarnare. För varje påbörjad 60 m² krävs minst att en brandvarnare finns, på varje våning och i sovrum ska också finnas brandvarnare. [20]

I vissa byggnader finns krav på brandlarmanläggning och i vissa fall krävs också att brandlarmanläggningen ansluts till nödcentralen. Valet av brandvarnare eller brandlarm görs enligt (tabell 4). [17]

Tabell 4: Krav på brandlarmanläggningar. [17]

Utrymme	Antal platser	Brandvarnare ansluten till elnätet	Brandlarm- anläggning	Brandlarm- anläggning ansluten till nödcentral
Bostäder anslutna till elnätet	Ingen begränsning	x		
Inkvarteringsutrymmen	Högst 50 inkvarteringsplatser	x		
	Över 50 inkvarteringsplatser			x
Vårdinrättningar, i allmänhet	Högst 25 bäddplatser	x		
Dygnet-runt- daghem	Över 25 bäddplatser			x
	Högst 50 bäddplatser	x		
	Över 50 bäddplatser			x
Dagvårdsinrättningar Daghem och andra utrymmen för småbarnspedagogik	Ingen begränsning	x		
	Högst 150 barn som vårdas			
	Över 150 barn som vårdas		x	
Skolor	Högst 250 elever	x		
	251-500 elever		x	
	Över 500 elever			x

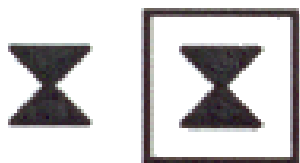
Även om det inte krävs att brandlarmanläggning installeras i en byggnad, är det vanligt att det installeras i stora byggnader eftersom det ger ett säkrare skydd och dessutom är det vanligt att försäkringsbolag erbjuder billigare premier om brandlarmanläggning installeras i fastigheten.

I hallprojektet har det preliminärt planerats, att använda nätanslutna brandvarnare på 2:a våningen, i både bostadslägenheten och kontoret. En brandlarmanläggning för hela byggnaden är inte utesluten, men den planeras inte i detta skede.

8 Utrymningsbelysning

Enligt inrikesministeriets förordning 805/2005 måste utgångar och förbindelser till utgångar märkas och belysas på ett tillräckligt sätt, som klart visar var utgångar och förbindelser till dem är vid händelse av brand t.ex. med utrymningsbelysningsskyltar. Det krävs också att utrymningsbelysningen fungerar tillräckligt länge vid brand, för att säkerställa en trygg utrymning. Kravet är att utrymningsbelysning ska fungera minst 60 min. För att uppnå detta krav används brandsäkra kablar till matning av utrymningsbelysning. Utrymningsvägar ska märkas med skyltar i bl.a. följande typer av utrymmen och byggnader:

- arbetsutrymmen
- lagerutrymmen, där arbete utförs
- produktionsutrymmen
- affärsutrymmen och samlingslokaler. [21]



Figur 13: Symboler för utrymningssbelysning. [22]

9 Plejd-styrenheter

I det här kapitlet undersöks och presenteras några styrenheter inom hemautomation, samt idéer om hur dessa kunde användas i hallprojektet. Det har tidigare i examensarbetet nämnts att någon typ av smart-belysningslösning kunde vara av intresse i kontorsdelen och att ämnet därför kunde undersökas. I själva elplaneringen har inte någon av dessa produkter planerats in i detta skede, men eftersom elplaneringen troligen kommer att uppdateras i viss mån innan projektet verkställs, är det då relativt enkelt att planera in om så önskas. Därför undersöks lite olika produkter inom ämnet här.

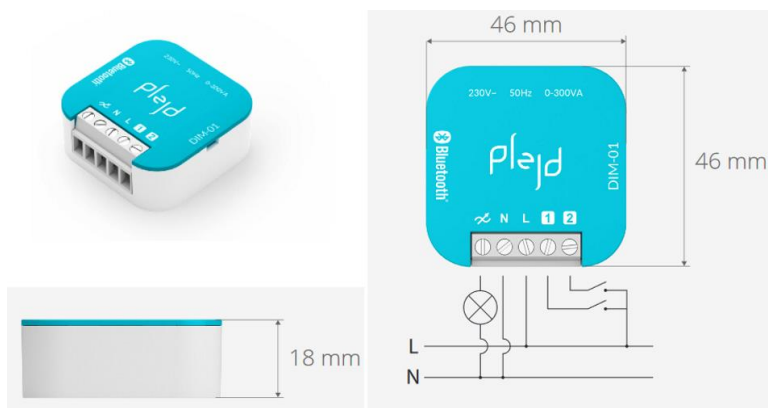
Plejd är ett varumärke som utvecklar och tillverkar styrenheter, även kallade Plejd-puckar, för styrning av belysning och numera även andra typer av laster. Enligt företaget självt är Plejd en ledande leverantör av smarta belysningsstyrningar i Norden. Produkterna styrs från en smart-telefon eller surfplatta med en applikation via Bluetooth, eller med vanliga tryckknappar eller strömställare. Applikationen och produkterna är lätta att använda och konfigurera av användaren, samtidigt som de är enkla att installera och kräver ingen speciell utbildning för en elektriker, därav är denna typ av smarta lösningar en konkurrenskraftig motståndare till komplexa hemautomationssystem som t.ex. KNX-system. En annan sak som är unikt för dessa typer av styrenheter är att de kan samspela med många traditionella komponenter inom elinstallation dvs. man slipper att göra stora renoveringar där hela systemet byggs om, och kan istället bygga vidare och blanda med traditionella komponenter.

Plejd grundades år 2009 och första produkterna var inriktade på så kallade smart-belysningsystem. Idag finns flera olika typer av dimrar och reläer som gör att man nu kan styra laster på upp till 16 A. Alla styrenheter från Plejd har inbyggt veckour och astrour. Ett astrour är ett kopplingsur som följer solens upp- och nedgång. Kopplingsuret programmeras enligt den geografiska position där det används. Med dessa funktioner möjliggörs schemaläggning som följer ett önskat mönster. Om flera enheter installeras kan enheterna kommunicera trådlöst sinsemellan och bildar då ett meshnätverk via Bluetooth som gör att systemet blir stabilt och får lång räckvidd. [23]

Här listas några Plejd-produkter:

9.1 Dosdimmer DIM-01

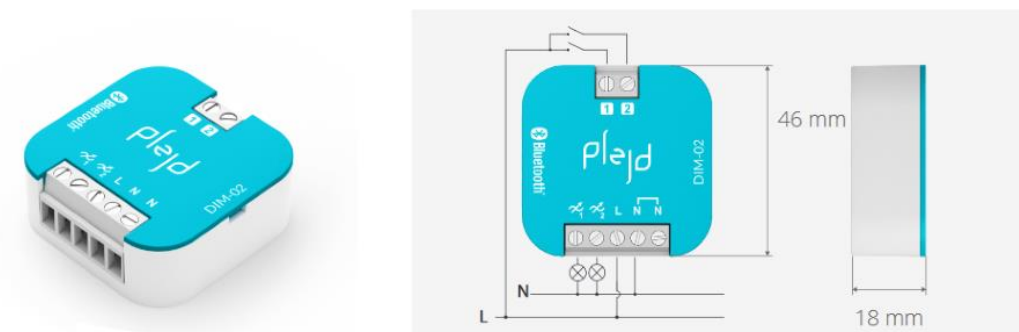
Dosdimmer DIM-01 är en dimmer med två ingångar för styrning genom tryckknapp, strömställare eller rörelsevakt. Produkten kan även styras via Bluetooth genom Plejd-applikationen. Inställbara nivåer för start-, max- och min-värde. Maxeffekt är 300 W. Kan installeras i dosa, bakom de flesta vanliga strömställare som finns på marknaden, eller på DIN-skena i central/kopplingsbox.



