



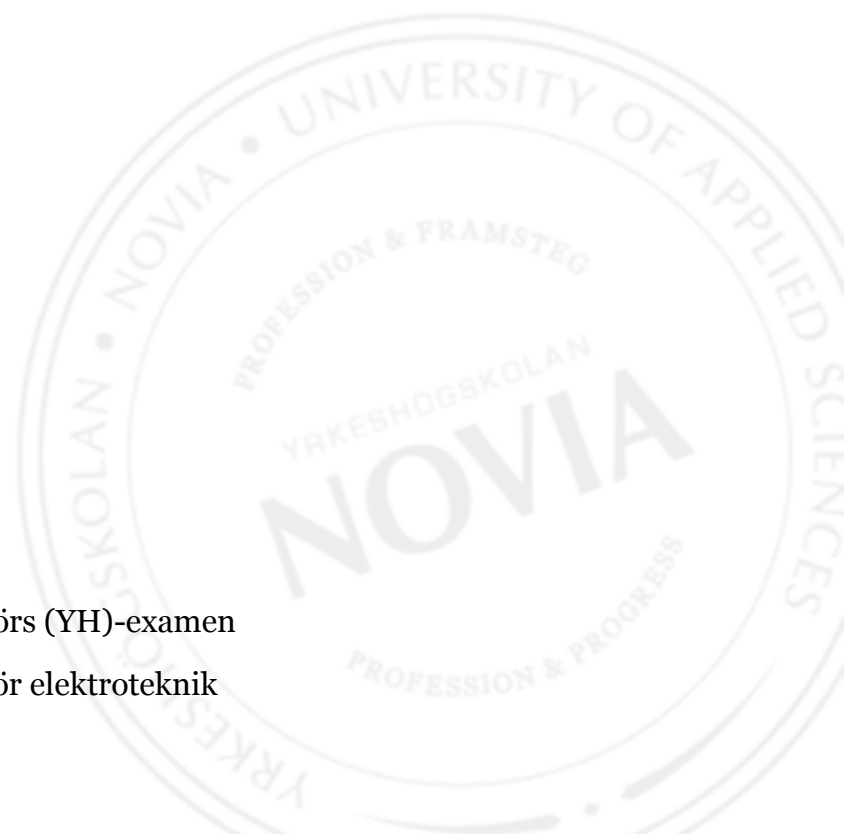
Planering av transformatorstation och eldistributionsnät för bostadsområde

Johnny Wik

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för elektroteknik

Vasa 2012



EXAMENSARBETE

Författare: Johnny Wik
Utbildningsprogram och ort: Elektroteknik, Vasa
Inriktningsalternativ: Elkraftsteknik
Handledare: Lars Enström

Titel: *Planering av transformatorstation och eldistributionsnät för bostadsområde*

Datum: 23.3.2012 Sidantal: 41 Bilagor: 12 (43 sidor)

Abstrakt

I detta examensarbete beskrivs det hur man planerar och dimensionerar elnätet till ett nytt bostadsområde. I arbetet tas det upp olika faktorer man bör tänka på vid planering av elnätet för bostadsområden, t.ex. om vissa hus på området ska ha elvärme och vissa t.ex fjärrvärme, eller skillnaden mellan att planera för ett bostadsområde i Jyväskylä och i Jakobstad.

Arbetet är i två delar, i första delen skrivs det hur elen för ett nytt bostadsområde i teorin planeras, bland annat hur det räknas ut transformatorstorlekar, dimensionering av kablar och beräkning av årsförbrukningar. I den andra delen skrivs det mera specifikt om elplaneringen för det nya bostadsområdet Björnviken 4 i Jakobstad. Detta arbete är gjort specifikt för Jakobstads Energiverk så en del lösningar, exempelvis vilken sorts gatubelysning, är vald enligt deras kriterier. Arbetet inkluderar även en kostnadskalkyl för Björnviken 4.

Elritningen är gjord med hjälp av programmet AutoCAD och planeringen av fördelningsskåpen gjordes med ABB:s MJS-planeringsprogram.

Språk: svenska Nyckelord: fördelningsnät, fördelningstransformator

Tillgängligt: theseus.fi

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä	Johnny Wik
Koulutusohjelma ja paikkakunta	Sähkötekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaaja	Lars Enström

Nimike: *Asuinalueen muuntamoaseman ja sähköjakeluverkon suunnittelu*

23.3.2012 41 sivua 12 liitettä

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä kerrotaan, miten suunnitellaan ja miten mitoitetaan sähköverkko uudelle asuinalueelle. Työssä kerrotaan eri tekijöistä, jotka pitää ottaa huomioon uusien asuinalueiden sähköverkkojen suunnittelussa, esimerkiksi, tuleeko joihinkin taloihin sähkölämmitys ja toisiin esimerkiksi kaukolämmitys, tai erosta suunnitella asuinalue, joka sijaitsee Jyväskylässä tai Pietarsaareissa.

Työ on jaettu kahteen osaan. Ensimmäinen osa käsittelee miten teoriassa suunnitellaan sähköt asuinalueelle, muun muassa miten lasketaan muuntamojen suuruudet, kaapeleiden mitoitus ja vuosikulut. Työn toisessa osassa kirjoitetaan tarkasti sähkösuunnittelusta uudelle asuinalueelle Otsolahti 4, Pietarsaareissa. Tämä työ on tehty nimenomaan Pietarsaaren Energialaitokselle, joten jotkut ratkaisut, esimerkiksi mitä katuvalaistusta käytetään, on valittu yhtiön kriteerien mukaan. Työ sisältää myös kustannslaskelman Otsolahti 4:lle.

Sähköpiirustus on tehty AutoCAD-ohjelman avulla ja jakelukaappien suunnittelussa on käytetty ABB:n MJS-ohjelmaa.

Kieli: ruotsi Avainsanoja: jakeluverkko, jakelumuuntaja

Arkistoidaan: verkkokirjasto theseus.fi

BACHELOR'S THESIS

Author Johnny Wik
Degree programme Electrical Engineering, Vaasa
Specialization Electrical Power Engineering
Supervisor Lars Enström

Title *Planning of a transformer station and an electricity distribution network for a residential area*

Date 23.3.2012 Number of pages 41 Appendices 12 (43 pages)

Abstract

This Bachelor's thesis describes how to plan and dimension the electricity grid for a new residential area. The thesis includes factors you should think about when planning the electricity grid for residential areas, e.g if some houses are to be heated by electricity and some by district heating, or the difference between planning the electricity grid for a residential area in Jyväskylä or in Pietarsaari.

The thesis consists of two parts. The first part describes how the electricity for a new residential area is planned, for example how to calculate transformer sizes, how to dimension cables and how to calculate the yearly consumptions. The second part specifically deals with the planning of the electricity for the new residential area Otsolahti 4 in Pietarsaari. This thesis is specifically made for Pietarsaaren Energialaitos, so some of the solutions, for example the street lightning, are chosen according to their criteria. The thesis also includes a cost calculation for Otsolahti 4.

The electrical drawing is made with the AutoCAD program. The planning of the distribution cabinets is done with ABB's MJS planning program.

Language: Swedish Keywords: distribution grid, distribution transformer

Filed at theseus.fi

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
2	Syfte och ändamål	1
3	Jakobstads Energiverk.....	2
4	Allmänt om elnät	3
4.1	Stamnät och regionnät	3
4.2	Distributionsnät.....	3
5	Planering av mellanspänningsnätet.....	5
5.1	Mellanspänningsnätets kablage	5
5.2	Kablarnas belastningskapacitet.....	5
5.3	Spänningsfall	6
6	Fördelningstransformatorn	8
6.1	Transformatormodeller	8
6.2	Transformatorns belastning	9
6.3	Transformatorns spänningsfall	10
6.4	Val av transformator	12
6.5	Jordning av transformator	13
7	Planering av lågspänningsnätet.....	14
7.1	Effektberäkningar	14
7.1.1	Beräkning av årsförbrukningar	15
7.1.2	Beräkning av toppeffekter	16
7.2	Kablarnas belastning	19
7.3	Lågspänningsnätets dimensionering.....	20
7.4	Lågspänningsnätets kortslutningsskydd	23
7.5	Lågspänningsnätets spänningsfall.....	25
7.6	Lågspänningsnätets jordning	25
8	Elektricitetens kvalitet.....	27
9	Planering av bostadsområdet Björnviken 4	28
9.1	Effektberäkning av området	29
9.1.1	Beräkning av årsförbrukningarna	29
9.1.2	Beräkning av toppeffekterna	30
9.2	Dimensionering av kablar och säkringar	31
9.3	Fördelningsskåp	33
9.4	Gatubelysning	34
9.5	Val av transformator	36
9.6	Planering av mellanspänningsnätet.....	37

10	Kostnadskalkyl.....	38
11	Resultat.....	39
12	Diskussion	40
13	Förteckning över källor.....	41
	Förteckning över bilagor	

1 Inledning

På hösten på årskurs fyra var det dags för val av examensarbete. Jag arbetade då vid Jakobstads Energiverk, så jag frågade därför av dem om de hade något arbete som lämpade sig som examensarbete.

Vid detta tillfälle höll ett nytt bostadsområde på att planeras vid planläggningsavdelningen vid tekniska nämnden i Jakobstad. Energiverket hade därför fått i uppgift att planera fördelningsnätet och räkna ut kostnaderna för detta. Därför erbjöd energiverket som examensarbete åt mig att planera elförsörjningen till detta bostadsområde. Bostadsområdet hade över 100 hushåll. Arbetet var ganska stort men lät väldigt intressant och lärorikt så tackade ja till det.

2 Syfte och ändamål

I arbetet skulle jag planera och dimensionera transformatorstation och eldistributionsnät för ett nytt bostadsområde med 118 egnahemshus i stadsdelen Björnviken i Jakobstad. Planområdet ligger i sydvästra delen av staden. Målet var att jag skulle räkna ut hur stora transformatorer som behövs för bostadsområdet, ifall det blir eluppvärmda hus eller t.ex. om uppvärmningsalternativet blir fjärrvärme för husen. Avsikten med detta planeringsalternativ var att även få en kostnadseffektiv utbyggnad av elnätet för området beroende på uppvärmningsform av bostadshusen. Vid bostadsområden som har fjärrvärme som uppvärmningsalternativ kan man ha mindre transformator(er) för området. Detta på grund av att effektbehovet då minskar väldigt mycket. Jakobstads Energiverk ville därför få reda på hur mycket man kunde inbespara i kostnader på elsidan om staden beslutade att det blir fjärrvärme på området. Jag skulle även planera gatubelysning för området i fråga. Vid placering av lågspänningsjordkablarna skulle då gatubelysningens placering tas i beaktande.

3 Jakobstads Energiverk

Jakobstads Energiverks huvudsakliga uppgift är främst att leverera el till konsumenter i Jakobstad, Sandsund och Larsmo med omnejd, samt produktion och distribution av fjärrvärme inom staden Jakobstad. Antalet anställda i företaget är ca 50, varav 20 arbetar på kontoret och de ca 30 andra arbetar som el- och fjärrvärmemontörer. Företagets omsättning 2010 var runt 32 miljoner euro.

Jakobstads Energiverk grundades som ett aktiebolag 1901 med staden som huvudaktieägare. 1912 var året då staden inlöste alla privatägda aktier och verket sammanfogades med Tekniska verket. Jakobstads Energiverk hette tidigare Jakobstads Elektriciteitsverk. Strategin var främst vid grundandet att belysa staden Jakobstads gator, vilket idag inte längre är så stor del av företagets strategi. Idag är även Tekniska verket och energiverket två skilda företag, men båda lyder ändå under staden Jakobstad.

