

Elplanering av affärshall

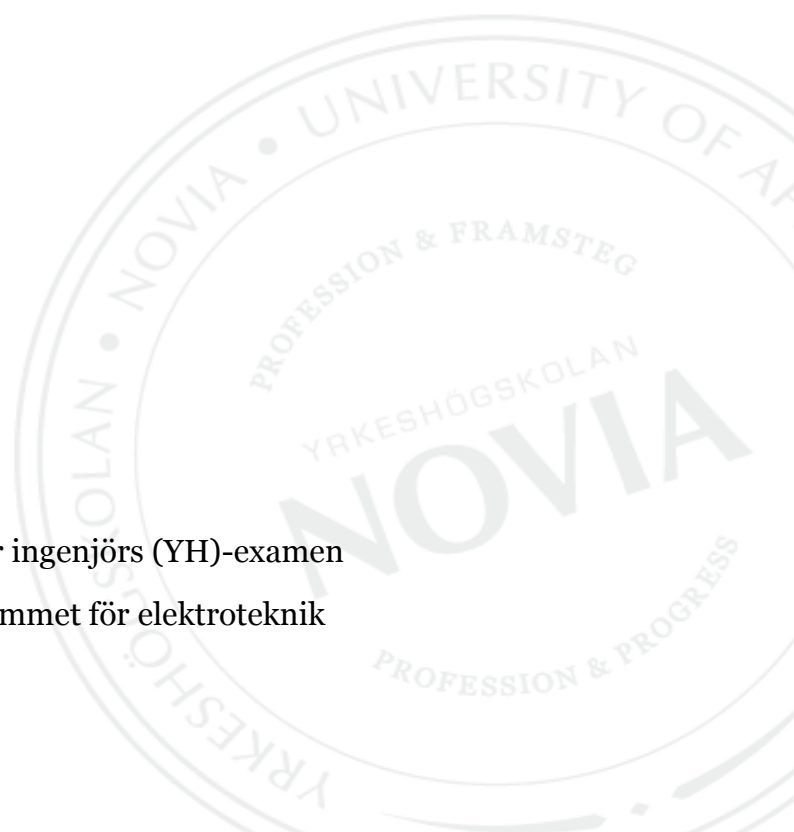
2000 m² affärsyta

Mats Enkvist

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för elektroteknik

Vasa 2012



EXAMENSARBETE

Författare: Mats Enkvist
Utbildningsprogram och ort: Elektroteknik, Vasa
Inriktningalternativ: Elkraftsteknik
Handledare: Lars Enström

Titel: *Elplanering av affärshall – 2000 m² affärsyta*

Datum 25.3.2012

Sidantal 40

Bilagor 8

Abstrakt

Detta dokument innefattar dels en teoretisk del av examensarbetet som behandlar bl.a. kabeldimensioneringar, fördelningssystem och jordning, och dels en mera praktisk del där jag går igenom själva elplaneringens utförande.

Projektet omfattar en fullständig elplanering av fyra affärslokaler i en byggnad på 2000m². Dokumenten som finns med i planeringen är ritningsförteckning, situationsplan, elpunkter över våning 1 och våning 2, jordningsschema, huvudschema för huvudcentral samt fyra gruppcentraler, armaturförteckning, nödbelysningsschema samt ADB-schema. Som ritprogram har använts *CADS Planner*.

I den teoretiska delen beskrivs vad man skall tänka på vid en kabeldimensionering, bl.a. att alla gällande krav uppfylls för ett visst installationssätt. Här beskrivs även jordning och dess syfte, jordfelsbrytaren och dess användningsområden, belysning och armaturer samt kraven för speciella utrymmen såsom duschutrymmen. I den andra delen av dokumentet beskrivs mera ingående tillvägagångssättet vid elplaneringen. Här behandlas saker såsom planering av huvudcentral och gruppcentraler, planering av belysning i affärerna, uttagsplaceringar i affärerna, planering av befolkningsskydd samt dimensionering av stigarkablar.

Det slutliga resultatet blev en välgjord och fullständig elplanering över fyra affärslokaler. Vid planeringen har elsäkerhetsföreskrifterna enligt SFS 6000 beaktats. I skrivande stund driver man affärsverksamhet i två av dessa utrymmen, medan två utrymmen ännu färdigställs.

Språk: svenska

Nyckelord: elplanering, överdimensionering, elcentral, kabeldimensionering

Tillgängligt: Theseus.fi

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Mats Enkvist
Koulutuspaikkakunta ja ohjelma: Sähkötekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto: Sähkövoimatekniikka
Ohjaaja: Lars Enström

Nimike: *Liikehallin sähkösuunnittelua*

Päivämäärä 25.3.2012 Sivumäärä 40 Liitteet 8

Tiivistelmä

Tämä asiakirja sisältää ensiksi teoriaosan opinnäytetyöstäni, joka käsittää mm. kaapelimitoitukset, jakelujärjestelmät, maadoituksen ja valaistuksen. Toisessa osassa käsitellään sähkösuunnittelun laatiminen.

Projekti sisältää 2000 m²:n liikehallin täydellisen sähkösuunnittelun, sisältäen neljä liikettä. Asiakirjat, jotka kuuluvat projektiin, ovat: piirustusluettelo, asemakaava, 1. ja 2. kerroksen sähköpisteet, maadoituskaavion, pääkaavion sähköpääkeskuksen ja neljä ryhmäkeskusta, valaisinluettelon, turvalaistuskäytävän ja ATK-kaavion.

Teoriaosassa kuvataan kaapeleiden mitoitus, miten otetaan huomioon asennustavat jne. Muut asiat, jotka kuuluvat teoriaosaan, ovat maadoitus ja sen tarkoitus, vikavirtasuojakytkin ja sen käyttöalueet, valaistus ja valaistukset sekä erikoistiloja koskevat vaatimukset. Toinen osa kertoo enemmän itse suunnittelusta. Tässä kuvataan sähkökeskusten suunnittelu, valaistuksen suunnittelu, pistorasioiden sijoittaminen, väestönsuojelun suunnittelu ja lopuksi syöttökaapeleiden mitoitus.

Lopputuloksena syntyi hyvin tehty 2000 m² liikehallin täydellinen sähkösuunnittelu. Tätä kirjoitettaessa on liiketoimintaa kahdessa näissä liikkeessä.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: sähkösuunnittelu, ylimitoitus, sähkökeskus, kaapelimitoitus

Arkistoidaan: Verkkokirjastossa Theseus.fi.

BACHELOR'S THESIS

Author: Mats Enkvist
Degree programme: Electrical technology
Specialization: Electrical power engineering
Supervisor: Lars Enström

Title: *Electricity layout of a commercial building*

Date 25.3.2012 Number of pages 40 Appendices 8

Abstract

This Bachelor's thesis contains at first a theoretical part which deals with e.g. cable sizing, distribution systems and grounding. The second part tells more about the electrical planning and how I advanced in the project.

The project covers a complete electrical planning/layout of a 2000 m² commercial building intended for four shops. Documents that belong to the project are drawing list, situation plan, electric points on floor 1 and floor 2, grounding diagram, main diagram for the switchboards, luminaire list, emergency lighting diagram and ADP diagram.

The theoretical part describes cable sizing, grounding and the purpose of grounding, the residual current device and where it is used, lighting and luminaires etc. The second part describes the project and the electrical planning. Things included in that part are: the planning of the switchboards, the planning of the luminaires and their placement, sizing of main cables etc.

The result of the thesis is a well done and complete electrical layout of four stores. At the time of writing two stores have opened.

Language: Swedish

Keywords: Electrical planning, oversizing, switchboard, cablesizing

Filed at: Web library Theseus.fi

Innehållsförteckning

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Inledning..... | 1 |
| 1.1 | Bakgrund..... | 1 |
| 1.2 | Uppdragsgivare..... | 1 |
| 1.3 | Projektet..... | 2 |
| 2 | Val av elmateriel..... | 2 |
| 2.1 | Jordning | 2 |
| 2.1.1 | Skyddsledare..... | 3 |
| 2.1.2 | PEN-ledare..... | 4 |
| 2.1.3 | Jordelektrod | 4 |
| 2.1.4 | Potentialutjämning..... | 4 |
| 2.2 | Jordfelsbrytare | 5 |
| 2.2.1 | Användningsområden..... | 7 |
| 2.3 | Fördelningssystem | 7 |
| 2.3.1 | TN- system | 7 |
| 2.3.2 | TT-system..... | 9 |
| 2.3.3 | IT-system..... | 9 |
| 3 | Kabel- och säkringsdimensionering | 10 |
| 3.1 | Ledningars belastningsförmåga | 11 |
| 3.2 | Dimensionering av skyddsledare | 14 |
| 4 | Belysning..... | 15 |
| 4.1 | Allmänna krav för en armatur..... | 16 |
| 4.2 | Val av armatur | 16 |
| 4.3 | Säkerhetsbelysningssystem..... | 18 |
| 4.3.1 | Utrymningsskyltar | 19 |
| 4.3.2 | Belysning vid utrymningsvägar..... | 20 |
| 5 | Elinstallationer i speciella utrymmen | 20 |
| 5.1 | Bad- och duschutrymmen | 20 |
| 5.2 | Basturum..... | 23 |
| 6 | Utförande..... | 24 |
| 6.1 | Planering av centraler | 24 |
| 6.1.1 | Planering av huvudcentral | 25 |
| 6.1.2 | Planering av gruppcentraler..... | 26 |
| 6.2 | Planering av belysning..... | 26 |
| 6.3 | Planering av nöd- och reservbelysning..... | 28 |
| 6.4 | Planering av rökgassystem..... | 28 |

| | | |
|-------|--|----|
| 6.5 | Befolkningsskydd | 29 |
| 6.5.1 | Planering av befolkningsskydd..... | 29 |
| 6.6 | Uttagsplanering | 30 |
| 6.7 | ADB-planering..... | 30 |
| 6.8 | Dimensionering av matningskablar | 31 |
| 6.9 | Beräkning av kortslutningsströmmar | 34 |
| 7 | Resultat | 36 |
| 8 | Diskussion | 37 |
| | Källförteckning..... | 38 |
| | Bilageförteckning | 40 |

1 Inledning

Detta lärdomsprov innefattar en fullständig elplanering av en affärshall på 2000 m². Hallen är belägen i Jakobstad och kommer att rymma bl.a. en båt-, fritids- och jaktbutik på 1300 m².

Dokumentet är indelat i en teoretisk del samt en praktisk del. I den teoretiska delen behandlas bl.a. jordning, kabel- och säkringsdimensionering, fördelningssystem, jordfelsbrytaren - dess användning och funktion m.m. Den andra delen i dokumentet beskriver tillvägagångssättet vid själva elplaneringen. Här behandlas saker såsom planering av huvudcentral och gruppcentraler, belysningsplanering för affärsutrymmena, planering av befolkningskydd samt dimensionering av stigarkablarna.

1.1 Bakgrund

Förra sommaren jobbade jag på Asentaja Group i Jakobstad som elmontör. I slutet på sommaren fick jag höra om en affärshall på 2000 m², som då var i byggnadsplaneringsskedet. Jag hade funderat på att eventuellt hitta någon typ av planeringsuppdrag under sommaren och började bekanta mig lite med projektet. Under sensommaren hade jag även haft kontakt med Smartplan, en elplaneringsbyrå som verkar under samma tak som Asentaja Group, och hade själv fått börja pröva på lite elplanering. I samråd med Smartplan kom jag fram till att projektet skulle lämpa sig ypperligt för mig och antog utmaningen.

1.2 Uppdragsgivare

SmartPlan AB har fungerat som uppdragsgivare för projektet och Richard Granholm har fungerat som handledare åt mig. Från Yrkeshögskolan Novia har Lars Enström fungerat som handledare.

1.3 Projektet

Projektet innefattar en elplanering av totalt fyra affärslokaler. Den största är, som redan nämnts 1300 m², dessutom finns där en mindre hall på 300 m² samt två små utrymmen på 150 m² vardera. Planeringen påbörjades i ett ganska tidigt skede, dvs. i augusti 2011 och innefattar följande dokument:

- Ritningsförteckning
- Situationsplan
- Elpunkter våning 1 och våning 2
- Jordningsschema
- Huvudschema huvudcentral samt fem gruppcentraler
- Armaturförteckning
- Nödbelysningsschema
- ADB-schema

2 Val av elmateriel

Vid en elplanering finns det många saker som man bör tänka på vad gäller val av elmateriel. Här behandlas jordfelsbrytaren och dess användning, jordning och dess betydelse och slutligen våra fördelningssystem.

2.1 Jordning

Jordning och potentialutjämning är en mycket viktig del i en elinstallation, oberoende av storleken på elanläggningen. Det primära syftet ur elsäkerhetssynpunkt är att begränsa beröringsspänningar och stegspänningar vid eventuella fel. Andra orsaker till jordning är att hindra överföring av farliga spänningar mellan olika system, hindra uppkomst av läckströmmar samt skapa funktionsförutsättningar för jordfels- och felskydd. /1/

Fel kan uppstå i själva byggnaden pga. elinstallationen eller också pga. fel i elmaterielen. Även det matande systemet, inklusive högspänningsnätet, kan vara orsaken till felsepänningar. Jordning i en byggnad omfattar förutom den egentliga jordelektroden också ett potentialutjämningsystem. /1/

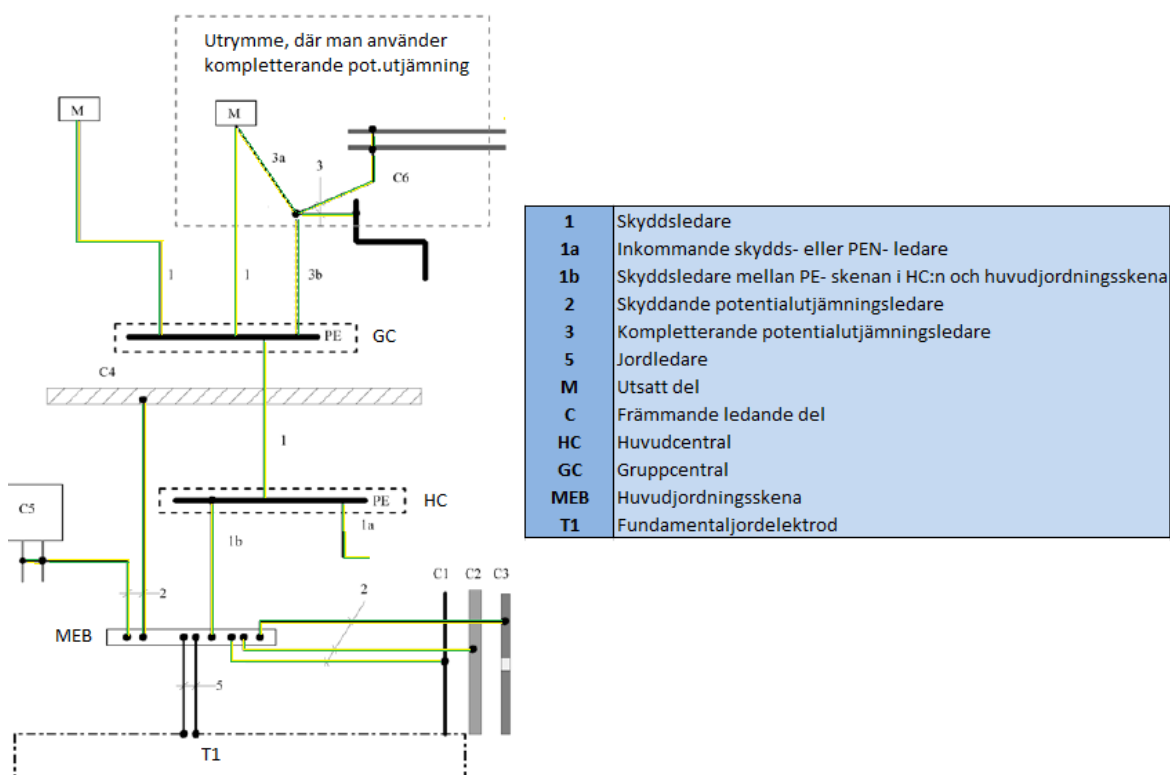
2.1.1 Skyddsledare

Skyddsledaren definieras enligt SFS 6000 som ”en ledare som används i skyddssyfte, t.ex. för att skydda mot elchock” och betecknas ofta med PE. Vid normaldrift är skyddsledaren spänningslös, men kan bli spänningsförande vid isolationsfel. Det samma gäller även för strömmen, den är också nära noll vid normaldrift, men kan vid uppkomst av fel vara mycket stor. /1/

Skyddsledaren kan vara:

- Ledare i flerledarkabel.
- Isolerad eller blank ledare tillsammans med ytterledarna inom gemensamt hölje.
- Fast monterad blank/ isolerad ledare.
- Metallmantel, armering eller koncentrisk ledare.
- Kapsling hos fördelningskena eller kontaktskena.
- Ibland även ledande främmande delar.

