



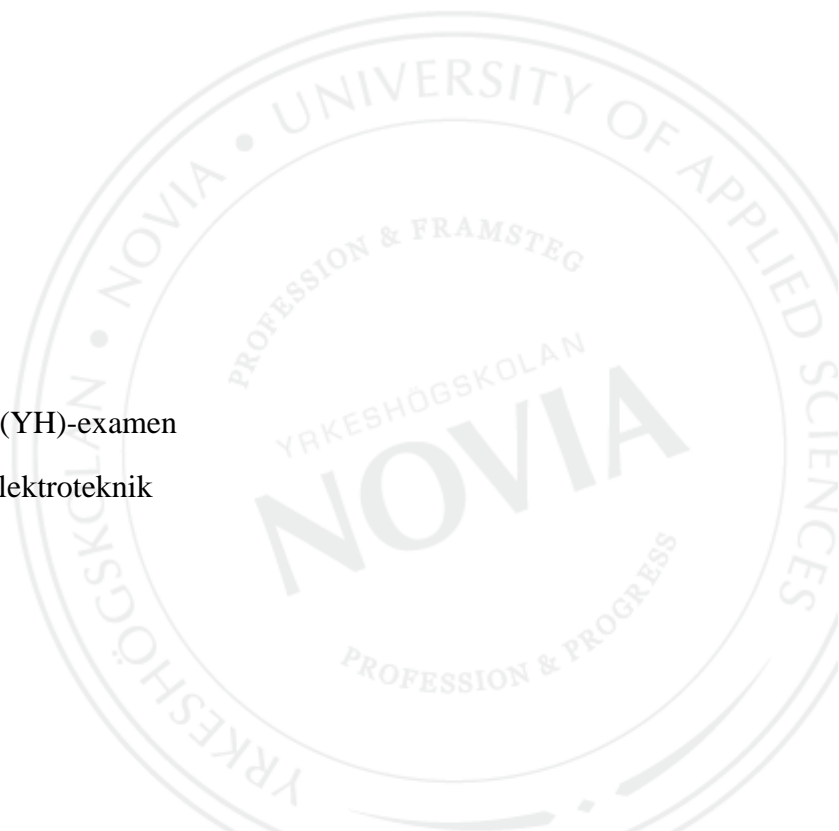
Elplanering för radhus

Robin Kuusisaari

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för elektroteknik

Vasa 2013



EXAMENSARBETE

Författare: Robin Kuusisaari
Utbildningsprogram och ort: Elektroteknik, Vasa
Inriktningalternativ: Elkraftsteknik
Handledare: Lars Enström

Titel: *Elplanering för radhus*

Datum: 12.3.2013 Sidantal: 37 Bilagor: 9

Abstrakt

Detta examensarbete tar upp sådant man bör ta i beaktande vid planering och dimensionering av elinstallationer i radhusbostäder. Arbetet går ut på att planera elarbetsritningar till åtta lokaler på 88 m² bostadsyta per lokal och centralscheman som skall gå att använda vid val av centraler. Till arbetet hörde också att göra jordningsscheman, armaturförteckning, effektberäkningar och transformatordimensionering.

För att lyckas med detta krävdes studier av lagar, paragrafer och standarder om elektricitet. I arbetet tas upp väsentliga saker om hur man bl.a. gör effektberäkningar, beräkningar och dimensioneringar av kablar och säkringar och hur kablar belastas. Skyddsjordning är en viktig del av elplaneringen och elinstallationen, så i detta arbete behandlas ingående jordningar, jordelektroder och potentialutjämning.

I arbetet klargörs också vad man bör tänka på i utrymmen av särskilda slag och hur de olika TN-systemen fungerar. Som bilagor finns elritningar, centralscheman och jordningsscheman till radhusprojektet. Program som användes vid planeringen var ritprogrammen AutoCAD och CADS.

Språk: svenska Nyckelord: skyddsjordning, dimensionering

Tillgängligt: theseus.fi

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä:	Robin Kuusisaari
Koulutusohjelma ja paikkakunta:	Sähkötekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto:	Sähkövoimatekniikka
Ohjaaja:	Lars Enström

Nimike: *Sähkösuunnitelma rivitalolle*

Päivämäärä 12.3.2013 Sivumäärä 37 Liitteet 9

Tiivistelmä

Tässä työssä kuvataan, mitä suunnitteluvaiheessa tarvitsee huomioida ja mitoittaa, kun tehdään sähköpiirustuksia asumistaloille. Työhön kuului sähköpiirustuksien suunnittelu kahdeksalle huoneistolle, joissa on 88 m² asuintilaa per huoneisto, sekä keskuskaaviot pää- ja kahdeksalle ryhmäkeskukselle, joita voidaan hyödyntää kun valitaan keskuksia. Työhön liittyi myös maadoituskaavioiden tekeminen, valaisinluettelo, teholaskelmia ja muuntajan mitoitus.

Tämän saavuttamiseksi piti tutkia lakia, lausekkeita ja standardeja, jotka liittyvät sähköön. Työ sisälsi olennaisia asioita siitä, miten teholaskelmia tehdään sekä laskelmia ja mitoituksia kaapeleille, sulakkeille ja johtojen ylikuormituksille. Suojajohtimet ovat tärkeitä asioita sähkösuunnittelussa ja sähköasennuksissa, joten tässä työssä käsitellään perusteellisesti maadoituksia, maadoituselektrodeja ja potentiaalintasauksia. Lisäksi työssä selvitetään, mitä kannattaa miettiä kun suunnittelee sähköä huoneisiin, jotka ovat erikoisia, ja miten erilaiset TN-järjestelmät toimivat. Liitteenä on sähköpiirustuksia, keskus- ja maadoituskaavioita rivitalohankkeeseen. Suunnittelussa käytettiin AutoCAD ja CADS-ohjelmia.

Kieli: ruotsi Avainsanat: suojamaadoitus, mitoitus

Arkistoidaan: verkkokirjasto theseus.fi

BACHELOR'S THESIS

Author: Robin Kuusisaari
Degree Programme: Electrical Engineering, Vaasa
Specialization: Electrical Power Engineering
Supervisor: Lars Enström

Title: *Electrical design of a terraced house*

Date 12.3.2013 Number of pages 37 Appendices 9

Summary

This thesis describes what to consider when planning electrical drawings for housing. The work is to plan the electrical working drawings for eight rooms of 88 m² living space each and central schematics for a main distribution board and eight subsidiary distribution boards. The central schematics are to be used in the selection of distribution boards. The work also included making grounding schemes, luminaire lists, power calculations and transformer sizing.

To do this you have to study electrical legislation and standards. This work addresses important things about how to make power calculations, calculations and dimensioning of cables and fuses and the loading of cables. Protective grounding is an important part of electrical design and electrical installation, so this work treats groundings, grounding electrodes and equipotential bonding in detail. The work also clarifies what one should consider in areas of special types and how the different TN systems work. Electrical drawings, schematics and central earthing schematics for the terraced house project are enclosed. Programs used in the planning were the drawing programs AutoCAD and CADS.

Language: Swedish Key words: protective earthing, dimensioning

Filed at theseus.fi

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
2	Syfte och ändamål	1
3	Planering av elritningar	2
4	Effektberäkningar	3
5	Kablarnas belastning	4
6	Dimensionering av kablar och säkringar	5
6.1	Överbelastningsskydd	5
6.2	Dvärgbrytare som överbelastningsskydd	5
6.3	Skydd mot kortslutning	6
6.4	Selektivitet för säkringar	8
6.5	Planering av felskydd	9
7	Planering av elcentraler	18
7.1	Felskydd av uttag	18
7.2	Jordfelsbrytare	19
7.3	Selektivitet hos jordfelsbrytare	19
7.4	TN-systemet	21
7.5	TN-S-systemet	21
7.6	TN-C-systemet	22
7.7	TN-C-S-systemet	23
8	Planering av jordningar	23
8.1	Jordningens betydelse och definitioner	23
8.2	Skyddsledare	24
8.3	Utsatt del	24
8.4	Jordledare	24
8.5	Huvudjordningsskena, huvudjordningsklämma	25
8.6	Jordelektrod	25
8.7	Potentialutjämning	26
8.8	Främmande ledande del	27
8.9	Fundamentjordelektrod	27
8.10	Skyddsjordning	28
8.11	Dimensionering och val av skyddsledare	29
9	Krav på elinstallationer i utrymmen av särskilt slag	30
9.1	Bad- och duschutrymmen	30
9.2	Kraven på kapslingsklass i duschutrymme i anslutning till bastu	32
9.3	Ljusarmaturer och värmeelement som placeras på område 1	32

9.4	Basturum	33
9.5	Installation av bastuugn.....	34
9.6	Installation av övrig elmateriel i basturum.....	34
10	Val av transformator.....	35
11	Armaturförteckning.....	35
12	Resultat.....	36
13	Diskussion.....	36
14	Förteckning över källor	37

Förteckning över bilagor

1 Inledning

På årskurs fyra var det dags för val av examensarbete. Jag har alltid varit intresserad av att göra elritningar, så jag kontaktade några elplaneringsföretag men ingen av dem hade något lämpligt examensarbete att erbjuda. Då slog det mig att jag hade tänkt planera elritningar till ett radhusområde som eget projekt och fick det godkänt som lärdomsprov.

Det här examensarbetet går alltså ut på att göra fullständiga elritningar, jordningsscheman, centralscheman, armaturförteckningar och effektberäkningar till åtta bostäder inom det planerade radhusområdet.

2 Syfte och ändamål

I arbetet skulle jag göra elarbetsritningar till åtta lokaler med 88 m² bostadsyta, centralscheman till en huvudcentral och åtta gruppcentraler som skulle gå att använda vid val av centraler. Sedan skulle jag också göra jordningsscheman, armaturförteckning, effektberäkningar och transformatordimensionering. Kabel- och säkringsdimensionering kommer automatiskt med som något som måste göras när man planerar en installation. När det dimensionerades transformatorn, beräknades endast effekten till detta radhusområde. Denna beräkning kommer inte att tillämpas i praktiken eftersom man brukar ha större områden/effekter på en och samma transformator.

3 Planering av elritningar

Planering av elritningarna gjordes i ritprogrammet AutoCAD, centralscheman och jordningsscheman i CADS. När man planerar elritningar är det många saker man bör tänka på bl.a. att resultatet är lagligt och enligt SFS-standarder. Till hjälp fanns SFS-600 HANDBOKEN, D1-2009 HANDBOK OM BYGGNADERS ELINSTALLATIONER, och ST-kortisto som båda bygger på SFS 6000 standarder. Man bör kunna tolka och använda symbolerna som föreställer elenergifördelning och elanvändning. Det finns två olika symbolregister som används vid ritande av elektriska symboler, ett nationellt och ett enligt IEC, vid planeringen av detta radhusområde användes de nationella ritsymbolerna.

Enligt standarden SFS 6000 skall man vid elplanering beräkna att de grundläggande skyddskraven för installationen uppfylls. Detta är viktigt, eftersom feldimensionerade skydd i den slutliga installationen är svårare och dyrare att rätta till. De grundläggande säkerhetskraven är främst avsedda för att skydda mot överström och kortslutningar. För att i planeringsskedet kunna dimensionera rätt bör man veta några saker, bl.a. den minsta jordslutningsströmmen mellan fas och PE- eller PEN-ledaren vid anslutningspunkten, för att kunna bedöma om felskyddet fungerar korrekt. Sedan behöver man för kortslutningsskyddet veta den största kortslutningsströmmen vid anslutningspunkten. För att kunna dimensionera kablar och säkringar bör man också veta vad det kommer att vara för belastningsströmmar. /4/

4 Effektberäkningar

Effektberäkningar i elnätet görs så att man skall kunna dimensionera rätt kablar, transformatorer och kopplingsanordningar. Dimensioneringen görs enligt totala strömvärden, d.v.s. den skenbara effekten (aktiva effekten + reaktiva effekten). Förlusteffekten i ledningar är i proportion till strömmen i kvadrat och därför är strömmen den viktigaste faktorn vid dimensionering av elnätet. Det kan vara svårt att uppskatta effektbehovet i en installation, så därför rekommenderas användning av formler och tabeller för ändamålet. Uppskattad eller beräknad toppeffekt skall man ange i huvud- och stigarledningsscheman, samt när man beställer inkopplingskabel. Den nuvarande effekten skall anges med de uppgifter som man vet vid det tillfället, men man bör dock beakta eventuellt behov av mera effekt i framtiden. T.ex. i ett kontorsutrymme beräknar man att tillväxten på 5 år är 20 %, 10 år 35 % och 20 år ungefär 50 %.

Vid effektberäkningar bör man ta i beaktande de lokala förhållandena. I tabell 1 finns det uppgett de vanliga bostädernas effekter och val av huvudcentral om man räknar med att varje bostad har en toppeffekt på 10 kW. Distributionsnätets effektbehov beror bl.a. på fastighetens storlek, antalet apparater som skall inkopplas och uppvärmningssättet. Som det framgår i tabell 1 så kan man bestämma huvudcentralens märkström. Huvudsäkringarnas storlek och anslutningskabeln bestäms av energiverkets statistik eller erfarenhetsmässiga data, om det inte finns data kan man tillämpa tabell 1.

/4/

Tabell 1. Effektoppskattning i bostäder.

Asuntoja kpl	Kiin.teho kW	Maksimiteho kW	Tasoitus	Sähkölämmön osuus kW	Mitoittava virta A	Pääkeskuksen nimellisvirta A
1	2	10	1	0	20	25...40
1	2	10	1	8	30	40...63
2	3	20	0,9	0	30	40...63
2	3	20	0,9	15	50	63...80
5	6	50	0,8	0	63	63...125
5	6	50	0,8	30	100	125...250
10	12	120	0,65	0	120	125...250
10	12	120	0,65	50	200	250...400
20	25	250	0,6	0	240	250...400
20	25	250	0,6	100	380	400...630
50	60	500	0,5	0	400	400...630
50	60	500	0,5	250	750	800...1000
100	120	1000	0,4	0	630	630...800
100	120	1000	0,4	500	1250	1250...1600

Till detta projekt användes tabell 1 för dimensionering av huvudsäkringar och anslutningskabel.

5 Kablarnas belastning

Följande saker bör man tänka på när man väljer ledningar och installerar, det finns krav som skall uppfyllas av kablar och ledare, de är:

- Kabelutförandet skall vara enligt standarder eller säkerhetsnivån på kabelns utförande skall motsvara standardernas krav.
- Märkspänningen på kablarna eller ledarna skall motsvara systemet, där de installeras.
- Enligt kraven i punkt 514 i standardserien SFS 6000 skall ledarnas färger uppfylla de krav som ställs.
- Ledningsförmågan i ledarna skall vara tillräckligt stor, dvs. arean måste vara tillräckligt stor.
- Kabeln skall vara gjord så att den tål den yttre påverkan, som förekommer i omgivningen där den installeras. Till yttre påverkan räknas bl.a. omgivningstemperaturen, vatten och fasta främmande ämnen samt korrosiva eller förorenade ämnen och mekaniska påverkanden. /1/, /5/

I Finland får man använda kablar, som följer de finska standarderna och sådana som följer de internationella eller andra nationella standarder för kablar. Man bör dock ta hänsyn till krav i SFS 600 och installationsanvisningar givna av kabeltillverkarna. /1/, /5/

Man skall välja kablar eller ledare, med märkspänning som är tillräcklig med avseende på den största driftspänningen i anläggningen. Fast kabelns eller ledarens märkspänning motsvarar den största driftspänningen i installationen, är det inte säkert, att kabelns konstruktion tål annan påverkan på driftstället. /1/, /5/

De vanligaste märkspänningarna hos kablar och ledare avsedda för fast installation är 300/500 V, 450/750 V och 0,6/1,0 kV. Standardenliga isolerade ledare är de med 450/750 V märkspänning avsedda för fast installation och de med 300/500 V märkspänning avsedda för inre kopplingar i apparater. /1/, /5/

De vanligaste märkspänningarna för rörliga kablar är 300/300 V, 300/500 V och 450/750 V. Den standardenliga flexibla kabeln 300/300 V är enbart tänkt att användas för att ansluta kabel till en apparat enligt standarden för apparaten i fråga. /1/, /5/

I en kraft- och belysningskrets fast installerad i en byggnad, i jord eller i vatten är minimiarean för en kabel eller en isolerad ledare 1,5 mm² koppar eller 16 mm² aluminium.