Jakobstads Energiverk äger två 110 kV elstationer där spänningen tas ner till 20 kV för att sedan distribueras ut till fördelningstransformatorer i staden, Sandsund och Larsmo med omnejd. Företaget äger 250 km högspänningsledning varav 80 km är jordkablar samt 950 km lågspänningsledning där ca hälften är jordkablar. Energiverket äger även ett antal fjärrvärmepannor för produktion och distribution inom staden Jakobstad. Bolaget har sin huvudbyggnad nästan i centrum av Jakobstad. /11/

4 Allmänt om elnät

Elfördelningsnätets tekniska uppgift är att överföra den producerade elenergin från kraftverken via fördelningsnäten till slutanvändaren. Elsystemet i Finland består av bl.a. kraftverk, stamnät, regionnät, distributionsnät och till sist av slutanvändarna dvs. elkonsumenterna. Andra delar i systemet är bl.a. elstationer och fördelningstransformatorer och -skåp. Figur 1 visar hur detta elsystem är uppbyggt i Finland. /6/

4.1 Stamnät och regionnät

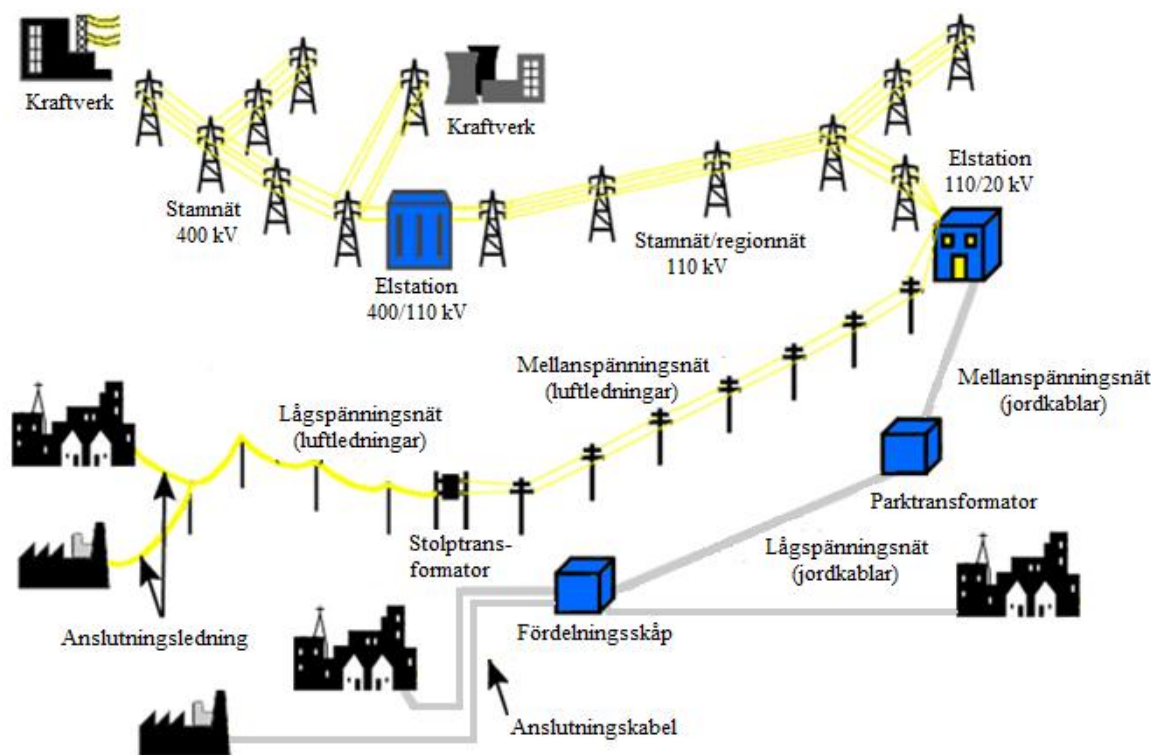
Stamnätet omfattar 400 kV, 220 kV samt 110 kV kraftledningar. Stamnätet i Finland går genom hela landet och byggs upp med luftledningar och även elstationerna är placerade utomhus. Jordkablar används inte i detta sammanhang eftersom kablarna skulle bli väldigt dyra. Vid långa överföringsförbindelser använder man sig av höga spänningar för att minska på förlusterna vid elöverföringen. Stamnätet förser el åt elproducenter och elkonsumenter i hela landet, samt att det är en länk för handel och försäljning av el till andra länder. /6/

Regionnäten består även de av 110 kV kraftledningar som är kopplade till stamnätet. Regionnäten överför el till exempel till vissa län i landet och även här byggs näten upp med hjälp av luftledningar, eftersom jordkablar skulle vara för dyra. /6/, /12/

4.2 Distributionsnät

Distributionsnäten är ihopkopplade med regionnäten eller direkt till stamnätet. Distributionsnätet har en spänning på 0,4 kV upp till 110 kV. Distributionsnätet kan även indelas i mellanspänningsnät (20 kV) och lågspänningsnät (0,4 kV). Till lågspänningsnätet är sedan hushållen anslutna, medan t.ex. handeln och industrin är anslutna till lågspännings- eller mellanspänningsnätet. Handeln och industrin kan även vara anslutna till region- eller stamnätet beroende på situationen. /6/, /12/

I Finland finns ca 800 elstationer, ca 150 000 km mellanspänningsnät, ca 100 000 fördelningstransformatorer och 200 000 km lågspänningsnät. Elstationerna är knutpunkter där alla spänningar möts och binds samman med hjälp av transformatorer. /12/



Figur 1. Hur elsystemet i Finland är uppbyggt. /5/

5 Planering av mellanspänningsnätet

Den vanligaste spänningsnivån i Finland för mellanspänningsnätet är 20 kV, men i vissa städer används även en spänningsnivå på 10 kV. Mellanspänningsnätet och regionnätet på 110 kV bildar tillsammans med elstationerna ett fungerande fördelningsnät. Vid enskilda fel i nätet får inte elförsörjningen avbrytas i fungerande delar, därför är planeringen av mellanspänningsnätet mer krävande än planeringen av lågspänningsnätet. Över 90 % av de avbrott som uppstår för elförbrukare beror på fel som uppkommer i mellanspänningsnätet. /12/

Högspänningen och mellanspänningen byggs ofta i slingformade nät för att trygga elförsörjningen. Detta betyder att t.ex. en transformatorstation kan matas från flera olika ställen. I normalt läge kan slingnätet vara öppet i vissa punkter och vid fel kan man då tillsluta frånskiljarna och mata transformatorstationen från annat håll. Slingnätet är dyrare att bygga än radiella nät där det inte finns några omkopplingsmöjligheter alls, men vid större fel eller långa avbrott i elförsörjningen blir det ändå dyrare i längden med radiella nät då man kan bli tvungen att betala ersättning åt kunderna. /1/

5.1 Mellanspänningsnätets kablage

På landsbygden är mellanspänningsnätet oftast byggt med luftledningarna. I glesbygden är det inte lönt och inte heller alltid möjligt att bygga dyra reservmatningar. Ledningarna byggs endast där de behövs. Ur ekonomisk synvinkel kan kostnaderna för byggande av jordkablar på glesbygden bli dyrare än utgifterna för de avbrott i elleveransen som kan uppkomma med luftledningarna. Luftledningarna är ändå mer känsliga för störningar i miljön, såsom träd som faller. Vid nybyggnad har man därför mer och mer börjat övergå till jordkablar även på landsbygden. Likaså sker det en ganska omfattande ombyggnad av gamla luftledningarna till jordkablar.

I tätbefolkade områden är det däremot vanligare att använda sig av jordkablar, detta på grund av att det i större städer inte ens skulle finnas rum för luftledningarna. I städerna strävar man även till att inte förstöra stadsbilden med störande luftledningarna. /1/,/12/

5.2 Kablarnas belastningskapacitet

Kablarnas belastningskapacitet baserar sig på den högsta tillåtna temperaturen som för kablarna tillåts i materialet och isoleringen. Kablarnas uppvärmning beror både på

belastningsströmmen och hur kablarna är installerade. I luftledningsnätet är belastningskapaciteten sällan något problem då ledningarna kyls effektivt på naturligt sätt. Endast vid reservmatning och vid korta sträckor kan belastningskapaciteten överskridas. I jordkabelnätet däremot, kan belastningskapaciteten lättare bli ett problem eftersom kablarna kyls långsamt. /12/, /16/

I undantagsfall kan man för kablarna även bestämma nödbelastningskapacitet. Detta betyder att kabeln kan belastas mycket mer än vid den normala maximala belastningskapaciteten, så länge som denna nödbelastning endast förekommer under kort tid och väldigt sällan. Enligt ”Verkosuositus SA 5:94” kan man överbelasta kablarna högst 50 h åt gången, men ändå inte mer än 500 h av hela kabelns hålltid. Man bör ändå inte överskrida kabelns nödbelastningskapacitet, för det kan få kabeln att förstöras väldigt fort. Sedan kan även överbelastningen i kabeln göra att marken torkas ut. /16/

5.3 Spänningsfall

För en enda kabel kan man inte för spänningssänkningen bestämma exakta gränser, eftersom spänningsfallet borde kontrolleras längs hela elförsörjningssträckan. Även reservmatningssituationer bör man ta i beaktande vid kontroll av spänningsfallet. Stor del av spänningsfallet i fördelningsnätet uppkommer i matarkablarna till fördelningskåpen.

I luftledningar i mellanspänningsnätet kan spänningsfallet bestämma valet av ledningarnas tvärsnitt. Vanligtvis är spänningsfallet mer begränsande än belastningskapaciteten. Då belastningskapacitetens största tillåtna effekt överförs med normala ledartvärsnitt, tillåts ett spänningsfall på 4 %. Detta uppfylls endast för en längd på ca tre kilometer, vilket vanligtvis är mycket kortare än vad en 20 kV linje brukar vara. /12/

Mellanspänningsledningens spänningsfall kan beräknas med följande formel.

$$U_h = 100 * P * l * \frac{r+x*\tan\varphi}{U^2} \quad (1)$$

där

U_h = spänningsfallet (%)

P = ledningens överförda effekt (MW)

l = ledningens längd (km)

r = ledningens resistans (Ω/km)

x = ledningens reaktans (Ω/km)

U = nätets beräkningsspänning (kV)

φ = fasvinkel

Resistans- och reaktansvärden för kablarna finns i bilaga 1. /15/

6 Fördelningstransformatorn

Fördelningstransformatorns uppgift är att omvandla elenergi i ett spänningssystem till ett annat med samma frekvens, i detta fall för att omvandla spänningen på 20 kV i mellanspänningsnätet till 0,4 kV i lågspänningsnätet. Transformatorns typ påverkar väldigt mycket kostnaderna för dem. Transformatorstationen för fördelningsnätet består bland annat av själva transformatorn, lågspänningsutgångarna och mellanspänningsskenorna samt möjliga hjälpspänningssystem. /12/

6.1 Transformatormodeller

Fördelningstransformatorer indelas i stolptransformatorer, parktransformatorer och byggnadstransformatorer. /3/

En stolptransformator är en fördelningstransformator byggd för uppsättning i en eller två stolpar på en 20 kV linje. De minsta stolptransformatorer är av storleken 16–100 kVA. Största transformator som man får sätta i en stolpe är 500 kVA, men vanligen sätter man inte större transformator än 200 kVA. Stolptransformatorer används oftast ute på landet. Vid en stolptransformator kan man använda sig av stolpsäkringar, ett fördelningsskåp ämnad för stolpuppsättning eller ett fördelningsskåp på marken. Vilken metod man väljer beror på om det ska mata luftledningar eller jordkablar. /3/

En parktransformator är däremot en fördelningstransformator ämnad för marknivå. Parktransformatorer används oftast på bostadsområden och i städer samt där kablarna är nergrävda i marken. Största storleken på en transformator man får installera i en parktransformatorstation är 1000 kVA. Behöver transformatorn vara större än detta så krävs att parktransformatorstationen är brandskyddad. Parktransformatorstationen kan vara av betong, plåt eller plåt med t.ex. brädfasad. /12/

I parktransformatorer kan det vara endera luft- eller SF₆-isolerad mellanspänningsstallverk. Vid SF₆-isolerade stallverk kan man inte efter byggnadsskedet lägga till fler fränkskiljare, då SF₆-isolerade stallverk måste byggas som en helhet. /4/

En parktransformators nominella ström för mellanspänningsstallverket ligger oftast på 630 A, för lågspänningsstallverket är den nominella strömmen oftast 1600 A.