Skyddsledaren är en mycket viktig del i en elinstallation, vilket betyder att det skall fästas speciell uppmärksamhet på dess tillförlitlighet. Den bör alltid vara tydligt identifierbar ifrån andra ledare. /1/



Figur 1. Jordnings- och potentialutjämningsystemets principiella uppbyggnad. /1/

2.1.2 PEN-ledare

En PEN-ledare är en kombinerad skyddsledare och nolledare. PEN-ledare får inte användas i nya elinstallationer. Däremot används PEN-ledare i distributionsnät. I en nyinstallation delas PE- och N-ledaren upp som två skilda ledare i anläggningens huvudcentral (TN-S system). Minimiarean för en PEN-ledare är 16 mm^2 aluminium eller 10 mm^2 koppar. /1/

PEN-ledaren skall vara isolerad på samma sätt som fasledarna i en strömkrets. Undantag görs för luftledning (ex. AMKA) och plastisolerade kablar med koncentrisk PEN-ledare. Ifall man separerar PE- och nolledaren i en viss punkt i elinstallationen, får man inte återförena dem efter denna punkt på nytt. Vid denna separeringspunkt skall det finnas skilda anslutningsklämmor för både PE- och nolledaren. /1/

2.1.3 Jordelektrod

En jordelektrod är en ledare som erhåller förbindelse med jorden. Den skall tåla korrosion, vara av säker konstruktion samt ha en tillräckligt stor dimension. Effektiviteten på elektroden beror i första hand på den lokala jordmånen. Den minsta tvärsnittsarean för en jordelektrod är 16 mm^2 koppar eller korrosionsskyddat stål med minst 10 mm^2 tvärsnitt. /1/

Vid alla elanslutningar måste det finnas en jordelektrod. Anslutningars jordelektrod byggs främst för att säkerställa säkerheten i anslutningens elinstallation, men fungerar även i praktiken som en del av distributionsnätets jordningssystem. Med jordelektroden strävar man till att i första hand erhålla en god potentialutjämningsseffekt. /1/

För en elanläggning krävs, enligt *SFS 6000*, en fundamentaljordelektrod som jordelektrod. Detta betyder i praktiken att en ringformad ledande del, nedsänkt i betongen i byggnadens fundament, eller alternativt nedsänkt i marken under fundamentet. Som fundamentaljordtråd kan användas 16 mm^2 koppar eller 90 mm^2 varmförzinkat eller rostfritt stål. /1/

2.1.4 Potentialutjämning

Med potentialutjämning menas förbindning av ledare för att uppnå ekvipotential, dvs. man sammanbinder alla elektriskt utsatta delar så att farliga spänningar undviks vid fel. Potentialutjämning krävs i alla byggander och har en viktig roll i fråga om skydd av elanläggningen. Potentialutjämning indelas i huvudpotentialutjämning,

jordfripotentialutjämning och kompletterande potentialutjämning. Kompletterande potentialutjämning kallas även för lokal potentialutjämning. Vid normaldrift är alla potentialutjämningsledare så gott som spännings- och strömlösa. Potentialutjämningsledare kan bli spänningsförande i de fallen att det uppstår isolationsfel i främmande ledande delar. /1/

Till huvudpotentialutjämningssskenan ansluts den inkommande PEN-ledaren, jordelektroden samt alla främmande ledande delar såsom alla metallrör, byggkonstruktioner av metall, ventilationsanläggningar samt huvudarmeringen. Även telekablers metallmantlar ansluts till huvudpotentialutjämningssskenan. Ifall man har vattenrör av plast men med en kort del av metall (t.ex. skarv), ansluts den delen bara om den finns inom armräckhåll från potentialutjämningssskenan. Skyddsledarens minimiarea är 6mm^2 . /1/

Om det i vissa utrymmen krävs bättre skydd kan man använda kompletterande potentialutjämning. Det betyder att man ansluter potentialutjämningsledaren till den kompletterande potentialutjämningssskenan som i sin tur förbinds med elmaterielens skyddsledare. Exempel på sådana utrymmen är ladugårdar eller medicinska utrymmen. /1/

Det finns även elanläggningar som har ojordade potentialutjämningsystem. Sådana system används för att sammanbinda utsatta delar i en elektiskt separerad anläggning. /1/

2.2 Jordfelsbrytare

Jordfelsbrytaren är en automatisk skyddsanordning, vars funktion baserar sig på annan felström än ytterledarens överström. Den kan fungera på grund av t.ex. ytter- och neutralledarens summaström eller också på grund av skyddsledarens ström. /2/

Funktionsprincipen är följande: Jordfelsbrytaren är utrustad med en summaströmstransformator som hela tiden mäter summan av fasledarnas ström och nolledarens ström. Ifall summaströmmen överskrider jordfelsbrytarens gränsutlösningström bryter den strömkretsen inom en mycket kort tid (15-30 ms.). /2/

Normalt klarar sig jordfelsbrytaren utan separat hjälpspanning då utlösningen sker med fjäderkraft. Utlösaren består av en permanentmagnet som normalt är i hålläge. När en felström uppstår i summaströmstransformatorns lindning upphör magnetflödet i ankaret och fjädern öppnar brytaren. Jordfelsbrytaren är utrustad med en testknapp med vilken man

kan simulera en konstgjord felström. Om inte annat rekommenderas skall jordfelsbrytaren testas halvårsvis. /2/

För att jordfelsbrytaren skall fungera korrekt skall neutral- och skyddsledaren vara separerade i den krets som skyddas. Det betyder alltså att den kräver ett TN-S system för att fungera korrekt. /3/

Enligt standarden *EN 61008* finns det följande märkutlösningströmmar för jordfelsbrytare: 0,006 A – 0,01A – 0,03 – 0,1A – 0,3A – 0,5A. De vanligaste märkutlösningströmmarna är 30 mA (personskydd) och 300 mA (brandskydd). /2/

Vid användning av jordfelsbrytare som brandskydd får märkutlösningströmmen vara högst 300 mA. Användningsområden är enligt *SFS 6000* brandfarliga utrymmen samt i jordbruksinstallationer. /2/

I äldre elinstallationer påträffar man ofta s.k. *nollning* uttag. Det innebär att man länkat ihop nollplinten med jord. I sådant fall är det inte möjligt att installera jordfelsbrytare i centralen. Ett alternativ är då att installera ett uttag med inbyggd jordfelsbrytare. /2/

Tabell 1. Tabell över standardiserade utlösningstider (*SFS-EN 61008*, *SFS-EN 61009*).

| TYP | I _n [A] | I Δ n [A] | De standardiserade maximala utlösningstiderna och de kortaste tiderna (s), under vilka jordfelsbrytaren inte utlöser, då felströmmen är: | | | | |
|--|--------------------|------------------|--|----------------|--------------------|-------|---|
| | | | I Δ n | 2xI Δ n | 5xI Δ n (*) | 500 A | |
| Allmän typ | Alla värden | Alla värden | 0,3 | 0,15 | 0,04 | 0,04 | Maximal utlösningstid |
| S-typ | ≥ 25 | > 0,030 | 0,05 | 0,2 | 0,15 | 0,15 | Maximal utlösningstid |
| | | | 0,13 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | Kortast tid då jordf. Brytaren inte utlöser |
| (*) = För jordfelsbrytare av allmän typ, vilka är avsedda att installeras endast i samband med uttag och jordfelsbrytare av allmän typ med märkutlösningströmmen I Δ n ≤ 30 mA, kan man använda värdet 0,25 A som alternativ till värdet 5xI Δ n | | | | | | | |

/2/

2.2.1 Användningsområden

Följande områden bör skyddas med 30 mA jordfelsbrytare:

- Alla uttag med en märkström på högst 20A avsedda för allmänt bruk. Undantag för:
 - Uttag som är avsedda för anslutning av bestämd materiel.
 - Uttag som används under övervakning av fackkunniga/instruerade personer i kommersiella eller industriella byggnader.
- Uttag utomhus med högst 32 A märkström eller flyttbar elmateriel.
- Uttag och annan elmateriel i bad- och duschutrymmen.
- Värmekablar.
- Uttag och övrigt elmateriel i utrymmen med simbassäng.
- Elinstallationer i bastuutrymmen.
- Elinstallationer i produktionsutrymmen inom jordbruk eller trädgårdsbruk.
- Arbetsplatscentralers uttag.
- Uttag på campingplatser samt vid småbåtshamnar.
- Rörliga anläggningar.
- Belysningsutställningar. /2/

2.3 Fördelningssystem

Fördelningssystem indelas enligt jordningssystemen i tre klasser, TN-, TT- och IT-system. TN-system indelas vidare i underkategorier enligt skyddsledarens användning. /4/

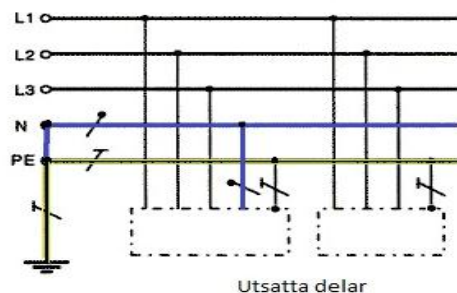
2.3.1 TN-system

I ett TN-system är en enda punkt i strömkretsen direkt jordad. Alla utsatta delar i detta system är förbundna till denna punkt med skyddsledare. Normalt är detta stjärnpunkten i ett trefasssystem. TN-systemet indelas i TN-S-, TN-C- och kombinationen av dessa TN-C-S-system. /4/

TN-S-system

I ett TN-S-system har man särat på PEN-ledaren i huvudcentralen som PE-ledare och N-ledare. Resterade delen av installationen ärfemledarsystem dvs. L1,L2,L3,N och PE. I ett

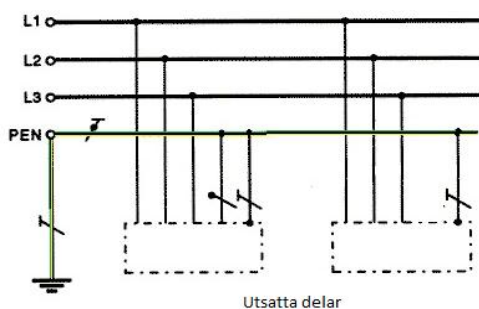
enfasssystem har man tre ledare: L-, N- och PE-ledare. I byggnader använder man i allmänhet nuförtiden TN-S-system. Nedan följer en figur över TN-S-systemet. /4/



Figur 2. TN-S-system

TN-C-system

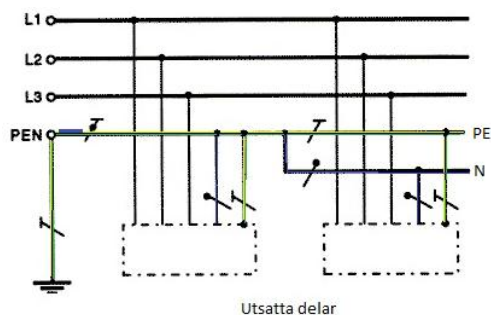
I TN-C-systemet används ingen nolledare vilket betyder att man har ett 4-ledarsystem. L1-, L2-, L3- samt PEN-ledare. PEN-ledaren är en kombination av PE-ledaren och nolledaren och används som skyddsledare i hela systemet. PEN-ledaren får inte användas som skyddsledare efter anlutningspunkten i nya anläggningar (*kapitel 444 i SFS 6000*). TN-C-systemet kan användas ifall vi har en ledararea på minst 10 mm^2 koppar eller 16 mm^2 aluminium. I äldre installationer där vi endast har fyra ledare (L1, L2, L3 samt N) förekom det förroch förekommer även idag uttag utförda med nollning (se kapitel 2.2). Man bör komma ihåg att dessa installationer följer TN-C-systemet (eller TN-C-S-systemet) ur jordningssynpunkt. /4/



Figur 3. TN-C-system

TN-C-S-system

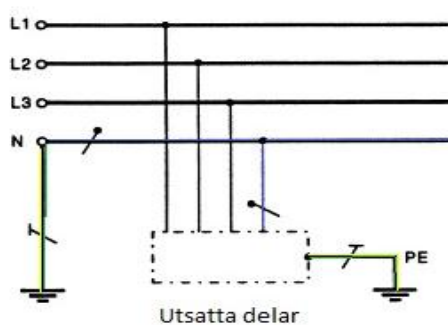
TN-C-S-systemet är en kombination av TN-C- och TN-S-systemet. TN-C-systemet ligger då alltid på matande nätets sida eftersom separerade noll- och PE-ledare aldrig får slås ihop till PEN-ledare på nytt efter separering. /4/



Figur4. TN-C-S-system

2.3.2 TT-system

I ett TT-system är, liksom i ett TN-system, alltid en punkt i kretsen jordad. Oftast är denna punkt stjärnpunkten i matande transformatorn. Det som skiljer sig i ett sådant system, jämfört med TN-systemet, är att alla utsatta delar i elanläggningen är jordade med separata jordelektroder. Dessa elektroder bör enligt definition vara elektriskt isolerade från det matande nätets jordelektrod. I Finland används inte TT-system men förekommer allmänt i Sydeuropa. /4/

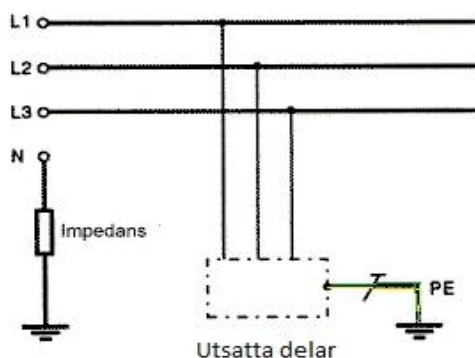


Figur5. TT-system

2.3.3 IT-system

Ett IT-system är ett system som saknar direkt jord, dvs. ett system som är isolerat från jord. Utsatta delar i ett IT-system är antingen direkt förbundna med jord med separata jordelektroder eller alternativt förbundna via en skyddsledare till en gemensam jordelektrod. Det matande nätets jordelektrod kan även fungera som gemensam jordelektrod. Det är tillåtet att använda nolledare i ett IT-system, men detta rekommenderas inte. /4/

Fastän vi har ett isolerat IT-system kan vi ha en punkt som är ansluten till jord via en resistans. Jordfelsövervakning sker vanligtvis via en resistans kopplad till systemets mittpunkt. Storleken på resistansen beror på tillämpning. I t.ex. ett sjukhus, bör operationssalarna ha resistorstorlek på minst 100 k Ω (enligt SFS 6000 -7-710). Inom industrin används ändå mycket mindre resistansvärden för begränsning av överspänningar orsakade av intermittenta jordslutningar. /4/



Figur6. IT-system

3 Kabel- och säkringsdimensionering

Vid val av kablar för elinstallationer/elplaneringar finns en del krav som bör uppfyllas.

Bland annat följande:

- Kablarna bör ha en märkspänning som motsvarar systemet där de installeras.
- Kabelledarna skall ha godkända färger (enl. punkt 514 i SFS 6000).
- Ledararean bör vara tillräckligt stor (SFS 6000 tabell 52-5).
- Kabeln skall vara beständig mot yttre påverkan i installationsmiljön. /5/

Märkspänningen hos en kabel eller ledare bör alltid vara tillräcklig med avseende på den största driftspänningen i anläggningen. De vanligaste märkspänningarna för fasta installationer i Finland är 300/500 V, 450/750 V och 0,6/1,0 kV. /5/

Kablar som används för elinstallationer är nationellt standardiserade. En standard som används i många länder är CENELEC:s HD-harmoniseringsdokument. Därtill finns även

CENELEC:s HD 21 och HD 22, som är ämnade för 450/750 V märkspänning och hör till det europeiska HAR- beteckningssystemet. I Finland får man, förutom de finska standarderna, använda internationellt standardiserade kablar. Man bör dock i sådana fall ta hänsyn till krav som ställs i *SFS 6000* och av kabeltillverkarens givna anvisningar. /5/

Kraven för minimiarean för en ledare hittas i tabell 52-5 i *SFS 6000*. Arean för en ledare i fast installation ämnad för belysnings- och kraftkretsar bör vara minst $1,5 \text{ mm}^2$ koppar eller 16 mm^2 aluminium. /5/

Faktorer som inverkar på val av ledare är:

- högsta tillåtna temperatur
- kortslutningstålighet
- spänningsfall
- mekanisk påverkan av ledare
- strömkretsens största impedans, med tanke på val av felskydd. /5/

Vid val av kabel bör man även beakta yttre förhållanden som kan slita på kabeln. Förutom omgivningstemperatur skall man även ta reda på den minsta tillåtna böjningsradien, den största tillåtna dragkraften samt tillåtna installationssätt för kabeln ifråga. /5/

3.1 Ledningars belastningsförmåga

Belastningen på en ledare får inte överskrida tillåtna värden eftersom kabeln då värms upp. En för hög temperatur kan i sin tur förorsaka brand. En för hög temperatur under längre perioder skadar även manteln och förkortar därmed livslängden. /6/

Ledningars belastningsförmåga påverkas av en del faktorer såsom ledarmaterial, isolermaterial, omgivningstemperatur och installationssätt. /6/

Dimensioneringstabellerna är gjorda med standarden *IEC 60364-5-523* som grund. Belastningsförmågan för en kabel har tagits i beaktande för att motsvara finländska förhållanden och man räknar med en lufttemperatur på $+ 25 \text{ }^\circ\text{C}$, en jordtemperatur på $+15 \text{ }^\circ\text{C}$ och jordens värmeresistivitet till $1,0 \text{ m} * \text{K/W}$. /6/

Vid bestämning av ledningars minsta belastningsförmåga då gG-säkring används som överbelastningsskydd används följande tabell:

Tabell 2. Ledningars minsta belastningsförmåga vid användning av gG- säkring som skydd mot överbelastning.

| Den största maximala märkströmmen hos en säkring av typ gG | Ledningens tillåtna belastning minst |
|--|--------------------------------------|
| A | A |
| 6 | 8 |
| 10 | 13,5 |
| 16 | 18 |
| 20 | 22 |
| 25 | 28 |
| 32 | 35 |
| 35 | 39 |
| 40 | 44 |
| 50 | 55 |
| 63 | 70 |
| 80 | 88 |
| 100 | 110 |
| 125 | 138 |
| 160 | 177 |
| 200 | 221 |
| 250 | 276 |
| 315 | 348 |
| 400 | 441 |
| 500 | 552 |
| 630 | 695 |
| 800 | 883 |
| 1000 | 1103 |
| 1250 | 1379 |

/6/

För att bestämma den exakta dimensioneringen av en kabel finns det många tabeller att följa beroende påtemperatur, förläggningssätt osv. Normalt finns det ändå inget skäl till att dimensionera en kabel alltför noggrant, vilket gör att man kan tillämpa värdena enligt tabell 3, såväl för enfas- som trefaskretsar. /6/

Nedanstående tabell är en tabell över ledningars belastningsförmåga. Förläggningssätt A är för infälld installation, förläggningssätt C för installation på yta, förläggningssätt D för installation i mark samt installationssätt E för installation fritt i luft. /6/

Tabell 3. Tabell över ledningars belastningsförmåga för olika förläggningssätt.

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

/6/

Dimensioneringsexempel:

Vid beräkning av strömförbrukning för en given effekt används formeln:

$$P = UxIx\sqrt{3}x\cos\varphi$$

Man vill dimensionera säkringarna samt matningskabeln för en gruppcentral som har en uppskattad effektförbrukning på 20 kW. Ifall vi inte känner till $\cos(\varphi)$ -värdet kan vi räkna med ungefärligt värde runt 0,95- 0,97. Vi räknar alltså enligt formeln:

$$I = P/(Ux\sqrt{3}x\cos\varphi) \rightarrow 20\text{kW}/(400\text{V} \times \sqrt{3} \times 0,97) = 29,7 \text{ A}$$

I detta fall säkras vi gruppcentralen med minst 35 A säkringar.

Det är sedan dags för dimensionering av matningskabeln för denna central. Vi kontrollerar minsta tillåtna belastningsströmmen för en 35 A säkring enligt tabell 2, vilket är 39 A.

Här förekommer sedan flera faktorer som påverkar valet av ledararean, bl.a. omgivningstemperatur och förläggningssätt. Låt säga vi har förläggningssätt C (installation på yta), en omgivningstemperatur på 35°C och matningskabeln fast på kabelstege med 3 andra kablar. Vi räknar korrektionsfaktorn enligt:

- 35°C → $k = 0,88$
- Andra kablar bredvid (3 st.) → $k = 0,82$
- $k_{\text{total}} = 0,88 \times 0,82 = 0,72$

Sedan följer: $39 \text{ A} / 0,72 = 54,16 \text{ A}$. Avläsning från tabell 3 ger oss en kabelarea på **10 mm² koppar** eller **25 mm² aluminium**.

Tabeller över korrektionsfaktorerna hittas i *DI – Handbok om byggnaders elinstallationer* sid. 217- 218.