Figur 14: Dosdimmer DIM-01. [23]

9.2 Krondimmer DIM-02

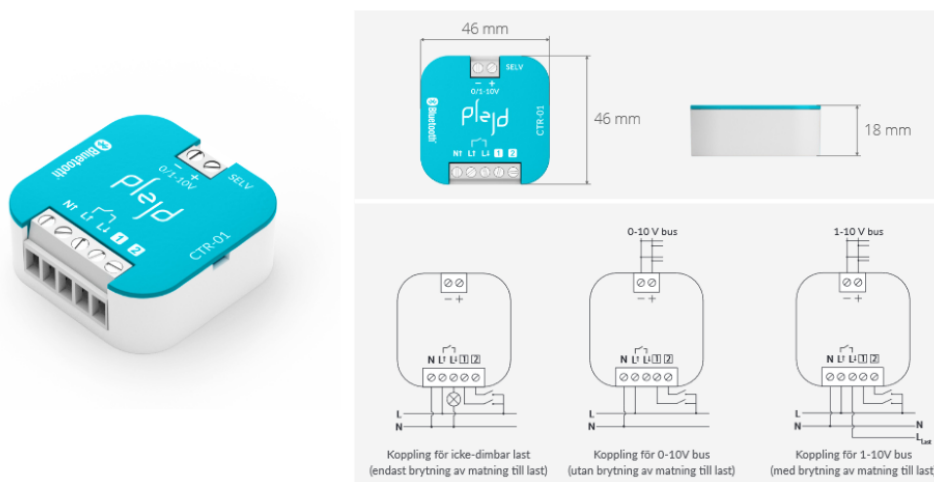
Krondimmer DIM-02 är en 2-kanals dimmer, två utgångar och två ingångar för inkoppling till kronbrytare. Denna fungerar som två i en dimmer (som två enskilda dimrar). Kan både styras genom applikationen och med vanliga strömställare. Inställbara nivåer för start, max och min. Även denna kan installeras både i dosa bakom strömställare och på DIN-skena. Maxeffekt: 200 W.



Figur 15: Krondimmer DIM-02. [23]

9.3 Controller CTR-01

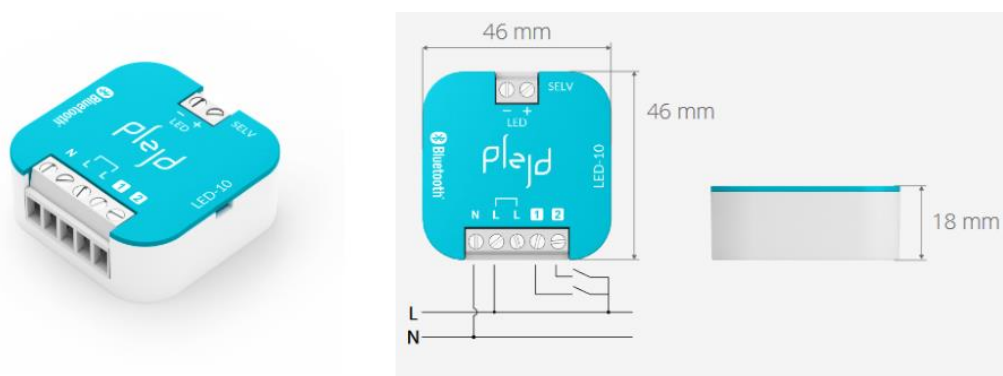
Controller CTR-01 är ett dosrelä för reläbrytning av upp till 16 A laster, ämnad för icke dimbara laster. Kan också användas för att styra tredjepartsprodukter med 0 – 10 V och 1 – 10 V ingångarna. Ingångar för styrning med vanliga strömställare/tryckknappar, denna kan också styras med Plejds vridadapter **RTR-01**, samt via applikationen. Denna kontroller kan installeras i apparatdosa eller på DIN-skena med monteringsclips.



Figur 16: controller CTR-01. [23]

9.4 LED-driver LED-10

LED-10 är en LED-driver som har dimningsfunktion inbyggd. LED-drivern används för att driva och dimra LED-armaturer och LED-band med en effekt på max 10 W. Styrningsmöjligheter är; tryckknapp, rörelsevakt, RTR-01 vridadapter och applikationen. Passar att installera i apparatdosa bakom de flesta tryckknappar.



Figur 17: LED-driver LED-10. [23]

9.5 Gateway GWY-01

Gateway GWY-01 är en produkt som gör det möjligt att styra ett Plejd system på distans. Gatewayen brygger systemets mesh-nätverk med Internet, vilket gör att man kan styra sitt system oavsett var man befinner sig, förutsatt att det finns tillgång till Internet. [23]

9.6 Övriga produkter

Utöver dessa produkter finns också tillbehör såsom trådlös tryckknapp, vridadapter, batteribackup och monteringsclips som på olika sätt kan kombineras med styrenheterna. Batteribackupen bibehåller tidsfunktioner vid strömavbrott. Eftersom alla enheter kommunicerar med varandra krävs endast en batteribackup för ett helt system. [23]

9.7 Tillämpningsområden

I hallbyggnadens kontorsdel kunde dessa enheter användas för att styra belysningen både i de enskilda rummen och i det öppna kontorslandskapet, det skulle ge användaren möjlighet att själv med mobilen anpassa belysningen som den vill. I kontorsdelen är det kanske främst dosdimmern och krondimmern som skulle användas för att åstadkomma detta, eventuellt LED-drivern också på vissa belysningskällor. Om man tänker installera någon av dessa typer av styrdon bör man tänka på detta när man väljer armatur, så att den är dimbar.

Controller-pucken CTR-01 möjliggör också styrning av större belysningsgrupper eller andra typer av laster och kunde därmed installeras i hallens större utrymmen på 1:a våningen, för styrning av olika grupper. Ett scenario kunde då vara att man styr t.ex. kontaktorer för en belysningsgrupp med en CTR-01. Nackdelen med att använda de här produkterna i stora utrymmen är att räckvidden på produkterna kan bli för kort, och då tappar man hela poängen med att trådlöst kunna styra olika elsystem.

På utebelysningsgrupper och grupper som matar reklamskyltar kunde en Plejd-puck också fungera som ett alternativ, t.ex. kunde man schemalägga fasadbelysning eller gårdsbelysning så att det följer ett veckoschema. Fördelen jämfört med ett astrour skulle då vara att man enkelt kan tända när man vill även om det inte är inom klockfunktionens tid.

10 Uppgörande av ritningar

Uppgörandet av elritningarna för projektet har gjorts i ett ritprogram som heter CADS Electric Pro. Programmet har idag bytt namn och går numera under namnet CADMATIC Electrical. CADMATIC Electrical är ett planeringsprogram som baserar sig på databaser vilket möjliggör att flera personer kan arbeta med samma projekt på samma gång. CADMATIC erbjuder marknadens mest omfattande programvara för planering och dokumentering av fastigheters elsystem både tvådimensionellt och tredimensionellt. För examensarbetet har en studerandeversion av CADS Electric Pro programmet använts. [24]

11 Resultat

Resultatet av detta examensarbete blev en preliminär planering för hur elinstallationerna ska se ut i hallprojektet som planeras, samt ett dokument som reder ut vilka saker som är viktiga att tänka på vid elplanering av olika slag. Därmed kan examensarbetet även fungera som ett slags hjälpmedel vid planering av andra projekt. I ritningsväg gjordes installationsritningar (elpunktsritningar), centralscheman, kretsscheman, ritningar för kabelvägar och installationskanaler, samt situationsplan (för utebelysning). Eftersom projektet är i ett så tidigt stadi, var tanken aldrig att göra en komplett planering av fastigheten, eftersom många saker ännu är oklara gällande verksamhetens omfattning, maskiner och placering av olika saker. Examensarbetet är tänkt att fungera som underlag och hjälpmedel när projektet verkställs.

12 Diskussion

Att arbeta med detta projekt har varit intressant och lärorikt men det har också varit utmanande och krävande, både vad gäller skrivprocessen och delvis ritningsprocessen. Det som har varit det svåraste gällande teori och skrivande är att avgränsa innehållet och bestämma hur mycket man ska ta med av olika delar, för att inte lämna bort för mycket men samtidigt inte gå in på detalj för mycket.