Lågspänningsutgångarna är normalt 12 st. till antalet, men brukar gå att utvidga till 18 st. Anslutningarna till säkringsbrytarna görs med kabelskor eller med skruvanslutningar. Parktransformatorer byggs så att taket enkelt ska gå att lyfta av vid byte av transformator eller annat större underhåll. Nedan visas en bild av en parktransformator. /4/

Transformatorer som är ämnade för insättning i byggnader har samma utrustning som parktransformatorer. Enda skillnaden är i princip att transformatorn byggs in i ett rum ämnad för endast transformatorer. /12/



Figur 2. Park- och stolptransformator. /9/, /12/

6.2 Transformatorns belastning

Transformatorns livslängd beror på omgivningstemperaturen och på hur den belastas. Längsta livslängd uppnår en transformator om den belastas konstant med jämn belastning och en omgivningstemperatur på + 20 °C. I praktiken ändras transformatorns belastning hela tiden och vid mindre belastning åldras transformatorn långsammare än vid högre belastning. Transformatorn kan därför överbelastas en liten stund och ändå uppnå samma livslängd som om den skulle belastas med samma belastning konstant. Belastningsförhållandet får ändå inte överskrida $1,5 \times S_N$, dvs. när transformatorn är 50 % överbelastad. Inte heller lindningarnas varmaste punkt får överskrida + 140 °C. För transformatorn kan man även bestämma en nödbelastningskapacitet, men åldringshastigheten är då betydligt snabbare än vid normal belastning. I detta fall gäller det att lindningarna inte får bli varmare än + 140 °C och oljan inte varmare än + 115 °C. När lindningarnas temperatur stiger över + 140 °C börjar det i pappersisoleringen bildas gasbubblor som minskar betydligt på isoleringens spänningstålighet. /15/

I tabell 1 visas olika förbrukningsgruppers belastningskoefficienter. I tabellen har man tagit hänsyn till belastning och temperaturvariationer, då transformatorns åldrande har beräknats för hela året. /15/

Tabell 1. Fördelningstransformatorns belastningskapacitet (belastningens förhållande till den nominella effekten)

Transformator distrikt	Transformatormodell		
	Stolptransformator	Parktransformator	Fastighetstransformator
Småhusområde, elvärme	1,5	1,4	1,2
Höghusområde	1,5	1,4	1,2
Centrumområde	1,4	1,3	1
Industriområde	1,4	1,3	1
Landsbygdsområde	1,5	1,4	1,2

I tabell 2 visas de uträknade nödbelastningskoefficienterna vid olika temperaturer. Transformatorn får inte överbelastas med dessa värden mer än nödvändigt. Även här gäller att lindningarna inte får bli varmare än + 140 °C och oljan inte varmare än + 115 °C. /15/

Tabell 2. Fördelningstransformatorns nödbelastningskapacitet (belastningens förhållande till den nominella effekten)

Transformator distrikt	Transformatortemperatur			
	-20 °C	0 °C	+20 °C	+40 °C
Småhusområde, elvärme	1,6	1,5	1,4	1,2
Höghusområde	1,7	1,6	1,4	1,3
Centrum-område	1,6	1,5	1,4	1,2
Industriområde	1,7	1,6	1,5	1,2
Landsbygdsområde	1,7	1,6	1,4	1,3

Tabellernas värden är uträknade enligt internationell IEC standard och transformatorerna är av vanliga luftkylda och oljeisolerade modeller. /15/

6.3 Transformatorns spänningsfall

Den levererade spänningens storlek och kvalitet har stor betydelse för elförbrukaren. Apparaterna i hushållen kanske inte fungerar som de ska om spänningsnivån är allt för hög eller låg. Spänningsnivån har därför störst betydelse desto närmare elförbrukaren man kommer. Fördelningsnätets totala spänningsfall består av mellanspänningsledningens, fördelningstransformatorns och lågspänningskabellarnas totala spänningssänkning. /12/, /15/

Spänningsfallet uttrycks vanligen i procent i stället för volt, eftersom detta ger en betydligt bättre uppfattning om det beräknade spänningsfallet är av rimlig storlek eller inte. Nedan en formel för beräkning av spänningsfall i transformatorer. /15/

$$\Delta U = \frac{S}{S_N} * (R_m \cos\varphi + X_m \sin\varphi) \quad (2)$$

där

ΔU = transformatorns spänningsfall (%)

S = transformatorns effekt (kVA)

S_N = transformatorns nominella effekt (kVA)

R_m = transformatorns kortslutningsresistans (%)

X_m = transformatorns kortslutningsreaktans (%)

φ = fasförskjutning /14/

Man kan även byta ut S / S_N till I / I_N i formeln ovan om man hellre vill räkna med strömmar i stället för effekter, resultatet blir samma ändå. I bilaga 2 finns transformatorers impedansvärden. /15/

Transformatorns spänningsfall kan även beräknas enkelt genom att använda sig av Verkostosuositus SA2:08 utgivna tabell på följande sida. Ur tabellen får man spänningsfallet uträknad med hjälp av den nominella effekten och den uttagna effekten i transformatorn och om man känner till fasförskjutningsvinkeln. /15/

Tabell 3. SA2:08s utgivna tabell för beräkning av spänningsfall i transformatorer. (normala förluster)

Effekt kVA	cos φ									
	1,00	0,99	0,98	0,96	0,90	0,88	0,80	0,75	0,40	0,0
30	3,0	3,4	3,5	3,6	3,8	3,9	4,0	4,0	3,6	2,6
50	2,6	3,0	3,2	3,4	3,7	3,7	3,9	3,9	3,8	3,0
100	2,1	2,5	2,7	2,9	3,4	3,4	3,7	3,8	4,0	3,5
200	1,5	2,0	2,2	2,4	2,9	3	3,4	3,5	4,0	3,7
315	1,4	2,0	2,2	2,5	3,1	3,2	3,6	3,8	4,4	4,2
500	1,2	1,8	2,0	2,4	3,0	3,1	3,6	3,8	4,5	4,4
800	1,0	1,6	1,9	2,2	2,9	3	3,5	3,8	4,6	4,6
1000	1,0	1,7	2,0	2,4	3,0	3,2	3,7	4,0	4,9	4,9
1250	1,0	1,8	2,2	2,6	3,4	3,7	4,3	4,6	5,8	5,9
1600	1,0	1,8	2,1	2,6	3,4	3,6	4,3	4,6	5,7	5,9
2000	0,9	1,7	2,1	2,5	3,4	3,6	4,3	4,6	5,8	6,0

Exempel på användning av tabell 3:

Transformatorns effekt är 100 kVA, belastningen är 80 kVA och $\cos \varphi = 0,96$. Vad är transformatorns spänningsfall? Ur tabellen fås ett värde för $\cos \varphi = 0,96$ som är 2,9 %.

Man kan då räkna ut spänningsfallet enligt följande: $80 / 100 * 2,9 \% = 2,3 \%$ i spänningsfall. /15/

6.4 Val av transformator

När man ska välja transformator för nya områden brukar man uppskatta områdets byggnadstidtabell och beräkningarnas pålitlighet. Ifall byggnadstiden är lång kan man välja en mindre transformator för området till först. Detta kan göras om kostnaderna för byte av transformatorn är billigare än den framtida transformatorns anskaffnings- och förlustkostnader. Detta kräver då att transformatorbytet är relativt enkelt att utföra.

Man uppskattar även om toppeffekten inträffar på vintern eller sommaren och funderar då över transformatorns kylningsförhållanden. Ifall toppeffekten inträffar på vintern så kan transformatorstorleken vara ganska nära den uträknade toppeffekten. Om toppeffekten i stället inträffar på sommaren, så ska den valda transformatorn vara betydligt större för att beakta temperaturhöjningen. Transformatorer väljs vanligen mellan 0,6 – 1,3 gånger den uträknade toppeffekten. Den skenbara effekten kan räknas med formel 3 här nedan. /15/

$$S = \frac{P_{max}}{\cos \varphi} \quad (3)$$

där

S = skenbar effekt

P_{\max} = toppeffekten /15/

6.5 Jordning av transformator

Enligt standarden SFS 6001 ska man alltid då det är möjligt ha ett gemensamt jordningssystem för lågspännings- och högspänningssidan på en fördelningstransformator. För transformatorn bygger man en gemensam jordningselektrod som skyddsjord för mellanspänningens känsliga delar och för lågspänningsnätets jordning. I bilaga 3 visas fördelningstransformatorns jordningssystem. /8/, /14/

Till fördelningstransformators jordningssystem hör jordningsskena, jordnings- och skyddsjordningsledare. Horisontella jordelektroder ska vanligtvis vara nergrävda till ett djup av 0,5 m till 1 m under markytan. Det rekommenderas även att jordelektroder placeras på frostfritt djup. Djupjordelektroder som grävs ned vertikalt har vanligen toppen av varje jordelektrod under markytan. Potentialstyrning genom horisontell jordelektrod placeras på ett djup av ungefär 0,2 m och ett avstånd av ungefär 1 m från väggen. Om man känner till att jordningsspänningen U_E är dubbelt så stor som beröringsspänningen U_{TP} behöver man nödvändigtvis inte använda sig av potentialstyrningselektroden. I bilaga 4 visas strukturen på en transformatorstations grund och jordning. /8/

7 Planering av lågspänningsnätet

Lågspänningsnäten matas från fördelningstransformatorena. Transformatorernas vanligaste spänningsomsättning är i Finland 20 kV / 0,4 kV. Lågspänningsnätet är oftast byggd med luftledningar och stolptransformatorer ute på landet, men i städerna används främst jordkablar och park- eller fastighetstransformatorer. I städer och på andra tätorter är det brist på utrymme och detta påverkar lågspänningsplaneringen mycket. För luftkablar finns det oftast inget utrymme eller så är de förbjudna då de inte passar in i omgivningen, enda alternativet är då att använda sig av jordkablar. /1/, /12/

Användningen av jordkablar för lågspänningsnätet på landsbygden har även ökat mycket de senaste åren då lågspänningsjordkablarna inte är så mycket dyrare än kostnaderna för luftledningarna. Jordkabelnätets totala längd brukar vanligtvis bli lite längre än luftledningsnätet, eftersom installationen görs i vägkanten eller vid sidan av en åker. Fördelen med jordkabelnätet är att det inte är så känsligt vid dåliga väderförhållanden och detta är bra ur en elförbrukares perspektiv vid stora avbrott. Vid dessa stora avbrott skickas energibolagens resurser först till att reparera mellanspänningsnätet och till sist lågspänningsnätet. Små fel på lågspänningsnätet kan då leda till långvariga strömavbrott för privata elförbrukare, men vid användning av jordkablar minskas detta betydligt. /1/, /12/

I luftledningsnätet görs kundanslutningarna direkt som förgreningar från luftledningen utan mellansäkringar. I jordkabelnätet görs anslutningarna och förgreningarna med mellansäkringar i fördelningsskåp. Dessa skåp ökar kostnaderna en aning. /12/

7.1 Effektberäkningar

Vid planering av lågspänningsnätet försöker man att uppskatta toppeffekten eller medeleffekten för det område man ska planera. Vanligtvis känner man bara till toppeffekten vid mellanspänningsutgången och vid större förbrukare, som har effektmätning i realtid. I andra fall måste man då bestämma toppeffekten utifrån årsförbrukningarna. Tidigare uppskattade man effekterna med hjälp av Velanders formel, men denna ger vanligtvis bara noggranna resultat för storförbrukares toppeffekter. /12/

7.1.1 Beräkning av årsförbrukningar

Årsförbrukningarna för egnahemshus beräknas enligt utgivna formler ur SA 10:92 ”Verkon mitoitusenergiat” här nedan. /15/

Småhus, elvärme.