3.2 Dimensionering av skyddsledare

Man kan bestämma skyddsledarens dimension antingen via beräkning eller via tabeller. Vanligtvis görs det med hjälp av tabeller, men vid stora ledarareor är det oftast bättre med uträkning av dimensioneringen. Man skall komma ihåg att formeln tillämpas endast om fränkopplingstiden är högst 5 sekunder. /7/

Beräkningen görs enligt formeln: $A = \sqrt{\left(\frac{I^2 t}{k}\right)}$

- där
- A = skyddsledarens area (mm²)
 - I = effektivvärdet av felströmmen genom skyddsanordningen vid jordfel med obetydlig impedans
 - t = skyddsanordningens funktionstid
 - k = faktor som beror på skyddsledarens material, isolering samt ledarens tillåtna begynnelse- och sluttemperaturer.

Den strömbegränsande effekten pga. kretsens impedans och skyddsanordningens strömbegränsningsförmåga ($I^2 t$) skall beaktas. /7/

En skyddsledare som inte finns inom samma kabelmantel eller inom samma installationsrör som ytterledarna skall ha en area på minst:

- 2,5 mm² koppar (skyddsledaren mekaniskt skyddad)
- 4 mm² koppar (skyddsledaren mekaniskt oskyddad)

Om skyddsledaren är gemensam för flera kretsar bör den dimensioneras enligt den största fasledararean. /7/

4 Belysning

En bra belysning har en stor inverkan på välbefinnandet och effektiviteten på en arbetsplats. Detta gäller förstås inte bara på arbetsplatsen, utan överallt där vi vistas är en bra belysning en viktig faktor för trivseln.

Inom ljus tekniken förekommer en hel del olika begrepp och storheter. Med ljus menas elektromagnetisk strålning som uppfattas av ögat. Ljuset som vårt öga ser har en våglängd på 380–780 nanometer. Området utgör en mycket liten del av det totala ljusspektrumet som strålningen uppger. /8/

Ljusflöde har beteckningen F och dess enhet är lumen (lm). Ljusflödet är den totala strålningen, inom det synliga området, som utgår från en ljuskälla. /8/

Ljusstyrka har beteckningen I och dess enhet är candela (cd). En ljuskälla strålar sitt ljusflöde Φ olika starkt i flera riktningar. Intensiteten i en viss riktning betecknas som ljusstyrka I. /8/

Belysningsstyrka har beteckningen E och dess enhet är lux (lx). Belysningsstyrka anger hur mycket ljus faller på en viss yta. $1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen fördelad jämnt på } 1 \text{ m}^2$. /8/

Luminans har beteckningen L och dess enhet är candela/m² (cd/m²). Luminans är den för ögat upplevda ljusheten hos en yta eller en ljuskälla. /8/

4.1 Allmänna krav för en armatur

ST-kortisto definierar kraven för en belysningsarmaturenligt: *en armatur skall ha lämplig struktur och vara ljus tekniskt lämplig för ändamålet, med tanke på installationsförhållandet, ikraftvarande standarder och kraven på underhåll.* /9/

En armatur bör alltid väljas och installeras så, att kraven på dess skyddsmetoder och funktionskrav följs. Den bör även följa EMC-direktiven vad gäller elektromagnetisk strålning. /9/

En armatur bör uppfylla lågspänningsdirektivens säkerhetskrav så att den:

- är lätt att installera, använda och serva.
- är tillverkad av lämpliga komponenter.
- är energisnål.
- inte kan utgöra en brand- eller skaderisk.
- inte kan orsaka miljöskador (splitter).
- tål smuts, damm och fukt enligt kapslingsklass. /9/

4.2 Val av armatur

Vid val av armatur bör man ta i beaktande miljön där armaturen placeras. Detta gäller inte bara för armaturer, utan samma saker bör man även tänka på vid installation av all övrig elmateriel. I Finland används den internationella IP-klassificeringen, som behandlas närmare i standarden *SFS-EN 60 529*. Vid t.ex. fuktiga utrymmen bör man välja en

kapslingsklass av typen IPX4. Här följer två tabeller gällande kapslingsklasser i Finland. Den första tabellen anger skydd mot beröring och den andra tabellen anger skydd mot inträngande av fukt/vatten. /10/, /11/

Tabell 4. Materiel-/personskydd




| IP | Materielskydd | Personskydd |
|----|-------------------------|--------------|
| 0X | inget skydd | inget skydd |
| 1X | diameter \geq 50 mm | mot knytnäve |
| 2X | diameter \geq 12,5 mm | mot finger |
| 3X | diameter \geq 2,5 mm | mot verktyg |
| 4X | diameter \geq 1,0 mm | mot tråd |
| 5X | dammskyddad | mot tråd |
| 6X | dammtät | mot tråd |

Tabell 5. Skydd mot inträngande av vatten

| IP | Materielskydd |
|----|--|
| X0 | inget skydd |
| X1 | mot lodrätt fallande vattendroppar |
| X2 | mot fallande vattendroppar (15° lutning) |
| X3 | mot regn |
| X4 | mot överstrilning av vatten |
| X5 | mot vattenstrålar |
| X6 | mot kraftiga vattenstrålar |
| X7 | mot kortvarig nedsänkning |
| X8 | mot långvarig nedsänkning |

Man får aldrig använda större effekter på lampor än vad som tillåts av tillverkaren. En annan viktig sak man skall tänka på är ventileringen till armaturen med tanke på brandfaran. Särskilt viktigt är detta problem vid användning av spotlights och halogenarmaturer. Vid installation av infällda armaturer skall man säkerställa luftutrymme bakom armaturen genom att placera in en infällningslåda i taket. /11/

Armaturer och övrigt elmateriel delas in i tre olika skyddsklasser. Skyddsklasserna I,II och III. Klassificeringen lyder enligt följande:

| | | |
|------------------|---|---|
| Klass I |  | Jordad/Skyddsledare. Armaturens ledande delar jordas på så vis att de inte blir spänningsförande vid isolationsfel. |
| Klass II |  | Dubbelisolerad, ingen jord/ingen skyddsledare. Armatur, där tilläggsskydd eller dubbelisolering fungerar som beröringsskydd. |
| Klass III |  | Klenspanning, ≤ 50 V AC. Armatur, vars beröringsskydd grundar sig på användning av klenspanning./9/ |

4.3 Säkerhetsbelysningsystem

Behovet av säkerhetssystem bestäms oftast i myndighetsföreskrifter. Inrikesministeriets beslut 805/2005 behandlar kraven som gäller för märkning och belysning av utrymningsvägar. I förordningen ställs minimikrav på funktionella och strukturella egenskaper för utrymningsskyltar och säkerhetsbelysningsarmaturer. Förordningen kompletteras även av europeiska standarder gällande säkerhetssystem./12/

Säkerhetsbelysning är ett allmänt begrepp som indelas i reservbelysning och utrymningsbelysning. Utrymningsbelysning innefattar belysning för utrymningsvägar, belysning vid öppna ytor samt belysning vid riskfyllda arbetsområden. Begreppet belysning vid utrymningsvägar indelas vidare i utrymningsskyltar och nödbelysningar./12/

Belysningsformerna som nämns i standarderna gällande säkerhetsbelysningsystem är:

- **Säkerhetsbelysning/Nödbelysning:** Belysning som tänds vid avbrott i den normala belysningen.
- **Utrymningsbelysning:** Belysning som skall garantera säkerheten för personer vid utrymningsituationer.
- **Reservbelysning:** Belysning som delvist/helt ersätter den vanliga belysningen vid eventuella avbrott i nätet.

- **Utrymningsskyltar:** Belysningsskyltar som gör det möjligt att snabbare hitta nödutgångarna vid eventuell fara.
- **Belysning vid öppna ytor:** Belysningar på större öppna ytor som skall underlätta uppsökandet av utrymningsväg för människor i paniksituation.
- **Belysning vid riskfyllda arbetsområden:** Belysning som skall underlätta utrymning för personer som jobbar vid farliga maskiner eller platser. /12/

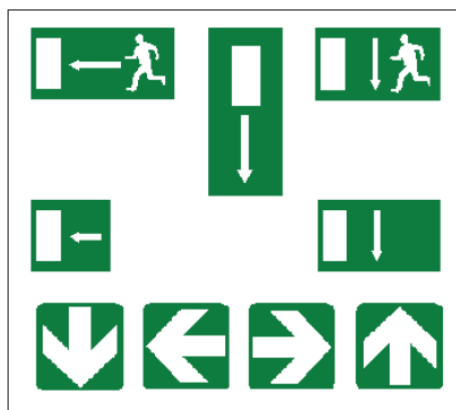
4.3.1 Utrymningsskyltar

Utrymningsskyltar bör finnas vid varje utgång i följande byggnader:

- vårdcentraler
- inkvarteringsutrymmen
- mötes- och affärsutrymmen
- arbetsplatsutrymmen
- produktionsutrymmen
- lagerutrymmen där man jobbar
- i sådana utrymmen där utrymning är svår att utföra. /12/

Utrymningsskyltarna skall uppfylla kraven enligt standarden *SFS-EN 1838*. Skyltarnas placering och typ varierar mycket beroende på byggnaden men huvudprincipen är att skyltarna lätt skall kunna observeras från alla håll. /13/

Skyltarna skall inom samma byggnad vara så identiska som möjligt. Man skall även ta i beaktande eventuella andra skyltar så att det inte uppstår missförstånd vad gäller utrymningsvägar. Skyltarna belyses alltid endera med inre ljus eller yttre ljuskälla. Belysningen skall visa rätt utrymningsriktning för att påskynda utrymningar. /13/



Figur 7. Exempel på utrymningsskyltar. /13/

4.3.2 Belysning vid utrymningsvägar

Utrymningsvägar skall belysas så att de kan användas tryggt. Belysningen vid utrymningsvägar skall fungera så att de alltid tänds när den normala belysningen slocknar. Matningen till denna typ av belysning skall vara oberoende av den normala belysningsmatningen. För att få en tillräcklig snabb tändning av belysningen skall man använda ackumulatorer som reservströmkälla. Minimikravet för lystiden för reservbelysningen är en timme./12/

I standarden *SFS-EN 1838punkt 4.2* finns detaljerade krav på planeringen av belysning vid utrymningsvägar. Här listas de i korthet:

- Minst en lux belysningsstyrka vid golvnivån i mitten av utrymningsvägen, och vid mittzonen 50 % av detta värde.
- Förhållandet mellan minsta och största belysningsstyrka vid mittlinjen tillåts vara högst 1:40.
- 50 % av belysningsstyrkan bör uppnås inom fem sekunder, full belysningsstyrka inom en minut. /13/

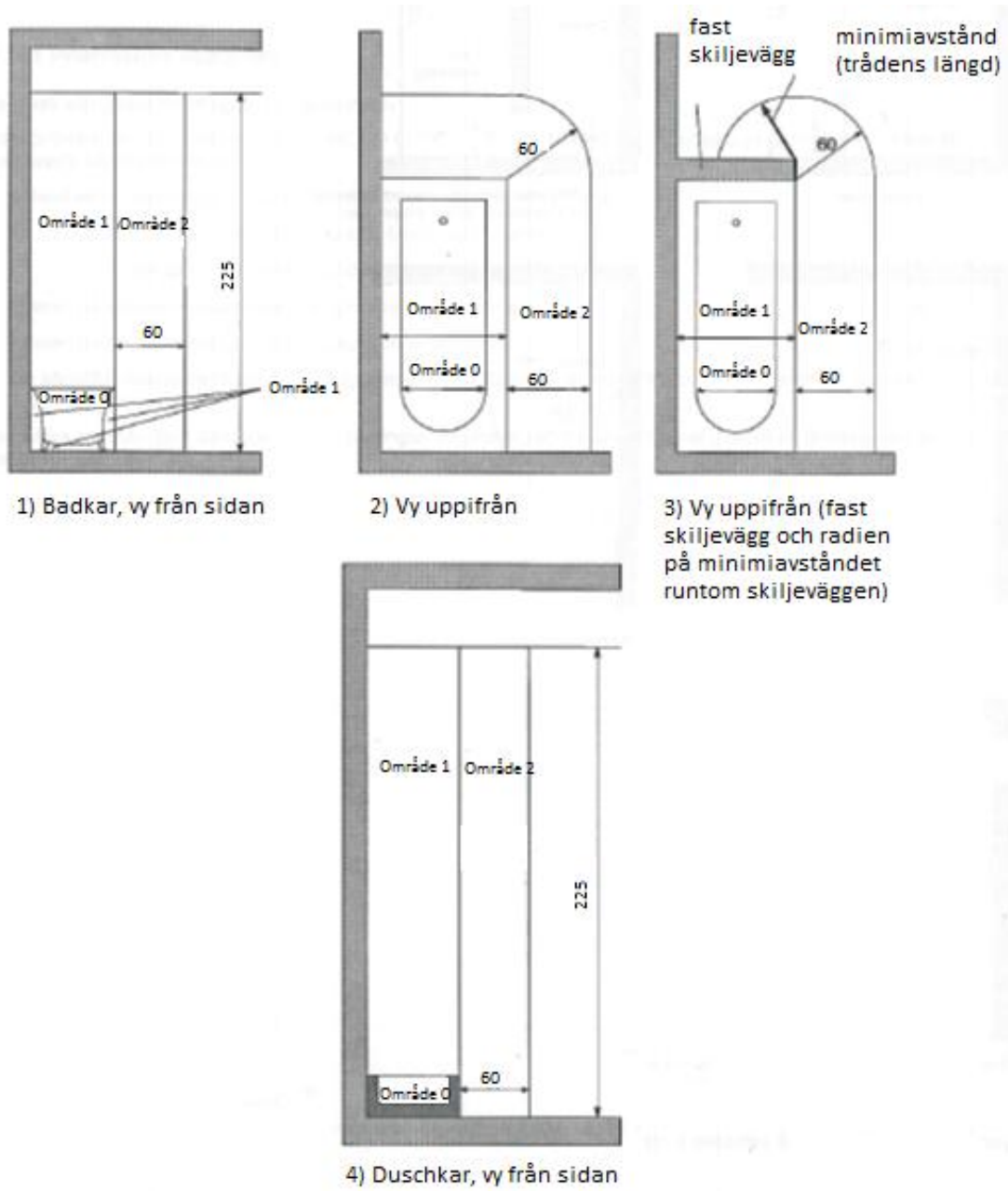
5 Elinstallationer i speciella utrymmen

Elinstallationer i speciella utrymmen kan vara t.ex. bad- och duschutrymme, utrymmen med simbassäng, bastuutrymme, medicinska utrymmen m.m. Här behandlas endast de mest förekommande installationerna, dvs. bad- och duschutrymmen samt bastuinstallationer.

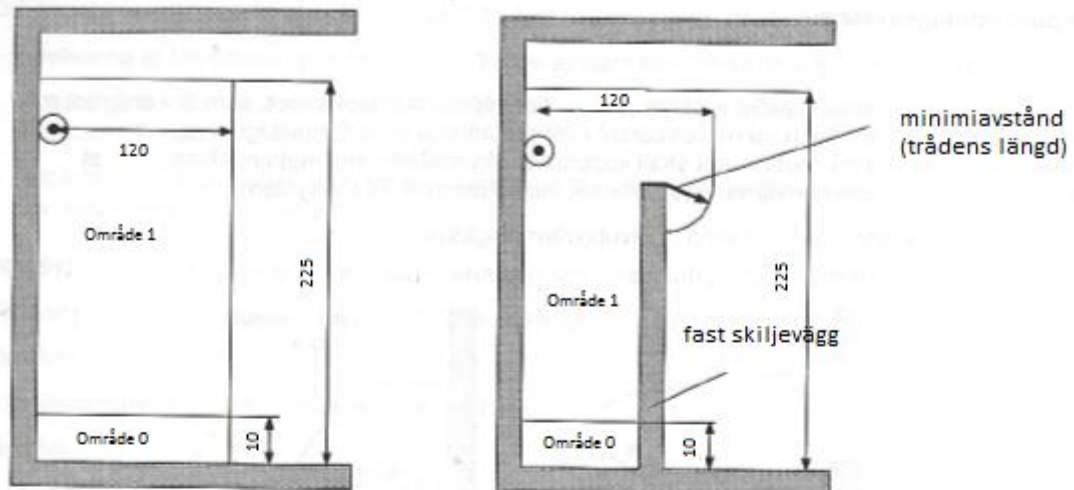
5.1 Bad- och duschutrymmen

Ett rum där det finns en dusch som är avsedd för tvättning av hela kroppen anses vara ett duschrum. Man delar in ett duschrum i tre områden. Område 0, 1 och 2. Noteras bör att områdena delas in på olika sätt beroende på om man har duschvägg eller duschkar./14/

Om duschkar används går gränsen för oklassificerat område 0,6 m från karetets kant (bilder nedan). Om duschvägg används sträcker sig område 1 till avståndet 1,2 meter från vattenpunkten (bilder nedan). /15/

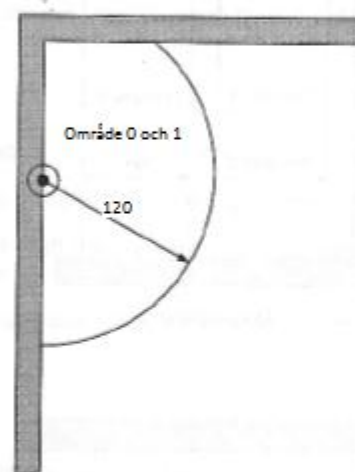
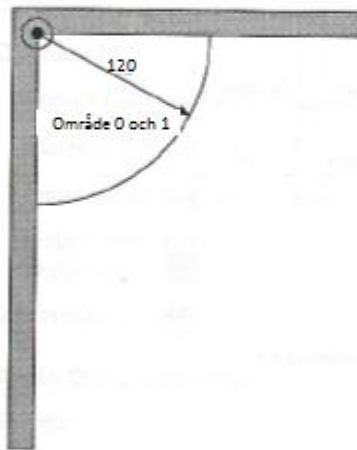


Figur 8. Mått i cm på områden i utrymmen med badkar eller duschkar. /15/

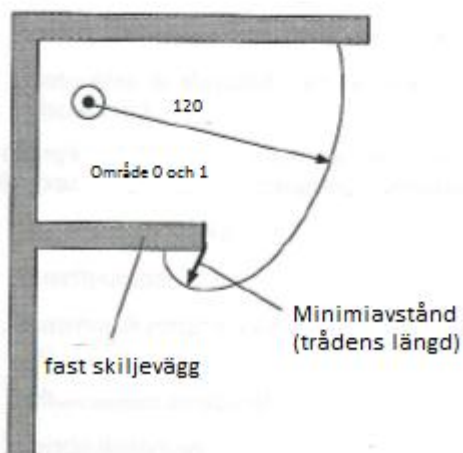


1) Vy från sidan

2) Vy från sidan (fast skiljevägg och radien på minimialvståndet runtom skiljeväggen



3) Vy uppifrån (vattenarmaturen är placerad på olika platser)



4) Vy uppifrån. Fast vattenarmatur. (fast skiljevägg och radien på minimialvståndet runtom skiljeväggen)

Figur 9. Mått i cm på områden 0 och 1 i utrymmen med dusch utan kar. /15/

I duschutrymmen får inte tvättmaskiner placeras på område 1 fastän uttaget finns på oklassificerat område. I badutrymmen däremot kan tvättmaskinen placeras på område 2, då bör uttaget finnas på oklassificerat område. I detta fall rekommenderas att man använder en vägg som avskärmar badkaret från tvättmaskinen. /14/

Ett duschutrymme kan avskärmats med hjälp av duschväggar, där ska man komma ihåg att duschdraperi inte godkänns som väggar. I detta fall räknas det avskärmade området som område 1. /14/

Ifall det finns en bastu i anslutning till bad- och duschutrymmen skall man nuförtiden använda elmateriel av kapslingsklass IPX1 utanför område 1 och 2, när det tidigare räckte med endast IP 20. Värmeelement och ljusarmaturer får installeras på område 1 ifall de är placerade minst 60 cm vågrätt från dusch, eller ifall utrymmet är litet och ingen annan lösning finns. Kapslingsklassen måste då vara IPX4. Jordfelsbrytaren krävs alltid när det gäller installationer i bad- och duschutrymmen. /14/

Allmänt kan sägas att kapslingsklasserna är följande i bad- och duschutrymmen:

- område 0 – IPX7
- område 1 – IPX4
- område 2 – IPX4. /15/

5.2 Basturum

I en bastu skall all elmateriel skyddas med jordfelsbrytare med undantag från bastuugnen. Områdesindelningen i en bastu är: Område 1: 0,5 m vågrätt från bastuugnen i alla riktningar samt upp till tak. Område 2: Resten av golvytan under 1 meters höjd. Område 3: Resterande utrymme (>1 meter ovanför golv). På område 1 får man endast installera bastuugn samt dess tillhörande elmateriel. Område 2 kräver en kapslingsklass på minst IP 24. Uttag och kopplingsanordningar är dock inte tillåtna på detta område. Elmateriel som skall installeras på område 3 måste tåla en temperatur på 125 °C. Kapslingsklass som gäller här är IP 24. /16/

6 Utförande

Detta projekt är helt och hållet ritat i ritprogrammet *CADS Planner*, ett finländskt ritprogram som började utvecklas för över 20 år sedan. Orsaken till valet av ritprogram är att elplaneringsbyrån som jag utför projektet åt använder detta program som planeringsverktyg.