I signal- och manöverkretsar får det vara kopparledare av arean 0,5 mm² och i signal- och manöverkretsar för elektronikapparater tillåts det en kopparledare av arean 0,1 mm².

När man bestämmer arean på en ledare skall man ta hänsyn till:

- den högsta tillåtna temperaturen dvs. belastningsförmågan
- kortslutningståligheten
- strömkretsens största impedans, med tanke på krav för felskyddet
- spänningsfallen
- mekanisk påverkan på ledarna. /1/, /5/

I Finland används ofta 16 A säkringar för att skydda strömkretsar som innehåller uttag med skyddskontakter. Därför bör ledararean i kablar, som används för klass 1 skarvsladdar, vara minst 1,5 mm² koppar och arean för klass 0 skarvsladd bör vara minst 1,0 mm² koppar. /1/, /5/

6 Dimensionering av kablar och säkringar

6.1 Överbelastningsskydd

När man dimensionerar överbelastningsskydd bör man tänka på skyddsanordningens märkström, man bör också tänka på att olika typer av skyddsanordningar har olika funktionsvärden. /1/, /5/

6.2 Dvärgbrytare som överbelastningsskydd

Om man som överbelastningsskydd använder dvärgbrytare enligt standarden SFS-EN60 898 av typen B-, C-, och D, så är det mycket enkelt att dimensionera skydd mot överbelastning. /1/, /5/

Den termiska funktionsgränsströmmen är 1,45 gånger skyddsanordningens märkström för dessa dvärgbrytare. Då kan man välja överbelastningsskyddet direkt efter ledningens belastningsförmåga. T.ex. om ledaren belastningsförmåga är 10 A, kan man välja en 10 A dvärgbrytare som skydd mot överbelastning. Man kan tillämpa samma metod för dvärgbrytare av typ K, skillnaden är den att dvärgbrytare av typ K har en termisk gränsbrytström som är 1,2 gånger skyddsanordningens märkström. Det vill säga den har bättre skydd mot överbelastning än en dvärgbrytare av typen B, C och D. Men märkströmmen för dvärgbrytaren av typen K får ändå inte överskrida ledningens belastningsförmåga. /1/, /5/

6.3 Skydd mot kortslutning

Det ställs två väsentliga krav på skydd mot kortslutning:

- Skyddet man använder mot kortslutningen måste kunna bryta den största möjliga kortslutningsströmmen i kretsen.
- Frånkoppling måste ske så snabbt så att inte de av skyddsanordningen skyddade komponenter i kretsen skadas. /1/, /5/

Dessa krav uppfylls när strömkretsen placeras i dimensioneringsformeln 1.1 som är tagen ur standardserien SFS 6000. Skyddsanordningen får endast släppa igenom den energi under en kortslutning som ledarna klarar av utan att få termiska påfrestningar. Dessa värden kan man i praktiken kontrollera ur kurvor och tabeller som tillverkarna ger ut. Om sådana kurvor eller tabeller inte finns att få kan man tillämpa tabell 2, men man bör observera att värdena i tabell 2 inte är lämpliga i alla situationer. /1/, /5/

Formel 1.1

$$t = (k * A / I)^2$$

där

- t är kortslutningens varaktighet (s)
- k är en ledarkoefficient
- I är kortslutningsströmmens storlek (A)

Tabell 2. I tabellen framgår säkringens maximala märkström för olika ledarareor.

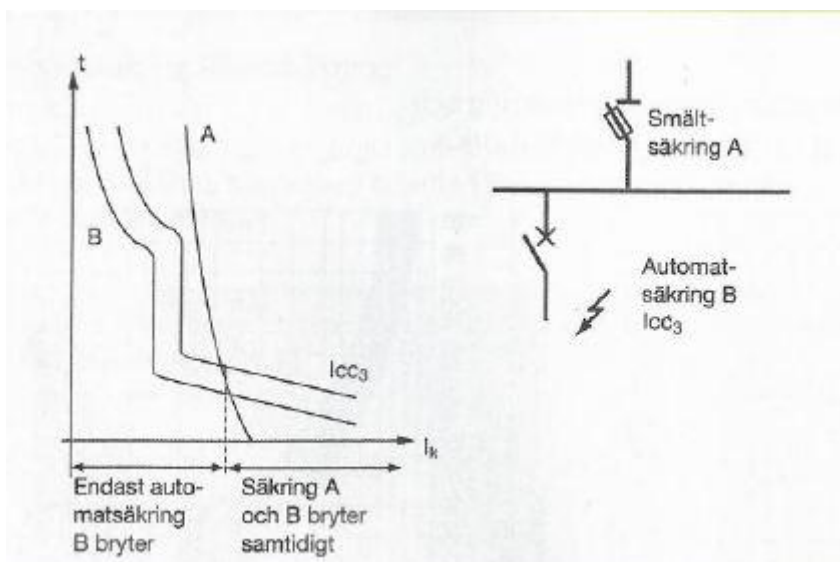
1 Area mm ²	2	3
	Säkringens maximala märkström A	
	gG-säkring	aM-säkring
Cu-ledare, PVC-isolation (t.ex. MMJ, MK)		
0,75	10	-
1	16	-
1,5	25	10
2,5	32	16
4	40	25
6	63	40
10	80	63
16	125	100
25	200	160
35	250	200
50	315	315
75	400	400
90	500	500
120	630	630
150	800	800
185	1000	1000
240	1000	1250
300	1250	1250
Cu-ledare, PVC-isolation, koncentrisk Cu-ledare (t.ex. MCMK)		
n x 1,5 + 1,5	25	10
n x 2,5 + 2,5	32	16
n x 4 + 4	40	25
n x 6 + 6	63	40
n x 10 + 10	80	63
n x 16 + 16	125	100
n x 25 + 16	160	125
n x 35 + 16	160	125
n x 50 + 25	250	200
n x 70 + 35	315	250
n x 95 + 50	400	315
n x 120 + 70	500	500
n x 150 + 70	500	500
n x 185 + 90	630	630
n x 240 + 120	800	800

Formeln 1.1 för beräkning av kortslutningstiden kan endast tillämpas om kortslutningen är under 5 s. Om kortslutningen är längre än 5 s bör man kontrollera skyddets funktion och att skyddsanordningens funktionskurva och ledarnas uppvärmningskurva jämförs med varandra. Formeln 1.1 bygger på att värmen som åstadkommit endast värmer upp kabeln och stannar i den. Om kortslutningen är längre, börjar kabeln värma upp omgivningen, vilket gör att beräkningen av uppvärmningen blir mera komplicerad. Vid stora kortslutningsströmmar är den tillåtna kortslutningstiden mycket kortare än 5 s.

/1/, /5/

6.4 Selektivitet för säkringar

Selektivitet mellan två säkringar i en installation betyder att den säkring som ligger närmast felet skall lösa ut. Selektivitet kan vara svårt att uppnå, pga. att en viss energi skall passera den säkring som är närmast felet innan den löser ut. Om den energin är mycket stor kan den första säkringen i kretsen bryta. Detta är inte önskvärt. Ett exempel på detta kan vara en skadad apparat med kortslutning som ansluts till ett uttag. Då skall grupsäkringen bryta kretsen, men huvudsäkringen skall inte lösa ut. Man skall beakta två selektiviteetsfunktioner, selektivitet vid kortslutning och selektivitet vid överbelastning. En tumregel för att uppnå selektivitet är att använda skydd med fallande märkströmsvärde dvs. om huvudsäkringarna är 25 A, så använder man mindre än 25 A grupsäkringar. Om man installerar två dvärgbrytare efter varandra skall de vara testade tillsammans, därför är det bra att använda samma tillverkare. Om anläggningen har installation med blandade säkringar dvs. porslins- och dvärgbrytare i serie, skall man kontrollera att utlösningsskurvorna som tillverkarna anger inte överlappar varandra. Det är vanligt att man använder porslinssäkringar som huvudsäkringar och dvärgbrytare i gruppcentraler, så också i detta radhusprojekt, därför bör dvärgbrytarens värde på genomsläppt energi vara mindre än porslinssäkringens. Ur figur 1 ser man hur selektivitet uppnås. /2/



Figur 1. Ur kurvan ser man när de olika säkringarna bryter.

6.5 Planering av felskydd

När man planerar elanläggningar skall man säkerställa att felskyddet fungerar. Ur standarden SFS 6000 punkt 132 framgår det att man vid planeringsskedet skall säkerställa att skyddet förverkligas i enlighet med kapitel 131, som innehåller kraven för felskyddet. När man granskar skyddskraven bör man ta reda på den minsta kortslutningsströmmen som får den valda skyddsanordningen att bryta inom den krävda tiden, dvs. 0,4 s för gruppledare och 5,0 s för matningsledare. Ur följande tabeller 3 och 4 kan man läsa den minsta kortslutningsströmmen för de olika skyddsanordningar och funktionstider. Det finns ingen skild tabell för proppsäkring av typen D, men det går att använda samma strömvärden som för proppsäkring av typen gG. Man bör observera att utlösningsskurvan för proppsäkring av typ D skiljer sig från proppsäkring av typen gG och gL. När man mäter kortslutningsströmmarna skall de vara 25 % högre än skyddens gränsutlösningssströmmar, detta pga. att ledartemperaturen vid mätning är lägre än ledartemperaturen vid en kortslutning. /1/, /5/

Tabell 3. Tabellen visar minsta utlösingsströmmar för dvärgbrytare och värden som krävs vid mätning.

Minsta utlösingsströmmar för dvärgbrytare och värden som krävs vid mätning				
Märkström	Typ B 0,4s & 5s	Värdet som krävs vid mätning	Typ C 0,4s & 5s	Värdet som krävs vid mätning
A	A	A	A	A
6	30	37,5	60	75
10	50	62,5	100	125
16	80	100	160	200
20	100	125	200	250
25	125	156,3	250	312,5
32	160	200	320	400
50	250	312,5	500	625
63	315	393,8	630	787,5
80	400	500	800	1000
125	625	781,3	1250	1562,5

Tabell 4. Tabellen visar minsta utlösingsströmmar för gG-smältskydd och värden som krävs vid mätning.

Minsta utlösingsströmmar för gG-smältskydd och värden som krävs vid mätning				
Märkström	gG-smältskydd 0,4s	Värdet som krävs vid mätning	gG-smältskydd 5s	Värdet som krävs vid mätning
A	A	A	A	A
2	16	20	9	11,3
4	32	40	18	22,5
6	46,5	58,2	28	35
10	82	102,5	46,5	58,2
16	110	137,5	65	81,3
20	145	181,3	85	106,3
25	180	225	110	137,5
32	270	337,5	150	187,5
35			165	206,3
40	315	393,8	190	237,5
50	470	587,5	250	312,5
63	550	687,5	320	400
80	840	1050	425	531,3
100	1000	1250	580	725
125	1450	1812,5	715	893,8
160	1600	2000	950	1187,5
200	2100	2625	1250	1562,5
250	2800	3500	1650	2062,5
315	3700	4625	2200	2750
400	4800	6000	2840	3550
500	6400	8000	3800	4750
630	8500	10625	5100	6375

Det kan vara utmanande och svårt att utreda om kortslutningsströmmen i en krets är tillräckligt stor och om skyddsåtgärder är tillräckliga. Om man utreder skyddets funktion redan vid planeringsskedet, behöver man inte nödvändigtvis göra mätningar av kortslutningsströmmen när arbetet är slutfört. Det kan bli arbetsamt och dyrt att rätta till skyddet efteråt. Detta är en av de orsakerna varför man bör kontrollera skyddet i planeringsskedet. /1/, /5/

När man granskar utlösningsvillkoren för ett projekt, lönar det sig att först granska vilka de längsta ledningslängderna är för varje säkringstyp och räkna ut kortslutningsströmmen i den punkten. Om man definierar den längsta godkända kabellängden för varje säkringstyp, kan man försäkra sig om att alla de kortare kabelsträckornas kortslutningsström är inom gränsvärdena. Man kan göra likadant med de svåraste strömkretsarna, utnyttja värdena för andra kabelsträckor för att se om de uppfyller kraven. När man definierar ur felskyddskravens synvinkel, skall man definiera kortslutningsströmmen för kortslutning mellan fas- och skyddsledare. Man kan antingen mäta eller beräkna kortslutningsströmmen. I standarden IEC 909 hittar man beräkningsmetoder men det är rekommenderbart att använda beräkningsprogram om det finns tillgängligt. Man bör dock beakta kortslutningsströmmens fasvinkel. /1/, /5/

I detta projekt användes beräkningsprogram. När man beräknar kortslutningsströmmen kan man göra några förenklingar. Om man beräknar enfasig kortslutningsström kan man använda sig av formeln 1.2. Den är uppbyggd med små förenklingar så felet kan normalt vara maximalt cirka 10 %. Men den går ändå bra att använda pga. att felet alltid uppstår åt det säkrare hållet, dvs. den beräknade kortslutningsströmmen är alltid mindre än den verkliga kortslutningsströmmen. /1/, /5/

Med denna beräkningsmetod kan man inte granska kortslutningsströmmar t.ex. med synpunkt på skyddsanordningarnas brytförmåga, eftersom de kortslutningsvärden som man får är mindre än de aktuella värdena. /1/, /5/

Formel 1.2

$$I_k = (c * U) / (\sqrt{3} * Z)$$

där

I_k är den minsta enfasiga kortslutningsströmmen (A)

c är koefficienten 0,95, som tar hänsyn till spänningsfallet i klämmor, ledningar, säkringar brytare osv.

U är huvudspänningen (V)

Z är totalimpedansen i strömkretsen, som består av

- nätimpedansen före fördelningstransformatorn
- transformatorns impedans
- impedansen hos ledare efter transformatorn.

Förenklingen man gör är att delimpedanserna summeras aritmetiskt, vilket betyder i sin tur att den aktuella impedansen alltid blir mindre än det beräknade värdet och felströmmen blir därför större. /1/, /5/

Ett exempel på uträkning av den minsta enfasiga kortslutningsströmmen vid gruppcentralen när I_k vid huvudcentralen är 500 A, då avståndet mellan huvudcentralen och gruppcentralen är 50 m och kabeln som används är 6 mm² koppar.

$$\begin{aligned}
 I_k &= 500 \text{ A} \\
 Z_v &= \frac{(0,95 \times 400 \text{ V})}{(\sqrt{3} \times 500 \text{ A})} = 0,44 \Omega \\
 Z_{v1} &= Z_v + 2 \times 3,66 \Omega / \text{km} \times 0,05 \text{ km} = 0,81 \Omega \\
 I_{k1} &= \frac{(0,95 \times 400 \text{ V})}{(\sqrt{3} \times 0,81 \Omega)} = 272,61 \text{ A} \\
 273 \text{ A} &> 110 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Kortslutningsströmmen vid gruppcentralen är 273 A och det är högre än 110 A som är kravet på den minsta kortslutningsströmmen när man använder 25 A gG säkringar.