Man har undersökt effekter på planerade områden för egnahemshus, parhus och radhus. Energierna är korrigerade enligt ett normalårs graddagstal (5053) för staden Jyväskylä. I undersökningen framkom att bastuugnar påverkar inte årsförbrukningen nästan alls. Årsförbrukningen för egnahemshus uträknas med formel 4 nedan. /15/

$$W = 7000 * n + 110 * A \quad (4)$$

där

W = årsförbrukningen i kWh

n = antal elförbrukare (hus)

A = uppvärmd yta tillsammans (m²), obs inte våningsyta /15/

Småhus, inte elvärme.

Energiformeln för småhus utan elvärme har man fått från IVO:s (nuvarande Fortum Oyj) uppvärmningsundersökning. Om egnahemshuset saknar bastuugn får man minska årsförbrukningen med 800 kWh från det uträknade värdet. Årsförbrukningen utan elvärme räknas ut enligt formel 5. /15/

$$W = 3600 * n + 25 * A \quad (5)$$

där

W = årsförbrukningen i kWh

n = antal förbrukare (hus)

A = uppvärmd yta tillsammans (m²), obs inte våningsyta /11/

Temperaturberoendet vid eluppvärmda hus

Formeln för eluppvärmda hus är korrigerad enligt normaltemperaturerna för Jyväskylä under ett år. Temperaturberoendet har man fått från IVO:s (nuvarande Fortum Oyj) uppvärmningsundersökning. För att räkna ut den specifika ortens korrigerade temperaturbehov för eluppvärmda hus använder man sig av formel 6. /15/

$$\Delta W = 0,02 * A(S_{17x} - 5053) \quad (6)$$

där

ΔW = årsförbrukningens temperaturkorrigering (kWh)

A = förbrukarens totala uppvärmda yta (m^2)

S_{17x} = den specifika ortens temperaturgradtal /15/

Exempel

Man vill räkna ut hur stor temperaturkorrigering som behövs, då platsen är Åbo ($S_{17x} = 4255$). Sedan vill man räkna ut hur stor temperaturpåverkan är på ett eluppvärmt $120 m^2$ stort egnahemshus. /15/

Temperaturkorrigering per kvadratmeter

$$\Delta W = 0,02 \text{ kWh/ m}^2 * A * (4255-5053) \approx -16 \text{ kWh/ m}^2 * A$$

Temperaturkorrigering för ett $120 m^2$ eluppvärmt hus

$$\Delta W = -16 \text{ kWh/ m}^2 * 120 m^2 = -1920 \text{ kWh} \approx -1900 \text{ kWh /15/}$$

7.1.2 Beräkning av toppeffekter

Från och med början av 1990-talet har man uppskattat toppeffekterna med hjälp av belastningsmallar, ur vilka man kan erhålla olika förbrukares effekter vid olika tidpunkter. Nuvarande mallar baserar sig på Suomen Sähkölaitosyhdistys ry (idag Energi- ja energiateollisuus ry, emellan Sähköenergialiitto ry Sener) 1992 utgivna belastningar vid olika elanvändningsområden. Belastningsmallarna är idag uppdaterade utifrån undersökningar som gjordes mellan 2000-2003 för att bättre stämma överens med nutidens belastningar. /12/

Utgångspunkten för bestämning av belastningsmallarna är att dela in förbrukarna i olika grupper, i vilka elförbrukningarna förväntas vara tillräckligt identiska med varandra. Belastningsinformationen från likadana grupper kan därefter visas som indexserier, där året är indelat i 26 två veckorsperioder. För tvåveckorsperiodernas indexserier räknas på basis av medeleffekten ut för varje period ett yttre index. Med indexet kan man beskriva säsongsmässiga variationer i elanvändningen. Vardags-, helg- och aftonsdagar (aften före helg) beskrivs skilt med hjälp av 24 timmars index. /12/

Ur figuren på sidan 17 får man tim indexet $q_{ri} = 250$ för den specifika tidpunkten. Detta betyder att medeleffekten för denna tidpunkt är 150 % större än medeleffekten för de två första veckorna i januari. /12/

Medeleffekten för denna tidpunkt fås då enligt följande:

$$P_{ri} = \frac{10000 \text{ kWh}}{8760 \text{ h}} * \frac{123}{100} * \frac{250}{100} = 3,5 \text{ kW}$$

Den uträknade medeleffekten med föregående formel ger ett värde på stora användargrupperns effekter, men den enskilda förbrukarens topp effekt är betydligt större. Toppeffekten är ändå det som är intressant att veta, då det påverkar nätets dimensionering. Genom att anta att alla elförbrukare följer normalfördelningen, kan man för flera av samma typ av förbrukare beräkna topp effekten enligt formel 8. /12/

$$P_{max} = n * P_{med} + z_a * \sqrt{n} * \sigma \quad (8)$$

där

n = antal förbrukare

P_{med} = medeleffekt

z_a = är en faktor som bestämmer att topp effekten inte överstiger det uträknade värdet med ett visst procentvärde a

σ = bestämmer spridning /12/

Vid beräkning av belastningar använder man sig vanligtvis av 99 % ($z_{99} = 2,32$) eller 95 % ($z_{95} = 1,65$) säkerhet att den verkliga topp effekten inte överstiger det uträknade värdet. Vid kontroll av spänningssänkning används 10 % ($z_{90} = 1,30$) och vid effektförluster 50 %. /12/

För olika typer av elförbrukare uppkommer vanligtvis aldrig topp effekterna samtidigt. Den totala belastningseffekten är vanligtvis då lägre än summan av de enskilda förbrukarnas topp effekter. För olika typer av förbrukare kan man räkna ut topp effekten med formel 9 nedan. /12/

$$P_{max} = n_1 * P_{med1} + n_2 * P_{med2} + z_a * \sqrt{(n_1 * \sigma_1^2 + n_2 * \sigma_2^2)} \quad (9)$$

/12/

7.2 Kablarnas belastning

Matarkablar används för att leverera el från fördelningstransformatorn till fördelningsskåpen och även från ett fördelningsskåp till ett annat. Hur stora belastningar kablarna klarar av beror främst på transformator- och jordinstallationens förhållanden, dvs. hur kablarna är nedgrävda och om de uppvärms av andra parallella kablar. Liksom vid beräkning av transformatorer försöker man uppnå samma resultat med matarkablarna, dvs. att kablarnas åldrande hålls normalt. /12/

I tabell 5 visas Verkostuositus SA 2:08 utgivna tabell för AXMK-matarkablars belastningskapacitet vid olika installationsförhållanden. Finns även utgivna tabeller för andra kabeltyper men de tas inte upp här. /15/

Tabell 5. Verkostuositus SA 2:08 utgivna tabell för AXMK-kablars belastningar.

KABELTYP	KABLARS BELASTNING (A)				
	Kortslutnings hållbarhet k A, 1 s	I jorden ensam sommar	I jorden 3 parallella vinter	I jorden 3 parallella sommar	I transformatorn 3 parallella sommar / (vinter)
AXMK 4 x 300 S, PLUS	28,3	430	377	356	362 / 434
AXMK 4 x 240 S, PLUS, PE	22,6	375	329	311	314 / 376
AXMK 4 x 185 S, PLUS	17,4	330	290	273	265 / 318
AXMK 4 x 150 S, PLUS, PE	14,1	280	246	232	232 / 278
AXMK 4 x 120 S, PLUS	11,3	255	224	211	201 / 241
AXMK 4 x 95 S, PLUS, PE	8,9	220	193	182	173 / 208
AXMK 4 x 70 S, PLUS	6,6	185	162	153	143 / 172
AXMK 4 x 50 S, PLUS, PE	4,7	150	132	124	111 / 133
AXMK 4 x 35 S, PLUS	3,3				
AXMK 4 x 25 S, PLUS, PE	2,3				
AXMK 4 x 16 S, PLUS	1,5				

För matarkablar finns det även bestämda belastningskoefficienter för ovanliga nödsituationer, men kablarnas åldrande är då snabbare än normalt. Enligt kabeltillverkarna får kablarna överbelastas max 50 timmar per gång eller totalt 5000 timmar av kabelns hela livslängd. Nödsituationerna ska om möjligt undvikas och regelbundna sådana får inte förekomma. Belastningarna vid dessa situationer ökar betydligt jordens uttorkningsrisk då kabelns mantel har väldigt hög temperatur. För PEX-kablar kan följande belastningskoefficienter användas vid markinstallation 1,15 och vid installation i transformator 1,19. För papperskablar är motsvarande värden 1,12 vid markinstallation och 1,15 vid installation i transformator. För kablar med PVC-isolering får inte ens vid nödsituationer den normala temperaturen överskridas. /15/

Servisledningar kallas de jordkablar som går från fördelningstransformatorn, fördelningsskåpen eller luftledningarnas stolpar till elförbrukarens huvudsäkringar. Servisledningens rutt går vanligtvis både i marken och inne i fastigheten och belastningskapaciteten bestäms enligt detta. Servisledningarna utrustas med säkringar i fördelningsskåpen. Tabell 6 nedan visar MCMK-servisledningars belastningar vid olika installationssätt. /1/, /12/

Tabell 6. Verkostosuositus SA 2:08 utgivna tabell för MCMK-kablars belastningar.

SERVISLEDNING	KABLARS BELASTNING (A)			
	Ensam 1) Vägg / Jord	2 parallella 3) Vägg / Jord	3 parallella 3) Vägg / Jord	4 parallella 3) Vägg / Jord
MCMK 3 x 300 + 150	492 / 550	439 / 491	408 / 433	387 / 393
MCMK 3 x 240 + 120	427 / 480	381 / 428	354 / 378	336 / 343
MCMK 3 x 185 + 95	361 / 420	322 / 375	299 / 331	284 / 300
MCMK 3 x 150 + 70	317 / 370	283 / 330	263 / 291	250 / 264
MCMK 3 x 120 + 70	274 / 325	245 / 290	227 / 256	216 / 232
MCMK 3 x 95 + 50	236 / 285	211 / 254	196 / 224	186 / 203
MCMK 3 x 70 + 35	195 / 240	174 / 214	162 / 189	
MCMK 3 x 50 + 25	153 / 190	137 / 170	127 / 160	
MCMK 3 x 35 + 16	105 ²⁾ / 160	94 / 143		
MCMK 3 x 25 + 16	85 ²⁾ / 130			
MCMK 3 x 16 + 16	66 ²⁾ / 100			
MCMK 3 x 10 + 10	49 ²⁾ / 77			
MCMK 3 x 6 + 6	36 ²⁾ / 57			

¹⁾ Sarakkeessa "seinä" on kuormitettavuus SFS 6000 referenssiasennustavan C mukaan $> A1$ 70 mm² ja sarakkeessa "maa" on kuormitettavuus referenssiasennustavan D mukaan.

²⁾ Sarakkeessa "seinä" on kuormitettavuus referenssiasennustavan B mukaan < 50 mm².

³⁾ Rinnankytkenän korjauskertoimet ovat seinäasennuksessa SFS 6000 A.52-17 taulukon kohdan 2 mukaan sekä maa-asennuksessa taulukon A.52-18 "rinnakkaiset kaapeli suoraan maassa" mukaan. Lisäksi on huomioitu jaksollisen kuorman korjauskertoimena 1,05. Taulukon arvo on yhden kaapelin kuorma.