När detta planeringsprojekt påbörjades fanns det många problem som skulle klargöras. Jag hade fått en del uppgifter av beställaren och sådana uppgifter jag inte hade men behövde, måste jag helt enkelt ta reda på. Det blev klart i ett ganska tidigt skede att hallen värms upp med stadens fjärrvärme, vilket bidrog till en mindre anlutningsstorlek än vad som var tänkt från början. Det var nämligen så att ursprungliga uppvärmningsalternativet var uppvärmning med bergsvärmepump, vilket skulle ha förbrukat ca 30 kW. Andra uppgifter jag fick i startskedet var ungefärliga effekten för ventilationsmaskiner samt ungefärliga effekten för belysningen.

För mig blev det ganska snabbt klart att jag måste planera huvudcentralen i ett tidigt skede pga. dess långa leveranstid. Men innan jag startade med huvudcentralen hann jag ändå påbörja utplaceringen av kabelhyllor samt planeringen av belysning i den största hallen.

För belysningsplaneringen på de stora ytorna använde jag *DIALux*, ett belysningsdesignprogram där man relativt smidigt får bl.a.färdigt beräknade belysningsstyrkor för olika områden över rumsytorna. Därifrån fås även placeringsmöjligheterna, avstånd mellan armaturer samt antalet armaturer för ett specifikt område osv.

6.1 Planering av centraler

Vid planeringen av en elcentral är det viktigt att veta det ungefärliga effektbehovet för den gällande anläggningen. Man skall även tänka på vilka typer av belastningar som kommer att inkopplas i centralen, om det är många elmotorer eller/och övriga maskiner, eller om det är mest belysningsinstallationer osv. . Andra saker som man skall ta i beaktande är centralens placering (IP-klassificering, omgivningstemperaturer), fördelningssystem, märkningar på centralen osv. Vid en elcentralplanering finns standardiserade ifyllningsblanketter i *CADS Planner* som man börjar med att fylla i.

6.1.1 Planering av huvudcentral

Planeringen av huvudcentralen inleddes i ett rätt tidigt skede när man ännu inte hade så mycket fakta om kommande affärsverksamheter. Saker som kom fram i ett tidigt skede, som tidigare nämndes, var uppgifter om ungefärliga belysningseffekten, ventilationsmaskinernas storlek samt även lite önskemål angående uttagens placeringar och antal.

Den första åtgärden var att fundera på antalet gruppcentraler som möjligtvis behövs i hallen. Efter närmare granskning av hallindelningen blev lösningen en gruppcentral per affär, vilket skulle betyda fyra stycken gruppcentraler samt en skild gruppcentral för befolkningsskyddet (se kapitel 6.3).

Detta medför även att belysningen styrs från respektive gruppcentraler och kan uteslutas från huvudcentralschemat. Det betyder alltså att huvudcentralen matar fem gruppcentraler samt att den samtidigt fungerar som fastighetens gruppcentral. Under fastighetscentralen skall finnas bl.a. följande belastningar: matningsgrupp för värmeväxlare (för fjärrvärmesystemet), matning för nöd-/reservbelysningscentral, matning för korskopplingskåp, matning för motorvärmestolpar, belysning för ventilationsmaskinrum, alla utebelysningar samt ventilationsmaskiner och pumpar.

Exempel ur huvudcentralens huvudschema:

För gruppcentralerna lades in 63 A säkringar vilket konstaterades räcka till. Alla gruppcentraler skulle även ha skilda tariffmätare för att ha möjlighet till skild fakturering för respektive affärslokal.

För nöd-/ reservbelysningscentralen och korskopplingskåpet planerades in en 16 A säkringsgrupp. Utebelysningen blev även den på 16 A men delades på flera trefasmatningar. Ventilationsaggregatets tillufts- och frånluftsfläktar tilldelades en 20 A respektive 16 A grupp. Se bilaga 1.

Vid planering av en elcentral skall man alltid tänka på att planera in tillräckligt med reservmatningar för eventuella tilläggsinstallationer och ändringar. Detta är en sak som också beaktades i detta projekt. En annan viktig sak är att dimensionera huvudsäkringarna så att de räcker till även vid oväntade belastningspåkänningar. Vid planering av huvudcentralen fanns även kompensering av reaktiv effekt med i beräkningarna. Orsaken till att detta lämnades bort i projektet var helt enkelt att belysningseffekterna motsvarar

endast en liten del av den totala effekten i hallen och kommer därför inte att inverka desto mera på strömförbrukningen.

6.1.2 Planering av gruppcentraler

Planeringen av gruppcentralerna inleddes först då när alla elpunkter var inplacerade på våningsplanet.

Gruppcentral *GC 101* var den central som blev större än de andra eftersom affärslokal 4 var den största affären på ca 1300 m². I den ingick främst uttags- och belysningsgrupper. Belysningen gjordes så att den styrdes från en separat manöverlåda med brytare av typen A-0-K.

I centralen planerades även in några kraftuttag eftersom denna affär även har en serviceavdelning. Där servar och reparerar man båtmotorer och där kan behövas kraftuttag för eventuella kompressorer och dylikt.

I de övriga tre gruppcentralerna, som också blev ganska lika till uppbyggnaden, planerades in uttagsgrupper och några belysningsgrupper. Belysningsstyrningen planerades med tryckknappar. I dessa centraler planerades även in reservmatningar tillgängliga vid behov.

6.2 Planering av belysning

Belysningen var, som tidigare nämnts, det första som gjordes i detta projekt. Efter planeringen av kabelrutter med hylla, påbörjades planeringen av armaturer, deras placeringar samt val av armaturtyper.

Tillsammans med kunden togs beslutet att man använder lysrörsarmaturer i de tre minsta affärslokalerna, medan det i den största affärslokalen planeras in s.k. metallhalogenlampor. Orsaken till valet i den största affären var att där kommer att säljas båtar, vilket betyder att man behöver mycket höjdutrymme för att transportera båtarna runt i hallen.

För att få reda på placeringarna samt antalet armaturer användes belysningsprogrammet DIALux. För butiker i allmänhet kan sägas att belysningsstyrkan skall vara kring 300–500 lux. I Finland påträffas nuförtiden butiker som kan ha en belysningsstyrka på uppemot 1000 lux, för att skapa en mera trivsamt miljö för kunden. Med en klar belysning fångar man kundens intresse och kan ibland även väcka uppmärksamhet jämförelse

medbutiken bredvid. Det finns ändå stora variationer bland belysningsdesignerna i våra butiker, beroende på vad man vill skapa för stämning bland kunderna.

Belysningen över de stora ytorna valdes som tidigare nämnts enligt: lysrörsarmaturer och metallhalogenarmaturer. Här ritades först ut längden, bredden och höjden av hallytan i DIALux. Sedan valdes armaturtyp. Programmet räknade sedan ut belysningsstyrkan vid olika punkter i hallen. Lysrörsarmaturerna som planerades in hade effekten 1x58W, medan metallhalogenarmaturerna hade en effekt på 250W.

För att få den bästa lösningen krävdes ett par försök och omplaceringar av armaturer. För affärslokalen med metallhalogenarmaturerna blev lösningen tio armaturer per rad för de längsta skenorna samt ett avstånd på 6 m mellan skenorna. I verkstadsdelen placerades ut två rader med tre i varje rad.

För de två minsta affärslokalerna blev det två rader med sex och sju armaturer per rad, medan det för den sista affärslokalen blev fem armaturer per rad och fyra rader.

I kontorsutrymmena planerades in två stycken moderna lysrörsarmaturer per kontor med effekten 2x58W. Tändningen gjordes med vanliga 1:ans brytare. Pga. oklarheter kring eventuella kontor/ kontorsplaceringar i de mindre affärslokalerna planerades ingen speciell kontorsbelysning i dem. Där finns istället reservmatningar till förfogande vid behov.

Utebelysningen är planerad från huvudcentralen. Det betyder även att skymningsreläet bör vara kopplat till denna central. Ut från centralen går en trefasmatning som delas på i hallen. Belysningen på gårdsplanen samt reklambelysningen är under samma styrning, vilket betyder att de tänds alla på samma gång. Utelamporna är också styrda via en klocka så att de kan släckas nattetid.

Övrig belysning som finns med i projektet är för mindre ytor såsom ovanför kassan, i toaletter, städutrymmen samt ventilationsmaskinrummet på andra planet. För dessa utrymmen användes ej DIALux, utan här placerades armaturerna i mitten av rummen för respektive rum. För toaletterna planerades in en IR- styrd armatur så att ingen skild brytare behövs. I ventilationsmaskinrummet planerades insex stycken lysrörsarmaturer, delat på två rader. Se bilaga 2.

6.3 Planering av nöd- och reservbelysning

Nödbelysningsarmaturer placerades så att man skulle få en jämn spridning på armaturerna med ett tillräckligt antal ljuspunkter. Samtidigt beaktades att utrymningsvägarna skall vara tillräckligt upplysta.

Placeringen av ljuspunkterna gjordes i stora drag nära utrymningsvägarna samt vid större öppna ytor. Kabelrutterna länkades sedan samman till ett par brandtåliga kopplingsdosor. Man skall komma ihåg att kabeln skall vara typgodkänd för dessa installationer. Kabeln som ofta används är av typen FRH. Denna kabeltyp användes även i detta projekt.

På grund av stora öppna ytor behövdes inte några utrymningsskyltar inuti själva hallen utan skyltarna placerades endast ovanför ytterdörrarna. Om det finns två dörrar efter varandra, som i t.ex. ett vindfång, behövs utrymningsskylt placeras endast på den första dörren. Detta förutsätter att det inte finns någon dörr mellan dessa som kan vilseleda personer vid en utrymning.

Som central för detta system användes en modell med fem utgående grupper samt en totaleffekt på 300 W. Armaturerna som används i projektet är gjorda med LED- teknik, vilket medför låga effekter. Nominella effekten för en armatur är 3W. Vid normaldrift används 230 VAC som matningsspänning. Vid avbrott i nätspänningen kopplar centralen om till ackumulatordrift som har en driftspänning på 24 VDC. Se bilaga 3.

6.4 Planering av rökgassystem

Rökgassystem planeras nuförtiden på alla större projekt. Med rökgassystem menas alltså ett system som gör att rök vid en eventuell brand skall hållas borta från utrymningsvägar. Byggnaden förses med rökgasluckor i taket eller alternativt i vägg, som kan styras både manuellt och automatiskt, beroende på hur komplicerat system man önskar. Till systemet kan även anslutas rök-/värmedetektorer och fläktar som hjälper till att avlägsna röken.

I denna anläggning finns sex stycken rökgasluckor. Styrning till dessa görs genom en tryckknapp som placeras bredvid en dörr, lättillgänglig för brandkåren vid brand. Vid varje luckafinns en liten motor som öppnar luckorna vid en knapptryckning. Luckorna parallellkopplas, så att alla öppnas på samma gång. Kabeln som används är av typen FRH, dvs. brandtålig kabel. Rökgascentralen som används i detta projekt är kopplad till 230 volts

nät vid normal drift. Vid avbrott i nätspänningen kopplas ackumulatordriften på automatiskt (24 VDC).

6.5 Befolkningsskydd

Befolkningsskydd kräver lite annorlunda elmateriel jämfört med vanliga utrymmen. All elmateriel som placeras i ett befolkningsskydd bör tåla en viss stötbelastning. Ett befolkningsskydd skall alltid ha en egen gruppcentral. /4/

Om anläggningen har reservkraftsutrustning kan även befolkningsskyddet kopplas dit vid behov. Gruppcentralen skall ha skilda utgångar för belysning, ventilationsmaskiner, uttag och övrigt elmateriel. Elmateriel utanför befolkningsskyddet får aldrig kopplas till skyddets gruppcentral, förutom eventuella reservbelysningsarmaturer och dylikt. /4/

Kapslingsklassen skall vara minst IP34. Kabelgenomföringar får maximalt vara av diametern 40 mm. De måste vara av speciella typer som är godkända för installation i befolkningsskydd. /4/

I befolkningsskydd skall alltid finnas ventilationsaggregat som fungerar med elmotor, som även kan manövreras förhand. För varje 20 m² skall ett uttag finnas tillgängligt, det bör dock alltid finnas minst två uttag i ett skyddsrum. /4/

För varje 45 m² skall även finnas en fast ljuspunkt. Det rekommenderas att armaturerna har skyddskupa utav plast. /4/

Det bör även finnas en telefonförbindelse till skyddsrummet som är kopplad till det vanliga telefonnätet. Ifall antensystem används i övrigt i byggnaden skall antennuttag även installeras i befolkningsskydd. /4/

6.5.1 Planering av befolkningsskydd

I detta projekt användes befolkningsskyddet, som var till storleken ca 59 m², även som socialutrymme och toalettutrymme.

I toaletterna planerades in en lampa i taket samt en på vägg i respektive toalett. Tändning med IR- detektor. I resterande utrymmet sattes in fyra st. lysrörsarmaturer som tänds med vanlig 1:ans brytare.

Uttag placerades i varje toalett, ett uttag i städskrubb/förråd samt två uttag i allmänna utrymmet. I allmänna utrymmet placerades även ventilationsfläkten in, för vilket reserverades en trefasmatning i centralen. I huset finns inget antennsystem, vilket betyder att skyddsrummet inte heller kräver antennuttag. Däremot planerades in ett datauttag bredvid gruppcentralen. Se bilaga 2.

6.6 Uttagsplanering

Vid projektets start diskuterades bl.a. uttagens placering i byggnaden med kunden och vi kom fram till att vi placerar in uttag med jämna mellanrum uppe på armaturskenorna. Detta är ett rätt vanligt förfaringssätt vid dessa typer av installationer/planeringar. När man sedan behöver tillgänglig ström är det bara att dra en spiralkabel ner till exempelvis en belyst produkthylla.

I affärslokal 4 placerades uttagen ut med ca 10 m mellanrum. Varje armaturskena fick egen uttagsmatning. I de mindre affärslokalerna krymptes avståndet till ca 8 m mellan uttagen. Övriga uttagsplaceringar på de stora ytorna var främst på balkar.

I varje toalett planerades ett uttag bredvid väggspegeln. I kontoren planerades in kontorskanaler med ganska tät uttagplacering, eftersom man i kontor ofta behöver många tillgängliga uttag.

Till servicehallen placerades även in två stycken kraftuttag för eventuella kompressorer/maskiner.

6.7 ADB-planering

Korskopplingsskåpets placering i en byggnad skall alltid vara så centralt som möjligt. Avståndet från skåpet till det längst bort liggande datauttaget får vara maximalt 90 meter. Skåpet bör även vara låsbart. Matningskabeln till skåpet skall vara av typen MMJ 3x2,5S. /4/

Datakablar delas in i tre klasser med kategori 5,6 och 7 (cat5, cat6, cat7). Cat5- kabeln har en övre gränshfrekvens på 100 MHz, cat6- kabeln 250 MHz och cat7- kabeln 600 MHz. Cat5- och Cat6- kablarna kan vara oskyddade (UTP) eller skyddade (FTP, S-FTP, STP). Cat7- kabeln är alltid parskyddad (STP, SSTP). Datakablers nominella karaktäristiska impedans är 100 Ω . /4/



Figur 10. Olika typer av datakablar. /4/

I detta planeringsprojekt planerades korskopplingskåpet i maskinrummet på våning två. Detta är en central placering, vilket även betyder kortare kabelrutter ut till uttagen. Från korskopplingskåpet dras sedan datakablar rakt ut till uttagen i byggnaden, enligt bilaga 4.

För datauttagen gällde samma sak som för de vanliga strömuttagen, dvs. man placerar in ett dubbeldatauttag per strömuttagsgrupp uppe på armaturskenorna. Vid kassan placerades ett extra dubbeldatauttag. Övriga placeringar för datauttag var i kontoren, befolkningskyddet samt i servicehallen.

För datauttagen i detta projekt används oskyddad dubbel cat6-datakabel (UTP cat6 2x(2x4x0.5)). Alltså: Kabeln har två ledare som båda innehåller 4 par av olika färger (se tabell 27.1.) med en ledararea på 0,5 mm². Själva uttagen är av typen RJ45. Se bilaga 4.

Tabell 7. Ledarfärgerna i en datakabel

| Par | A-ledarens färg | B-ledarens färg |
|-----|-----------------|-----------------|
| 1 | blå-vit | blå |
| 2 | orange-vit | orange |
| 3 | grön-vit | grön |
| 4 | brun-vit | brun |

6.8 Dimensionering av matningskablar

I detta kapitel kommer beräkningar för dimensionering av matningskablar att presenteras. Beräkningar har gjorts för matningskablar till huvudcentralen samt till respektive gruppcentraler. Övriga centraler har också dimensionerats enligt samma metod, här tas dock endast beräkningar för HC och GC 101 upp. Även spänningsfall beräknas för respektive centraler.

HC:

För att kunna beräkna den inkommande kabelns minimiarea behöver vi effekten för hela anläggningen. Vid projektets början är det meningen att anläggningen förses med bergsvärmepump. Detta skulle ta en effekt på totalt ca 80 kW. Enligt uppskattningar skulle hela anläggningendå ha en total effektförbrukning på 140 kW. Strömförbrukningen uppgår i detta fall till ca 210 A. Förläggning av inkommande matarkabel är i mark.