När man beräknar ledarnas impedans i en kabel eller ledare installerad i rör kan man utesluta reaktansen, om ledararean är högst 70 mm². Man kan då använda ledarnas resistansvärde som impedansvärde. Men vid luftledningarna måste man alltid beakta reaktansen. Vid undantagsfall kan man göra approximativa beräkningar, men med beräkningsprogram kan man göra mera noggranna beräkningar, därför är det

rekommenderbart att använda sig av sådana. I tabell 5 finns värdena på den karakteristiska impedansen (ohm/km) för kablar med olika areor. Tabellens resistansvärden går att användas även för ledare installerade i rör, reaktansvärdena bör man dock multiplicera med två. Värdena i tabellen 8 går också att använda för kablar med små ledarareor och liten reaktans. Reaktansen brukar vara liten i kablar som har en area mindre än 70 mm². /1/, /5/

Tabell 5. Tabellen visar de approximativa impedanserna för kablar (Ω/km) vid 80 °C ledartemperaturer.

Approximativa impedanser för kablar(Ω/km) vid 80°C ledartemperatur							
Ledararean A/mm ²	Koppar			Aluminium			
	Resistans r	Reaktans x	Impedans z	Resistans r	Reaktans x	Impedans z	
4x	1,5	14,62	0,115	14,62			
4x	2,5	8,77	0,11	8,77			
4x	4	5,48	0,107	5,48			
4x	6	3,66	0,1	3,66			
4x	10	2,24	0,094	2,246			
4x	16	1,415	0,09	1,418	2,324	0,09	2,326
4x	25	0,898	0,086	0,902	1,489	0,086	1,492
4x	35	0,652	0,083	0,657	1,086	0,083	1,089
4x	50	0,482	0,083	0,489	0,796	0,083	0,8
4x	70	0,336	0,082	0,346	0,551	0,082	0,557
4x	95	0,244	0,082	0,257	0,398	0,082	0,406
4x	120	0,195	0,08	0,211	0,316	0,08	0,326
4x	150	0,155	0,08	0,174	0,258	0,08	0,27
4x	185	0,125	0,08	0,148	0,207	0,08	0,222
4x	240	0,095	0,079	0,124	0,162	0,079	0,18
4x	300	0,078	0,079	0,111	0,133	0,079	0,155

Tillåtna ledningslängder kan beräknas med formeln:

Formel 1.3

$$l = ((c * U) / (\sqrt{3} * I_k) - Z_v) / (2 * z)$$

där

l är ledningslängden (km)

c är koefficienten 0,95

U är huvudspänningen (V)

I_k är kortslutningsström, som medför automatisk fränkoppling av matning inom krävd tid

Z_v är impedansen före skyddsanordningen

z är den skyddande ledarens impedans (Ω/km).

Till radhusprojektet användes C 10 A och C 16 A säkringar och genom att räkna ut de längsta ledningslängderna för dessa säkringar och inte överstiga den längden, kan man säkerställa att kortslutningsströmmen är tillräcklig.

$$l_1 = \frac{\frac{(0,95 \times 400V)}{(\sqrt{3} \times 100A)} - 0,81}{(2 \times 14,62\Omega / km)} = 47m$$

$$l_2 = \frac{\frac{(0,95 \times 400V)}{(\sqrt{3} \times 160A)} - 0,81}{(2 \times 8,77\Omega / km)} = 32m$$

I det här projektet så är den längsta ledningslängden för C 10 A säkringar 47 m och för C 16 A säkringar 32 m.

Med hjälp av formeln 1.3 får man fram värdetabellerna 6–9. Tabellerna 6–9 ger direkt tillåtna ledningslängder och olika utlösningstider dvs. 0,4 s och 5,0 s för olika säkringstyper när man känner till korslutningsströmmen före skyddsanordningarna. Säkringstyperna är B- och C-typens dvärgbrytare och gG smältsäkringar, alltså de vanligaste typerna av skyddsanordningar. För att få impedansvärdena för ledarna har man använt sig av tabell 5. Tabellerna 6–9 anger också ledningslängder för kretsar med 5 s frånkopplingstid som är skyddade med mindre överströmsskydd än 32 A. Dessa värden kan behövas t.ex. vid ändrings- och utbyggnadsarbeten i gamla installationer, men vid nya installationer skyddade med högst 32 A överströmsskydd används 0,4 s frånkopplingstid. Om man behöver noggrannare beräkningar bör man skilt för varje reda ut impedansvärdena för ledarna och fasvinklarna för impedansen skall också beaktas vid beräkningarna. Då är det rekommenderbart att än en gång använda sig av beräkningsprogram. För att kunna göra beräkningar bör man veta kortslutningsströmmen vid anslutningspunkten, den får man reda på från nätbolaget. Noggrannare beräkningar för kortslutningsströmmen utförs om det matande elnätet är mycket avvikande eller om det handlar om UPS-anordning eller reservkraftgenerator. /1/, /5/

Tabell 6. Tabellen visar de maximala ledningslängderna, då automatisk fränkoppling används som felskydd och fränkoppling utförs med gG-smältskydd och den krävda fränkopplingstiden är högst 0,4 s.

Maximalledningslängder, då automatisk fränkoppling används som felskydd och fränkoppling utförs med gG-smältskydd och den krävda fränkopplingstiden är högst 0,4s											
Area Cu A/mm ²	Märkström	Minsta kortslutnings- ström A	Maximal ledningslängd(m),då impedansen före skyddsanordningen (mΩ) är följande (motsvarande kortslutningsström i A inom parentes)								
			10 (22000)	100 (2200)	300 (730)	500 (440)	1000 (220)	1500 (146)	2000 (110)	3000 (73)	
1,5	6	46,5	161	157	151	144	127	110	92		58
1,5	10	82	91	88	81	74	57	40	23		
1,5	16	110	67	64	57	51	34	16			
1,5	20	145	51	48	41	34	17				
2,5	10	82	151	146	135	124	95	67	38		
2,5	16	110	113	108	96	85	56	28			
2,5	20	145	85	80	69	57	29				
2,5	25	180	68	63	52	40	12				
4	16	110	181	172	154	136	90	45			
4	20	145	137	128	110	92	46	1			
4	25	180	110	102	83	65	19				
4	32	270	73	65	46	28					
6	16	110	271	258	231	204	135	67			
6	20	145	205	193	165	138	70	1			
6	25	180	165	152	125	98	29				
6	32	270	109	97	70	42					
6	50	470	62	50	22						
6	63	550	53	40	13						
10	25	180	269	249	204	160	48				
10	32	270	178	158	114	69					
10	50	470	101	81	37						
10	63	550	86	66	22						
10	80	840	55	35							
16	32	270	282	251	180	110					
16	50	470	161	129	58						
16	63	550	137	105	34						
16	80	840	88	56							
16	125	1450	49	18							

Tabell 7. Tabellen visar de maximala ledningslängderna, då automatisk fränkoppling används som felskydd och fränkoppling utförs med gG-smältskydd och den krävda fränkopplingstiden är högst 5 s.

Maximala ledningslängder, då automatisk fränkoppling används som felskydd och fränkoppling utförs med gG-smältskydd och den krävda fränkopplingstiden är högst 5s											
Area Cu A/mm ²	Märkström A	Minsta kortslutnings- ström A	Maximal ledningslängd(m), då impedansen före skyddsanordningen (mΩ) är följande (motsvarande kortslutningsström i A inom parentes)								
			10 (22000)	100 (2200)	300 (730)	500 (440)	1000 (220)	1500 (146)	2000 (110)	3000 (73)	
			1,5	6	28	267	264	257	250	233	216
1,5	10	46,5	161	157	151	144	127	110	92	58	
1,5	16	65	115	112	105	98	81	64	47	12	
1,5	20	85	87	84	78	71	54	36	19		
2,5	10	46,5	268	263	251	240	211	183	154	97	
2,5	16	65	191	186	175	163	135	106	78	21	
2,5	20	85	146	141	130	118	90	61	33		
2,5	25	110	113	108	96	85	56	28			
4	16	65	307	298	280	262	216	171	125	34	
4	20	85	234	226	208	189	144	98	53		
4	25	110	181	172	154	136	90	45			
4	32	165	132	124	106	87	42				
6	16	65	459	447	420	392	324	256	187	51	
6	20	85	351	338	311	284	215	147	79		
6	25	110	271	258	231	204	135	67			
6	32	165	198	186	158	131	63				
6	50	250	118	106	78	51					
6	63	320	92	80	52	25					
10	25	110	441	421	377	332	221	110			
10	32	165	323	303	258	214	102				
10	50	250	193	173	128	84					
10	63	320	150	130	85	41					
10	80	425	112	92	48	3					
16	32	165	512	480	409	339	163				
16	50	250	305	274	203	133					
16	63	320	238	206	135	65					
16	80	425	178	146	76	5					
16	125	715	104	72	2						

Tabell 8. Tabellen visar de maximala ledningslängderna, då man använder automatisk fränkoppling som felskydd och fränkoppling utförs med dvärgbrytare av typen B. Längderna gäller för både 0,4 s & 5 s fränkoppling.

Maximala ledningslängder, då man använder automatisk fränkoppling som felskydd och fränkoppling utförs med dvärgbrytare typ B. Längderna gäller för både 0,4s & 5s fränkoppling											
Area Cu A/mm ²	Märkström A	Minsta kortslutnings- ström A	Maximal ledningslängd(m), då impedansen före skyddsanordningen (mΩ) är följande (motsvarande kortslutningsström i A inom parentes)								
			10 (22000)	100 (2200)	300 (730)	500 (440)	1000 (220)	1500 (146)	2000 (110)	3000 (73)	
			1,5	6	30	249	246	239	233	215	198
1,5	10	50	149	146	139	132	115	98	81	47	
1,5	16	80	93	90	83	76	59	42	25		
1,5	20	100	74	71	64	57	40	23	6		
1,5	25	125	59	56	49	42	25	8			
2,5	10	50	249	244	233	221	193	164	136	79	
2,5	16	80	155	150	139	128	99	70	42		
2,5	20	100	124	119	108	96	68	39	11		
2,5	25	125	99	94	83	71	43	14			
4	16	80	249	241	223	204	159	113	67		
4	20	100	199	191	173	154	109	63	17		
4	25	125	159	151	132	114	69	23			
4	32	160	124	116	97	79	33				
6	16	80	373	361	334	306	238	170	101		
6	20	100	298	286	259	231	163	95	26		
6	25	125	238	226	199	171	103	35			
6	32	160	186	173	146	119	50				
6	50	250	118	106	79	51					
6	63	315	93	81	54	26					
10	25	125	388	368	324	279	168	57			
10	32	160	303	283	238	194	82				
10	50	250	193	173	128	84					
10	63	315	152	132	88	43					
16	32	160	480	448	378	307	131				
16	50	250	306	274	203	133					
16	63	315	242	210	140	69					

Tabell 9. Tabellen visar de maximala ledningslängderna, då man använder automatisk frånkoppling som felskydd och frånkoppling utförs med dvärgbrytare av typen C. Längderna gäller för både 0,4 s & 5 s frånkoppling.

Maximala ledningslängder, då man använder automatisk frånkoppling som felskydd och frånkoppling utförs med dvärgbrytare typ C. Längderna gäller för både 0,4s & 5s frånkoppling										
Area Cu A/mm ²	Märkström A	Minsta kortslutnings- ström A	Maximal ledningslängd(m), då impedansen före skyddsanordningen (mΩ) är följande (motsvarande kortslutningsström i A inom parentes)							
			10 (22000)	100 (2200)	300 (730)	500 (440)	1000 (220)	1500 (146)	2000 (110)	3000 (73)
1,5	6	60	124	121	114	107	90	73	56	22
1,5	10	100	74	71	64	57	40	23	6	
1,5	16	160	46	43	36	29	12			
1,5	20	200	37	34	27	20	3			
1,5	25	250	29	26	18	12				
2,5	10	100	124	119	107	96	68	39	11	
2,5	16	160	77	72	61	49	21			
2,5	20	200	61	56	45	34	5			
2,5	25	250	49	44	32	21				
4	16	160	124	115	97	79	133			
4	20	200	99	90	72	54	8			
4	25	250	79	70	52	34				
4	32	320	61	53	35	16				
6	16	160	185	173	146	119	50			
6	20	200	148	136	108	81	13			
6	25	250	118	106	78	51				
6	32	320	92	80	52	25				
6	50	500	58	46	18					
6	63	630	46	33	6					
10	25	250	193	173	128	84				
10	32	320	150	130	85	37				
10	50	500	95	75	30					
10	63	630	75	55	10					
16	32	320	238	206	135	65				
16	50	500	151	119	48					
16	63	630	119	87	17					

7 Planering av elcentraler

7.1 Felskydd av uttag

Vanliga uttag, med märkström högst 20 A, som används av lekmän, skall vara skyddade med högst 30 mA jordfelsbrytare. Kraven gäller uttag som är inomhus i bostäder, affärs- och kontorsbyggnader, industribyggnader och i övriga byggnader. Utomhus skall uttag av högst 32 A och flyttbar materiel skyddas med högst 30 mA jordfelsbrytare.

Det finns undantag för kravet, de är:

- eluttag som är avsedda för anslutning av en bestämd materiel
- eluttag som används under övervakning av fackkunniga eller instruerade personer i kommersiella eller industriella byggnader. /1/, /5/

Villkoren kan uppfyllas både i bostadsbyggnader och i övriga byggnader.