/15/

7.3 Lågspänningsnätets dimensionering

Lågspänningsnätet skyddas vanligtvis mot felströmmar med hjälp av säkringar. Säkringarna sätts in vid fördelningstransformatorn och i fördelningsskåpen för varenda utgående kabel. Säkringen dimensioneras så att den klarar av belastningsströmmen, men även så att den fungerar tillräckligt snabbt vid enfasig kortslutning i slutändan av kabeln. Om dessa krav inte kan uppfyllas så måste man använda en kabel med större area eller installera mellansäkringar för kabeln. /12/

Enligt standarden SFS 6000 ska lågspänningskablarna alltid ha överströmsskydd och minst även kortslutningsskydd. Överbelastningsskyddet kan lämnas bort vid användning av jordkablar, då de är installerade i marken och brand inte kan uppstå. Samma säkring som för skydd mot överström kan även dimensioneras som kortslutningsskydd, beröringsspänningsskydd och möjligtvis även för att frångilja kablar vid felsökning. /15/

När man väljer kabelarea så har detta stor inverkan på hur stor belastning den klarar av, även på kortslutningsskyddet och vid spänningssänkningen har arean stor betydelse. Man väljer först kabelarea utgående från tabellerna i föregående avsnitt om kablars belastning. Sedan kontrolleras att kortslutningsskyddet uppfylls även i slutändan av kabeln och att spänningssänkningen inte blir för stor i kabeln. /15/

Säkringsvalet för matarkablarna och serviskablarna i jordkabelnätet påverkar kablarnas area och hur mycket man kan nödbelasta kablarna. Vid val av säkringar för serviskablar dimensioneras de för skydd mot överström. I tabellen på följande sida visas AXMK- och MCMK-kablarnas tillåtna eller rekommenderade överströmsskydd. /15/

Tabell 7. Verkostosuositus SA 2:08 utgivna tabell för dimensionering av överströmsskydd för AXMK-, AXCMK- och MCMK-jordkablar.

KABELTYP	ÖVERBELASTNINGSSKYDD	KORTSLUTNINGSSKYDD		
		FÖR SERVISKABEL	FÖR SERVISKABLAR	FÖR MATARKABEL
mm ²	FÖRBRUKARENS HUVUDSÄKRINGAR (I _N) ²	I FÖRDELNINGSSKÅP/TRST (I _N) ³	MATARKABEL (I _N) ⁴	(I _N) ⁵
AXMK, AXCMK 300	315 (400)	500	-	500
AXMK, 240	315	400	-	400
AXMK, AXCMK 185	250	315	-	315
AXMK, AURA, 150	250	315	-	315
AXMK, AXCMK 120	200	250	400 (500)	250
AXMK, AURA, 95	160	200	315 (400)	200
AXMK, AXCMK 70	160	200	250 (315)	200
AXMK, AURA, 50	100 (125)	125 (160)	200 (250)	125 (160)
AXMK, AXCMK 35	80 (100)	100 (125)	160 (200)	-
AXMK, AXCMK 25	63 (80)	80 (100)	125 (160)	-
AXMK, AXCMK 16	50 (63)	63 (80)	100 (125)	-
MCMK 3 x 300 + 150	400	500	-	500
MCMK 3 x 240 + 120	315	400	-	400
MCMK 3 x 185 + 95	315	400	-	400
MCMK 3 x 150 + 70	250	315	-	315
MCMK 3 x 120 + 70	200	250	-	250
MCMK 3 x 95 + 50	200	250	400 (500)	250
MCMK 3 x 70 + 35	160	200	315 (400)	200
MCMK 3 x 50 + 25	125	160	250 (315)	160
MCMK 3 x 35 + 16	80 (100)	100 (125)	200 (250)	100 (125)
MCMK 3 x 25 + 16	63 (80)	80 (100)	160 (200)	-
MCMK 3 x 16 + 16	50 (63)	63 (80)	125 (160)	-
MCMK 3 x 10 + 10	35 (50)	50 (63)	100 (125)	-
MCMK 3 x 6 + 6	25 (35)	35 (50)	-	-

¹⁾ Sulakkeina on käytettävä SFS-EN standardin 60269 mukaisia gG- tyyppin sulakkeita.

²⁾ Pääsulakkeiden mitoitusarvot perustuvat edellä taulukossa 7 esitettyihin kuormitettavuuksiin. Sulkeissa olevia suurempia sulakearvoja voidaan käyttää, mikäli on varmistettu, että asennusolosuhteet sallivat liittymisjohdon korkeamman kuormitettavuuden.

³⁾ Liittymisjohdoille suositeltavat oikosulkusulakkeiden mitoitusarvot jakokaapissa tai muuntamossa.

⁴⁾ Liittymisjohdolle sallitut suurimmat sulakkeiden mitoitusarvot. SFS 6000-801 taulukko 801B. Sulkeissa oleva suurempi sulake on sallittu, mikäli se kytkee oikosulun pois enintään 5 s:ssä tai mikäli on kyseessä vanha verkko ja 15 s sulakesuojaus. Vanhat verkot katso SFS 6000-801 ja 802.

⁵⁾ Runkojohdolle suositeltavat oikosulkusulakkeiden mitoitusarvot muuntamossa tai jakokaapissa.

7.4 Lågspänningsnätets kortslutningskydd

Kortslutningskyddet ska bryta kortslutningsströmmen så fort som möjligt och för att detta ska kunna hända måste felströmmen vara tillräckligt stor för att säkringen ska kunna brinna av. Enligt standarden SFS 6000 ska den automatiska bortkopplingen i fördelningsnätet vara högst 5 sekunder. Med formel 10 kan man beräkna den enfasiga kortslutningsströmmen. I bilaga 2 visas transformatorns värden och i bilaga 5 visas kablarnas resistans och reaktansvärden. /7/, /15/

$$I_{k1} = \frac{0,95 \cdot 3U_v}{\sqrt{(2R_m + R_{m0} + 3L(R_v + R_0))^2 + (2X_m + X_{m0} + L(2X_v + X_{v0} + 3X_0))^2}} \quad (10)$$

där

U_v = nätets fasspänning (V) och 0,95 är IEC 60909 spänningsfaktor

R_m = transformatorns kortslutningsresistans (Ω)

X_m = transformatorns kortslutningsreaktans (Ω)

R_{m0} = transformatorns nollresistans (Ω)

X_{m0} = transformatorns nollreaktans (Ω)

R_v = fasledarens resistans (Ω/km)

X_v = fasledarens medreaktans (Ω/km)

X_{v0} = fasledarens nollreaktans (Ω)

R_0 = neutralledarens resistans (Ω/km)

X_0 = neutralledarens reaktans (Ω/km)

L = ledningens längd (km) /15/

I tabell 8 på sidan 24 visas de strömmar som säkringarna klarar av att bryta inom 5 sekunder och även andra typer av kortslutningskydd. Längre bortkopplingstid kan godkännas, om anslutningens berörda krav uppfylls. Man kan då dimensionera översströmsskyddet enligt tabell 9 på följande sida. Efter förbrukarens huvudsäkringar får överströmsskyddets funktionsstid ändå inte överskrida 5 s och idag kräver man för gruppledningar en brytningstid på 0,4 s. Därför rekommenderar man att vid förbrukarens huvudsäkringar skall kortslutningsströmmen vara minst 250 A. /15/

Tabell 8. Säkringarnas minsta krävda kortslutningsströmmar vid olika typer av skydd.

Säkringens nominellström A	Kortslutningsström 5 s utlösningstid 1)	Kortslutningsström 2,5 eller 3 x nätets säkring 2)	Kortslutningsström 3,5 eller 4,5 x kundens h-säkring 3)
25	110	62,5	87,5
35	165	87,5	122,5
50	250	125	175
63	320	157,5	220,5
80	425	240	360
100	580	300	450
125	715	375	562,5
160	950	480	720
200	1250	600	900
250	1650	750	1125
315	2200	945	1417,5
400	2840	1200	1800
500	3800	1500	2250
630	5100	1890	2835

Sulakkeiden pienimmät vaaditut oikosulkuvirrät eri suojaustapauksissa.

1) Lähde SFS-EN 60269-1 ”Pienjännitevarokkeet. Osa 1: Yleiset vaatimukset”

2) Lähde SFS 6000-8-801 ”Jakeluverkot“ taulukko 801A.

3) Lähde AI 1993 ”Sähköturvallisuusmääräykset” 1. nollausehto, taulukko 9.5-1.

Tabell 9. Minsta kortslutningsström som överströmskyddet kan dimensioneras efter och tillåtna tider som säkringarna ska bryta strömmen inom.

Överströmskydd	Minsta kortslutning- ström i fördelningsnätet	Funktionstid vid anslutningens huvudsäkringar	Funktionstider i anslutningens elnät
gG-säkring $I_n < 63$ A	2,5 x I	5 s	0,4 s och 5 s
gG-säkring $I_n > 63$ A	3,0 x I	5 s	0,4 s och 5 s

7.5 Lågspänningsnätets spänningsfall

Vid planering av lågspänningsnätet försöker man att spänningsfallet i anslutningskablarna till husen inte överskrider 2 %. Vid korta överbelastningstoppar tillåts ändå högre värde. Lågspänningskablarnas spänningsfall kan man räkna med formel 11 nedan.

$$U_{h\%} = \frac{P * L}{50 * A} \quad (11)$$

där

$U_{h\%}$ = kabelns spänningsfall i procent

P = effekt i kW

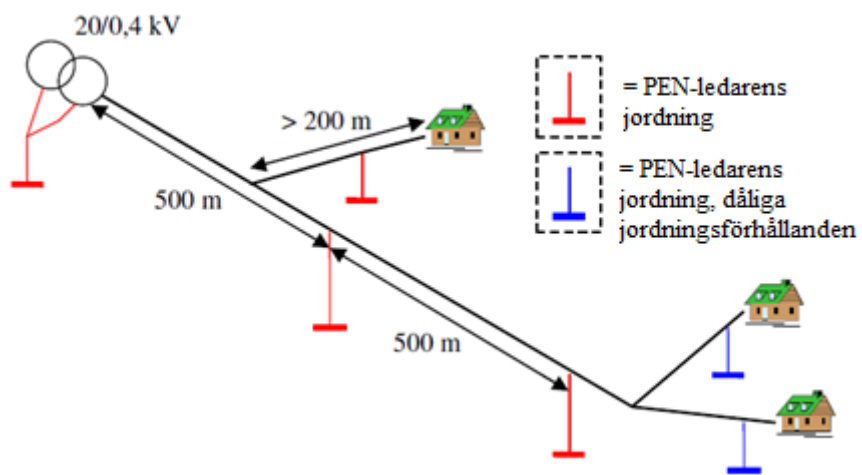
L = kabellängd i meter

A = kabelarea i mm²

7.6 Lågspänningsnätets jordning

Lågspänningsnätet i Finland är vanligen jordat enligt TN-C systemet, dvs. att neutralledaren och skyddsjordsledaren är kombinerad till en PEN-ledare. Därför måste anslutningen jordas enligt standarden SFS-6000. Jordningsbestämmelserna är av stor betydelse ur elsäkerhetens synvinkel, efter anslutningspunkten går jordningssystemet över till TN-S systemet. Detta är inte nätbolagets ansvar att se till att det fullföljs utan innehavaren av anslutningen. /7/, /15/

Lågspänningsnätets PEN-ledare måste jordas i matningspunkten (vid transformatorn eller generatorn) eller högst 200 m från dessa. Sedan måste även alla över 200 m långa kablar eller kabelförgreningar jordas i slutändan eller högst 200 m från detta. Det rekommenderas att PE- eller PEN-ledaren även jordas på andra ställen, där ledaren eller till den anslutna apparater har tillgång till lämplig jordningselektrod. Vid användning av AMKA-kablar rekommenderas att de jordas med 500 m mellanrum för att överspänningsskyddet skall fungera. Vid fördelningskåp ska alltid jordning utföras. Jordningselektrodens jordningsimpedans vid dessa punkter ska vara, om jordningsförhållandena tillåter, mindre än 100 Ω. Om detta värde överskrider måste man följa bestämmelserna för dåliga jordningsförhållanden. Vid dåliga jordningsförhållanden ska man jorda varje ledningsförgrening separat. I figur 4 på följande sida visas normal jordning av ett lågspänningsnät. /7/, /14/, /15/



Figur 4. Lågspänningsnätets jordning i normala och dåliga jordningsförhållanden. /12/

8 Elektricitetens kvalitet

Enligt den europeiska standarden SFS-EN 50160 ska spänningen vid anslutningspunkten hållas inom $230 \text{ V} \pm 10 \%$ och allt som allt inte variera mer än mellan $230 \text{ V} +10 \%$ till $230 \text{ V} -15 \%$. Området för spänningen blir således $196 \text{ V} - 253 \text{ V}$ som den tillåts vara mellan. Enligt ellagen har en förbrukare rätt att kräva en ersättning av elleverantören ifall spänningen är lägre eller högre än de tillåtna värdena. /15/

Sähköenergioliitto Sener ry gav 2001 ut en rekommendation för kvaliteten på elleveransen, ur denna kan fördelningsspänningens kvalitet indelas i tre nivåer. Nivåerna är indelade enligt följande. /15/

Hög kvalitet: Effektivvärdens 10-minuters medelvärde är mellan $220 - 240 \text{ V}$ och 10 minuters värdenas medelvärde $225 - 235 \text{ V}$. /15/

Normal kvalitet: Effektivvärdens 10-minuters medelvärde är mellan $207 - 244 \text{ V}$.