- Vi väljer en säkringsstorlek på 250 A.
- 250 A säkring bör tåla 276 A enligt tabell 2 sid 12.
- Enligt tabell 3 sid 13 krävs då en ledararea på 185 mm² Al/ 95 mm² Cu.

Det väljs alltså en kabelarea på 185 mm² aluminium. Huvudsäkringsbrytaren välj till 250 A.

Under projektets gång, i ett ganska tidigt skede, kommer nya direktiv angående uppvärmningssystem. Det blir istället så, att man tar stadens fjärrvärme som uppvärmningsalternativ. Detta medför en rejält minskad effektförbrukning, vilket även leder till att anläggningen senare säkras ner till 125 A säkringar.

Vid beräkning av spänningsfall räknar man enligt formeln:

$$\Delta U = IxLx\sqrt{3}x(R \cos\varphi + X \sin\varphi) \quad (\text{formel från } D1 - \text{Handbok om byggnaders elinstallationer, sid. 226})$$

där

| | | | |
|------------|--------------------------|---|---|
| ΔU | är spänningsfall i volt | R | är specifik resistans (m Ω /m) |
| I | är belastningsström | X | är kabels specifik reaktans (m Ω /m) |
| L | är längden på kabeln (m) | | |

Beräkning av spänningsfall HC:

Vi börjar med att räkna den sammanlagda effekten (utan bergsvärme-system) på anläggningen till ca 60 kW. Vi räknar strömmen enligt formeln $P = UxIxcos\varphi x\sqrt{3}$.

$$I = \frac{P}{Ux\sqrt{3}xcos\varphi} \rightarrow \frac{60kW}{400Vx\sqrt{3}x0,96} \rightarrow 90,2 A$$

$R = 0,125\text{m}\Omega/\text{m}$, $X = 0,08\text{m}\Omega/\text{m}$ (185 mm² Al)

$$\Delta U = 90,2\text{A} \times 70\text{m} \times \sqrt{3} \times \left(\frac{0,2\text{m}\Omega}{\text{m}} \times 0,96 + \frac{0,082\Omega}{\text{m}} \times 0,28 \right) \rightarrow 2,34\text{V}$$

För att få det **relativa spänningsfallet** används formeln:

$$\Delta u = \Delta U / U_n \times 100 \% \text{ (enligt } D1 - \text{Handbok om byggnaders elinstallationer)}$$

$$\Delta u = 2,34\text{V} / 400\text{V} \times 100 \% \rightarrow 0,58 \%$$

GC 101:

Enligt uppskattningar har vi en effekt på ca 30 kW till denna central. Om vi räknar med ett uppskattat $\cos(\varphi)$ - värde till 0,96 har vi en ström på:

$$I = \frac{P}{U \times \sqrt{3} \times \cos\varphi} \rightarrow \frac{30\text{kW}}{400\text{V} \times \sqrt{3} \times 0,96} \rightarrow 45,1\text{A}$$

Här väljs säkringsstorleken till 63 A.

- 63 A bör tåla 70 A enligt tabell 2 sid 12.
- K- faktorerna väljs enligt:
 - Förläggning på kabelstege med två andra kablar; $k=0,87$
 - Omgivningstemperatur på 20 °C; $k=1,05$
 - $K_{\text{total}}=0,87 \times 1,05=0,95$
- 70 A / 0,95 = 83,3 A
- Kabelarean väljs till 25 mm² Al/ 16 mm² Cu

MEN, även här överdimensioneras säkringsbrytaren till 125 A, vilket kräver att matningskabeln bör vara av storleken 70 mm² Al/ 50 mm² Cu.

Beräkning av spänningsfall GC 101:

$R = 0,551\text{m}\Omega/\text{m}$, $X = 0,082\text{m}\Omega/\text{m}$ (70 mm² Al)

$$\Delta U = 45,1\text{A} \times 20\text{m} \times \sqrt{3} \times \left(\frac{0,551\text{m}\Omega}{\text{m}} \times 0,96 + \frac{0,082\text{m}\Omega}{\text{m}} \times 0,28 \right) \rightarrow 0,88\text{V}$$

$$\Delta u = 0,88\text{V} / 400\text{V} \times 100 \% \rightarrow 0,22 \%$$

6.9 Beräkning av kortslutningsströmmar

När man planerar en elanläggning skall man säkerställa att felskydden fungerar som de ska. För att kontrollera att skyddskraven uppfylls bör man utreda den minsta tillåtna kortslutningsströmmen. Utlösningstiden för felskydd är antingen 0,4 sekunder eller 5 sekunder. Vid matning av en gruppcentral krävs en frånkopplingstid på 5 sekunder, samt för fast elmateriel, som exempelvis uttag, krävs en frånkopplingstid på 0,4 sekunder. /1/

Oftast räcker det med att räkna utlösningstiden för materielen längst bort från centralen, eftersom den/det kommer att ha den längsta tiden. För felskyddskraven skall kortslutningsströmmen definieras som kortslutning mellan fas- och skyddsledare. /1/

För denna kontroll har i detta projekt använts ett beräkningsprogram som gjorts i *Microsoft Excel 2010*. Programmet gjordes ursprungligen för en kurs i skolan men kan även användas ypperligt för detta projekt. Små ändringar har gjorts. Nedan följer en beskrivning på hur man går tillväga i programmet:

| | |
|---------------------|-----------|
| HC | |
| I_k [A] | 1613 |
| Säkringstyp | gG_5.0s |
| Säkringsstorlek [A] | 125 |
| Kabellängd [m] | 50 |
| Material | aluminium |

1. Man skriver in kortslutningsvärdet, ett värde som levereras från elbolaget.
2. Sedan väljs säkringstyp. Här används gG 5,0 s, eftersom vi har en stigarkabel.

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| Säkringstyp | gG_5.0s |
| Säkringsstorlek [A] | 125 |
| Kabellängd [m] | 50 |
| Material | aluminium |
| Kabeldimension [mm ²] | 125 |
| $L_{kabel,max}$ | 250 |


3. Följande val är säkringsstorlek

| | |
|-----------------------------------|-------------|
| Säkringstyp | gG_5.0s |
| Säkringsstorlek [A] | 125 |
| Kabellängd [m] | 15 |
| Material | aluminium |
| Kabeldimension [mm ²] | 185 |
| $L_{kabel,max}$ | 384,7 |
| | OK!! |

4. Efter det väljs ännu material (aluminium/koppar), samt kabeldimension.
5. Ifall använda kabellängden underskrider maxlängd är kortslutningsströmmens storlek godkänd.

Detta steg gäller alltså för gruppcentralerna. Efter detta är det dags att testa det längst bort liggande uttaget. Ifall det visar OK, kommer också resterande del av gruppcentralens grupper att vara godkända.

| | |
|---------------------|-----------------------------|
| GC | |
| I_{k1} [A] | 1537,7 |
| Säkringstyp | Typ_C |
| Säkringsstorlek [A] | gG_5.0s gG_0.4s Typ_B |
| Kabellängd [m] | Typ_C |
| Material | koppar |



Högst upp i det gröna fältet ser vi kortslutningsströmmen vid gruppcentralen.

1. Vi väljer säkringstypen som är planerad för denna grupp.

| | |
|-----------------------------------|--|
| Säkringstyp | Typ_C |
| Säkringsstorlek [A] | 16 |
| Kabellängd [m] | 53 |
| Material | koppar |
| Kabeldimension [mm ²] | 2,5 |
| $L_{kabel,max}$ | 1,5 2,5 4 6 10 16 25 35 |

2. Sedan väljs säkringsstorlek, ledarmaterial samt kabeldimension.
3. Följande steg är att vi skriver in kabellängden på gruppen längst bort.

| | |
|-----------------------------------|-------------|
| Säkringstyp | Typ_C |
| Säkringsstorlek [A] | 16 |
| Kabellängd [m] | 53 |
| Material | koppar |
| Kabeldimension [mm ²] | 2,5 |
| $L_{kabel,max}$ | 70,0 |
| | OK!! |

4. Slutligen ser vi maximala tillåtna kabellängden. Ifall vår kabellängd underskrider maximallängd är kortslutningsströmmen också godkänd.

| | |
|-----------------------------------|------------------------------|
| Säkringstyp | Typ_C |
| Säkringsstorlek [A] | 16 |
| Kabellängd [m] | 85 |
| Material | koppar |
| Kabeldimension [mm ²] | 2,5 |
| $L_{kabel,max}$ | 70,0 |
| | FEL! Kabeln för lång! |

5. Om vi skulle ha en kabellängd som överskrider maximala gränsen, får vi meddelandet: FEL! Kabeln för lång!

7 Resultat

Resultatet av detta projekt blev en välplanerad affärshall innehållande fyra olika affärsutrymmen. I den största affären, som i detta projekt kallats för affärslokal 4, finns idag en båt- och fritidsaffär. Den ena av de mindre affärerna hyrs idag av en spis- och husförsäljare.

Vid denna typ av projekt kan det alltid förekomma eventuellaändringar eller tillägg under byggnadsskedet. Sådant ska tas i beaktande under elplaneringen så att man dimensionerar elcentralerna med reservsäkringsgrupper. Alla elcentraler överdimensionerades till en viss del pga. att projektet var av sådan art att det fanns oklarheter gällande kommande belastningar. En annan orsak till överdimensioneringen var att två av affärslokalerna fortfarande saknade hyresgäst under planeringsskedet. Beräkningar av kortslutningsströmmar gjordes, som jag presenterat, i ett Excel-program som jag själv skapat under mitt tredje studieår. Detta program var mycket smidigt att använda för detta ändamål och kommer helt säkert att användas i fortsatta elplaneringar.

8 Diskussion

Projektet som jag planerat har varit mycket intressant men även utmanande. Jag påbörjade planeringen i ett ganska tidigt skede under mitt sista studieår, vilket jag tyckte var en bra tidpunkt. Att planera ett så stort projekt kräver många timmar, speciellt när man inte har så mycket erfarenhet som elplanerare. Tidigare hade jag gjort elplaneringar för några egnahemshus men det visade sig att den här typen av projekt kräver en hel del mera tänkande.

Det har också varit väldigt lärorikt att prova på en större elplanering. Oklarheter gällande den rittekniska delen har jag fått hjälp med av handledaren vid behov. Som underlag för planeringen har främst använts standardboken *SFS 600, DI-2009* samt *ST-kortisto*. Från dessa källor fås all fakta som behövs gällande bestämmelser och standarder för elplanering och elinstallation i Finland.

Källförteckning

- /1/ Tiainen, E. (2009) *DI-2009 - Handbok om byggnaders elinstallationer*. Esbo. Sid. 270-304
- /2/ Tiainen, E. (2009) *DI-2009 - Handbok om byggnaders elinstallationer*. Esbo. Sid. 239- 244
- /3/ Finlands standardiseringsförbund (2008) *SFS Handbok 600:sv*. Helsingfors. Sid. 208
- /4/ Tiainen, E. (2009) *DI-2009 - Handbok om byggnaders elinstallationer*. Esbo. Sid. 61- 65
- /5/ Tiainen, E. (2009) *DI-2009 - Handbok om byggnaders elinstallationer*. Esbo. Sid. 180- 181
- /6/ Tiainen, E. (2009) *DI-2009 - Handbok om byggnaders elinstallationer*. Esbo. Sid. 211- 222
- /7/ Tiainen, E. (2009) *DI-2009 - Handbok om byggnaders elinstallationer*. Esbo. Sid. 282- 284
- /8/ <http://www.osram.se/ljuskunskap> (hämtat februari 2012)
- /9/ ST-kortisto. ST kort 57.45. (2004). Esbo.
- /10/ Tiainen, E. (2009) *DI-2009 - Handbok om byggnaders elinstallationer*. Esbo. Sid. 158- 162
- /11/ Tiainen, E. (2009) *DI-2009 - Handbok om byggnaders elinstallationer*. Esbo. Sid. 316
- /12/ ST-kortisto. ST kort 59.10. (2007). Esbo.
- /13/ Tiainen, E. (2009) *DI-2009 - Handbok om byggnaders elinstallationer*. Esbo. Sid. 69- 73
- /14/ Tiainen, E. (2009) *DI-2009 - Handbok om byggnaders elinstallationer*. Esbo. Sid. 344- 346

- /15/ Finlands standardiseringsförbund (2008) *SFS Handbok 600:sv*. Helsingfors.
Sid. 339- 345
- /16/ Tiainen, E. (2009) *D1-2009 - Handbok om byggnaders elinstallationer*. Esbo.
Sid. 349- 351

Bilageförteckning

| | | |
|----------|---|------------------------------------|
| Bilaga 1 | - | Huvudschema och krettschema för HC |
| Bilaga 2 | - | Elpunkter våning 1 & våning 2 |
| Bilaga 3 | - | Nöd-/ Reservbelysningschema |
| Bilaga 4 | - | ADB-schema |
| Bilaga 5 | - | Situationsplan |
| Bilaga 6 | - | Armaturförteckning |
| Bilaga 7 | - | Jordningsschema |
| Bilaga 8 | - | Stigarledningsschema |

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 | | | | | | | | 7 | GC 104 | | | | | | | | | | | | MCMK 4x16+16 | | /63 | | | | | | | |
| C | | | | | | | | 8 | RESERV | | | | | | | | | | | | | | /63 | | | | | | | |
| D | | | | | | | | 9 | MATNING FASTIGHET | | | | | | | | | | | | | | /125 | | | | | | | |
| E | | | | | | | | | MÄTTRANSFORMATORER 150/5 KL 0.2 | | | | | | | | | | | | | | 10/25 | | | | | | | |
| F | | | | | | | | | MÄTARSÄKRINGAR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| G | | | | | | | | 10 | GC 105 BOMBSKYDD | | | | | | | | | | | | MCMK 4x16+16 | | /63 | | | | | | | |
| H | | | | | | | | 11 | RESERV | | | | | | | | | | | | | | /63 | | | | | | | |
| J | | | | | | | | 12 | MATNING VÄRMEVÄXLARPAKET | | | | | | | | | | | | MMJ 5x2.5S | | 16/25 | | | | | | | |
| K | | | | | | | | 13 | RESERV | | | | | | | | | | | | | | /25 | | | | | | | |
| L | | | | | | | | 14 | RESERV | | | | | | | | | | | | | | /25 | | | | | | | |
| M | | | | | | | | 15 | RESERV | | | | | | | | | | | | | | /25 | | | | | | | |
| N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



FAB Jakobstads Bäckvägen 13
Bäckvägen 13
68600 Jakobstad

HUVUDSCHEMA HC

| | | |
|------------------------|-------------------|----------------|
| Plan. ME /21.9.2011 | Objekt Central | Proj.nr. 85 |
| Rit. | Blad 3/6 | Ritning nr. |
| Gransk. | 85_401 | |

| | | 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. | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 | RESERV | | | | C16 | | | | | |
| B | | | | | | | | | | | | | | | | | | 19 | RESERV | | | | C16 | | | | | |
| C | | | | | | | | | | | | | | | | | | 20 | UTTAG TEKNIKRUM | | MMJ 3X2,5S | | C16 | | | | | |
| D | | | | | | | | | | | | | | | | | | 16 | UTTAG I CENTRALEN | | | | C16 | | | | | |
| E | | | | | | | | | | | | | | | | | | 17 | UTTAG I CENTRALEN | | | | C16 | | | | | |
| F | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21 | RESERV | | | | C16 | | | | | |
| G | | | | | | | | | | | | | | | | | | 22 | MANÖVER | | | | B10 | | | | | |
| H | | | | | | | | | | | | | | | | | | 23 | OUMAN | | MMJ 3X1,5S | | C10 | | | | | |
| J | | | | | | | | | | | | | | | | | | 24 | BELYSNING TEKNIKRUM | | MMJ 3X1,5S | | B10 | | | | | |
| K | | | | | | | | | | | | | | | | | | 25 | RESERV | | | | B10 | | | | | |
| L | | | | | | | | | | | | | | | | | | 26 | MATNING NÖD-/RESERVBELYSNINGSCENTRAL | | MMJ 3X1,5S | | B10 | | | | | |
| M | | | | | | | | | | | | | | | | | | 27 | DIGITAL KLOCKA 2-polig | | | | B10 | | | | | |

D ändring
E ändring
F ändring

A ändring
B ändring
C ändring



FAB Jakobstads Bäckvägen 13
Bäckvägen 13
68600 Jakobstad

HUVUDSCHEMA HC

| | | |
|---------------------|----------------|--------------------|
| Plan. ME /21.9.2011 | Objekt Central | Proj.nr. 85 |
| Rit. | Blad 4 / 6 | Ritning nr. 85_401 |
| 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 |
|---|---------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|---------------------------|-----|---------|----------------|-------|------|----|----|----|----|
| | | CENTRAL | | | | | | | | | | | | | | | | GRUPP | ADRESS | KOD | LEDNING | kVA/kW | A / A | ANM. | | | | |
| D | ändring | <p>FREKVENSOVANDLARE PÅ CENTRALENS UTSIDA</p> | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | RESERV | | | | B10 | | | | | |
| E | ändring | | | | | | | | | | | | | | | | | 31 | RESERV | | | | B10 | | | | | |
| F | ändring | | | | | | | | | | | | | | | | | 38 | TILLUFT 0 - 1 | | | MCMK 4x6+6 | 7,5 | C20 | | | | |
| G | | | | | | | | | | | | | | | | | | 39 | FRÅNLUFT 0 - 1 | | | MCMK 4x2.5+2.5 | 5,5 | C16 | | | | |
| H | | | | | | | | | | | | | | | | | | 40 | RESERV 0 - 1 | | | | | C16 | | | | |
| J | | | | | | | | | | | | | | | | | | 42 | CIRKULATIONS A - 0 - H | | | MMJ 5x1.5S | | | | | | |
| K | | | | | | | | | | | | | | | | | | 43 | CIRKULATIONS A - 0 - H | | | MMJ 5x1.5S | | | | | | |
| L | | | | | | | | | | | | | | | | | | 44 | CIRKULATIONS A - 0 - H | | | MMJ 5x1.5S | | | | | | |
| M | | | | | | | | | | | | | | | | | | 41 | VÄV ROTOR 0 - 1 | | | MMJ 3x1.5S | | C10 | | | | |
| N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