I planerings- och ritningsväg har projektet också varit en helt ny utmaning för mig, eftersom jag aldrig tidigare har gjort en så här komplett elplanering för ett så här stort projekt. Redan när valet av ämne och projekt för examensarbetet gjordes var jag medveten om att detta skulle bli en utmaning, men ville ändå ta detta tillfälle i akt för att verkligen få lära mig mera om elplanering eftersom det är ett ämne som intresserar mig. En annan orsak till att planeringen var svår var att projektet var i ett väldigt tidigt skede när examensarbetet utfördes, vilket i detta fall betyder att en del saker i skrivande stund fortfarande är oklara hur det kommer att bli när projektet verkställs.

Tack vare bra handledning både från skolans och företagets sida, har examensarbetet varit mycket lärorikt och givande även om resultatet inte har blivit en slutgiltig planering av objektet. Jag vill därmed tacka mina handledare Lars Enström från Yrkeshögskolan Novia, samt Jan Engman och övriga anställda på Engman Services för all den hjälp och vägledning jag fått.

Källförteckning

- [1] SFS, Finlands Standardiseringsförbund, Lågspänningselinstallationer. Del 1-1: Allmänna krav (SFS 6000 delarna 1-6), Helsingfors: Finlands Standardiseringsförbund SFS rf, 2018.
- [2] E. Tiainen, Handbok om byggnaders elinstallationer, Esbo: Elentreprenörsförbund STUL, 2018.
- [3] Justitieministeriet, "Finlex," Edita Publishing Ab, 6 12 2016. [Online]. Available: <https://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2016/20161135#Pidp446623360>. [Använd 17 12 2019].
- [4] J. Ahoranta, Elinstallationsteknik, Tammerfors: Utbildningsstyrelsen, 2012.
- [5] "Hidealite," Elektro Elco AB, [Online]. Available: <https://www.hidealite.com/sv-se/kunskap/begrepp/ip-klasser/ip-klasser-inomhus>. [Använd 7 1 2020].
- [6] "Jordningssystem," 17 9 2018. [Online]. Available: <https://sv.wikipedia.org/wiki/Jordningssystem>. [Använd 19 2 2020].
- [7] "Elsäkerhetsverket," 2013. [Online]. Available: https://www.elsakerhetsverket.se/globalassets/publikationer/broschyrrer/broschyr_jordfelsbrytare-2013.pdf. [Använd 9 1 2020].
- [8] "Voltimum," Voltimum, [Online]. Available: <https://www.voltimum.se/glossary/potentialutjamning>. [Använd 15 1 2020].
- [9] "CENELEC," CENELEC European Committee for Electrotechnical Standardization, [Online]. Available: <https://www.cenelec.eu/aboutcenelec/whoweare/index.html>. [Använd 17 1 2020].
- [10] "Prysmian Group," [Online]. Available: https://fi.prysmiangroup.com/sites/default/files/business_markets/markets/downloads/datasheets/cpr%20AMCMK%200,6_1kV_180118.pdf. [Använd 18 1 2020].
- [11] "Prysmian Group," Prysmian Group, [Online]. Available: <https://fi.prysmiangroup.com/tukut-urakoitsijat/kumikaapelit>. [Använd 18 1 2020].
- [12] Oy, Sähköinfo, "ST kortisto ST 13.31. Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen," Sähköinfo ry, Esbo, 2001.
- [13] SFS, Finlands Standardiseringsförbund, Lågspänningselinstallationer. Del 1-2: Installationer i specialutrymmen och tilläggskrav (SFS 6000 delarna 7-8), Helsingfors: Finlands Standardiseringsförbund SFS rf, 2018.

- [14] J. Ahoranta, Inomhusinstallationer, Valkeakoski: Utbildningsstyrelsen, 2007.
- [15] AB, Malux Sweden, "Malux," 25 1 2017. [Online]. Available: https://www.malux.fi/files/Ex_regler-normer_kontroll-underhall-2017.pdf. [Använd 24 1 2020].
- [16] "TUKES," Säkerhets- och kemikalieverket TUKES, 2017. [Online]. Available: <https://tukes.fi/sv/elektricitet/elarbeten-och-elentreprenader/tekniska-krav-for-elinstallationer/elinstallationer-i-bad-och-duschettrymmen>. [Använd 27 1 2020].
- [17] Miljöministeriet, "Finlex," Edita Publishing Ab, 28 11 2017. [Online]. Available: <https://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2017/20170848#Pidp447700208>. [Använd 29 1 2020].
- [18] Inrikesministeriet, "Finlex," Edita Publishing Ab, 14 4 2009. [Online]. Available: <https://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2009/20090239>. [Använd 29 1 2020].
- [19] "dafo," Dafo Brand Ab, [Online]. Available: <https://www.dafo.se/Produkter/Brandlarm/>. [Använd 29 1 2020].
- [20] "TUKES," Säkerhets- och kemikalieverket TUKES, [Online]. Available: <https://tukes.fi/sv/produkter-och-tjanster/anordningar-inom-raddningsvasendet/brandvarnare>. [Använd 29 1 2020].
- [21] Inrikesministeriet, "Finlex," Edita Publishing Ab, 6 10 2005. [Online]. Available: <https://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2005/20050805>. [Använd 29 1 2020].
- [22] "sivustot," [Online]. Available: <http://www.sivustot.net/oppaat/piir.php>. [Använd 24 2 2020].
- [23] "Plejd," Plejd AB, [Online]. Available: <https://www.plejd.com/>. [Använd 19 2 2020].
- [24] "CADS," CADMATIC EAC Oy, [Online]. Available: <http://www.cads.fi/index.php/en/software/cadmatic-electrical/building-electrical-design>. [Använd 29 1 2020].

Bilageförteckning

Bilaga 1 – Installationsritningar (elpunkter)