Standard kvalitet: 95 % av effektivvärdens 10-minuters medelvärde är mellan $207 - 253 \text{ V}$ och 100 % av effektivvärdens 10-minuters medelvärde är mellan $196 - 253 \text{ V}$. /15/

I tabell 10 nedan har man delat in fördelningsnätet i olika delar och tagit fram tillåtna spänningsområden för dessa, samt även tillåtna spänningsfallsprocenter för olika kvalitetsnivåer. /15/

Tabell 10. Rekommenderade spänningsområden och tillåtna spänningsfall.

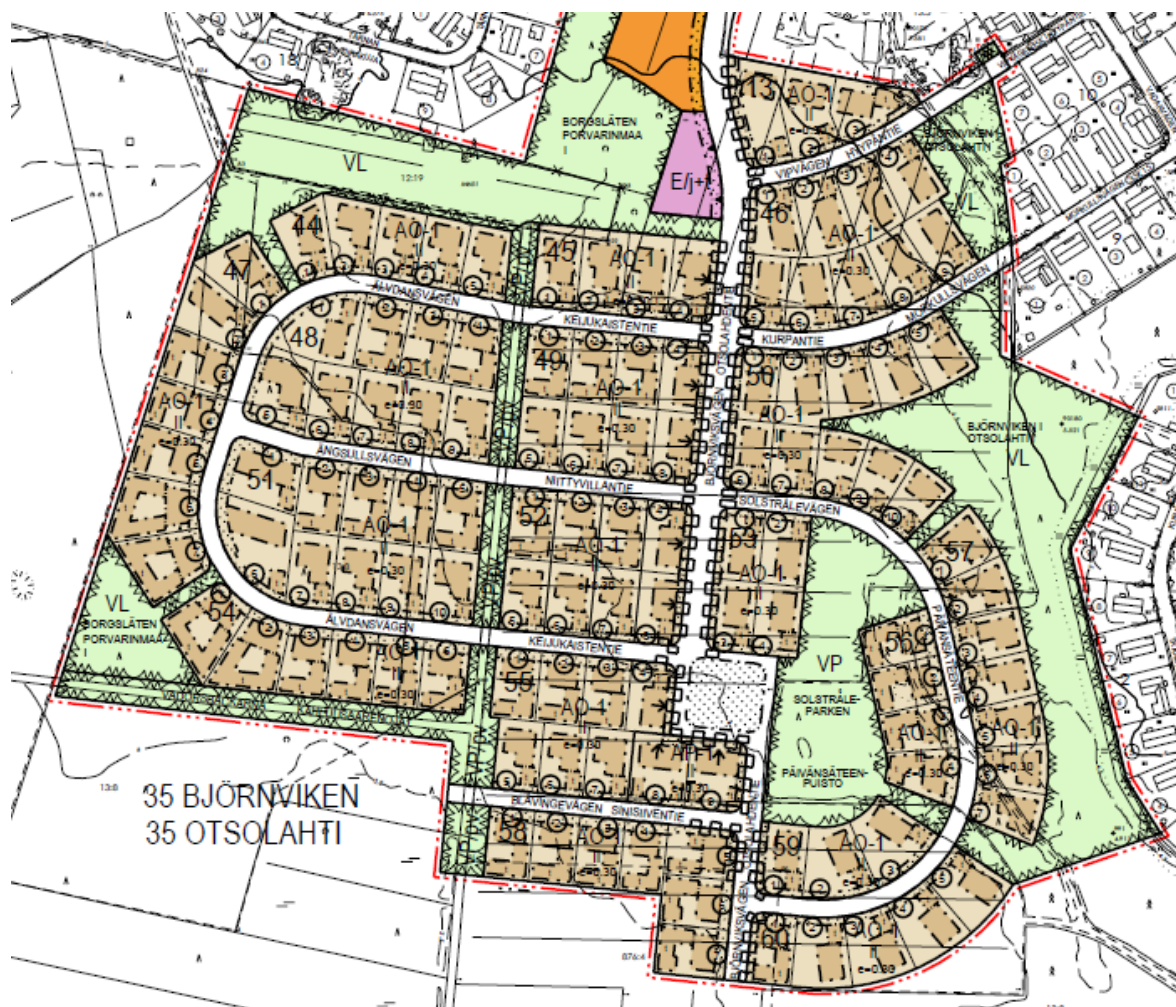
Del i nätet	Spänningens växlingsområde		Spänningsfall		
	Minsta	Maximala	Hög kvalité	Normal kvalité	Standard kvalité
Mellanspänningsnätet	19 kV	22 kV	$\pm 4 \%$	$\pm 10 \%$	$95 \% \pm 10 \%$
Lågspänningsfördelning Transformator ¹⁾	196 V 220 V	253 V 253 V	$\pm 4 \%$	$\pm 10 \%$	$\pm 10-15 \%$
Lågspänningsnätet	210 V	253 V		$\pm 1-2 \%$	$\pm 2-4 \%$
Anslutningskabel ²⁾	207 V	253 V		$\pm 3-5 \%$	$\pm 3-7 \%$
Inomhusnätet	198 V	253 V		$\pm 1-3 \%$	$\pm 1-5 \%$
					$\pm 1-4 \%$

¹⁾ Spänningsnivån kan justeras om det finns en lindnings omkopplare.

²⁾ Anslutningskabeln fram till förbrukarens anslutningspunkt

9 Planering av bostadsområdet Björnviken 4

Bostadsområdet som ska byggas ligger i stadsdelen Björnviken i Jakobstad. I dagsläget finns endast skog och åkermark på det obebyggda området. Det planerade området kommer att bestå av 118 småhustomter och områdets areal är 23,5 ha. Vid beräkningar har man räknat med 120 hus på grund av att två hus är parhus.



Figur 5. Områdesbild av det nya planerade Björnviken 4. /11/

Elritningen av bostadsområdet Björnviken 4 har planerats med hjälp av dataprogrammet AutoCAD och fördelningsskåpens planering har gjorts med hjälp av ABB:s MJS-program. AutoCAD är ett dataprogram som används för att producera ritningar och design i 2D och 3D. Programmet är framtagen och utvecklad av Autodesk som är ett amerikanskt programvaruföretag. Från början var programmet tänkt för endast ingenjörer, men idag används det även av arkitekter och andra formgivare. För detta arbete har man använt sig av versionerna "AutoCAD Electrical 2011" och även av "AutoCAD 2007 med tilläggspaketet Sähkö 7". MJS-programmet är framtaget av ABB och är ett program för

planering av fördelningsskåp. I programmet får man planera hur skåpen ska se ut och vad de ska innehålla för olika typer av säkringsbrytare och annat som behövs för fördelningsnätet.

9.1 Effektberäkning av området

Årsförbrukningarna för tomterna räknades ut först. Uppvärmningssättet för området är inte ännu bestämt, och alternativen står mellan fjärrvärme eller elvärme, så därför räknades effekterna ut för båda alternativen. Vid elvärme blir årsförbrukningarna betydligt större för husen. Troligtvis blir det ändå ett eluppvärmt område. Man kan ändå inte begränsa området så att alla måste använda detta sätt, så därför kan man vid område med elvärme räkna med att ca hälften blir eluppvärmda hus och hälften blir med t.ex. uppvärmda med jordvärme. Vid jordvärme kan man använda sig av samma årsförbrukning som när man inte har elvärme. På detta område kände man inte heller till husstorleken, så därför räknades årsförbrukningarna ut för olika storlekar på husen och av dessa togs sedan ett medelvärde som användes för att bestämma den totala effekten.

9.1.1 Beräkning av årsförbrukningarna

Ett normalstort egnahemshus med elvärme och en total uppvärmningsyta på 120 m² får följande årsförbrukning enligt formel 4 ur punkt 7.1.1. Man bör observera att det är frågan om uppvärmningsyta och inte total yta för huset.

$$W = 7000 * 1 + 110 * 120 = 20\,200 \text{ kWh}$$

Ett normal stort egnahemshus utan elvärme och total uppvärmningsyta på 120 m² får följande årsförbrukning enligt formel 5 i punkt 7.1.1.

$$W = 3600 * 1 + 25 * 120 = 6\,600 \text{ kWh}$$

Vid elvärme får man även korrigera årsförbrukningen efter den specifika ortens graddagtal. Temperaturkorrigeringen per kvadratmeter räknas ut med formel 6 ur punkt 7.1.1. Graddagtalet i Jakobstad är 4753.

Korrigeringen blir följande för ett hus med uppvärmningsyta på 120 m².

$$\Delta W = 0,02 \text{ kWh/m}^2 * 120 \text{ m}^2 * (4753-5053) = -720 \text{ kWh}$$

Efter uträknat värde får man subtrahera detta från årsförbrukningen för elvärme. Således blir detta då $20\,200 \text{ kWh} - 720 \text{ kWh} = 19\,480 \text{ kWh}$ för ett egnehemshus med uppvärmningsyta på 120 m^2 i Jakobstad. Övriga uträkningar finns i bilaga 6.

9.1.2 Beräkning av topp effekterna

Här räknar man först ut medeleffekten för den tidpunkt som ett egnehemshus förbrukar mest energi på. Den största förbrukningstidpunkten för ett egnehemshus är enligt tvåveckorsindexet ur punkt 7.1.2 i december och ur 24 timmarsindexet fås även att störst förbrukning är på en afton före helg klockan 17.00. Dessa värden är då 129 och 250. De sätts in i formel 7 med årsförbrukningarna för respektive användargrupp.

Medeleffekten för ett hus med elvärme och en årsförbrukning på $19\,480 \text{ kWh}$ blir då enligt denna tidpunkt följande.

$$P_{ri} = \frac{19480 \text{ kWh}}{8760 \text{ h}} * \frac{129}{100} * \frac{250}{100} = 7,17 \text{ kW}$$

Medeleffekten för ett hus utan elvärme med en årsförbrukning på 6600 kWh blir då enligt denna tidpunkt följande.

$$P_{ri} = \frac{6600 \text{ kWh}}{8760 \text{ h}} * \frac{129}{100} * \frac{250}{100} = 2,43 \text{ kW}$$

Detta räknades sedan ut för flera olika årsförbrukningar och efter detta kunde topp effekterna för respektive område räknas ut enligt formlerna 8 och 9. Först bör man även bestämma hur säker man vill vara att topp effekten inte överstiger det uträknade värdet. För 99 % sannolikhet att topp effekten inte överskrider det uträknade värdet använder man sig av konstanten 2,32 för 95 % sannolikhet används konstanten 1,65.