A ändring
B ändring
C ändring

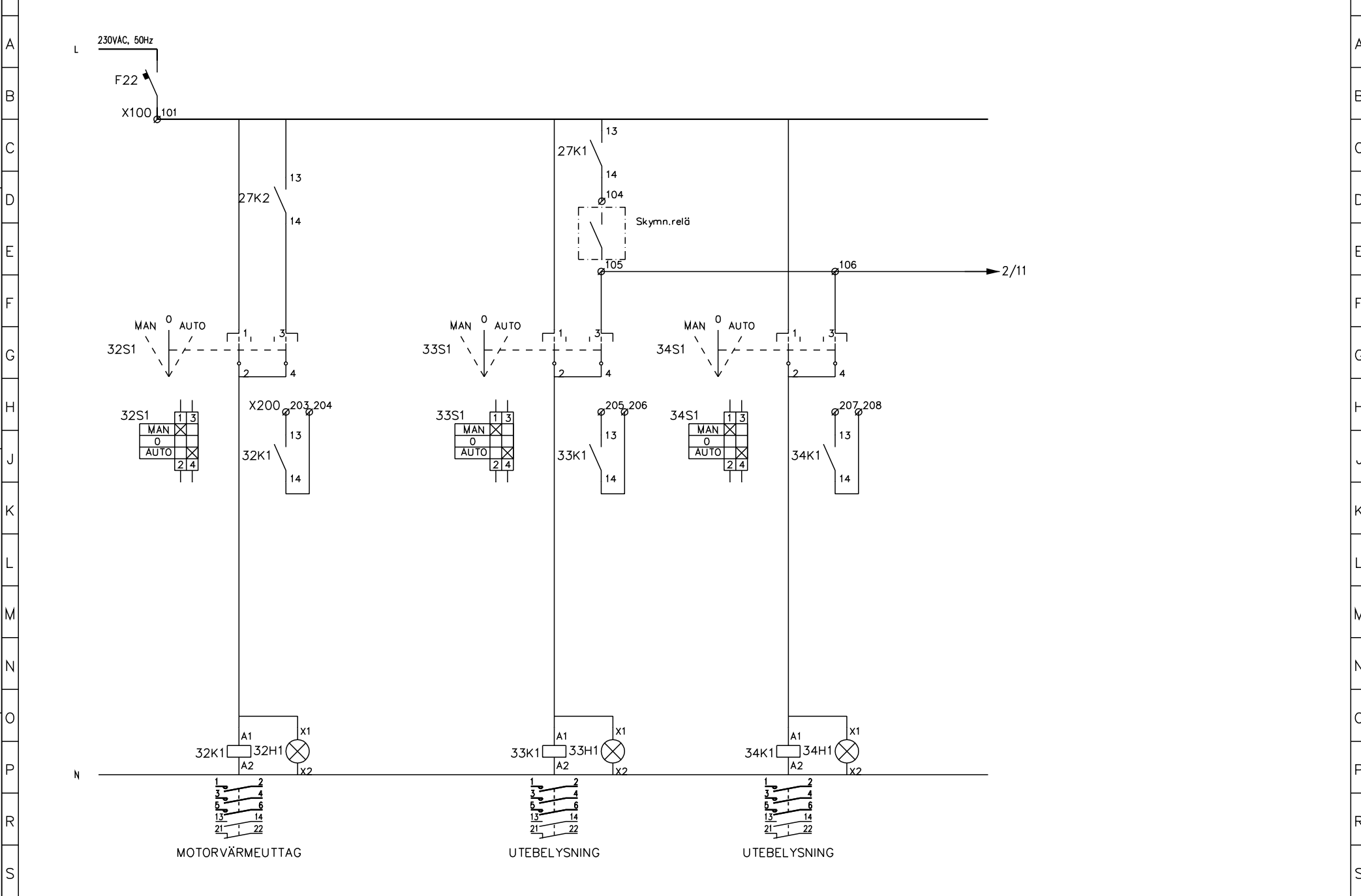


FAB Jakobstads Bäckvägen 13
Bäckvägen 13
68600 Jakobstad

HUVUDSCHEMA HC

| | | |
|------------------------|-------------------|----------------|
| Plan. ME /21.9.2011 | Objekt Central | Proj.nr. 85 |
| Rit. | Blad 6 / 6 | Ritning nr. |
| Gransk. | 85_401 | |

10 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



FAB Jakobstads Bäckvägen 13
 Bäckvägen 13
 68600 Jakobstad

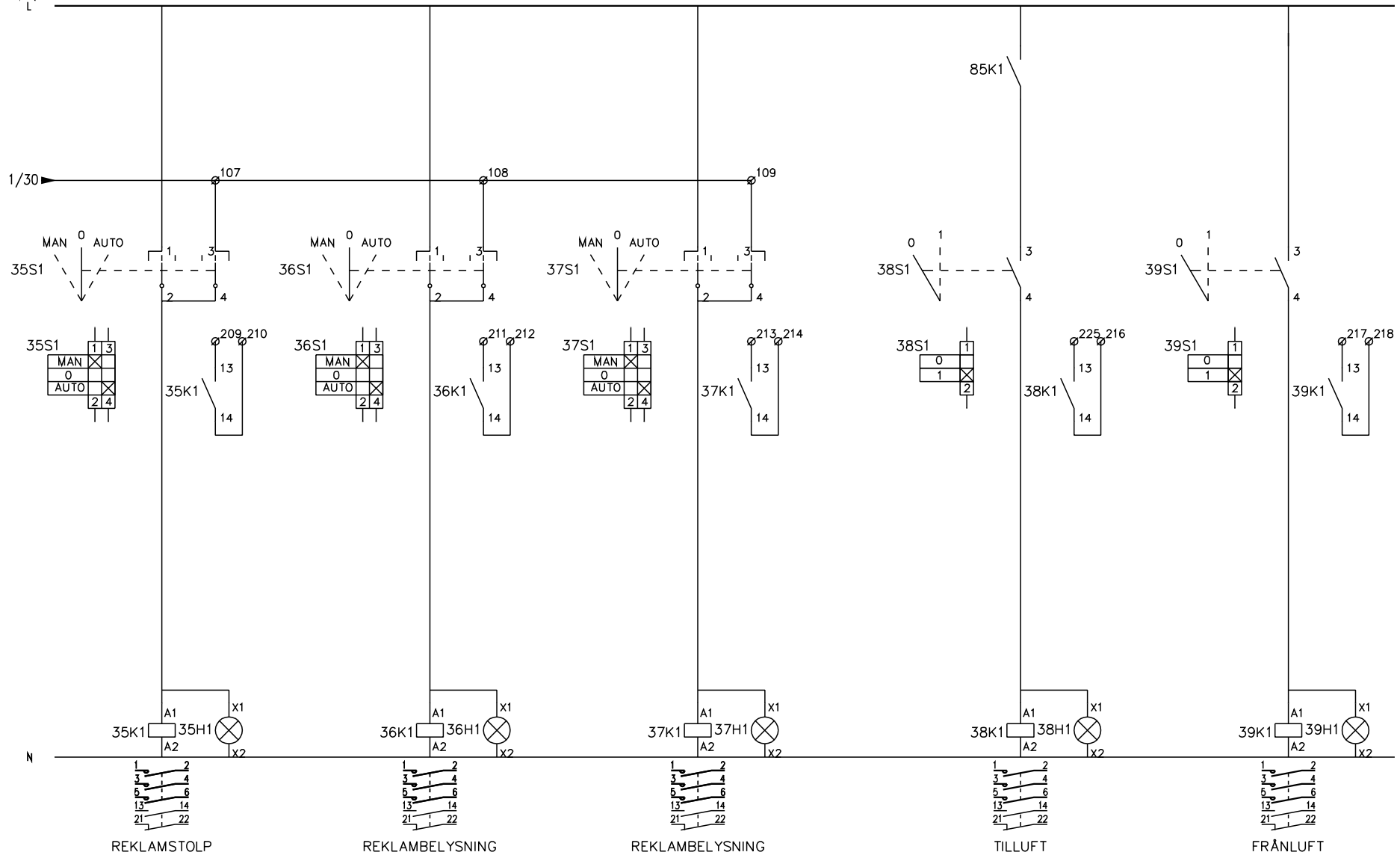
KRETSSCHEMA HC

| | | |
|------------------------|-------------------|------------------------|
| Plan. ME /9.12.2011 | Objekt Central | Proj.nr. 85 |
| Rit. ME | Blad 1/5 | Ritning nr. 85_401K |
| Gransk. | | |

16.3.2012
A ändring
B ändring
C ändring
D ändring
E
F
G
H
J
K
L
M
N
O
P
R
S

10 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

230VAC, 50Hz
L

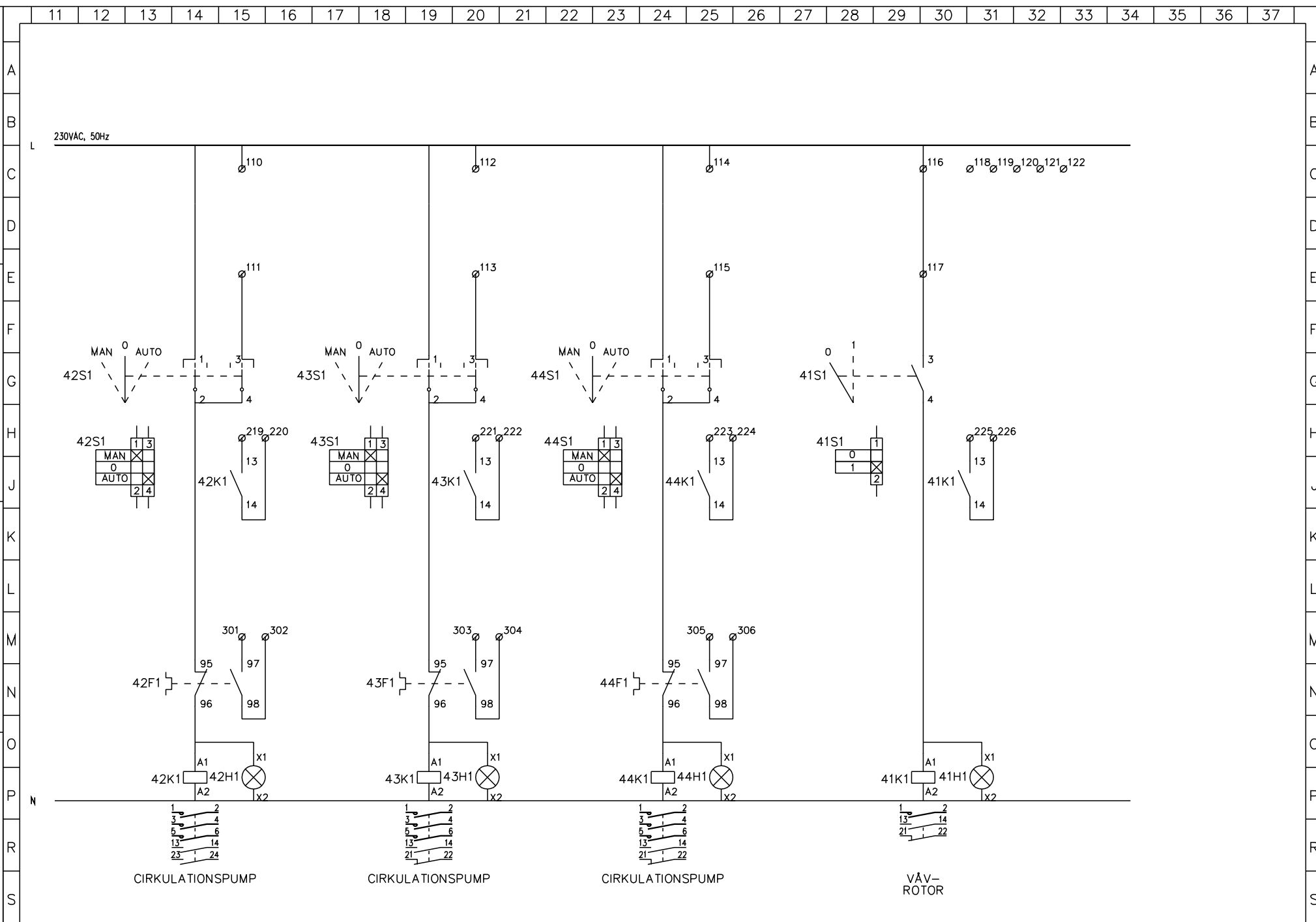


FAB Jakobstads Bäckvägen 13
Bäckvägen 13
68600 Jakobstad

KRETSSCHEMA HC

| | | | |
|------------------------|---------------|-------------|----------------|
| Plan. ME /9.12.2011 | Objekt | Central | Proj.nr. 85 |
| Rit. ME | Blad 2 / 5 | Ritning nr. | |
| Gransk. | | | 85_401K |

16.3.2012
D ändring
E ändring
F ändring
A ändring

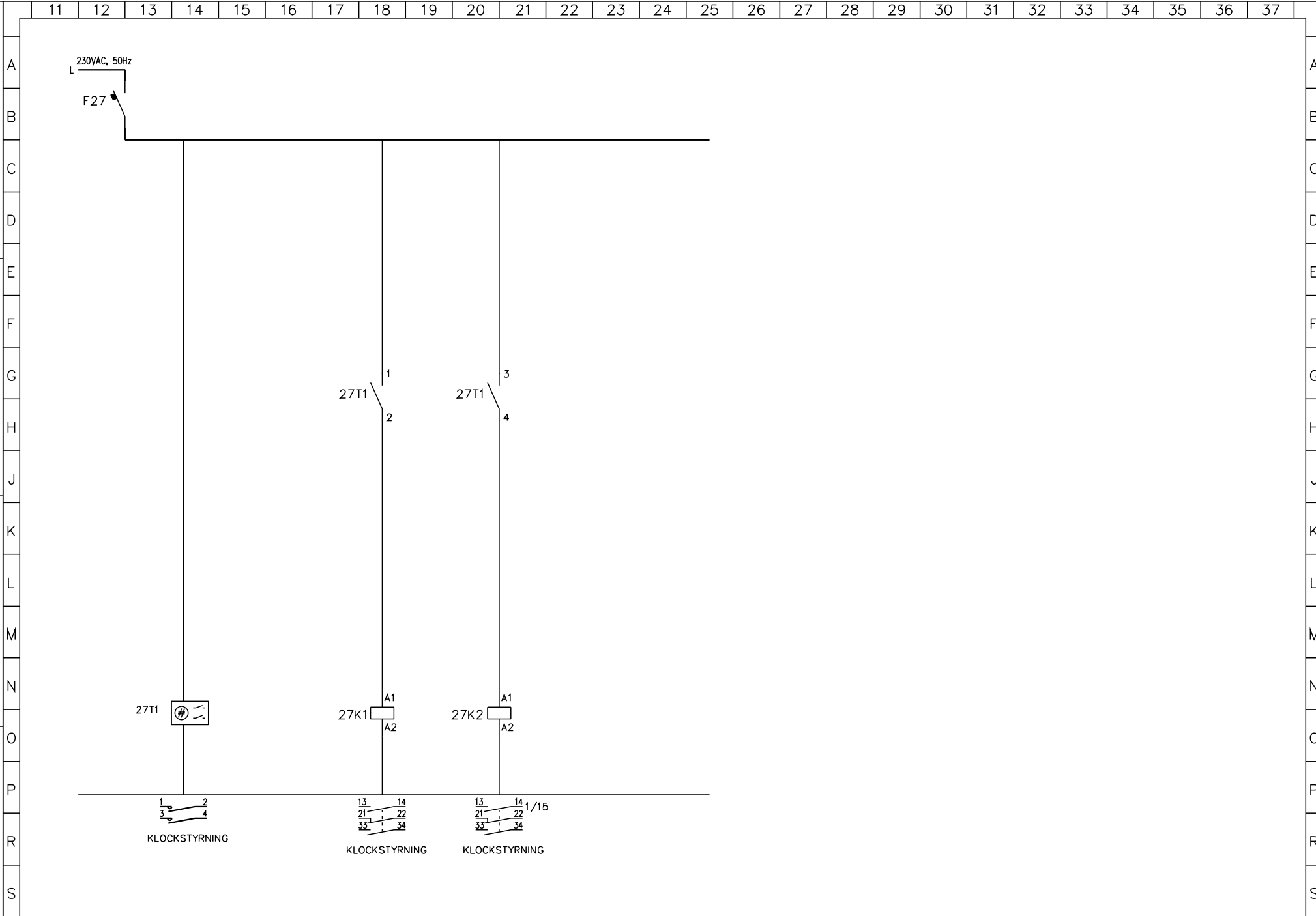


FAB Jakobstads Bäckvägen 13
Bäckvägen 13
68600 Jakobstad

KRETSSCHEMA HC

| | | | |
|------------------------|-------------|-------------|----------------|
| Plan. ME /9.12.2011 | Objekt | Central | Proj.nr. 85 |
| Rit. ME | Blad 3/5 | Ritning nr. | |
| Gransk. | | | 85_401K |

| |
|----------|
| D muutos |
| E muutos |
| F muutos |
| A muutos |
| B muutos |
| C muutos |

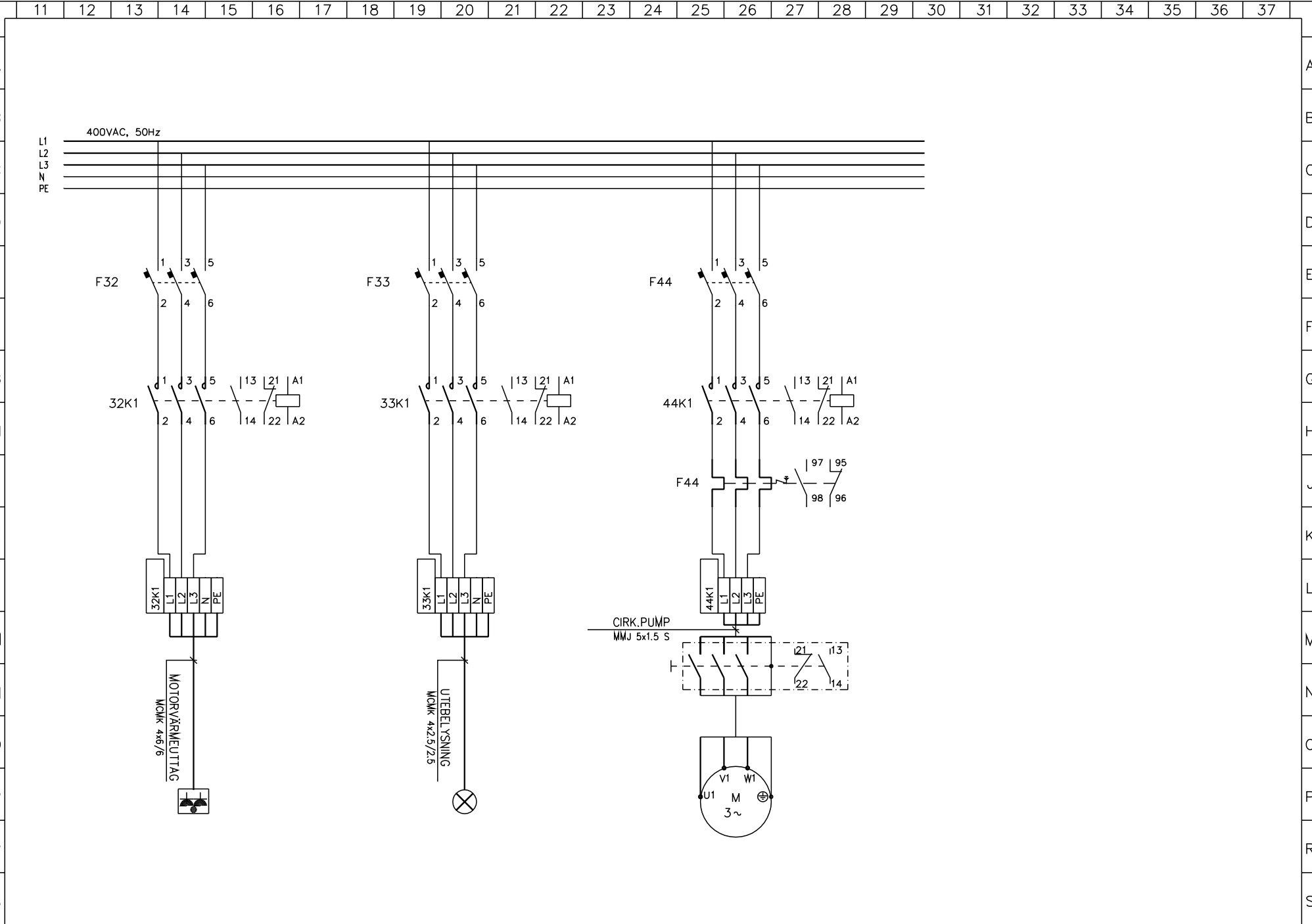


FAB Jakobstads Bäckvägen 13
 Bäckvägen 13
 68600 Jakobstad

KRETSSCHEMA HC

| | | | |
|-------------------------|----------------|----------------------------|-----------------|
| Suunn. ME /9.12.2011 | Kokonaisuus | Sähköpositio | Työnumero 85 |
| Piirt. ME | Lehti 4 / 5 | Piirustusnumero 85_401K | |
| Tark. | | | |

| |
|----------|
| D muutos |
| E muutos |
| F muutos |
| A muutos |
| B muutos |
| C muutos |