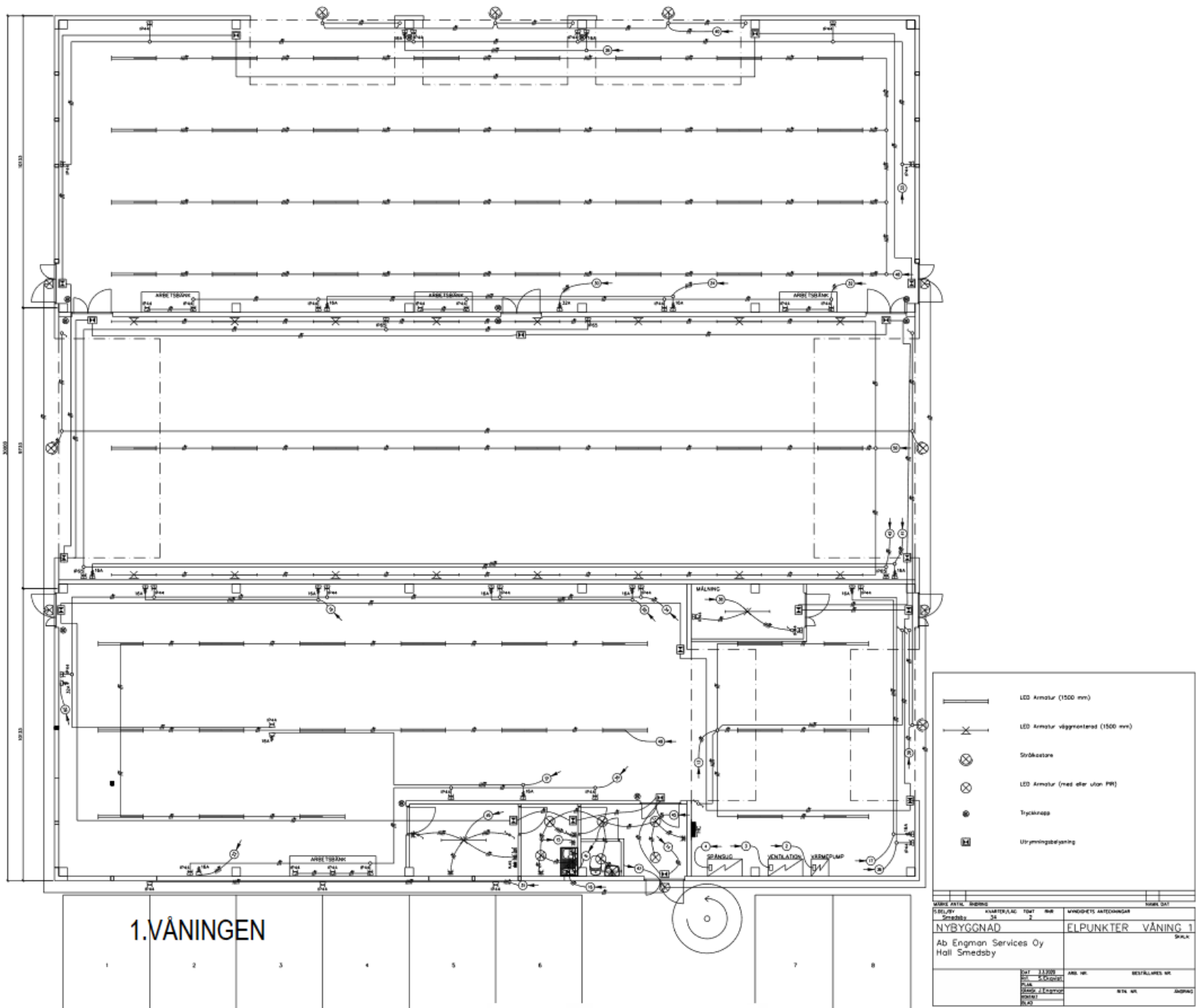
Bilaga 2 – Centralscheman

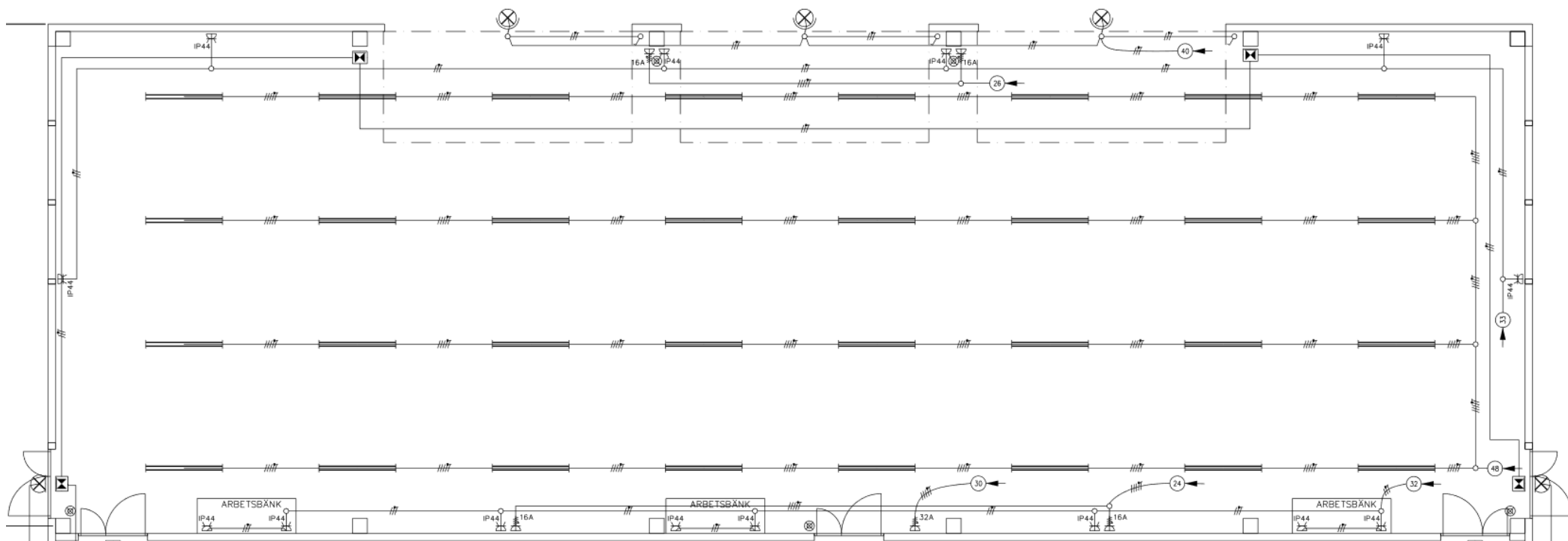
Bilaga 3 – Kretsscheman

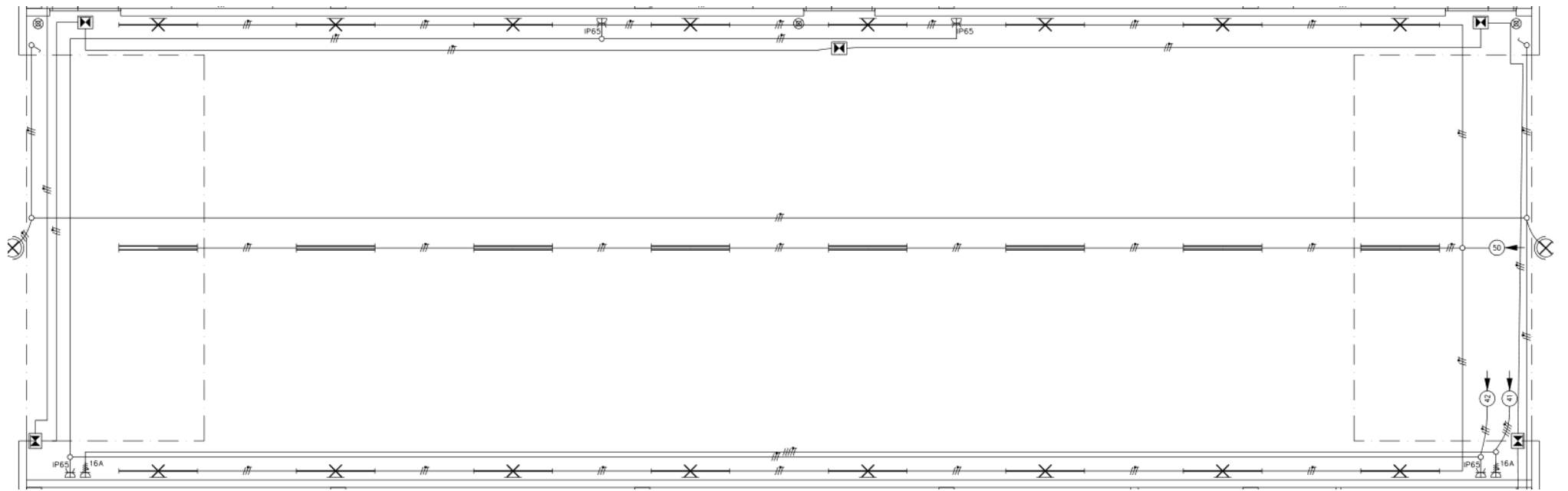
Bilaga 4 – Situationsplan (utebelysning)