Det finns exempel fall där det är tillåtet att lämna bort jordfelsbrytare som skyddar i bostadsbyggnader och i byggnader av motsvarande utrymmen. Exempel på sådana fall är:

- kylskåp och frysar
- spisar och ugnar
- diskmaskiner
- tvättmaskiner och torktumlare
- varmvattenberedare
- med stickpropp anslutna och fast monterade pumpar, fläktar, eldrivna vattenkranar, luftfilter. /1/, /5/

Uttagen för dessa maskiner skall placeras så att det inte går att ansluta andra maskiner eller apparater till de uttag som är avsedda för dessa apparater. Man skall placera uttagen så att de inte kan tänkas att användas till andra apparater än vad de är avsedda för, om det inte går att placera uttaget på ett sådant ställe bör man sätta upp en skylt där var det står att endast apparater för det ändamålet är tillåtet att ansluta ex. endast för diskmaskin. I det rum som man har ett sådant uttag skall det finnas vanliga uttag som är skyddade med jordfelsbrytare som man får använda till alla apparater. Om uttaget placeras utomhus eller i ett utrymme, där särskilda krav i del 7 och 8 i standardserien SFS 6000 gäller, skall uttaget skyddas med jordfelsbrytare. Ett vanligt exempel på ett sådant fall är ett uttag som matar en tvättmaskin som är placerad i duschutrymme. /1/, /5/

7.2 Jordfelsbrytare

Jordfelsbrytaren är en automatisk fungerande skyddsanordning, som fungerar så att den reagerar på annan felström än ytterledarens överström. Jordfelsbrytaren bryter kretsen t.ex. när den känner av att ytterledarnas summaström och neutralledarens ström inte är lika stor eller på grund av att det går en ström i skyddsledaren. /1/, /5/

Funktionen är uppbyggd så att en summaströmstransformator mäter summan av strömmarna i fas- och neutralledare dvs. summan av felströmmarna i strömkretsen. Om summaströmmen överskrider jordfelsbrytarens gränsutlösningström, öppnar brytaren i strömkretsen mycket snabbt. /1/, /5/

Överströmsskydd eller överspänningsskydd skall kombineras med jordfelsbrytare i samma krets. Men det finns kombinerade överströmsskydd, överspänningsskydd och jordfelsbrytare. Jordfelsbrytaren kan behöva nätspänning, men det finns också sådana som inte behöver det. Normalt behöver jordfelsbrytaren inte någon hjälpström utan den löser ut med hjälp av fjäderkraft. /1/, /5/

Jordfelsbrytarens märkutlösningströmmar:

0,006-0,01-0,03-0,1-0,3-0,5 A

Jordfelsbrytarens märkströmmar:

10-13-16-20-25-32-40-63-80-100-125 A

/5/

7.3 Selektivitet hos jordfelsbrytare

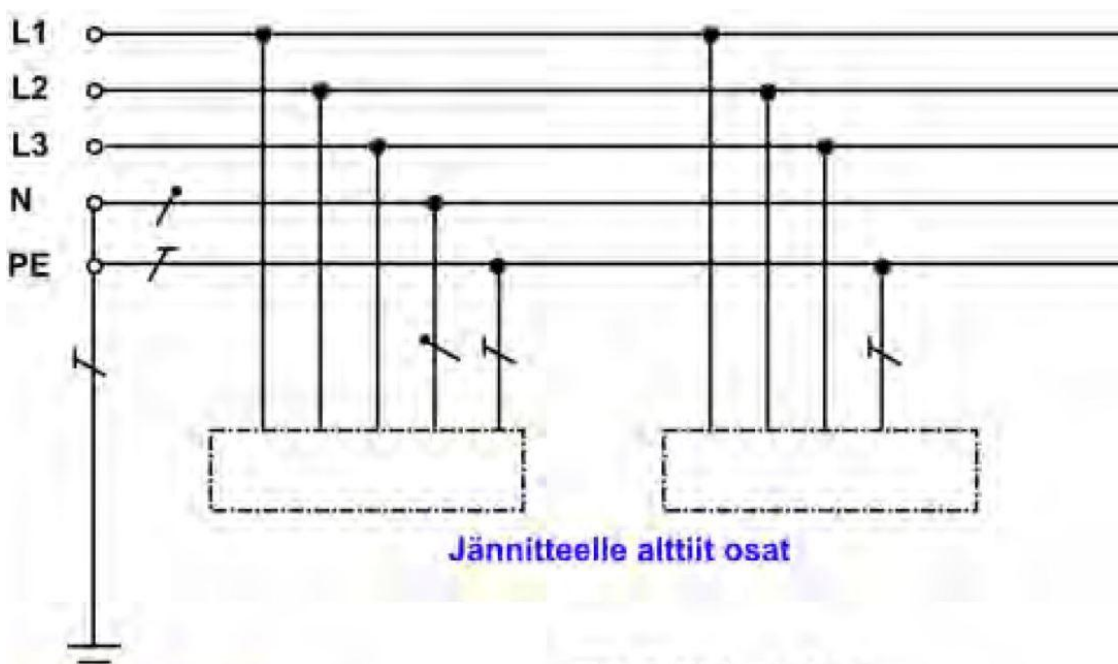
Selektivitet hos jordfelsbrytare är en viktig sak, lika viktig som selektivitet hos säkringar. Om jordfelsbrytare installeras i serie, kan selektivitet vara bra pga. bekvämhet när man skall söka vilken jordfelsbrytare som har utlöst eller av andra skäl, t.ex. tillgänglighet. Jordfelsbrytare på belastningssidan är en vanlig typ med märkutlösningström på 30 mA. Jordfelsbrytare på matningssidan är av typ S, vars märkutlösningström är 300 mA. Selektivitet uppnås sannolikt när förhållandet mellan jordfelsbrytarens märkutlösningströmmar är minst 3. Så det går bra att installera en 300 mA jordfelsbrytare i elcentralen som brandskydd och sedan ha 30 mA jordfelsbrytare på uttagsgrupper som kräver det och ändå uppnå selektivitet mellan dem. /1/, /5/

7.4 TN-systemet

I ett TN-system är en punkt i strömkretsen direkt jordad och alla ledande materiel och utsatta delar i elanläggningar är kopplade till denna jordade punkt med skyddsledare. Normalt är det stjärnpunkten i ett trefassystem som är den jordade punkten. Det finns tre TN-system de är, TN-S- och TN-C-systemen, samt en kombination av dessa, TN-C-S-systemet. /1/, /5/

7.5 TN-S-systemet

Ett TN-S-system har separat neutralledare och skyddsledare i hela systemet. Neutralledare används i byggnaders elinstallationer, men inom industrins motordrifter och andra symmetriska och övertonsfria belastningar är neutralledaren ofta onödig och används inte. /1/, /5/



Figur 3. Figuren visar hur ett TN-S-system är uppbyggt.

Det finns normalt fem eller fyra ledare i ett trefassystem, de är tre faser, neutralledare och skyddsledare eller tre faser och skyddsledare. I ett enfassystem är det en fasledare, en neutralledare och skyddsledaren. Anslutningsledningar till elmateriel av skyddsklasserna 0 och 2 har ingen skyddsjord. Man behöver därför inte heller ha skyddsledare i gruppleddningar som matar endast elmateriel av skyddsklass 0 och 2, men då måste man vara säker på att det inte i ett senare skede behöver installeras elmateriel av skyddsklass 1 i

kreten. Om man är osäker och vill vara på den säkra sidan skall man alltid installera kabel med skyddsledare. Detta möjliggör byte av elmateriel från skyddsklass 2 till skyddsklass 1. /1/, /5/

7.6 TN-C-systemet

I ett TN-C-system är det gemensam ledare som skydds- och neutralledare i hela systemet. Den kallas för PEN-ledaren. Ett TN-C-system kan användas endast då ledararean är minst 10 mm² koppar eller 16 mm² aluminium. PEN-ledaren används normalt i anslutningskablar, men den får inte användas i nya anläggningar efter anslutningspunkten. /1/, /5/



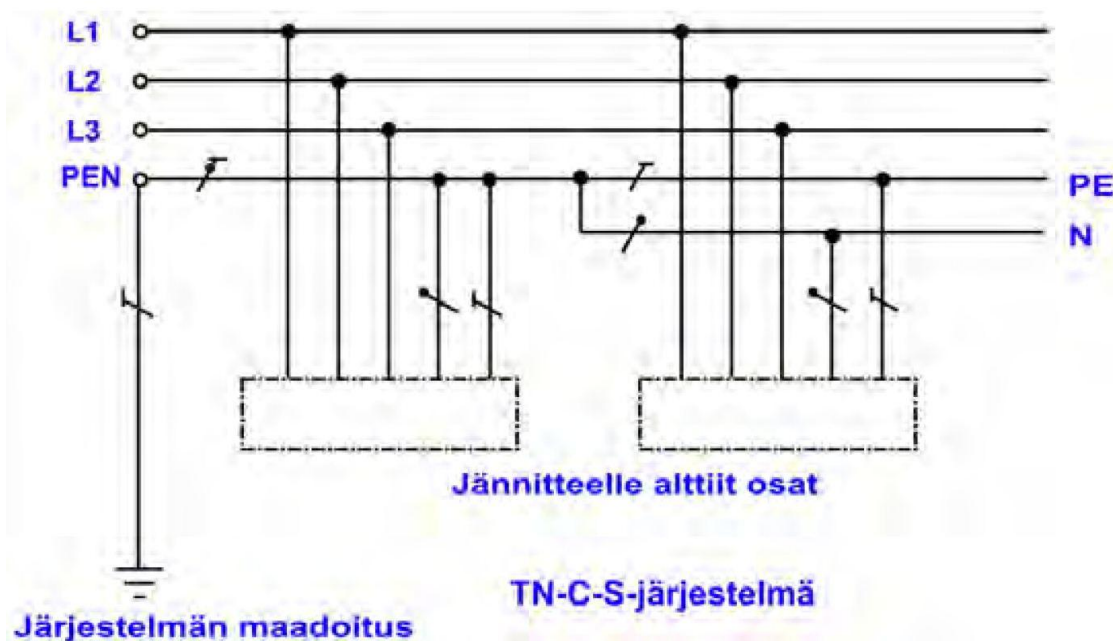
Figur 4. Figuren visar hur ett TN-C-system är uppbyggt.

TN-C-systemet används i trefasssystem, systemet är uppbyggt med fyra ledare, tre faser och en PEN-ledare. Man kan säga att ett enfasigt TN-C-system endast existerar i teorin på grund av kravet på arean. Förr användes PEN-ledaren som neutralledare och detta bör man tänka på när man har att göra med gamla installationer, ur jordningssynpunkt följer de TN-C- eller TN-C-S-system. Man bör också observera att den inte skildes från vanlig neutralledare med någon märkning och användes på gruppledarnivå utan krav på arean.

/1/, /5/

7.7 TN-C-S-systemet

Ett TN-C-S-system är en kombination av TN-C- och TN-S-systemen. I ett TN-C-S-system ligger TN-C-systemet alltid på matande nätets sida jämfört med TN-S-systemet. Detta på grund av att separerade neutral- och skyddsledare inte får sammankopplas till PEN-ledare på nytt. /1/, /5/



Figur 5. Figuren visar hur ett TN-C-S-system är uppbyggt.

8 Planering av jordningar

8.1 Jordningens betydelse och definitioner

I elanläggningar är jordning och potentialutjämning en viktig del. Den viktigaste uppgiften ur elsäkerhetssynpunkt som jordningen har är att vid händelse av fel så skall den begränsa beröringsspänningar och stegspänningar. Ett fel kan bero på många saker, bl.a. på elinstallationen i själva byggnaden, fel på apparaturen eller det matande elnätet medräknat högspänningsnätet. Det kan också bero på naturliga fenomen som åska och blixtnedslag. I byggnaders jordningssystem ingår jordelektrod och potentialutjämning. Om man ser det ur elsäkerhetens perspektiv så är jordningens uppgift också att:

- hindra överföring av farliga spänningar från ett system till ett annat
- hindra uppkomsten av läckströmmar, gnistor och ljusbågar
- skapa funktionsförutsättningar för jordfels- och felskydd.

Potentialutjämning och jordning har också en uppgift att vara som störningsskydd. Grundprincipen för att få bort störningar är att man använder TN-S-system och störningsskyddet kan förbättras med kompletterande jordning och potentialutjämning.

/1/, /5/

8.2 Skyddsledare

Skyddsledaren är en gulgrön ledare som man använder för att skydda t.ex. mot elchock. Skyddsledaren kan användas för att koppla ihop utsatta delar med potentialutjämningskenan. Det skall i normalt fall inte vara någon spänning i skyddsledaren, men om ett fel skulle uppstå kan den bli spänningsförande. Likadant så är den strömlös vid normalt bruk, men vid t.ex. ett isolationsfel kan den leda en stor ström. Skyddsledaren kan till och med vid normalt bruk leda en liten ström om en apparat leder igenom till jord, det kallas läckströmmar. I elinstallationer har skyddsledaren en mycket viktig roll och därför måste man försäkra sig om att den fungerar korrekt. Man skall tydligt kunna identifiera skyddsledaren från andra ledare. Skyddsledare är ett annat namn för skyddsledaren och används mycket när man pratar om gruppledningar. /1/, /5/

8.3 Utsatt del

En utsatt del är en ledande del av en elapparat som i normala fall inte är spänningsförande men som kan bli det om ett fel uppstår. En utsatt del är t.ex. metallhöljet runt en elapparat. Om ett isolationsfel skulle uppstå inne i apparaten kan metallhöljet bli spänningsförande, därför har man skyddsjordat det. Man brukar koppla ihop utsatta delar med byggnadens jordningssystem. All elmateriel bör ändå inte kopplas till jordningssystemet, t.ex. elmateriel av skyddsklass 2 jordas inte. Men det är ändå att rekommendera att använda gruppledare som har skyddsledare ifall man behöver byta ut elmaterielen till sådan som kräver skyddsjordning. /1/, /5/

8.4 Jordledare

Jordledaren är en ledare som kopplar ihop installationen, systemet eller en bestämd del av materielen med jord. Det finns i byggnader en bestämd punkt, en jordningsskena eller klämma som är ihopkopplad med jordelektroden eller ett jordelektrodnät. Jordelektroden är en oisolerad ledare som delvis går i jorden, därför finns det krav på jordledarens mekaniska

hållfasthet och korrosionsskydd. Jordledare används förutom i byggnader också i bl.a. distributionsnät. I normala förhållanden skall det inte flyta någon ström i jordledaren men om ett fel skulle uppstå kan det gå en liten ström i jordledaren. När man dimensionerar jordledare är den mekaniska hållfastheten och korrosionsbeständigheten viktigare kriterier än strömtåligheten. Det finns fall t.ex. där dubbeljordfel uppstår i mellanspänningsnätet, då har även strömtåligheten betydelse. /1/, /5/

8.5 Huvudjordningsskena, huvudjordningsklämma

Huvudjordningsskenan, eller huvudjordningsklämman, är en viktig del av jordnings-systemet. Till skenan eller klämman skall man ansluta ledare för jordningsändamål. Man kan säga att den är som en samlingspunkt för alla jordningar och potentialutjämnningar. Ledarna som ansluts till samlingspunkten skall man kunna koppla loss en i taget, detta för att man skall kunna göra mätningar lättare. Skenan kan vara uppbyggd på flera sätt, men den vanligaste typen är att man klämmer fast ledarna med hjälp av skruv eller bult. Huvudjordningsskenor kan vara en liten stump under elcentralen eller så kan den sträcka sig genom hela byggnaden. Fördelen med en skena som sträcker sig genom hela byggnaden är att det blir kortare sträckor vid jordning av t.ex. datakommunikationsutrustning. I nya byggnader finns det inte så många ledande delar, så det kan räcka med att sätta en klämma, men om man räknar med utbyggnad i framtiden kan det nog vara bäst att sätta en skena. Skenan placeras i närheten av byggnadens huvudcentral och den skall vara lätt åtkomlig. Det är inte lämpligt att sätta skenan inne i centralen eftersom man kan komma i kontakt med spänningsförande delar när man gör kopplingar. /1/, /5/

8.6 Jordelektrod

Jordelektroden är en ledande del som sätts i ett medium t.ex. betong. Den har som uppgift är att förbinda jorden på ett område så den blir i samma potential som det man vill ha jordat. /1/, /5/

Jordelektroden skall vara elektriskt och mekaniskt tillräckligt dimensionerad och den skall ha en tillräckligt god korrosionsbeständighet. Jordningsresistansens värde kan man påverka med jordelektrodens konstruktion och form. Normalt skall det inte flyta någon ström i jordelektroden, därför är det mekaniska hållbarheten och korrosionsbeständigheten som bestämmer arean. Jordelektrodens form och omfång påverkar potentialutjämnningseffekten

och den i sin tur på värdet på erhållen jordningsresistans. Jordmånens ledningsförmåga inverkar mycket på det värde som uppnås för jordningsresistans. Avsikten med jordningar till byggnader är att få en god potentialutjämningseffekt och det får man genom att använda sig av fundamentjordelektrod. Fundamentjordelektrod är en ringformad blankledare som omringar t.ex. byggnaden. Man strävar efter att få ett lågt resistansvärde för jordningar som är kopplade med transformatorer. Beroende på jordmånen och dess ledningsförmåga kan det behövas långa jordledningar för att få låga resistansvärden. /1/, /5/

I transformatorstationer använder man ofta potentialstyrningselektroder, som kopplas ihop med transformatorns övriga jordningar. Om man använder potentialstyrningselektroder kan större resistansvärden på jordningar godkännas än om man inte skulle använda potentialstyrningselektroder. Det finns också specialfall där jordelektrod är ett vidsträckt jordningssystem. /1/, /5/

8.7 Potentialutjämnning

Potentialutjämnning är en elektrisk förbindning mellan ledande delar för att uppnå samma potential.