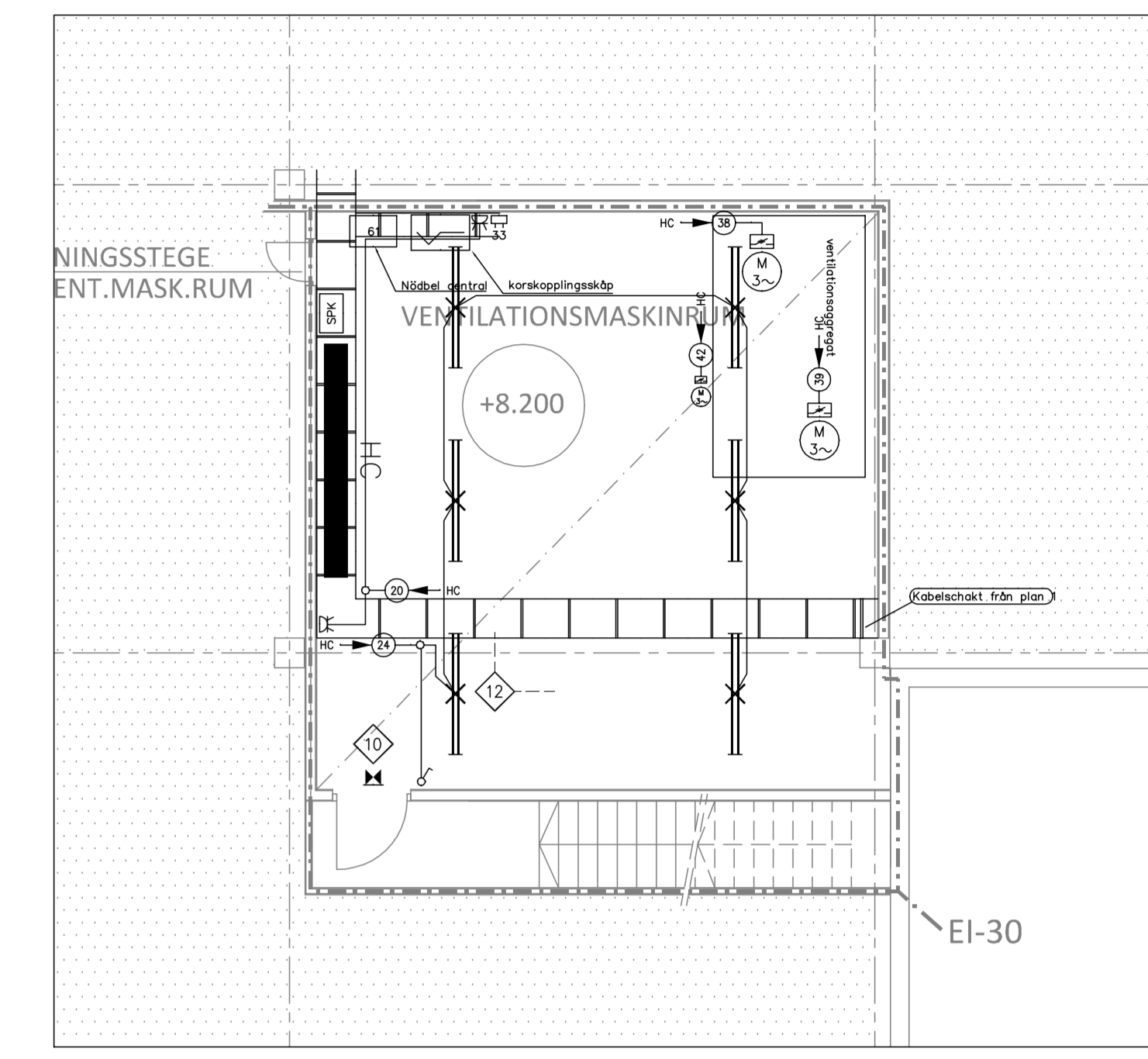
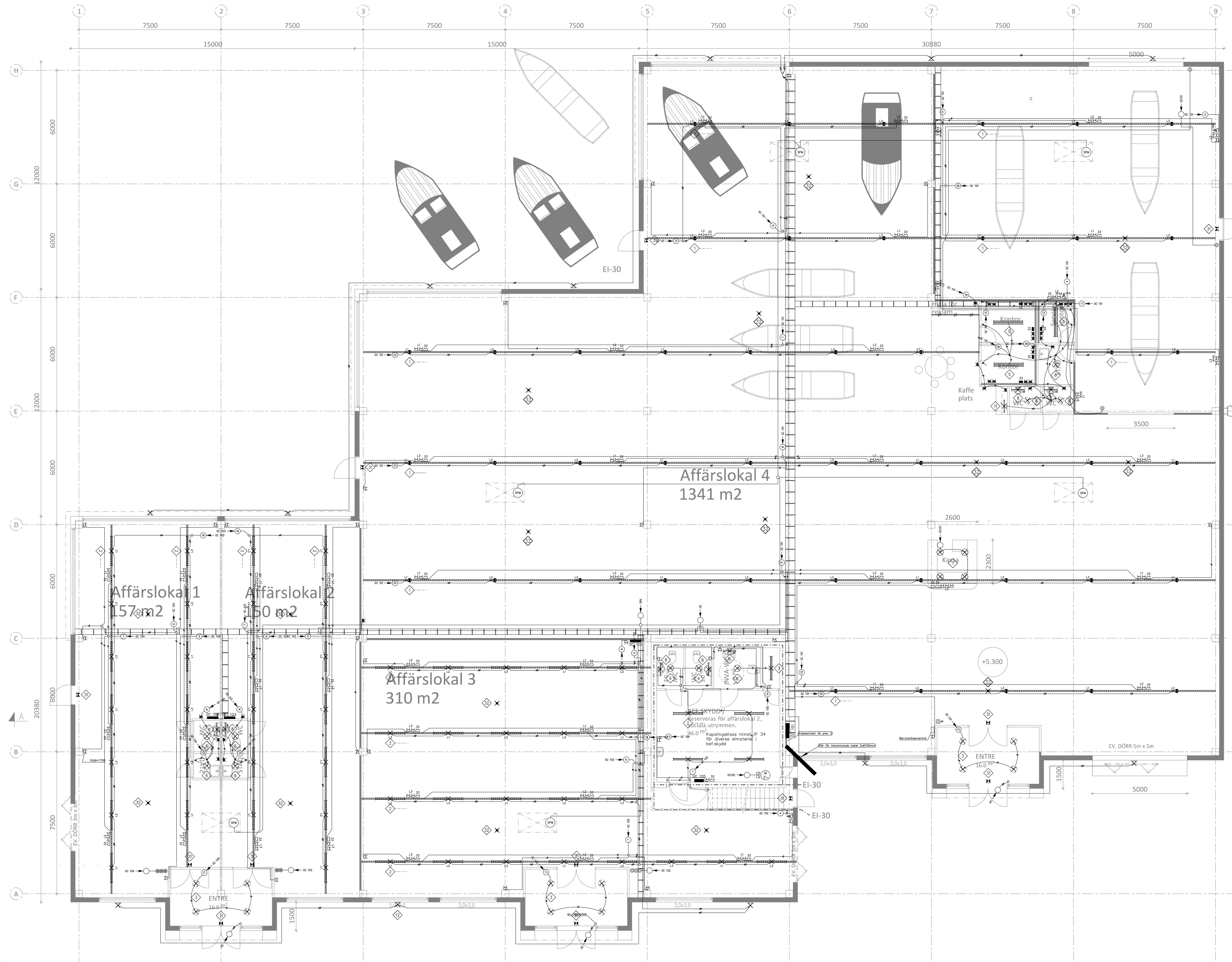


| |
|----------|
| A muutos |
| B muutos |
| C muutos |

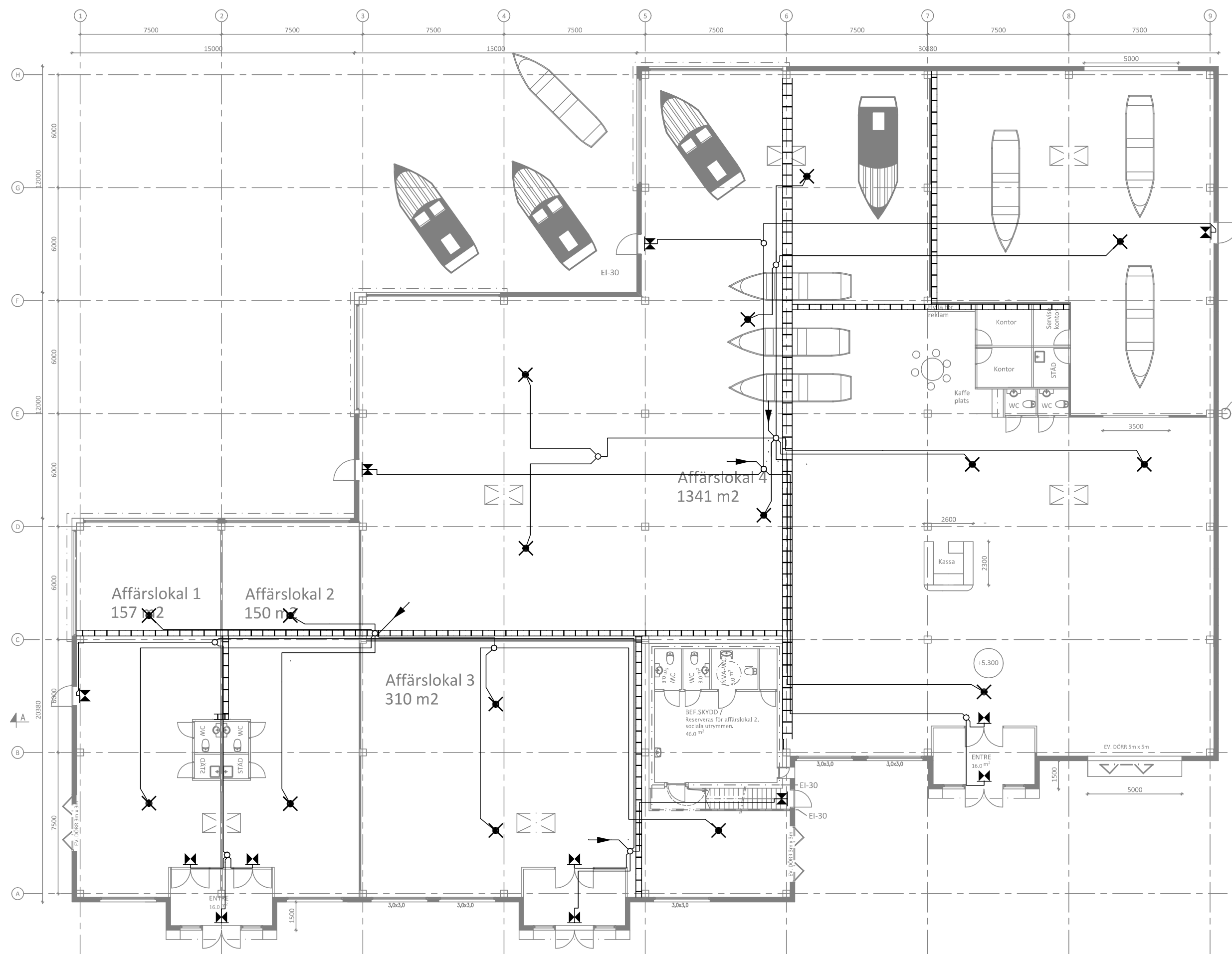
FAB Jakobstads Bäckvägen 13
Bäckvägen 13
68600 Jakobstad

KRETSSCHEMA HC

| | | | |
|-------------------------|----------------|----------------------------|-----------------|
| Suunn. ME /9.12.2011 | Kokonaisuus | Sähköpositio | Työnumero 85 |
| Piirt. ME | Lehti 5 / 5 | Piirustusnumero 85_401K | |
| Tark. | | | |

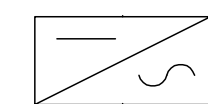


| Num. | Lukum. | Muutos | Proj./Kuva | Kortti/Tila | Tontti | Rno | Viranomaisen merkintä | Nimi | Pvm |
|--|--------|--------|------------|-------------|--------|-----|-----------------------|--|-----|
| 32 | | | | 33 | 1 | | | | |
| UUDISRAKENNUS | | | | | | | | ELRITNING | |
| FAB Jakobstads Bäckvägen 13 Bäckvägen 13 68600 Jakobstad | | | | | | | | ELPUNKTER PLAN 1 + VENTILATIONSMASKINRUM, VÄN 2 | |
| SMART PLAN | | | | | | | | Mk: 1:75 | |
| www.smartplan.fi Tel. +358 02041 6593 | | | | | | | | Pvm 20.3.12 Pöytä. ME Suunn. ME Tark. ME Tall. ME Lehti. ME | |
| Päiv. 20.3.12 | | | | | | | | Työnumero | |
| 85 | | | | | | | | Töön numero | |
| EL | | | | | | | | Päivänumero | |
| 85_201 | | | | | | | | Muutos | |



NÖDBELYSNING / RESERVBELYSNING

Kablage: BMJ-FRHF 2X2.5N

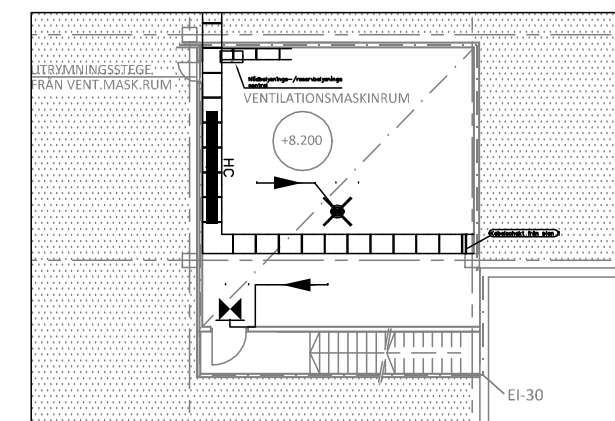


Central 1st Exilight, Exi-300DC
-230V + accu
-Effekt 300W max

Kopplingsdosa i plast (brandtålig, typgodkänd)