I bilaga 6 finns uträkningarna för medeleffekterna och totala effekten för ett eluppvärmt område. Medeleffekten för hus med elvärme blev $7,63 \text{ kW}$ och för hus utan elvärme $2,51 \text{ kW}$. För ett område med t.ex. fjärrvärme och 99 % sannolikhet att det uträknade värdet inte blir större, blir topp effekten enligt följande.

$$P_{max} = 120 * 2,51 \text{ kW} + 2,32 * \sqrt{120} * 0,24 = 308,18 \text{ kW}$$

För ett elvärmeområde där hälften är eluppvärmda hus och övriga t.ex. har jordvärme blir topp effekten enligt följande (99 % sannolikhet).

$$P_{max} = 60 * 7,63 \text{ kW} + 60 * 2,51 \text{ kW} + 2,32 * \sqrt{61 * 0,87^2 + 59 * 0,24^2} = 624,6 \text{ kW}$$

För ett elvärmeområde där varenda hus är eluppvärmda hus blir toppeffekten enligt följande (99 % sannolikhet).

$$P_{max} = 120 * 7,63 \text{ kW} + 2,32 * \sqrt{120} * 0,87 = 1042,05 \text{ kW}$$

9.2 Dimensionering av kablar och säkringar

Som matningskablar för detta område valdes AXMK 4*240 mm² mellan transformator och fördelningsskåp och mellan fördelningsskåp och ett annat fördelningsskåp. Denna typ av kabel valdes för att kunna åstadkomma ringmatning mellan fördelningsskåpen ifall avbrott skulle uppstå. Till serviskablar från fördelningsskåpen till egnahemshusen valdes MCMK 3*10+10 mm². Denna kabel valdes för att den räcker bra till för ett egnahemshus med huvudsäkringar på 25 A. På området finns även två tomter med parhus och till dem valdes MCMK 3*16+16 mm² som serviskabel. Kablarnas belastningskapacitet har kontrollerats enligt tabellerna 5 och 6. Vid nedsättning av kablarna på området sätts även med en kopparledning på 25 mm² som jordningsledning, till denna kopplas sedan skyddsjordningen för fördelningsskåpen.

Sedan valdes säkringarna för matningskablarna, och de skulle vara större än de maximala strömmarna men mindre än de tillåtna överströmsskyddsvärdena enligt tabell 7. I tabell 11 nedan visas de uträknade maximala strömmarna för Björnviken 4 samt de valda säkringsstorlekarna för grupperna. De fördelningsskåp som är tre i serie är planerade med parallella matarkablar till de första skåpen för att minska spänningsfallet. I bilaga 7 visas beräkningarna av de olika utgångarnas maximiströmmar. Maximiströmmarna är beräknade för ett område med elvärme.

Tabell 11. Maxströmmarna för Björnviken 4.

Säkringar vid transformatorn		
Grupp ut från trst.	I _{max}	Säkringstorlek vid trst.
1 och 2 (skåp 01, 02 o. 03)	322 A	400 A
3 (Skåp 09 o. 10)	196 A	315 A
4 och 5 (skåp 13, 14 o. 15)	272 A	400 A
6 (skåp 11 o. 12)	209 A	315 A
7 (skåp 07 o. 08)	209 A	315 A
8 och 9 (skåp 04, 05 och 06)	322 A	400 A
10 (gatubelysningscentral)		63 A

Mindre säkringar kunde även användas men för att kunna åstadkomma ringmatning från de olika fördelningsskåpen krävs dessa säkringsstorlekar vid transformatorn. Största strömmen är 322 A. Ur tabell 5 så skulle största tillåtna max ström för denna typ av kabel vara 311 A. Detta värde gäller på sommaren och med tre andra kablar parallellt bredvid varandra. Toppeffekten inträffar på vintern och då är tillåtna max strömmen 329 A som är lite högre än det uträknade värdet så kabeln borde inte överbelastas alls.

Efter detta valdes för vartenda skåp i grupperna mindre säkringsstorlekar för att förbättra selektiviteten. I de grupper som har tre fördelningsskåp i serie valdes säkringarna till 400 A vid transformatorn, 315 A i första skåpet, 250 A i andra skåpet och 200 A vid tredje skåpet för ringmatning mot följande grupp. I de grupper som har endast två skåp i serie valdes 315 A vid transformatorn och sedan enligt samma val som vid tre fördelningsskåp i serie. De olika strömmarna finns uträknade i bilaga 6.

Efter detta beräknades kortslutningsströmmen med hjälp av formel 10 för den förbrukare som ligger längst bort från transformatorn. I detta fall är den förbrukare inte strategiskt längst bort från transformatorn, men kabellängden till denna förbrukare är längst då matningen går via tre fördelningsskåp. I tabell 12 nedan visas de uträknade kortslutningsströmmarna för den förbrukare som är längst bort. Ur tabellen ses att denna förbrukares kortslutningsström är 646 A som är betydligt större än den rekommenderade minimivärdet på 250 A. Beräkningarna av kortslutningsströmmarna finns i bilaga 8.

Tabell 12. Kortslutningsströmmen för den förbrukare som är längst bort från transformatorn.

Fördelningsskåp	Ik1 (A)	Överströms gG-säkring (A)	Minsta tillåten Ik (A)
Skåp 04	3153	400	1200
Skåp 05	1555	315	945
Skåp 06	1114	250	740
Förbrukare längst bort	646	35	87,5

Spänningsfallet beräknades sedan med formel 11 i alla fördelningsskåp och för kunderna längst bort i de olika grupperna. Spänningsfallet för de olika grupperna visas i tabell 13 på sidan 33 och uträkningarna finns i bilaga 9.

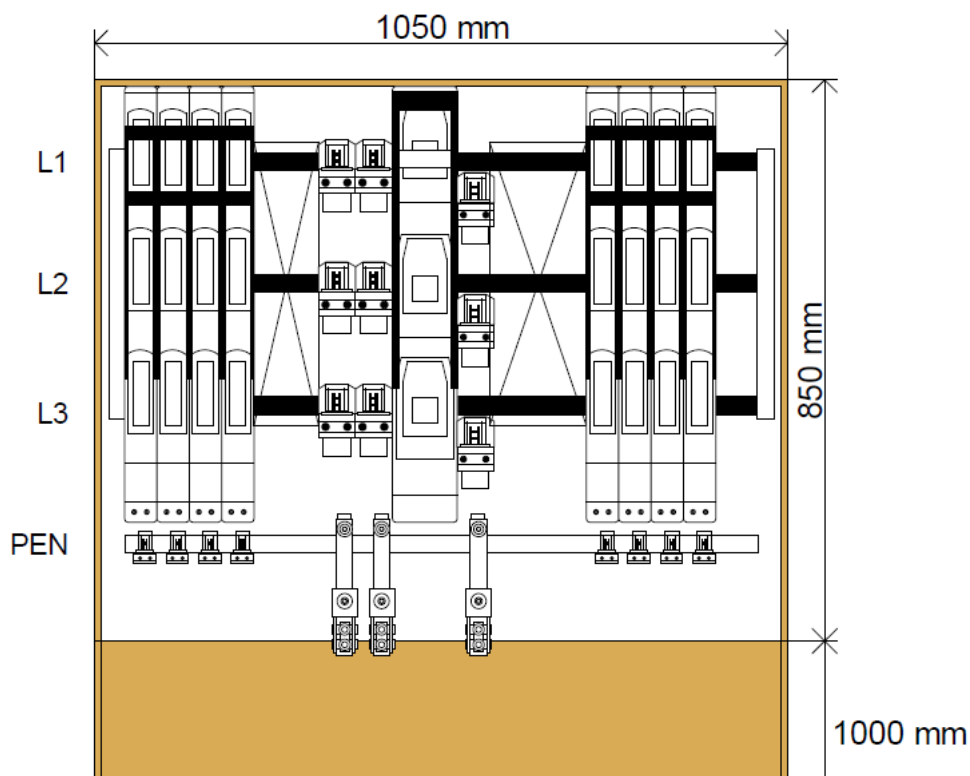
Tabell 13. De uträknade spänningsfallen i fördelningsskåpen samt vid förbrukare längst bort.

Spänningsfall i fördelningsnätet Grupp	Uh (%) totalt i fördelningsskåpen	Uh (%) i förbrukarens anslutningskabel	Uh (%) totalt i matarkablarna + anslutningskabel
1 och 2 (skåp 01, 02 o. 03)	2,48	1,08	3,56
3 (Skåp 09 o. 10)	2,55	1,16	3,71
4 och 5 (skåp 13, 14 o. 15)	2,91	1,93	4,84
6 (skåp 11 o. 12)	3,84	1,30	5,14
7 (skåp 07 o. 08)	3,95	1,44	5,39
8 och 9 (skåp 04, 05 och 06)	5,25	0,75	6,00

9.3 Fördelningsskåp

Efter att de maximala strömmarna för de olika utgångarna och matarkablarna var uträknade kunde fördelningsskåpen planeras i ABB:s MJS-program. I programmet väljer man först hur skåpen ska se ut och sedan planerar man vilken typ av lastbrytare och utrustning skåpen ska innehålla. I fördelningsskåpen kommer matningskabeln in direkt till skensystemet och ut till egnahemshus och nästa fördelningsskåp via lastbrytare med säkringar. I skåpen planerades skilda brytarutgångar för vartenda egnahemshus för att vid fel i fördelningsnätet enklare kunna hitta felet. Säkringarna i fördelningsskåpen valdes till 35 A för egnahemshusen respektive 50 A för parhusen. På området blev det 15 fördelningsskåp med 6 – 9 egnahemshus per skåp. Skåpen är uppdelade på sex olika grupper från transformatorn men tre av grupperna matas med parallella kablar till de första fördelningsskåpen, så därför går det åt nio grupper från transformatorn.

Skåpen är placerade på gränserna mellan tomterna och vid kanten av grönområde för att vara så lite i vägen som möjligt. Tidigare placerades fördelningsskåpen längs med gatorna men detta har man börjat undvika om det går, eftersom det då finns en risk att någon vill ha sin infart till tomten precis där skåpen står. Placerar man i stället fördelningsskåpen längs med tomtgränserna mellan husen undviker man detta problem. I figur 6 på sidan 34 visas layouten för ett fördelningsskåp. Övriga fördelningsskåpen och deras enlinjescheman finns i bilaga 12.



Figur 6. Layout på ett planerat fördelningskåp för Björnviken 4..

9.4 Gatubelysning

Gatubelysningen planerades även den i AutoCAD och stolpavståndet bestämdes till ca 26 – 33 meter. Gatubelysningen planerades så att stolparna kommer på tomtgränserna mellan tomterna eller på mitten av tomtgränsen mot vägen. Detta för att undvika att infarterna kommer precis var stolparna är, infarterna för likadana områden är oftast i ena sidan av tomten, men här är dessa ännu inte utritade. Stolplängden bestämdes till sex meter för gatorna, men till åtta meter för huvudleden till området. Till belysningsarmatur valdes Siteco SC 100 med 150 W högtrycksnatriumlampa för huvudleden och Siteco SC 50 med 70 W högtrycksnatrium lampa för gatorna. Som belysningskabel valdes AXMK 4*25mm². På sidan 35 visas armaturen som valdes för detta område.