Potentialutjämnning delas in i:

- huvudpotentialutjämnning
- kompletterande potentialutjämnning
- jordfri potentialutjämnning. /1/, /5/

Kompletterande potentialutjämnning eller så kallad lokal potentialutjämnning är där jordningar förbinds med byggnadens potentialutjämnning. Till potentialutjämnningen sammankopplas elektriskt utsatta delar, detta görs genom att skyddsledaren sammankopplas med utsatta delar och främmande ledande delar. I normala fall skall potentialutjämningsledaren vara spänningsfri och därmed strömfri men ifall det uppstår ett isolationsfel mellan spänningsförande del och främmande ledande del kan potentialutjämningsledaren bli strömförande. I bl.a. medicinska utrymmen och byggnader inom jordbruket som kräver bättre skydd kan man använda sig av kompletterande potentialutjämningskena. Då ansluts potentialutjämningsledare till den kompletterande potentialutjämningskenan, som kopplas ihop med elmaterielens skyddsledare i utrymmen.

/1/, /5/

Det krävs potentialutjämning i alla byggnader och den är en väsentlig del av skyddet i en elanläggning. Om potentialutjämningen är jordad, är den en del av jordningssystemet. Potentialutjämningen kan också vara ojordad. Ojordad potentialutjämning användas t.ex. i elektriskt separerade anläggningar för att sammanbinda olika utsatta delar med varandra. /1/, /5/

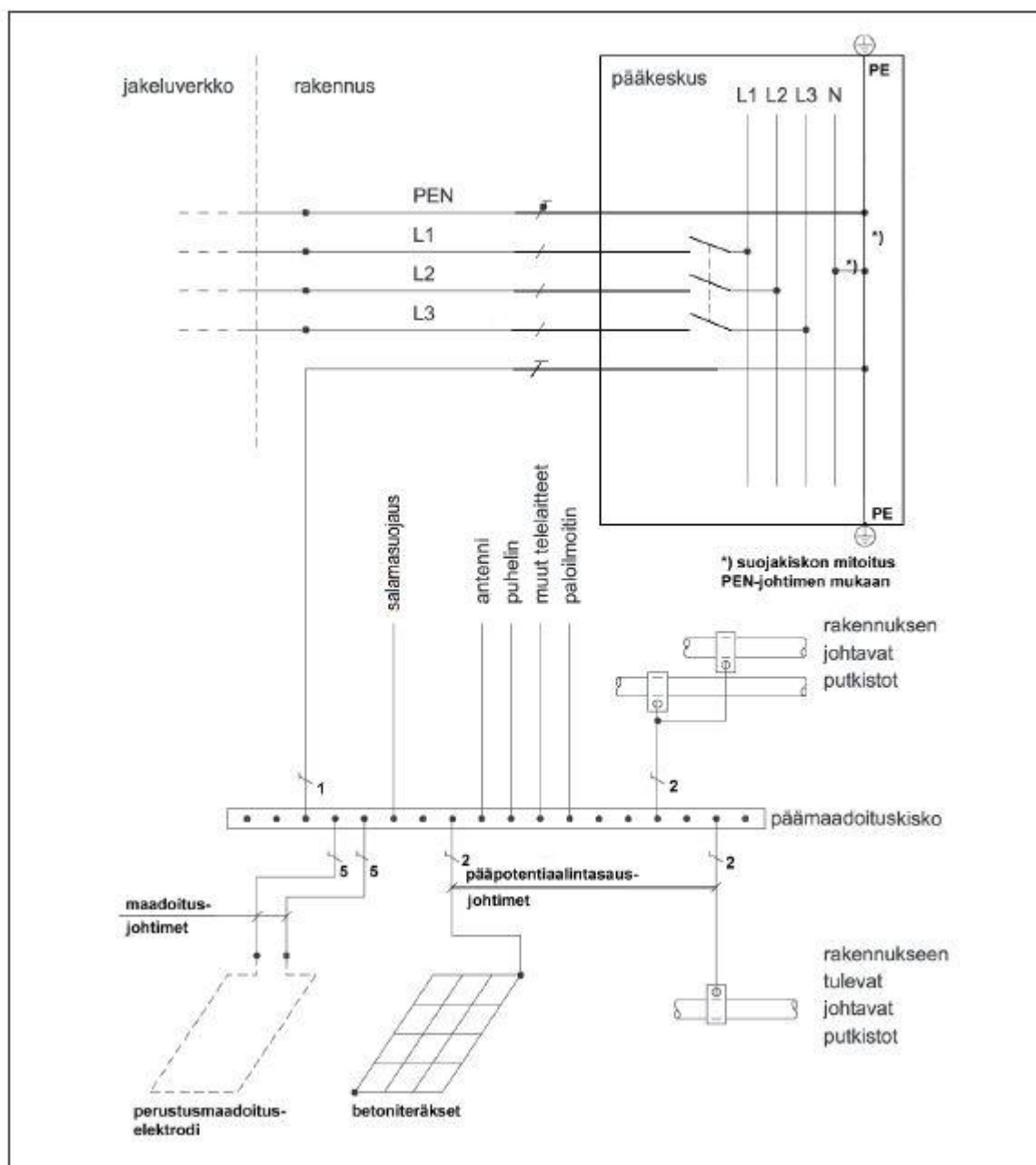
8.8 Främmande ledande del

En främmande ledande del är ett materiel som inte tillhör elinstallationen, men som kan ha en viss potential, vanligen samma potential som i jorden. Man försöker alltså jorda alla främmande ledande delar och alla ledande delar för att det inte skall uppkomma spänningsskillnader mellan dem. Exempel på främmande ledande delar är rörsystem, ledande kanaler samt vidsträckta ledande metallkonstruktioner. Om man inte skulle ha de främmande ledande delarna kopplade till potentialutjämningen, skulle det förekomma beröringsspänning mellan dem och de utsatta delarna vid felsituationer. /1/, /5/

8.9 Fundamentjordelektrod

Fundamentjordelektrod är en sluten ringformad blank ledare, som är nergrävd i jord eller under byggnadens betongfundament. Båda alternativen är lika bra, men om man väljer att sätta ner den i betong skall man säkerställa, att förbindningar mellan ledande konstruktioner är tillförlitliga. /1/, /5/

Fundamentjordelektrod skall enligt standarden SFS 6000 användas i första hand som jordelektrod. Fundamentjordelektrod är normalt en ringformad ledande del, som är nedsänkt i marken under byggnadens fundament eller nedsänkt i betongen i byggnadens fundament. Jordelektrodens minsta area är 16 mm² koppar eller 90 mm² varmförzinkat eller rostfritt stål. Om man använder betongstål nedsänkt i fundamentet som jordelektrod, skall betongstålen svetsas eller på något annat sätt förbindas med varandra på ett tillförlitligt sätt. /1/, /5/



Figur 6. Figuren förklarar vilka delar som skall kopplas till en MEB-skema.

8.10 Skyddsjordning

Skyddsjordning är jordning av ett system eller en punkt i en installation med syfte att skydda mot elchock. Skyddsjordning kan vara separat eller ihop med den funktionella jordningen. Jordningssystemen klassificeras enligt skyddsledarens koppling. I Finland använder man normalt sig av TN-systemet, vilket innebär att skyddsjordningen kopplas ihop med systemets jordning. /1/, /5/

8.11 Dimensionering och val av skyddsledare

Man dimensionerar skyddsledarna antingen genom att beräkna med hjälp av formeln 1.4 eller genom att välja enligt tabell 10. Om man vill spara pengar kan det löna sig att beräkna speciellt om det handlar om stora ledarareor, man kommer oftast till ett mer lönsammare slutresultat. Om man tillämpar formeln 1.4, skall skyddsledarens area vara minst så stor som man får med formeln. Man bör också observera att formeln kan tillämpas endast om fränkopplingstiden är högst 5 s. /1/, /5/

Formel 1.4

$$A = \sqrt{(I^2 t / k)}$$

där

A är skyddsledarens area (mm²)

I är effektivvärdet (A) av den felström som går genom skyddsanordningen när det uppstår ett jordfel med obetydlig impedans

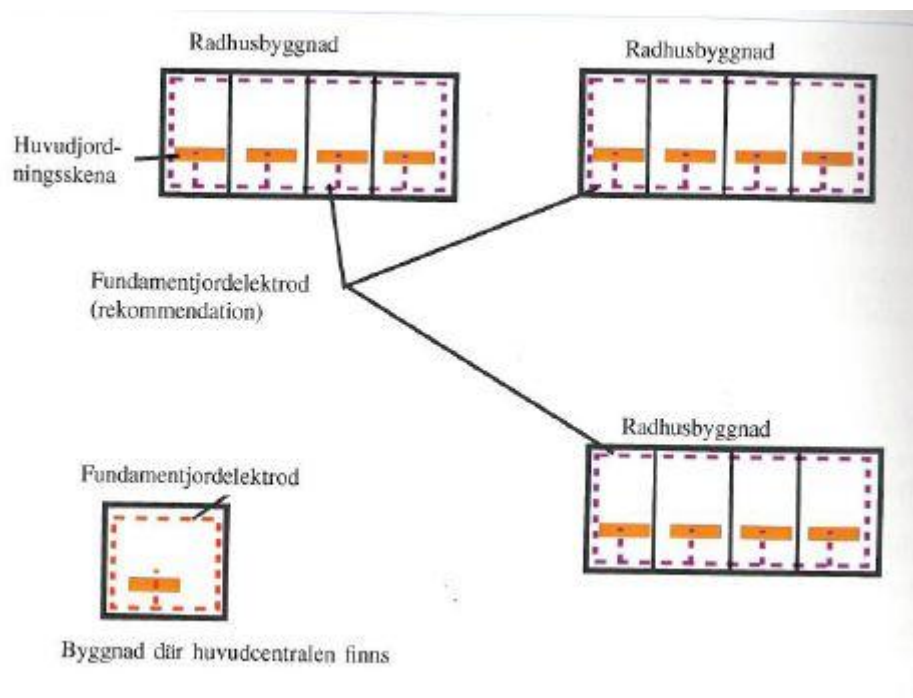
t är skyddsanordningens funktionstid (s)

Den strömbegränsade effekten pga. kretsens impedans och skyddsanordningens strömbegränsningsförmåga (I^2t) skall beaktas.

k är den faktor, vars värde är beroende av skyddsledarens material, isolering och övrig konstruktion samt för ledaren tillåtna begynnelse- och sluttemperatur.

Tabell 10. Förhållandet mellan skyddsledare och ytterledare.

Ytterledarens area A mm ²	Motsvarande skyddsledarearea mm ² Skyddsledare av samma material som ytterledaren
A ≤ 16	A
16 < A ≤ 35	16
A > 35	A/2



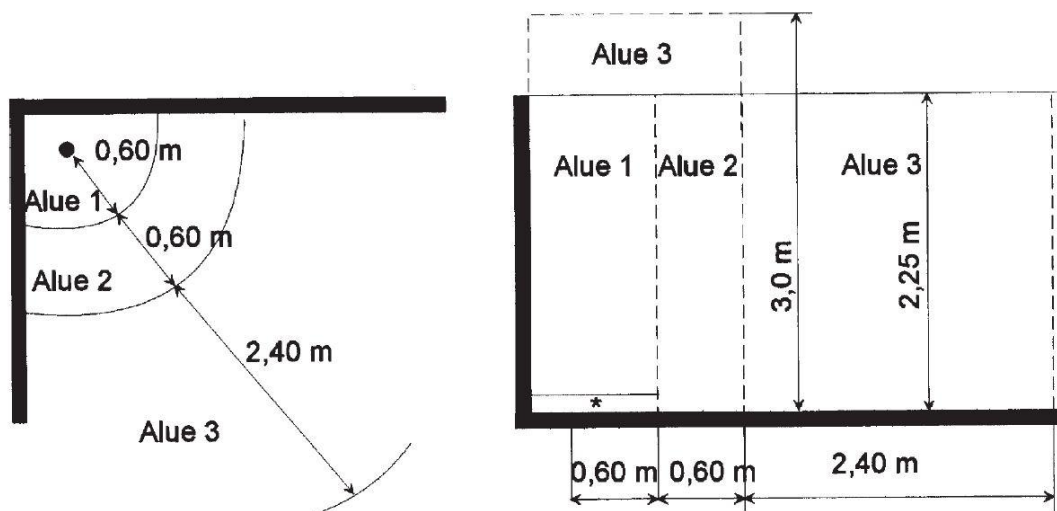
Figur 7. Figuren visar hur jordningen skall utföras vid ett radhus.

9 Krav på elinstallationer i utrymmen av särskilt slag

I utrymmen av särskilda slag skall man nästan alltid använda jordfelsbrytare, även till matning av fast elmateriel. /1/, /5/

9.1 Bad- och duschutrymmen

Bad- och duschutrymmen delas in i olika områden. Ett duschrum räknas till ett duschrum om den är avsedd att man skall duscha hela kroppen där. En toalett är inte ett duschrum fast det skulle finnas en golvbrunn och dusch om inte det finns utrymme att duscha hela kroppen. /1/, /5/

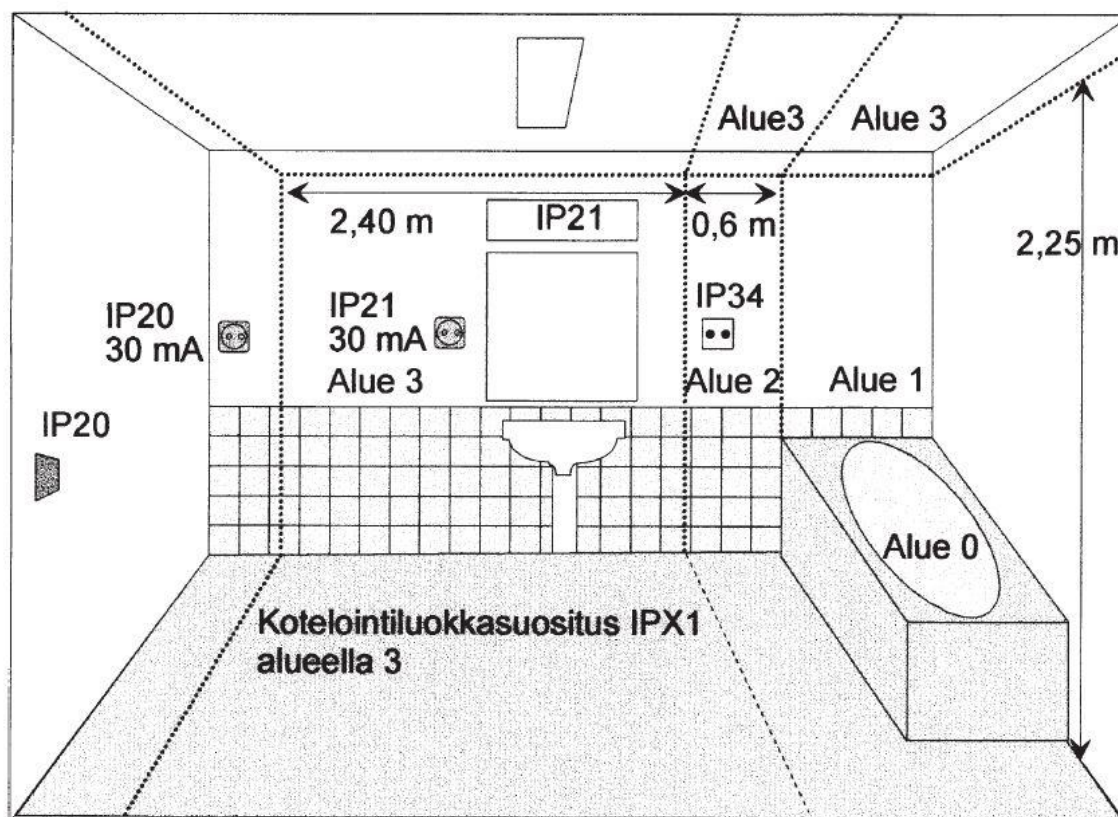


Figur 8. Figuren visar de olika områdesindelningarna i ett badrum.