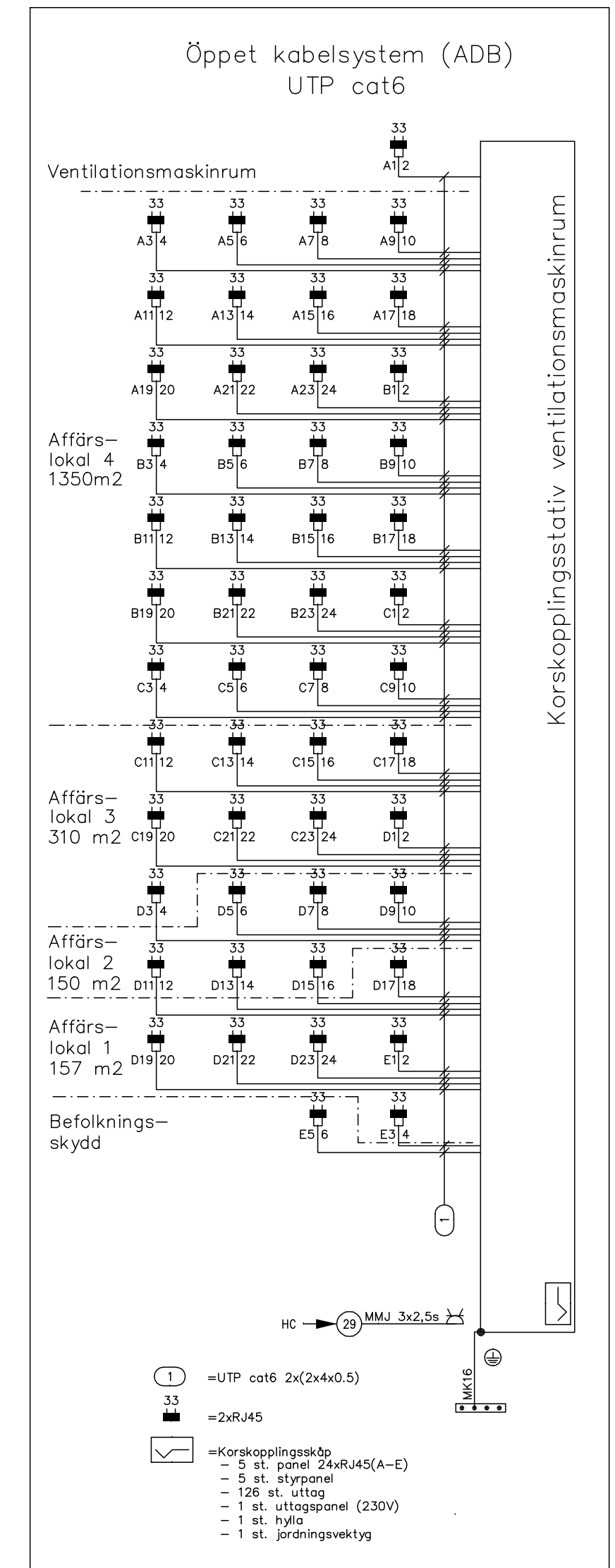
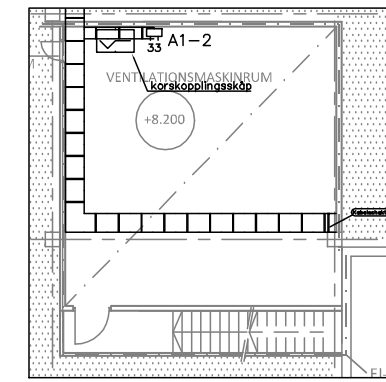
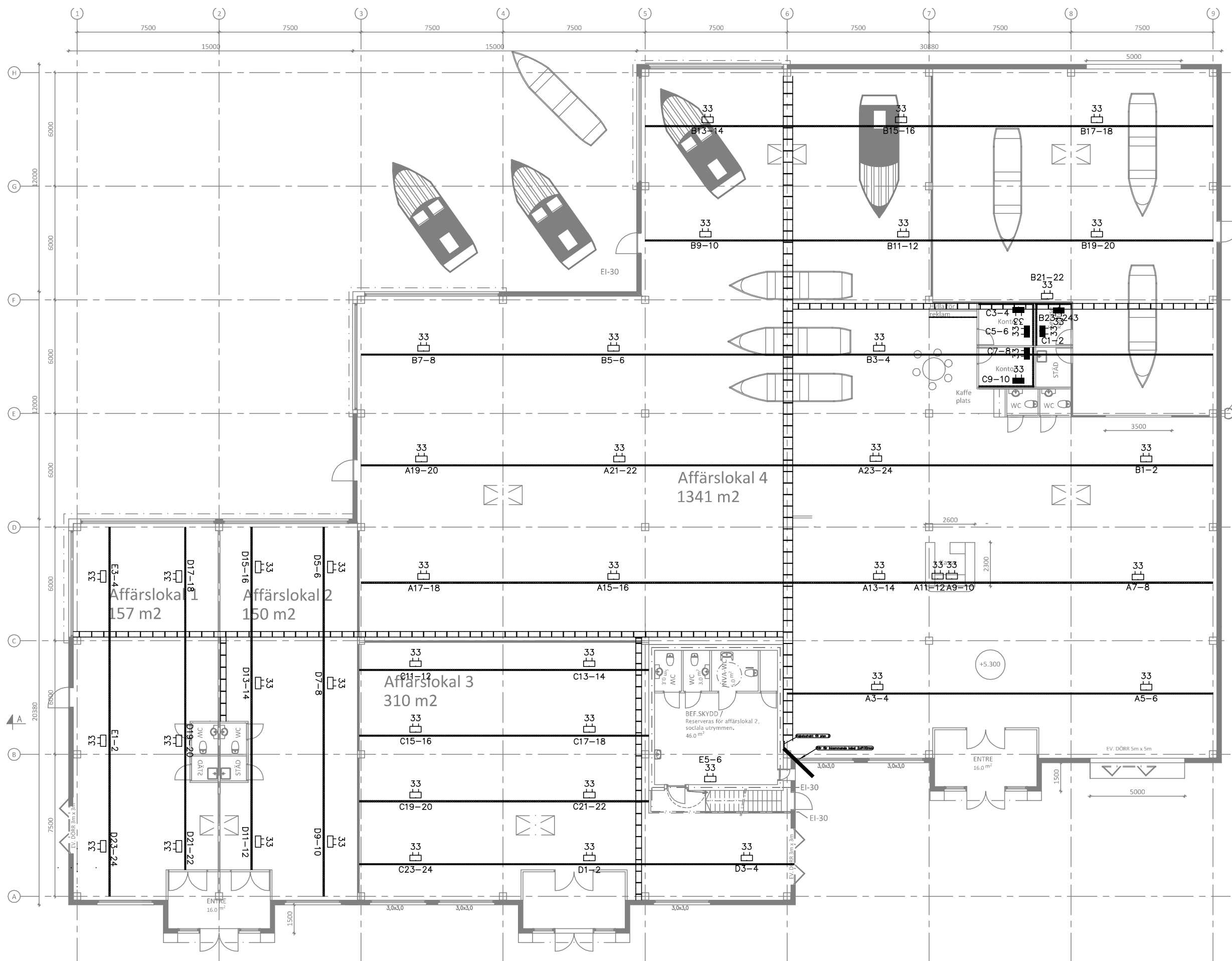


Nöd-/Reservbel. se armaturförteckning!



| Tunn. | Lukum. | Muutos | | | | Nimim. | Pvm |
|--|-------------|---------|-----------|--|-----------------|--------|--------------|
| K.osa/Kylä | Kortt./Tila | Tontti | Rno | Viranomaisten merkintöjä | | | |
| 32 | 33 | 1 | | | | | |
| UUDISRAKENNUS | | | | ELRITNING | | | |
| FAB Jakobstads Bäckvägen 13 Bäckvägen 13 68600 Jakobstad | | | | NÖD-/RESERVEL. SCHEMA VÄN 1 + VÄN 2 | | | MK: 1:200 |
| Pvm | | 16.3.12 | Työnumero | | Tilajan numero | | |
| Piirt. | | | 85 | | | | |
| Suunn. | | ME | | | | | |
| Tark. | | | | | Piirustusnumero | | |
| Yht.hlö | | | EL | | 85_603 | | |
| Lehti | | | | | Muutos | | |

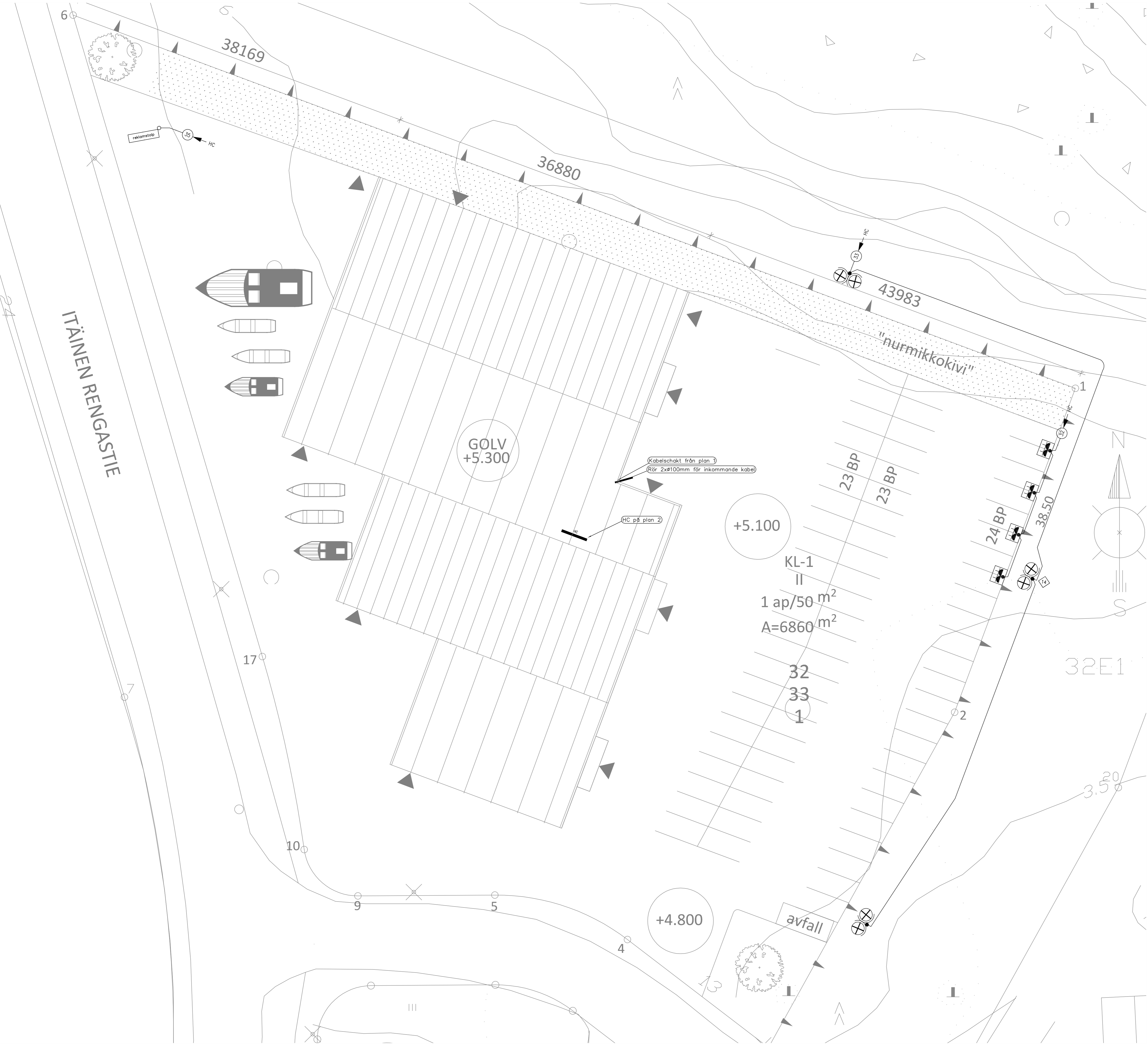




| Tunn. | Lukum. | Muutos | | | | | Nimim. | Pvm |
|--|--------|-------------|----|---|---|-----|--------------------------|-----|
| K.osa/Kylä | 32 | Kortt./Tila | 33 | Tontti | 1 | Rno | Viranomaisten merkintöjä | |
| UUDISRAKENNUS | | | | ELRITNING | | | | |
| FAB Jakobstads Bäckvägen 13 Bäckvägen 13 68600 Jakobstad | | | | ADB-SCHEMA VÄN 1 + VÄN 2 MK: 1:200 | | | | |
| Pvm 16.3.12 | | Työnumero | | Tilaaan numero | | | | |
| Piirt. | | 85 | | | | | | |
| Suunn. ME | | | | | | | | |
| Tark. | | | | Piiustusnumero | | | | |
| Yht.hiö | | EL | | Muutos | | | | |
| Lehti | | 85_601 | | | | | | |



ITÄINEN RENGASTIE



GOLV
+5.300

+5.100

+4.800

KL-1
II
1 ap/50 m²
A=6860 m²

32
33
1

23 BP
23 BP

24 BP

38.50

32E1

3.50

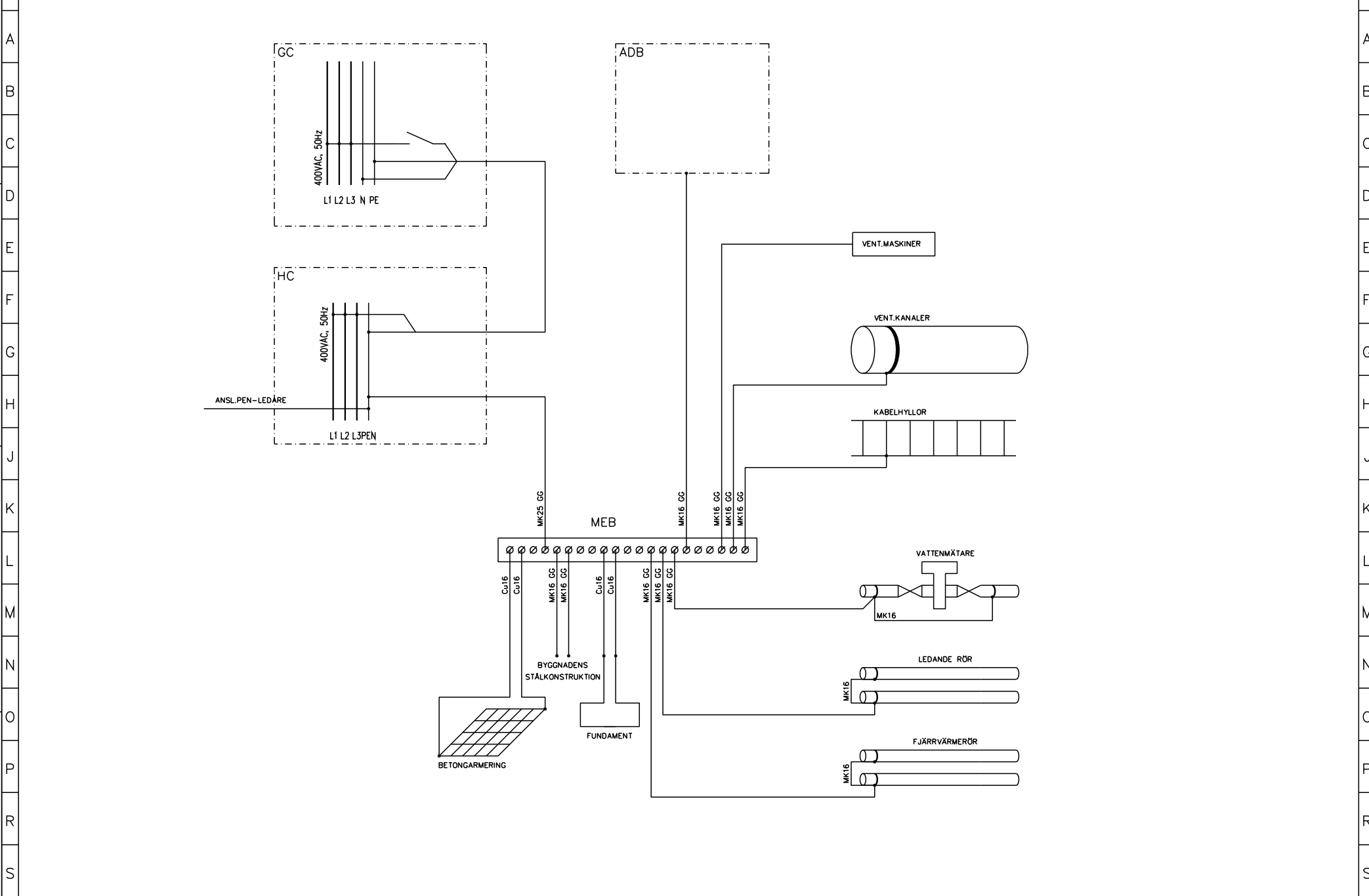
avfall

| Tunn. | Lukum. | Muutos | | | | Nimim. | Pvm |
|--|-------------|----------|-----------|--------------------------|-----------------|--------|--------------|
| K.osa/Kylä | Kortt./Tila | Tontti | Rno | Viranomaisten merkintöjä | | | |
| 32 | 33 | 1 | | UUDISRAKENNUS | | | ELRITNING |
| FAB Jakobstads Bäckvägen 13 Bäckvägen 13 68600 Jakobstad | | | | SITUATIONSPLAN | | | MK: 1:200 |
| Pvm | | 5.9.2011 | Työnumero | | Tilaojan numero | | |
| Piirt. | | | 85 | | | | |
| Suunn. | | RG | | | | | |
| Tark. | | | | | Pirustusnumero | | Muutos |
| Yht.lis | | | | | EL | | 85_101 |
| Lehti | | | | | | | |



2.5.2012
 A muutos
 B muutos
 C muutos
 D muutos

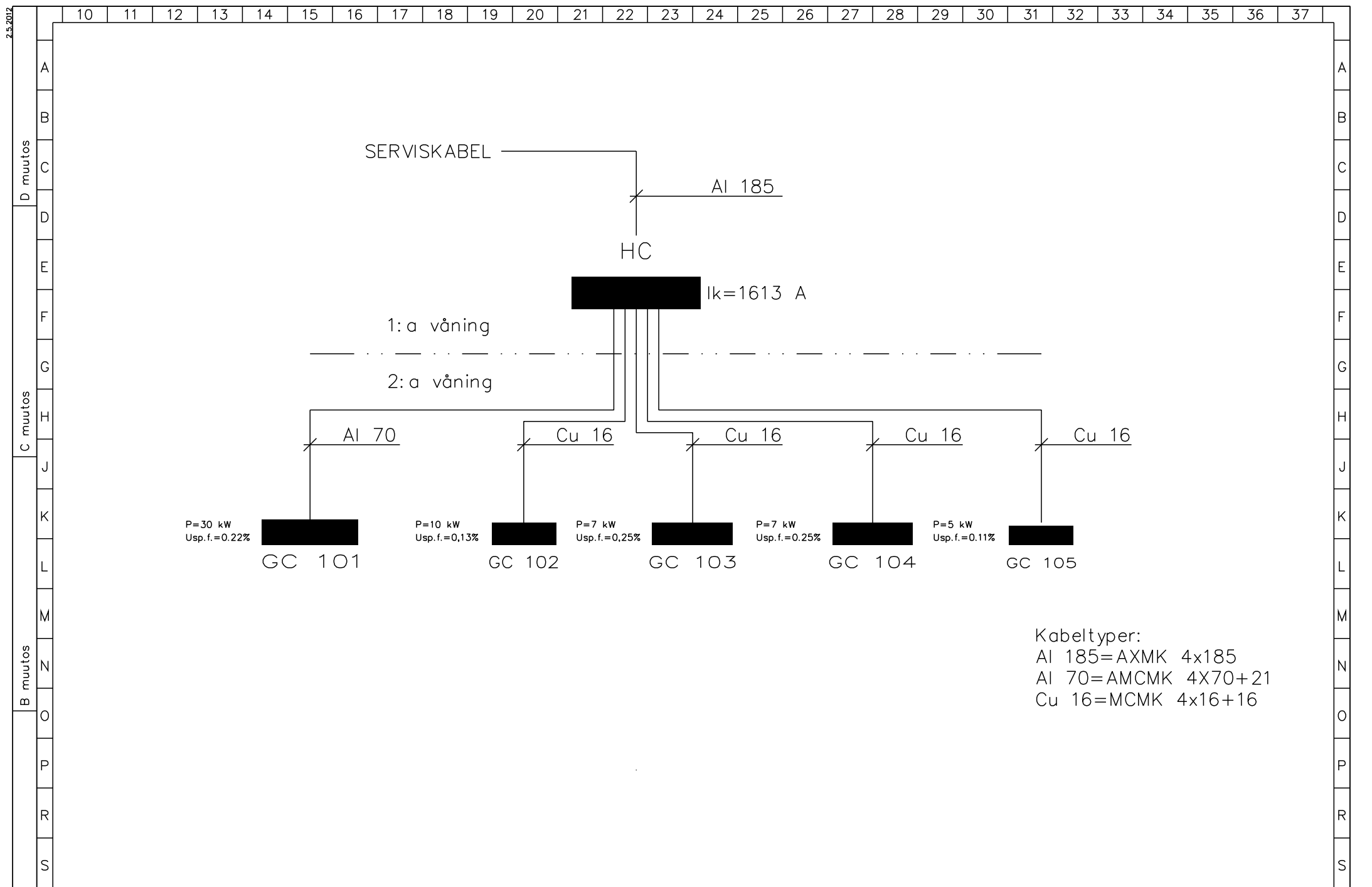
10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37



FAB Jakobstads Bäckvägen 13
 Bäckvägen 13
 68600 Jakobstad

JORDNINGSSCHEMA

| | | | |
|--------------------------|--------------|-----------------|-----------------|
| Suunn. ME /14.12.2011 | Kokonaisuus | Sähköpositio | Työnumero 85 |
| Piirt. | Lehti 1/1 | Piirustusnumero | |
| Tark. | SÄH 85_302 | | |



Kabeltyper:
 Al 185=AXMK 4x185
 Al 70=AMCMK 4x70+21
 Cu 16=MCMK 4x16+16