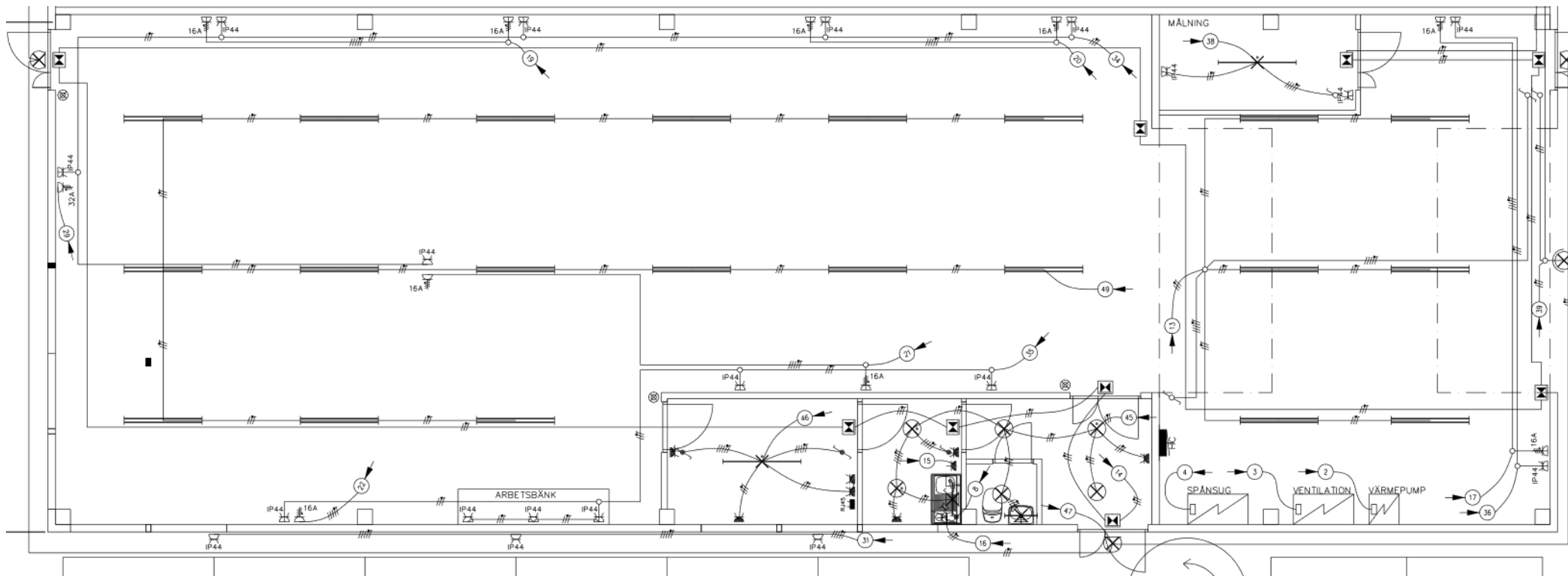
Bilaga 5 – Kabelvägar

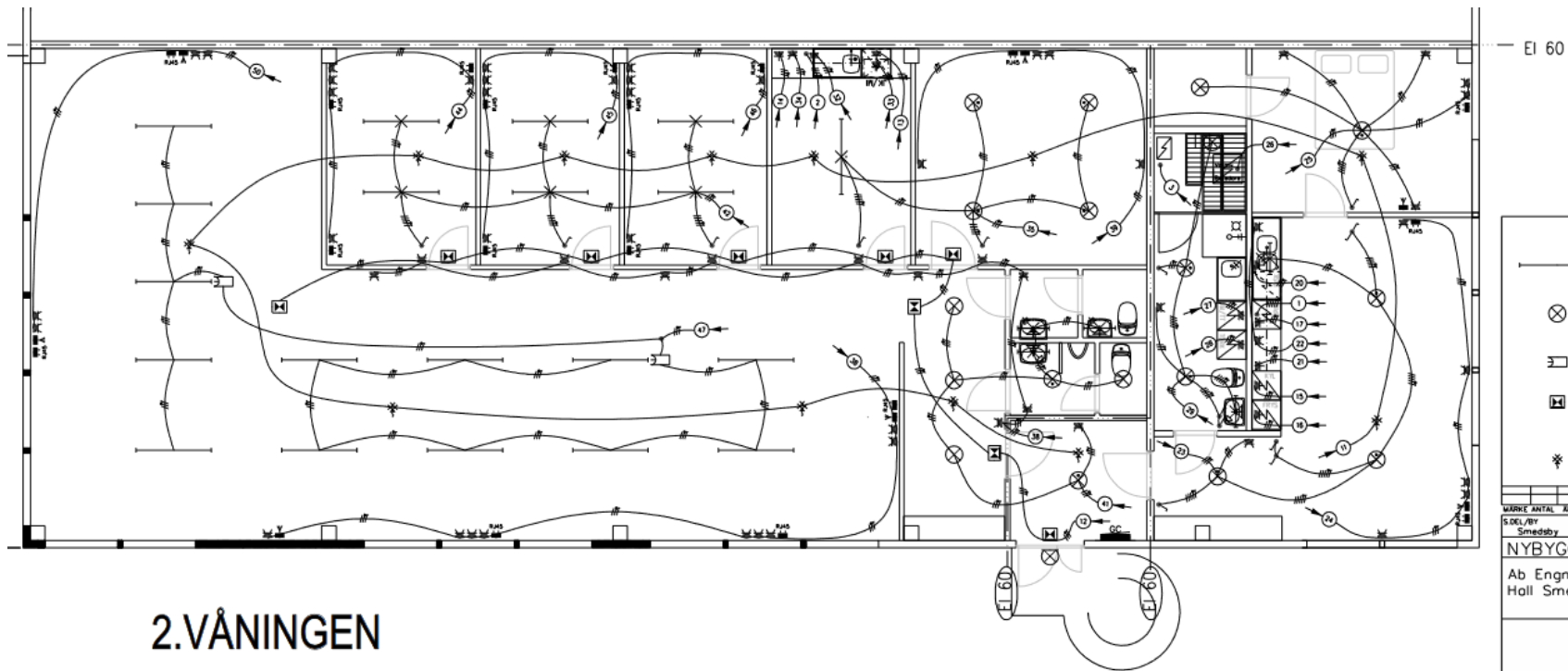
Bilaga 1 – Installationsritningar (elpunkter).











2.VÅNINGEN

<p>— LED Armatur (1500 mm)</p> <p>⊗ LED Armatur (med eller utan PIR)</p> <p>□ Rörelsevak</p> <p>⌂ Utrymningsbelysning</p> <p>* Brandvarnare</p>	
<p>MARKEN ANTAL ANDRING</p> <p>S DEL/RY Smedsby</p>	<p>MYNDIGHETS ANTECKNINGAR</p> <p>NYBYGGNAD</p> <p>Ab Engman Services Oy</p> <p>Hall Smedsby</p>
<p>QVARTER/LAG 34</p> <p>TOMT 2</p> <p>RNR</p> <p>ARB. NR.</p> <p>BESTÄLLARES NR.</p> <p>RETN. NR.</p> <p>ANDRING</p>	<p>ELPUNKTER VÅNING 2</p> <p>SKALA:</p>

Bilaga 2 – Centralscheman.

22.4.2023

D ändring

E ändring

F ändring

A ändring

B ändring

C ändring

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
A	CENTRAL							GRUPP	ADRESS							KOD	LEDNING	kVA/kW	A / A	ANM.							
B									Jordning																		
C									Matning Distributionsnöt								AXMK 4x95		125								
D																											
E									Överspänningsskydd																		
F								1	Matning Gruppcentral								MMJ 5x10 S		25/25								
G								2	Värmepump								MMJ 5x2,5 S		C16								
H								3	Ventilationsmaskin								MMJ 5x2,5 S		C16								
J								4	Spånsug								MMJ 5x2,5 S		C16								
K								5	Ledig										C16								
L								6	Ledig										C16								
M								7	Ledig										C16								
N								8	Spis Kafferum								MMJ 3x2,5 S		C16	L1							
O								9	Lyftdörrar Maskinhall								MMJ 3x2,5 S		C16	L2							
P								10	Lyftdörrar Snickeri								MMJ 3x2,5 S		C16	L3							
R								11	Ledig										C10								
S								11	Ledig										C10								
								12	Ledig										C10								

Ab Engman Services Oy

Huvudcentral (HC)

Plan. /17.2.2020

Rit. Sebastian Ekqvist

Gransk.

Objekt Hall Smedsby

Blod 1/5

Ritning nr.

Central HC

Proj.nr.

21.2.2020

D ändring

E ändring

F ändring

A ändring

B ändring

C ändring

			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.													
							13	Belysning Lager					MMJ 3x1,5 S		C10	L1														
							14	Utrymningsbelysning					FRHF 3x1,5 S		C10	L2														
							15	Kylskåp Kafferum					MMJ 3x1,5 S		C10	L3														
							16	Spisfläkt Kafferum					MMJ 3x1,5 S		C10	L1														
							17	Ledig							C10	L2														
							18	Ledig							C10	L3														
							19	3-fas Uttag Snickeri					MMJ 5x2,5 S		C16															
							20	3-fas Uttag Snickeri					MMJ 5x2,5 S		C16															
							21	3-fas Uttag Snickeri					MMJ 5x2,5 S		C16															
							22	3-fas Uttag Snickeri					MMJ 5x2,5 S		C16															
							23	Ledig							C10															
							24	3-fas Uttag Maskinhall					MMJ 5x2,5 S		C16															
							25	3-fas Uttag Maskinhall					MMJ 5x2,5 S		C16															
							26	3-fas Uttag Lager					MMJ 5x2,5 S		C16															
							27	Ledig							C16															
							28	Ledig							C10															
							29	3-fas Uttag Snickeri					MMJ 5x6 S		C32															
							30	3-fas Uttag Maskinhall					MMJ 5x6 S		C32															
							31	Motorvärmare					MMJ 5x6 S		C16															

Ab Engman Services Oy

Huvudcentral (HC)

Plan. /17.2.2020

Rit. Sebastian Ekqvist

Gransk.