Det som inverkar på områdesindelningarna och avståndet är hurdana duschkar och duschväggar man har. Exempel på detta är om man har ett duschkar så börjar det oklassificerade området 0,6 m från duschkarets kant, men om man har en duschvägg sträcker sig område 1 1,2 m från vattenpunkten mätt runt duschväggen. Fast det skulle finnas uttag på det oklassificerade området får man inte sätta tvättmaskinen och stå på område 1, men på område 2 får tvättmaskinen stå om uttaget är på det oklassificerade området. Det rekommenderas ändå att man sätter upp en duschvägg mellan tvättmaskinen och badkaret, detta på grund av att man inte skall vidröra tvättmaskinen när man går ner eller upp ur badkaret. Kapslingsklassen på tvättmaskinen skall vara IP 44. Det går alltså bra att avgränsa område 1 med duschvägg(ar) eller skjutdörr(ar), men inte med draperi.

/1/, /5/

Om man har duschkar så blir området intill karet klassificerat som område 2 och då går det att gå till väga på samma sätt som i utrymmen med badkar. Det har blivit allt vanligare med öppningsbara duschväggar som bildar ett slutet duschskåp när dörrarna är stängda, de används speciellt i trånga små utrymmen. Om man kan hålla dem stängda och täta under tiden man duschar, kan de klassificeras som fasta väggar och det innebär att de påverkar områdesklassificeringen. Om de inte kan uppfylla kraven kan den bästa lösningen vara att man sätter in ett duschkar i duschutrymmet. /1/, /5/



Figur 9. Figuren visar de olika områdesindelningarna i ett badrum.

9.2 Kraven på kapslingsklass i duschutrymme i anslutning till bastu

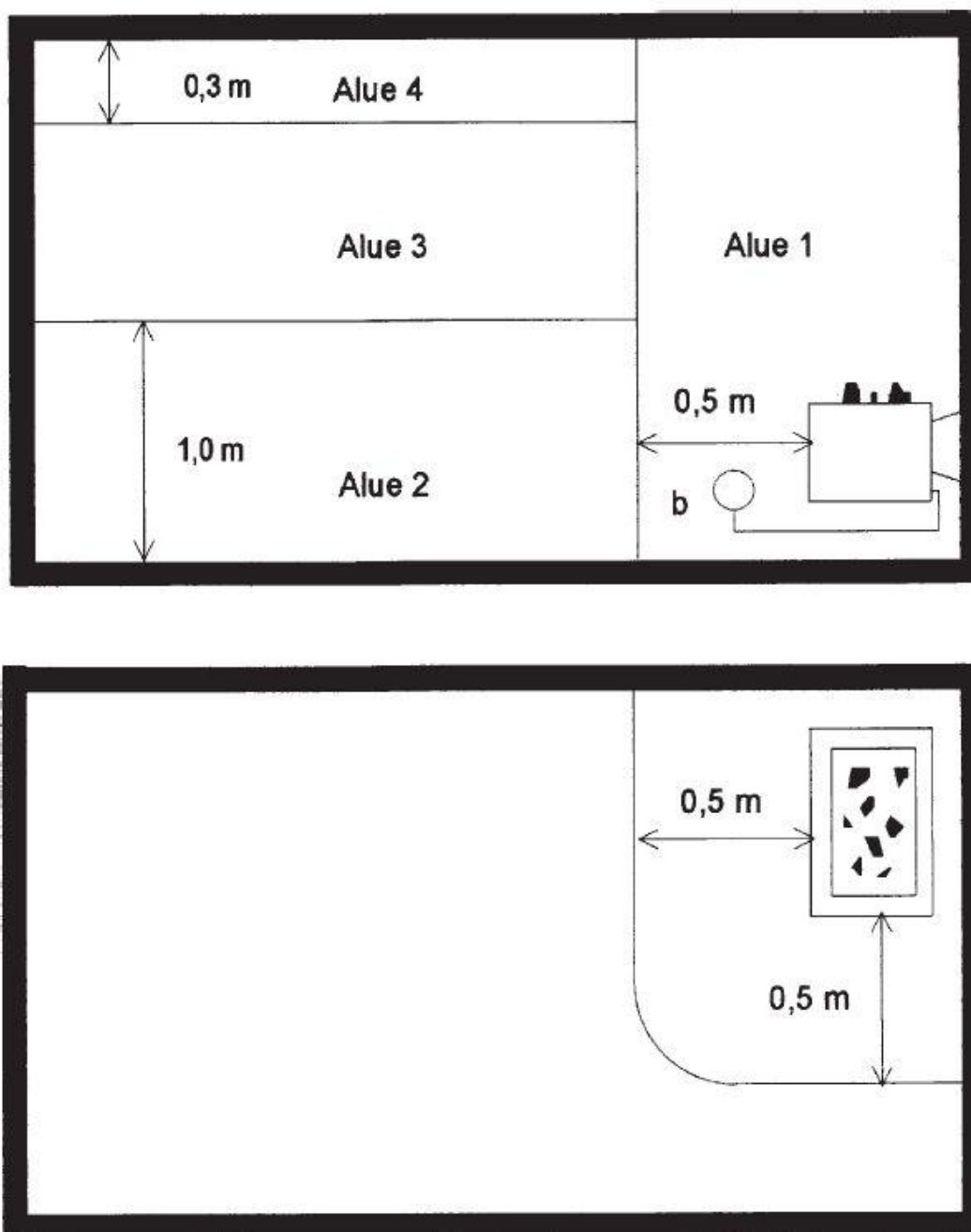
Om duschutrymmet har anslutning till bastuutrymme måste kapslingsklassen på elmaterielen vara minst IPX1 på det oklassificerade området, förr räckte det med IP 20 men inte nu längre. Detta gäller även klenspänningsinstallationer t.ex. belysning av olika slag. /1/, /5/

9.3 Ljusarmaturer och värmeelement som placeras på område 1

Ljusarmaturer och värmeelement får installeras på område 1 om de installeras på 60 cm vågrätt avstånd eller ännu längre bort från duschen, eller om utrymmet är så litet eller annars kräver att man installerar på område 1. Då måste man placera ljusarmaturen och värmeelementen så att de inte kan utsättas för vatten eller annan mekanisk påverkan. Den installerade materielen skall vara skyddad med jordfelsbrytare och ha kapslingsklassen minst IPX4. /1/, /5/

9.4 Basturum

I basturum skall all fast installerad elmateriel vara skyddade med högst 30 mA jordfelsbrytare, men undantaget är bastuugnen som inte behöver vara skyddad med jordfelsbrytare. Det skulle vara nästan omöjligt att skydda bastuugnen med jordfelsbrytare på grund av att de flesta bastuugnar har läckströmmar som skulle göra att jordfelsbrytaren skulle lösa ut. /1/, /5/



Figur 10. Figuren visar de olika områdesindelningarna i en bastu.

9.5 Installation av bastuugn

Kopplingsdosan som man använder för att koppla ihop bastuugnen till elnätet skall vara placerad på väggen nära golvet, helst där värmestrålningen från bastuugnen är liten. Om dosan hamnar på område 1, det vill säga inom 0,5 m från bastuugnen, får dess övre kant inte vara högre upp en 0,5 m från golvytan. /1/, /5/

9.6 Installation av övrig elmateriel i basturum

På område 1 får man endast installera bastuugnen och elmateriel som hör till bastuugnen.

På område 2 får man installera fast elmateriel om man följer följande villkor:

- elmaterielens kapslingsklass skall vara minst IP 24
- kablar med metallmantel får inte användas
- uttag och kopplingsanordningar får inte installeras
- materielen skall skyddas med högst 30 mA jordfelsbrytare.

Man kan alltså på område 2 installera bl.a. en vattenpump, varmvattenberedare, uppvärmningsmateriel eller någon annan fast installerad elmateriel om man följer följande krav. Man får inte installera tryckbrytare för en vattenpump, inte heller brytare till en värmekabel för vattenledning eller golvvärmevärmest. Om sådana brytare måste installeras skall de vara monterade utanför basturummet. Man kan dock på område 2 installera termostat och nödvändiga kopplingsanordningar för att styra apparaturerna om de hör till konstruktionen. Likadant med tryckbrytare och överströmsskydd för pumppmotorer om de hör till konstruktionen. Men att installera skilda brytare och driftströmställare på område 2 är förbjudet. /1/, /5/

Elmateriel som man installerar på område 3, det vill säga på en höjd över 1 m skall tåla en omgivningstemperatur på 125 °C. Elmaterielen skall vara märkt med T 125 eller T 125 °C och skall ha en kapslingsklass på minst IP24. I normala fall installeras det bara ljusarmaturer och kanske någon termostat på område 3. Kablar som används på en höjd över 1 meter skall vara märkta med 180 °C det betyder högsta temperaturen på en belastad ledare. En sådan kabel är t.ex. SSJ. Vid infällda installationer med rör skall rören placeras utanför värmeisolationen i basturummet. Vid genomföringar skall man använda metallrör, på grund av värmebeständigheten. Sådan metallrör är t.ex. JAPP-rör. Man kan använda SSJ-kabel om ledningen måste gå genom värmeisoleringen. Under en höjd på 1 m finns det

inga krav på värmebeständigheten, men det rekommenderas ändå att man inte installerar vanliga ljusarmaturer där. /1/, /5/

10 Val av transformator

Val av transformatorn gjordes med hjälp av tabell 1. Nominella spänningen för transformatorn bör vara 20/0,4 kV. Effekten som transformatorn skall klara av är 120 kW om maximal förbrukningen för bostadsområdet är 200 A.

11 Armaturförteckning

Armaturförteckningen innehåller förslag på vilka lamparmaturer som skulle gå att använda vid installation av radhuset. Armaturerna går att söka upp i kataloger eller via internet med hjälp av elnumret.

Tabell 11. I tabellen är det uppräknat armaturer till radhuset.

	antal/lokal	antal/sammanlagt	elnummer
utelampa	5	40	45 487 17
spotlight	23	184	41 440 77
spotlight vått utrymme	4	32	41 440 87
kökslampa	2	16	41 102 42
sifferlampa	1	8	41 075 16
bastu lampserie	1	8	41 113 14

12 Resultat

Planeringen är klar för detta radhusprojekt, alla byggnads-, vvs- och elritningar finns. Exempel på situationsplan och vy över området finns också men de är bara riktvisare för hur området skulle kunna se ut. Elritningarna och planeringen är gjord vintern 2012-2013 så om det dröjer med byggandet kan det behövas en genomgång av resultatet för att säkerställa att allting följer de standarder och lagar som skall tillämpas just vid den tidpunkten.

13 Diskussion

Målsättningen med detta arbete var att planera elritningar för arbetet med radhusprojektet. De verkliga ritningarna kommer att göras när projektet är klart och när man har kompletterat och gjort ändringar i arbetsritningarna. De ritningar som man gör när allt är klart heter slutdokumentationsritningar och de skall arkiveras på ett sådant ställe att de är lätt att ta i bruk när man gör ändringar eller skall göra felsökningar osv. Det skall också göras ibruktagningsprotokoll när installationen är klar.

I början gick det bra när man började planera radhusprojektet, för jag visste precis hur jag ville att slutresultatet skulle se ut. Det svåra var att hitta de paragrafer och standarder som säger att man får göra på ett visst sätt, men när jag fick tillgång till ST-kortisto löste sig det problemet också.

14 Förteckning över källor

- /1/ Finlands Standardiseringsförbund (2008) *SFS 600 Lågspänningselinstallationer och säkerhet vid elarbeten*. Helsingfors: SFS.
- /2/ Håkansson, Paul & Martinsen, Tord (2007) *Elinstallation Yrkesmannaskap*. Stockholm: Liber AB.
- /3/ Sähkötieto Ry (2012) ST-kortisto ST 53.21, Esbo : Sähköinfo Oy.
- /4/ Sähkötieto Ry (2012) ST-kortisto ST 53.24, Esbo : Sähköinfo Oy.
- /5/ Tiainen, Esa (2010) *D1-2009 Handbok för byggnaders elinstallationer*. Vanda: Hansaprint Direct Oy.

Förteckning över bilagor

Bilaga 1 Elritning över lokalerna A, B, C och D.

Bilaga 2 Elritning över lokalerna E, F, G och H.

Bilaga 3 Elritning till lokal A och B.

Bilaga 4 Elritning till lokal C och D.

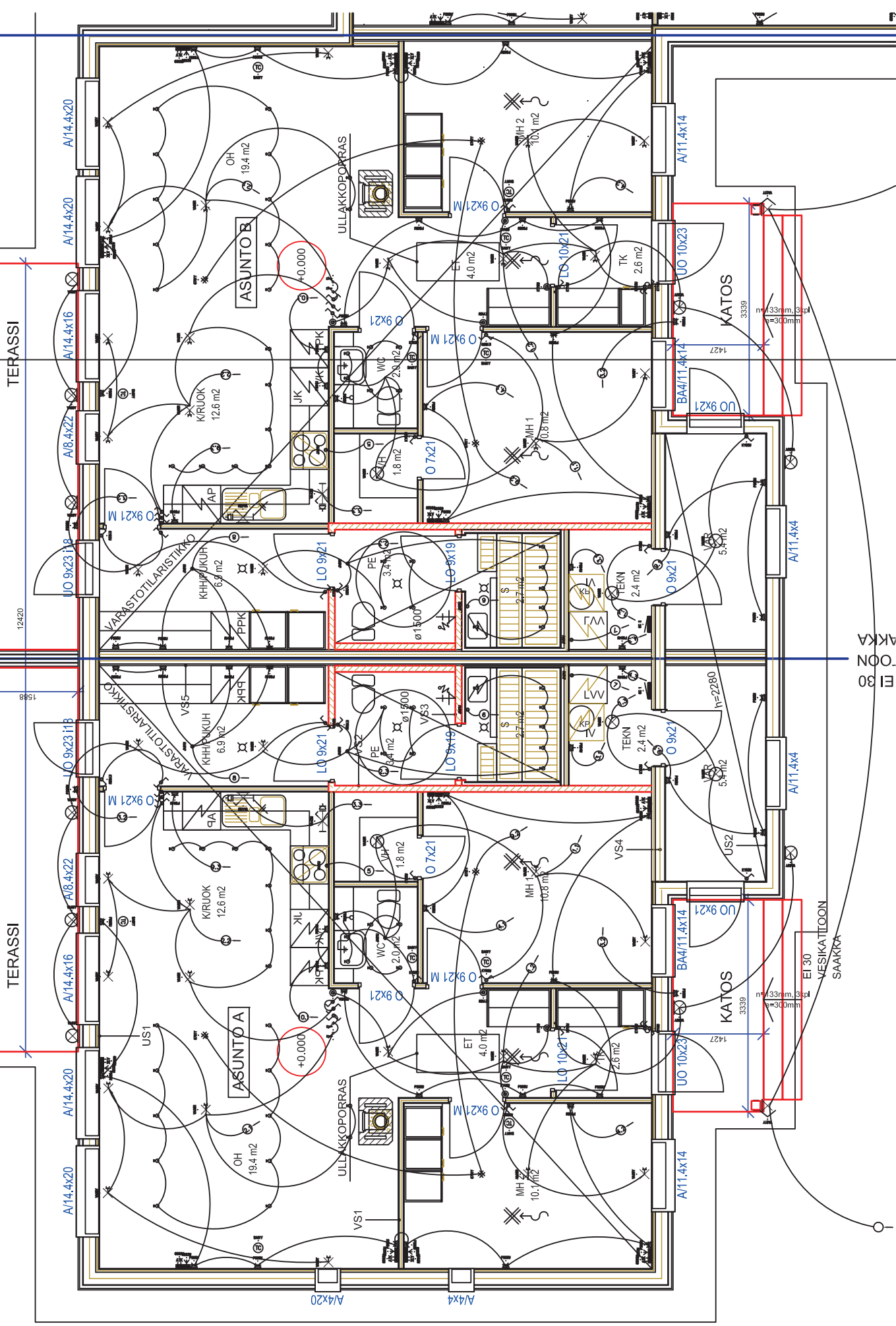
Bilaga 5 Elritning till lokal E och F.