Objekt Hall Smedsby

Blad 2 / 5

Ritning nr.

Central HC

Proj.nr.

20.2.2020

A
D ändring

B
E ändring

C
F ändring

D
G

E
H

F
J

G
K

H
L

I
M

J
N

K
O

L
P

M
R

N
S

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

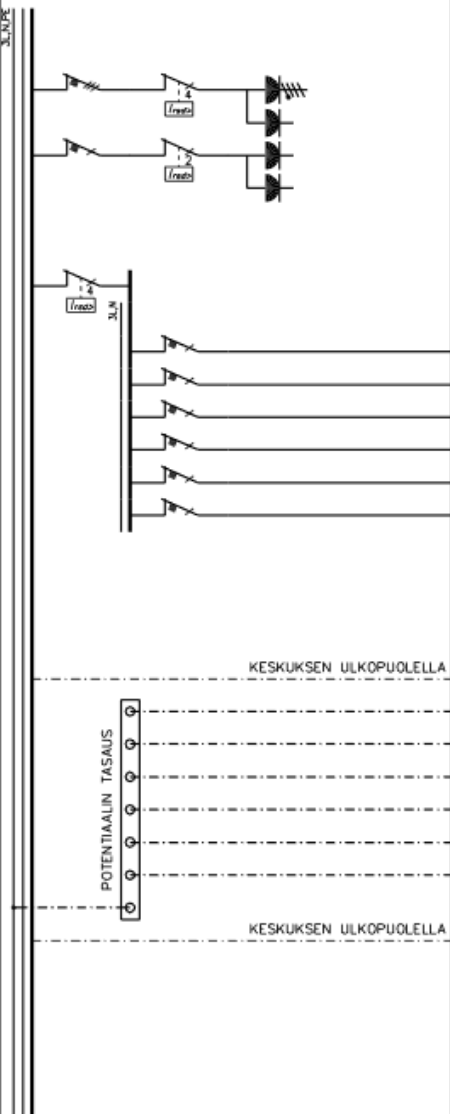
34

35

36

37

</

		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.															
D ändring	E ändring	F ändring																																													
A ändring	B ändring																																														
K	L																																														
M	N																																														
O	P																																														
R	S																																														
Ab Engman Services Oy															Huvudcentral (HC)										Plan. /17.2.2020		Objekt Hall Smedsby		Central HC		Proj.nr.		Rit. Sebastian Ekqvist		Blad 5/5		Ritning nr.		Gransk.								

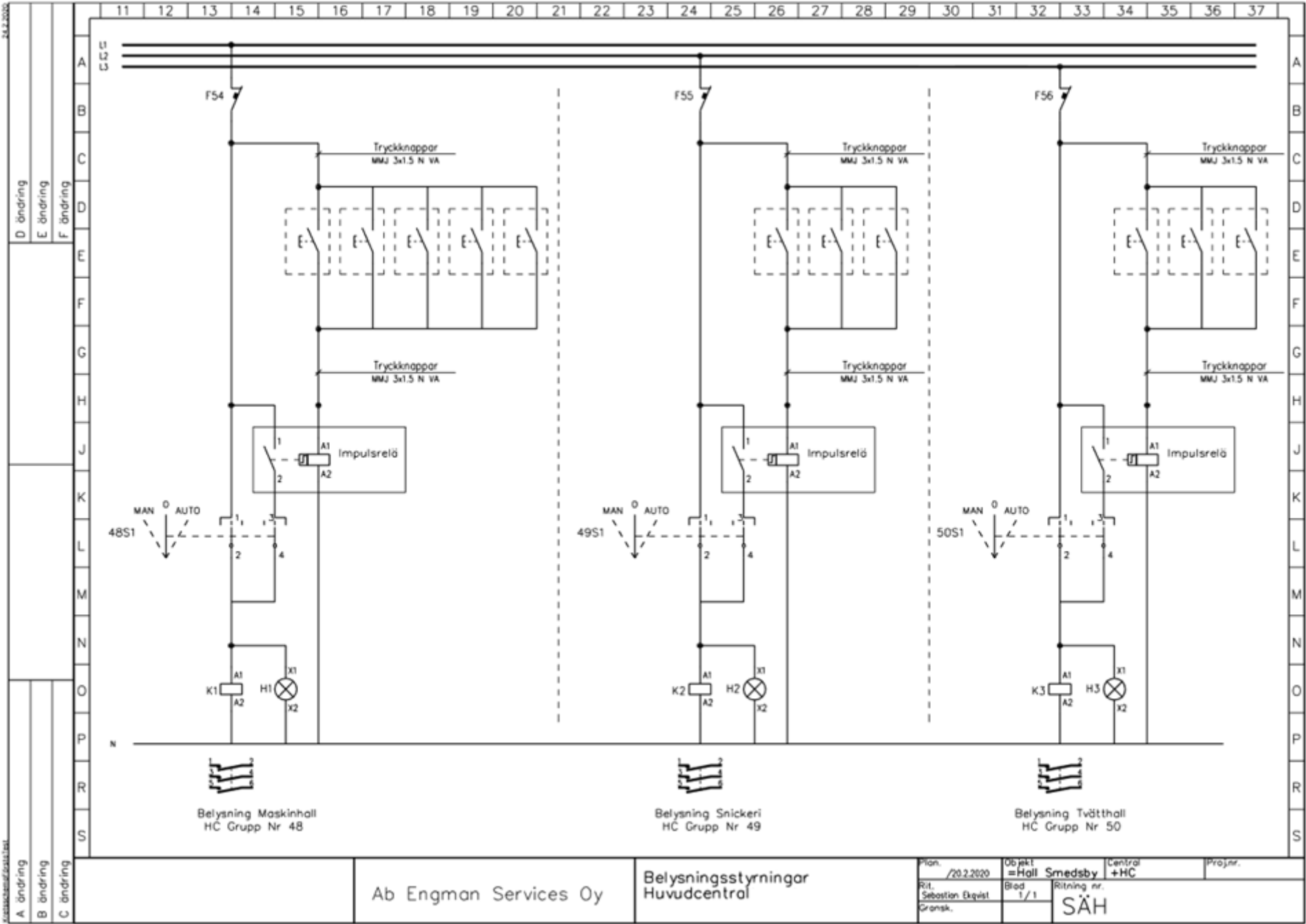
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
A	CENTRAL								GRUPP	ADRESS								KOD	LEDNING	kVA/kW	A / A	ANM.		A				
B									Centralens Jordning															B				
C									Matning från HC Huvudbrytare									MMJ 5x10 S						C				
D																								D				
E									1	Spis Lägenhet									MMJ 5x2,5 S		C16			E				
F									2	Spis Kontor Kafferum									MMJ 5x2,5 S		C16			F				
G									3	Bastuugn Lägenhet									MMJ 5x2,5 S		C16			G				
H									4	Ledig											C16			H				
J									5	Ledig											C16			J				
K									6	Ledig											C10			K				
L									7	Ledig											C10			L				
M									8	Ledig											C16	L1		M				
N									9	Ledig											C16	L2		N				
O									10	Ledig											C16	L3		O				
P									11	Brandvarnare									MMJ 3x1,5 S		C10	L1		P				
R									12	Utrymningsbelysning									FRHF 3x1,5 S		C10	L2		R				
S									13	Kylskåp Kontor Kafferum									MMJ 3x1,5 S		C10	L3		S				
																			</									

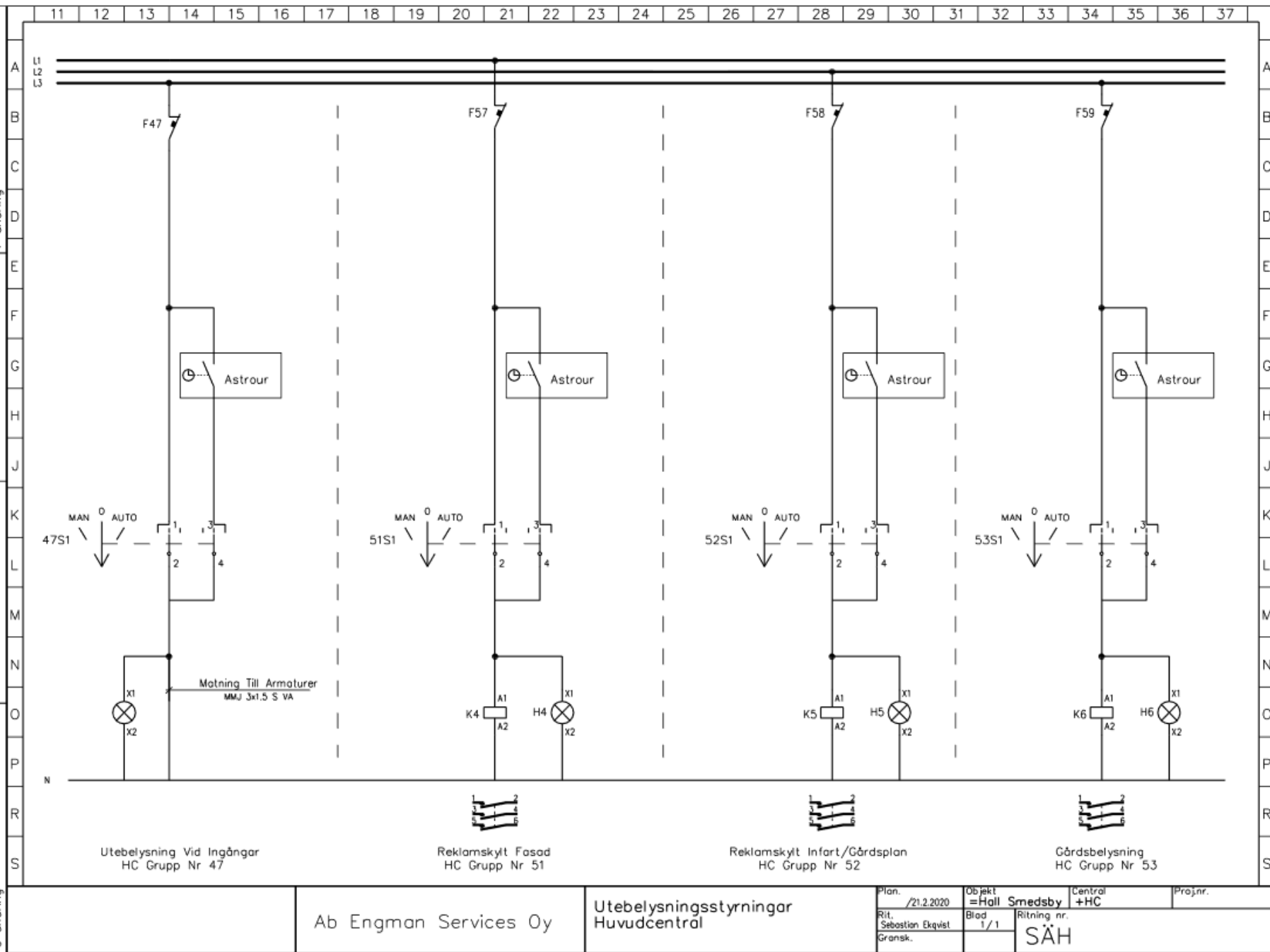
111213141516171819202122232425262728293031323334353637

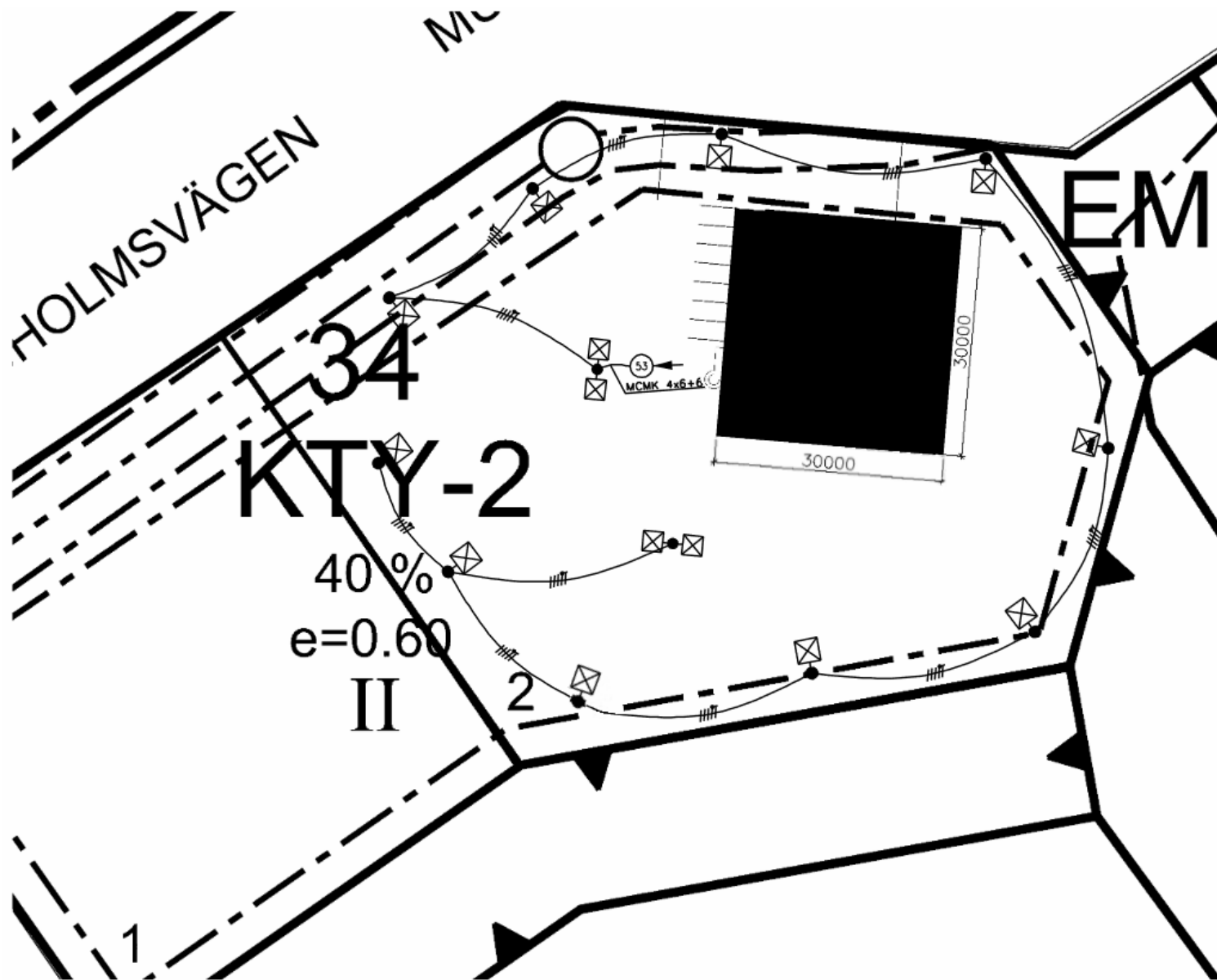
			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37														
			CENTRAL										GRUPP	ADRESS					KOD	LEDNING	kVA/kW	A / A		ANM.																			
																						</																					

[illegible]

Bilaga 3 – Kretsscheman.