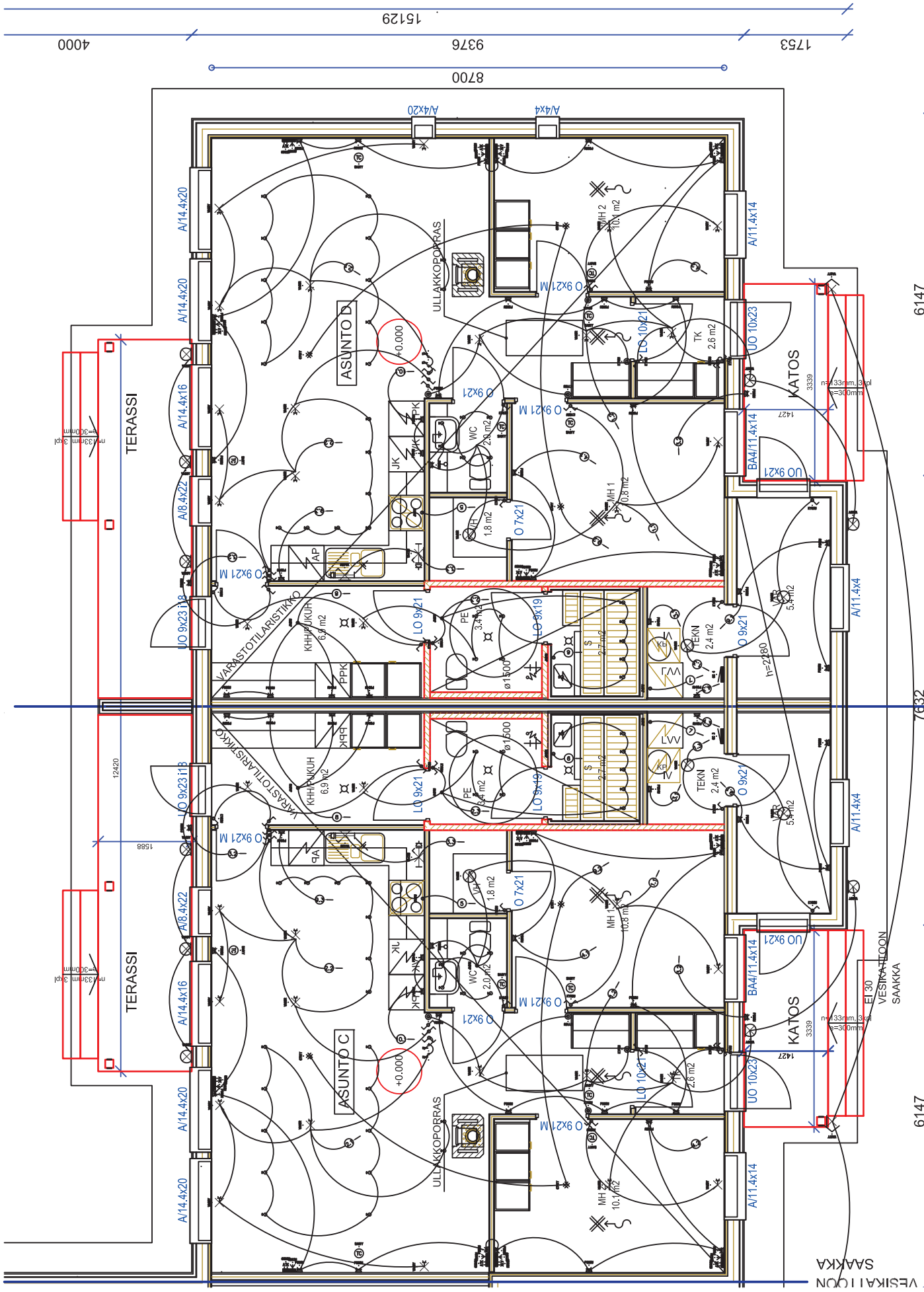
Bilaga 6 Elritning till lokal G och H.

Bilaga 7 Huvudcentralschema.

Bilaga 8 Gruppcentralscheman till lokalerna A-H.

Bilaga 9 Jordningsscheman till lokalerna A-H.





4000

15129

9376

1753

8700

6147

7632

6147

VESIKATILION
SAAKKA

VESIKATILION
SAAKKA

TERASSI

TERASSI

ASUNTO D

ASUNTO C

KATOS

KATOS

VARASTOTILALARISTINIKKO

VARASTOTILALARISTINIKKO

ULLAKKOPORRAS

ULLAKKOPORRAS

KHHÄNKUHU

KHHÄNKUHU

WC

WC

JK

JK

AP

AP

PPK

PPK

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

PE

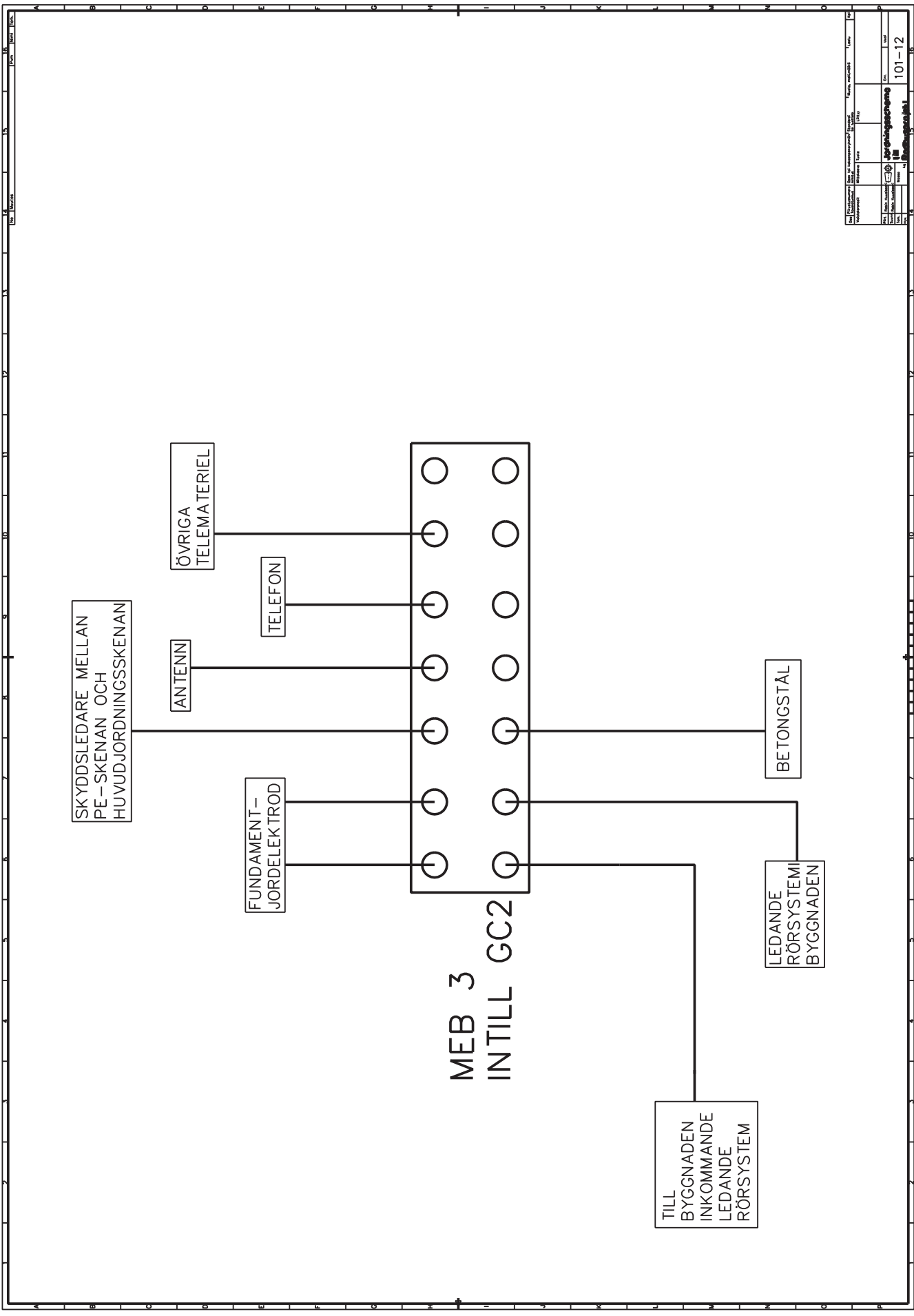
PE

PE

PE

PE

PE



SKYDDsledare MELLAN
PE-SKENAN OCH
HUVUDJORDNINGSSKENAN

ANTENN

ÖVRIGA
TELEMATERIEL

TELEFON

FUNDAMENT-
JORDELEKTROD

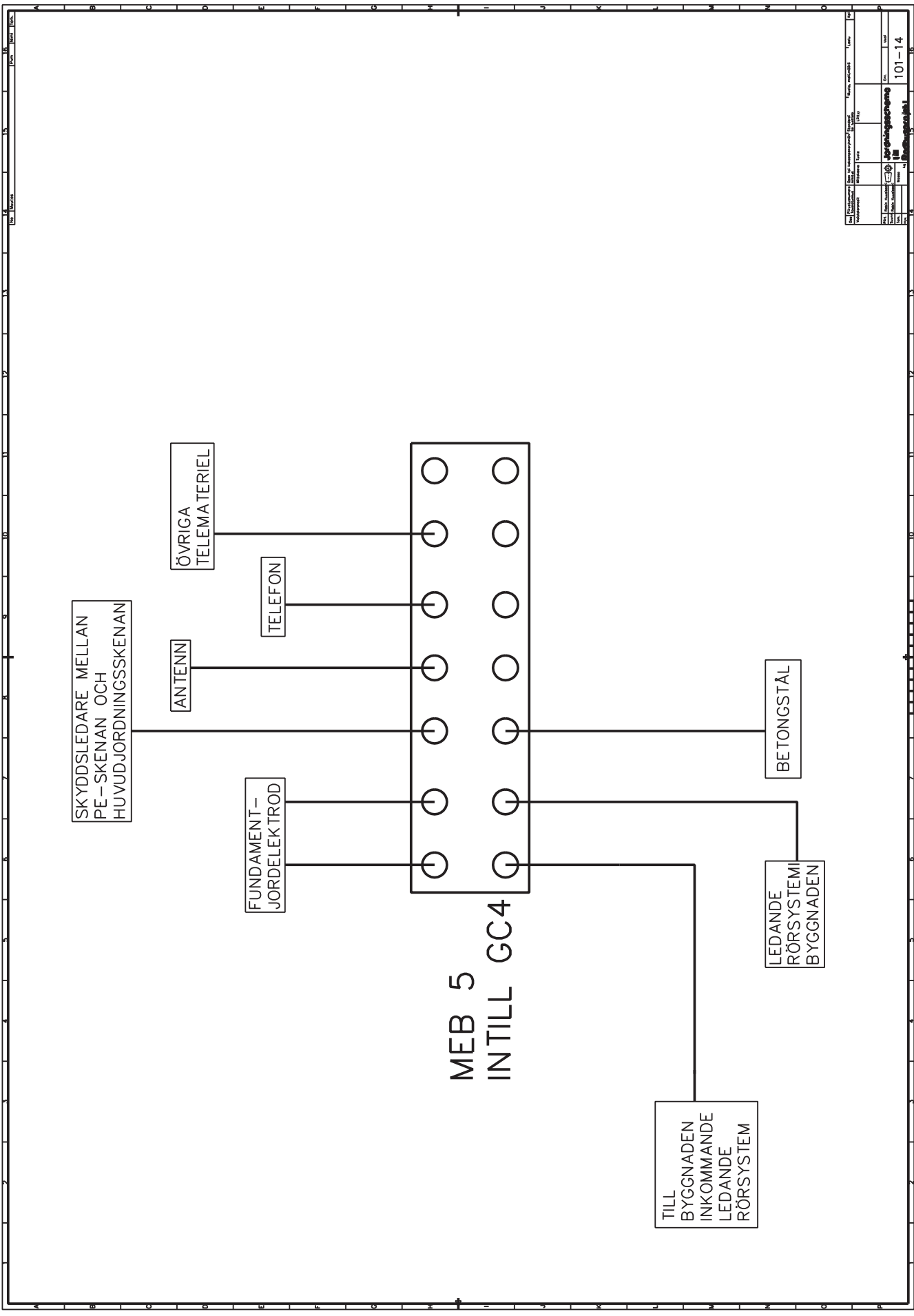
MEB 3
INTILL GC2

TILL
BYGGNADEN
INKOMMANDE
LEDANDE
RÖRSYSTEM

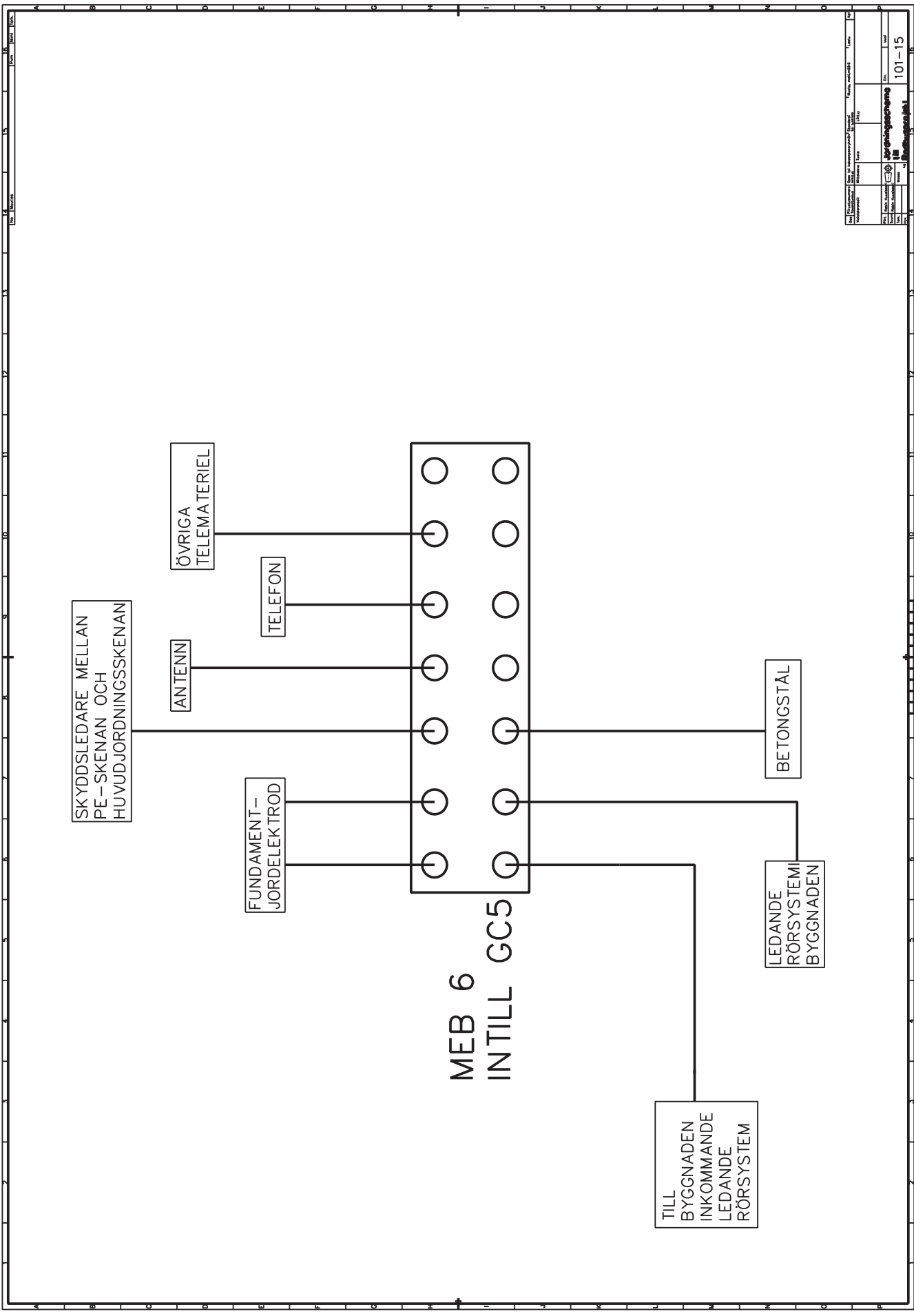
LEDANDE
RÖRSYSTEM/
BYGGNADEN

BETONGSTÅL

Proj. nr	101-12
Proj. namn	Byggnadsplan
Proj. datum	1988
Proj. skapad av	Byggnadsplan
Proj. godkänd av	Byggnadsplan
Proj. godkänd datum	
Proj. godkänd av	