BYGGNADEN AVSES UPPFÖRAS
MED FASADER AV PAROC-ELEMENT.
FÄRGEN ÄR MELLANGRÅ MED PATRTIER
OCH DETALJER I MÖRGRÅTT

TOMT 2 I KVARTER 34

TOMT AREAL 7387 m²
BYGGRÄTT $e=0,60$ 4433 m²

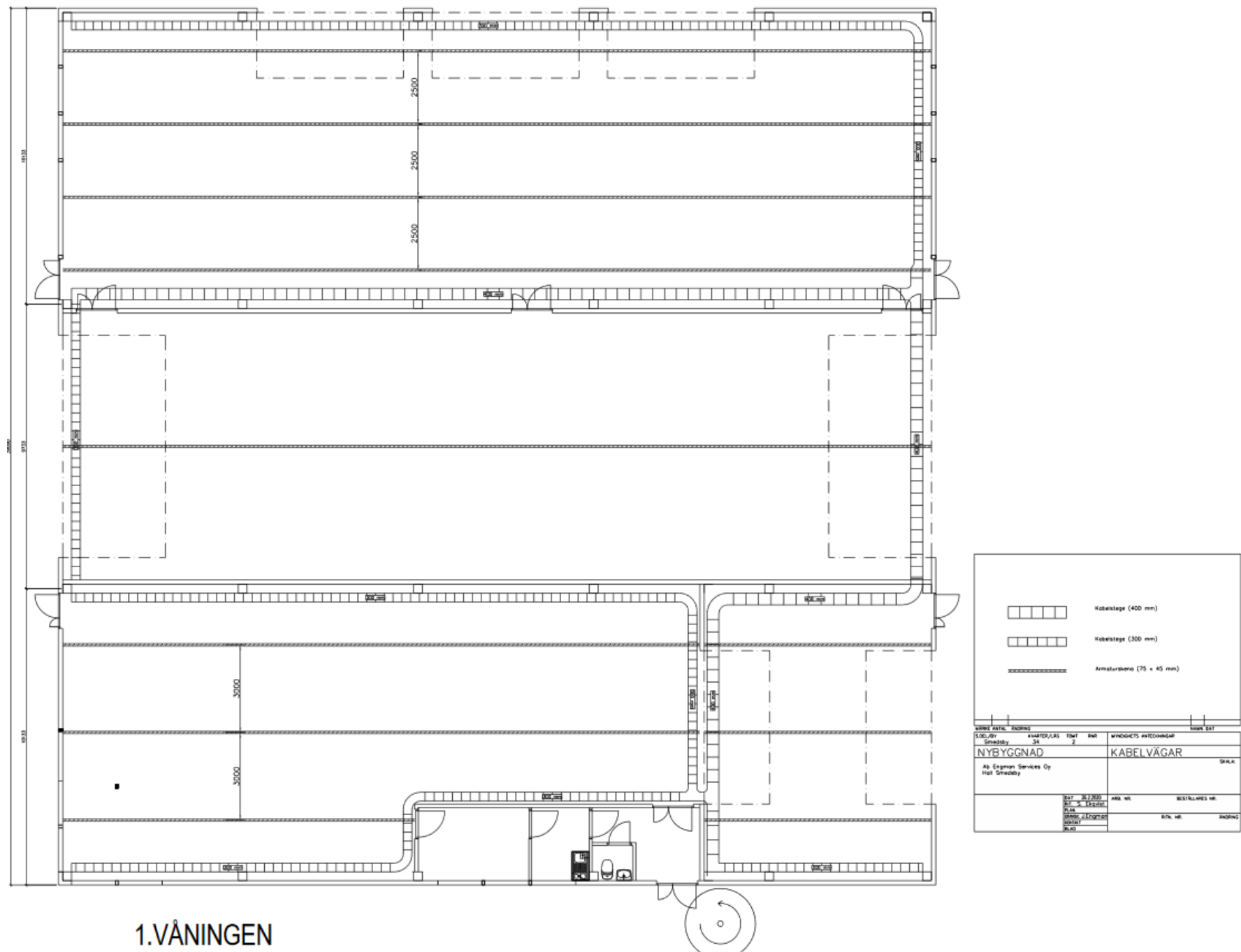
VÅNINGSYTA:
1. VÅNINGEN 900m²
2. VÅNINGEN 303m²
TOTALT 1203m²

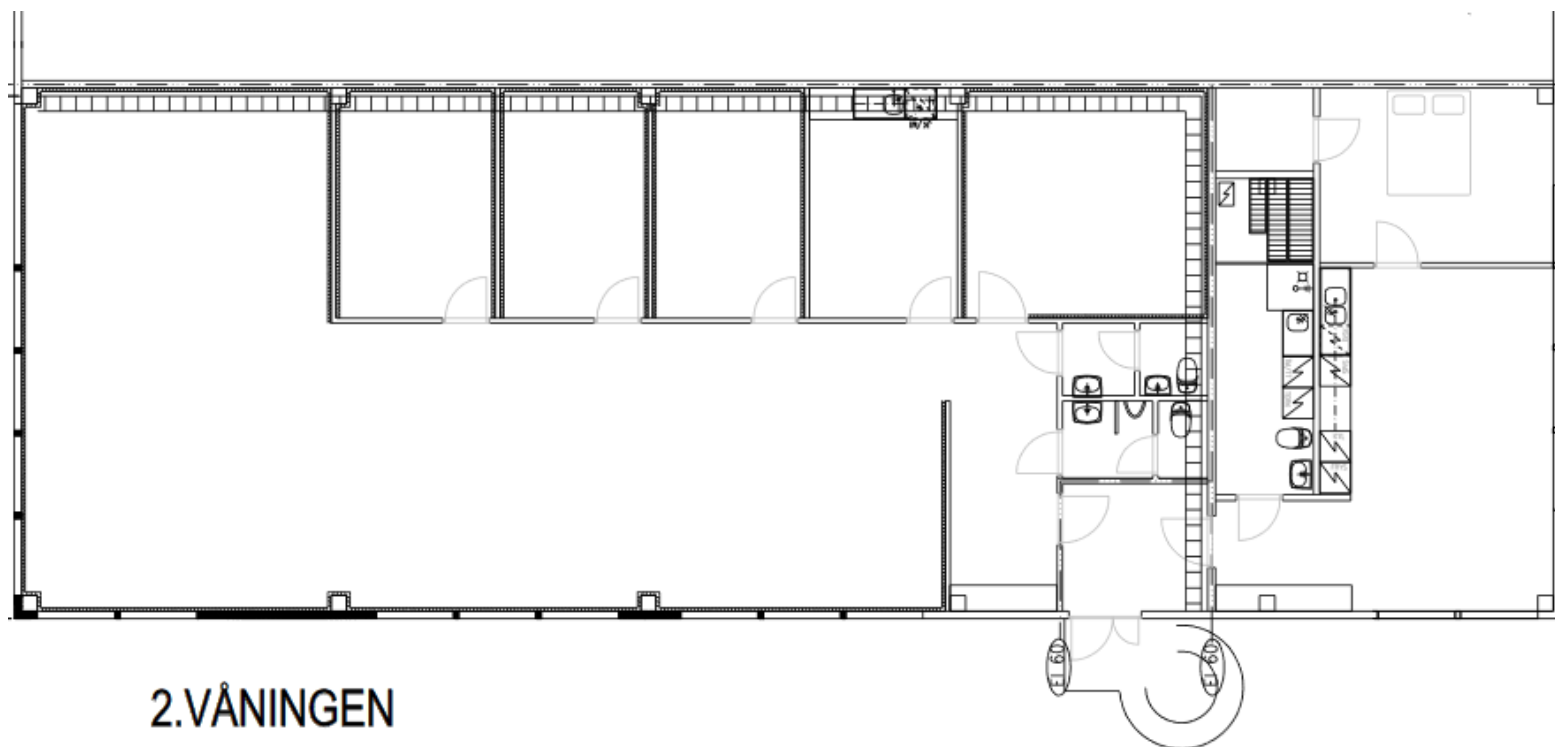
SITUATIONSPLAN 1:500 (A3)

ENGMAN SERVICES TOMT 2 kv 34

PRELIMINÄR PLANRITNING 21.11.2018

Bilaga 5 – Kabelvägar.





----- Installationskanal (170 x 85 mm)

||||| Kabelstege (300 mm)

KABELLÄGNADE				NAMN DAT	
BYGGNAD	KVÄRTER/LAG	Skall	Rör	MYNDSHETS ANTECKNINGAR	
NYBYGGNAD	34	2		SKALA:	
Ab Engman Services Oy Heli Smedsby				BESTÄLLARES NR.	
DAT 25.7.2000 RIT. S. Esqvist PLAN DRAUG J. Engman KONT. J. Engman R. AC				ARB. NR.	BÄDRING
				RITN. NR.	