Proj. nr	101-14
Rev.	
Proj. namn	Byggnadsplan
Proj. datum	
Proj. skapad av	
Proj. godkänd av	
Proj. godkänd datum	
Proj. godkänd av	
Proj. godkänd datum	
Proj. godkänd av	
Proj. godkänd datum	



MEB 6
INTILL GC5

SKYDDSLEDARE MELLAN
PE-SKENAN OCH
HUVUDJORDNINGSSKENAN

ANTENN

ÖVRIGA
TELEMATERIEL

TELEFON

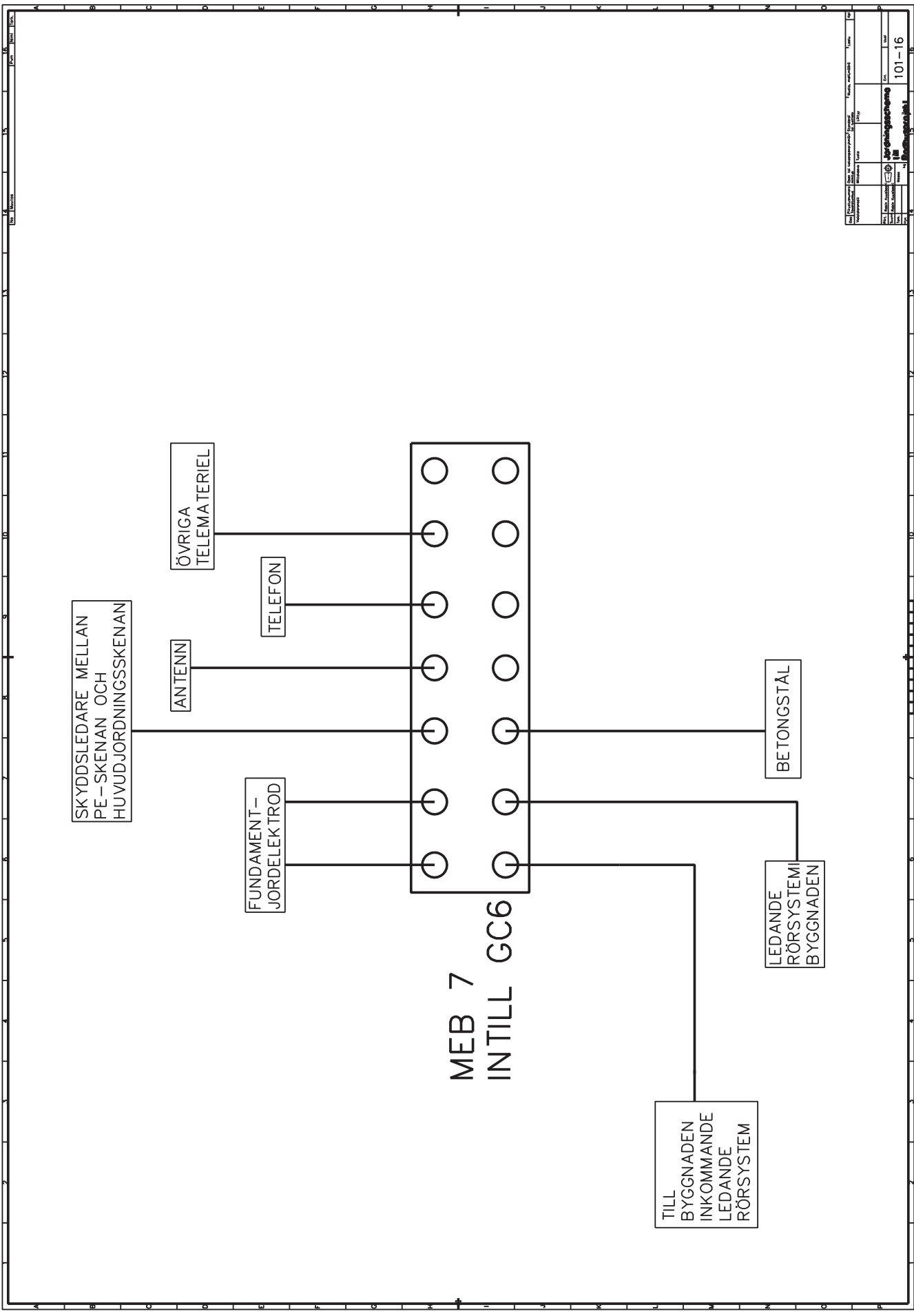
FUNDAMENT-
JORDELEKTROD

BETONGSTÅL

LEDANDE
RÖRSYSTEM/
BYGGNADEN

TILL
BYGGNADEN
INKOMMANDE
LEDANDE
RÖRSYSTEM

Proj. nr.	101-15
Proj. namn	Byggnadsplan
Proj. datum	1988
Proj. skapad av	Byggnadsplan
Proj. godkänd av	
Proj. godkänd datum	
Proj. godkänd av	
Proj. godkänd datum	
Proj. godkänd av	
Proj. godkänd datum	



SKYDDsledare MELLAN
PE-SKENAN OCH
HUVUDJORDNINGSSKENAN

ANTENN

ÖVRIGA
TELEMATERIEL

TELEFON

FUNDAMENT-
JORDELEKTROD

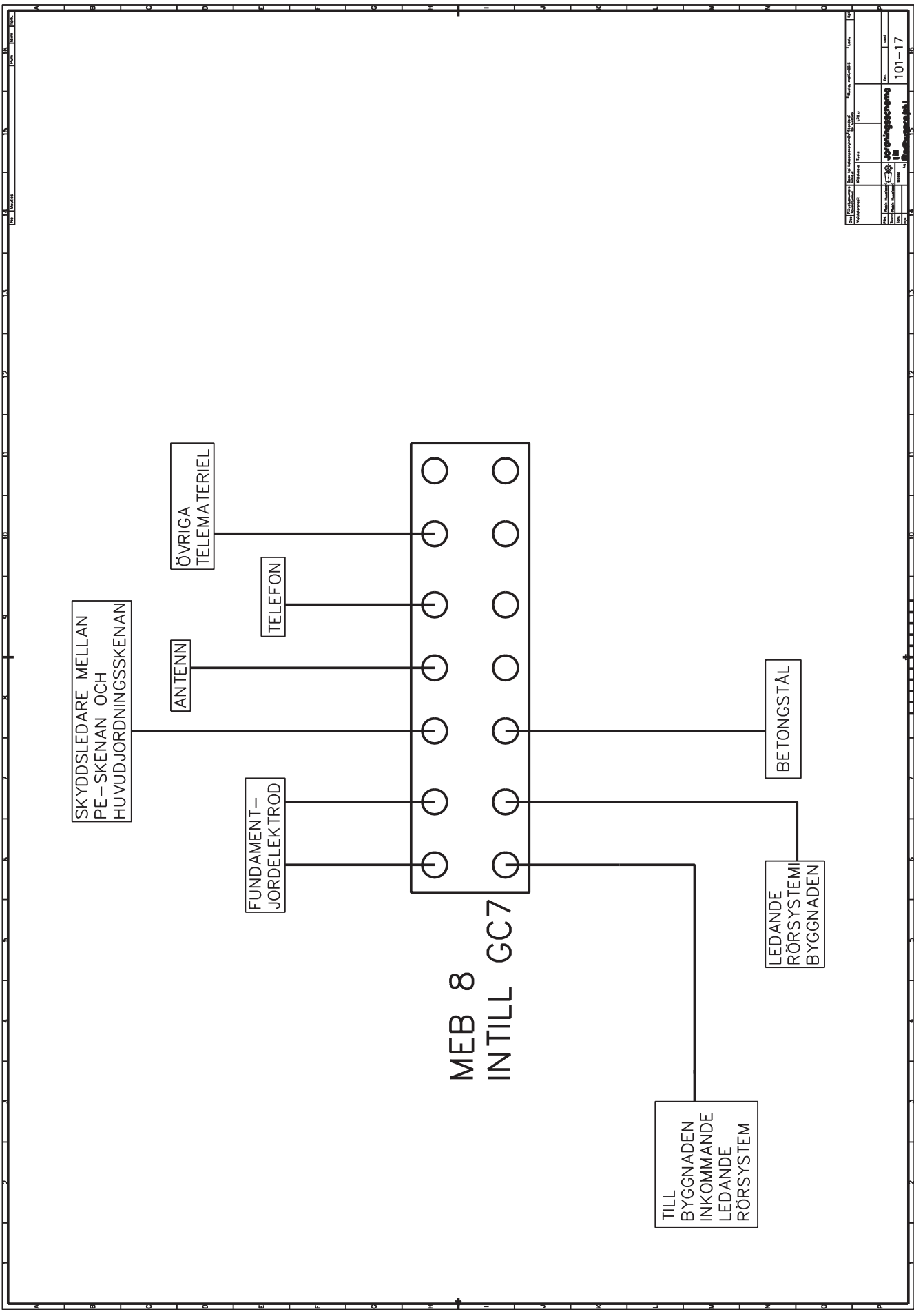
MEB 7
INTILL GC6

BETONGSTÅL

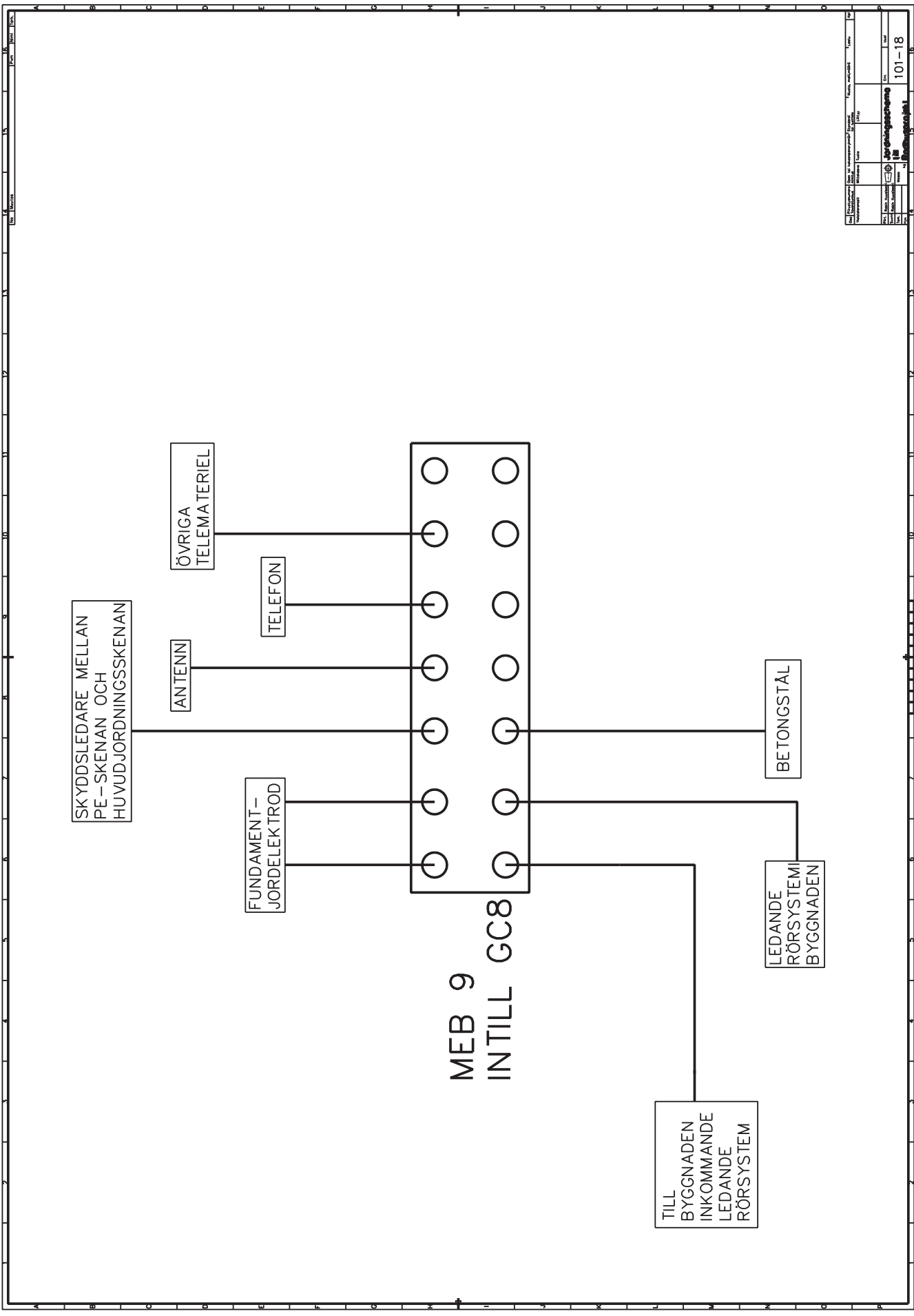
LEDANDE
RÖRSYSTEM/
BYGGNADEN

TILL
BYGGNADEN
INKOMMANDE
LEDANDE
RÖRSYSTEM

Proj. nr.	101-16
Proj. namn	Byggnadsplan
Proj. datum	1988
Proj. skapad av	Byggnadsplan
Proj. godkänd av	
Proj. godkänd datum	
Proj. godkänd av	
Proj. godkänd datum	
Proj. godkänd av	
Proj. godkänd datum	



Proj. nr.	101-17
Proj. namn	Byggnadsplan
Proj. datum	1988
Proj. skapad av	Byggnadsplan
Proj. godkänd av	Byggnadsplan
Proj. godkänd datum	
Proj. godkänd av	
Proj. godkänd datum	



Proj. nr.	101-18
Rev.	
Proj. namn	Byggnads
Proj. datum	
Proj. skapad av	
Proj. godkänd av	
Proj. godkänd datum	
Proj. godkänd av	
Proj. godkänd datum	
Proj. godkänd av	
Proj. godkänd datum	