Figur 7 av Sitecos belysningsarmatur som valdes för området. /13/

Belysningen styrs från en belysningscentral som kommer vid transformatorstationen. Belysningscentralen matas från en grupp vid transformatorn med 63 A säkringar. Säkringarna i centralen för gatubelysningen valdes till 20 A per utgång. Totalt blev det 94 lampor på området, varav 22 är av de större modellerna. På området är lamporna indelade i fyra olika grupper. Även vid gatubelysningen har det planerats ringmatningsmöjligheter genom att kablar går mellan de olika grupperna och dessa lämnas okopplade inne i gatubelysningsstolparna tills de behövs. Vid beräkning av effekten för gatubelysningen kan man för en 70 W lampa räkna med ca 76 W för hela armaturen och med en lampa på 150 W räkna med ca 158 W för hela armaturen. Effekterna för detta område räknades då ut enligt följande.

$$P_{max} = 72 * 76 W + 22 * 158 W = 8948 W$$

För gatubelysningen räknades även ut den enfasiga kortslutningsströmmen enligt formel 10 för de olika grupperna. Kortslutningsströmmarna visas i tabell 14 här nedan och uträkningarna för strömmarna finns i bilaga 10. Enligt SFS 6000 ska säkringar på mindre än 63 A ha en kortslutningsström på minst $2,5 * \text{säkringens } I_N$. I detta fall (20 A säkringar) borde då kortslutningsströmmen vara minst 50 A. Gatubelysningens minsta kortslutningsström 145 A är därför tillräckligt stor.

Tabell 14. Kortslutningsströmmarna för gatubelysningen på Björnviken 4.

Gata	Ik värden
Björnviksvägen/Vipvägen	164 A
Älvdansvägen/Morkullsvägen	145 A
Ängullsvägen/Solstrålevägen	227 A
Älvdansvägen/Blåvingevägen	191 A

9.5 Val av transformator

När transformatorn skulle väljas för det nya området visste man ännu inte uppvärmningsform för området, men som tidigare nämnts så blir det troligen elvärme. Toppeffekten för detta område inträffar på vintern och därför kan transformatorn väljas ganska nära den uträknade toppeffekten.

Toppeffekten för detta område är den totala effekten för bostadshusen och gatubelysningen. Toppeffekten för bostadshusen med elvärme blev 624,6 kW (uträknat med att hälften av husen har elvärme och övriga annan uppvärmningsform) och effekten för gatubelysningen blev 8,95 kW. Den totala effekten för området blir då 633,55 kW. Den skenbara effekten räknades sedan ut med formel 3. $\cos \varphi = 0,9$ för ett område med elvärme och 0,86 för ett område utan elvärme.

$$S = \frac{633,55 \text{ kW}}{0,9} = 703,94 \text{ kVA}$$

Transformatorn väljs sedan 0,6 – 1,3 gånger det uträknade värdet. För att vara på den säkra sidan togs denna effekt då gånger 1,1 och effekten blir då 774,3 kVA. Lämplig transformatorstorlek för detta område blir då 800 kVA.

Toppeffekten för ett område utan elvärme blev 308,18 kW. Totala effekten med gatubelysningen blir då 317,13 kW. Den skenbara effekten räknades ut enligt följande.

$$S = \frac{317,13 \text{ kW}}{0,86} = 368,75 \text{ kVA}$$

Vill man även här vara på den säkra sidan så tar man den uträknade effekten gånger 1,1 och får då effekten 405,63 kVA. Närmaste transformatorstorlek för detta område skulle då vara 500 kVA, alternativt kunde man då dela upp området på två mindre transformatorer. Efter detta räknades spänningsfallet för transformatorerna ut med formel 2. För 800 kVA transformatorn med elvärme $\cos \varphi = 0,9$ och då är $\sin \varphi = 0,44$. Övriga värden ur bilaga 2.

$$\Delta U = \frac{703,94 \text{ kVA}}{800 \text{ kVA}} * (0,89 * 0,9 + 4,6 * 0,44) = 2,48 \%$$

För 500 kVA transformatorn utan elvärme $\cos \varphi = 0,86$ och då är $\sin \varphi = 0,51$

$$\Delta U = \frac{368,75 \text{ kVA}}{500 \text{ kVA}} * (1,1 * 0,86 + 4,4 * 0,51) = 2,35 \%$$

I bilaga 11 visas en del av transformatorplaneringen ritad i AutoCad.

9.6 Planering av mellanspänningsnätet

På området planerades också mellanspänningsnätet med jordkablar. Detta för att ge en snyggare bild av bostadsområdet. De omkringliggande områden har även de jordkablar för mellanspänningsnätet så därför var valet ganska enkelt. Kabeln som valdes för området är AHXAMK-W 3*95 mm². Denna typ av kabel valdes för att det är den 20 kV kabel som används inom Jakobstads Energiverks distributionsområde.

För att trygga elförsörjningen till det nya bostadsområdet planerades ringmatning för transformatorstationen. Transformatorn på Björnviken 4 kommer normalt att matas från en befintlig transformator på det intilliggande bostadsområdet. Vid huvudledens början in till det nya bostadsområdet finns redan befintlig 20 kV kabel nedgrävd, därför planerades här ett 20 kV frånskiljarskåp för ringmatning mot den nya transformatorn. Vid nedsättning av 20 kV kablarna på området sätts även med en kopparledning på 50 mm² som jordningsledning mellan transformatorerna och det nya frånskiljarskåpet.

10 Kostnadskalkyl

Priserna för kostnadskalkylen är tagna ur Energimarknadsverkets utgivna priser 2012 för fördelningsnätets komponenter, priserna för gatubelysningen har fått från Jakobstads Energiverk. Kostnadskalkylen har gjorts för de planerade komponenterna och kablarna för ett elvärmeområde. Denna beräkning har gjorts för ett område med elvärme för troligen är det detta alternativ som väljs för området. Vid t.ex. fjärrvärmeområde blir kostnaderna lite lägre då man kan minska kabelarean på matarkablarna och även planera en mindre transformator för området, men annars är det ungefär samma mängd komponenter på ett sådant område. Kostnadskalkylen finns i tabell 15 nedan. Totala priset för byggandet av elnätet till området blir ca 362 625 euro.

Tabell 15. Kostnadskalkyl för elnätet på bostadsområdet Björnviken 4.

Komponenter	Pris per st i €	Antal	Totalt
Transformatorstation			
Parktransformator, sköts utifrån	23 680	1	23 680,00 €
Transformator			
800 kVA	13 920	1	13 920,00 €
20 kV jordkablarna (installation)			
95-120 Jordkabel (pris per km)	31 160	0,8	24 928,00 €
20 kV fränskiljarskåp			
Anslutning för kopplingsutrustning	1220	3	3 660,00 €
Skåp	1710	1	1 710,00 €
0,4 kV jordkablarna (installation)			
Jordkabel högst 25 (pris per km)	7 570	8,43	63 815,10 €
Jordkabel 240-300 (pris per km)	23 540	3,47	81 683,80 €
Gatubelysning			
Armatyr SC 100 + stolp + fundament	844	22	18 568,00 €
Armatyr SC 50 + stolp + fundament	815	72	58 680,00 €
Fördelningsskåp och lastbrytare			
Fördelningsskåp, minst 630 A	1 710	15	25 650,00 €
Säkringslastbrytare, 630 A	640	6	3 840,00 €
Säkringslastbrytare, 250-400 A	420	19	7 980,00 €
Säkringslastbrytare, högst 160 A	290	119	34 510,00 €
Totalt			362 624,90 €

11 Resultat

Byggandet av bostadsområdet Björnviken 4 har ännu inte kommit igång, utan det är tänkt att påbörjas först våren 2013. Uppvärmningssättet på området är inte heller ännu bestämt. Därför finns egentligen inget konkret resultat av planeringen för detta område ännu, utan endast resultat enligt teorin.

Resultat enligt teorin är t.ex. att de uträknade spänningsfallen i matarkablar, anslutningskablar och i transformator motsvarar utgivna värden för standard och normal kvalité i fördelningsnätet. Övriga beräkningar motsvarar även de verkligheten, men t.ex. årsförbrukningarna för egnahemshusen är lite i överkant. Detta är dock bara bra vid planering av fördelningsnätet till bostadsområden, då man hellre dimensionerar fördelningsnätet för stort än för smått.

Den valda transformator storleken på 800 kVA jämfördes sedan med befintligt bostadsområde i Jakobstad med nästan lika många hus och de flesta med elvärme. Resultatet av detta var samma storlek på transformatorn.

12 Diskussion

Målsättningen med detta arbete var att planera fördelningsnätet till ett bostadsområde med 118 egnahemshus. I början av arbetet gick det åt väldigt mycket tid att söka reda på alla olika formler och standarder som behövs för planering av ett område av den här typen.

För beräkning av toppeffekterna för ett så här stort område finns det många olika formler och sätt att beräkna på. Därför gick det nästan mest tid till att komma på vilket sätt som ger det bästa resultatet och stämmer överens med verkligheten. Sedan att hitta formler för att dimensionera en transformator utgående från att alla egnahemshus inte har lika mycket effekt på samtidigt var lite svårt. Detta löstes med att läsa boken "Sähkönjakeluteknikka", i denna bok fanns de formlerna som behövdes.

För planering av fördelningsnät finns även ett dataprogram som heter Xpower och utgivet av Tekla Oyj. Programmet räknar bl.a. ut maxströmmar och spänningsfall för området man planerat och detta program hade varit intressant att lära sig och att jämföra de egna uträknade värden med. Tyvärr hade jag inte tillgång till detta program denna gång så därför kunde jag inte använda mig av detta.

13 Förteckning över källor

- /1/ Blomqvist, H. (red.) (1997) Elkraftsystem 1. Stockholm: Liber AB.
- /2/ Calm.iki (2004) <http://calm.iki.fi/tolpat/?p=kuva&id=4301> (hämtat: 27.2.2012)
- /3/ Cronqvist, A. (red.) (1996) Elmaskiner, Stockholm: Liber AB.
- /4/ Elkamo OY. (u.å.) http://www.elkamo.fi/tiedostot/park_sf.pdf (hämtat: 6.1.2012)
- /5/ Energiaverkko (2003) <http://elearn.ncp.fi/materiaali/kainulainens/energiaverkko/> (hämtat: 20.3.2012)
- /6/ Fingrid Oyj. (u.å.)
http://www.fingrid.fi/portal/pa_svenska/info_om_foretaget/elsystemet_i_finland
(hämtat: 14.12.2011)
- /7/ Finlands Standardiseringsförbund (2008) SFS 6000 Lågspänningsinstallationer och säkerheten vid elarbeten, 1. utgåva, Helsingfors: SFS
- /8/ Finlands Standardiseringsförbund (2010) SFS 6001 Högspänningselininstallationer och luftledningar, 1. utgåva, Helsingfors: SFS
- /9/ Finnkumu (2012) <http://www.finnkumu.fi/tuotteet/puistomuuntamot.html> (hämtat: 27.2.2012)
- /10/ HeadPower Oy, Verkoston vakiorakenteet.
- /11/ Jakobstads Energiverk. (u.å.) <http://www.jpenergy.net> (hämtat: 5.12.2011)
- /12/ Lakervi, E., Partanen, J., (2008) Sähkönjakelutekniikka, 2. förnyade utgåvan, Helsingfors: Otatieto
- /13/ Siteco (2012) <http://www.siteco.com> (hämtat: 24.3.2012)
- /14/ Verkostosuositus RJ 19:06 Pylväserotinasemien ja muuntopiirien maadoitukset standardin SFS 6001 mukaan, Helsingfors: Energiateollisuus ry.
- /15/ Verkostosuositus SA 2:08 Pienjänniteverkon ja jakelumuuntajan sähköinen mitoittaminen, Helsingfors: Energiateollisuus ry.
- /16/ Verkostosuositus SA 5:94 Keski-jänniteverkon sähköinen mitoittaminen, Helsingfors: Sähköenergialiitto ry.

Förteckning över bilagor

- Bilaga 1** Information om 20 kV jordkablar
- Bilaga 2** Transformatorers resistans- och reaktans värden.
- Bilaga 3** Fördelningstransformatorns jordningssystem
- Bilaga 4** Strukturen på en transformatorstations grund och jordning
- Bilaga 5** Lågspänningskablarnas resistans- och reaktansvärden
- Bilaga 6** Beräkning av medeleffekterna och toppeffekten med Excel-program
- Bilaga 7** Beräkningarna av de olika utgångarnas maximala strömmar.
- Bilaga 8** Beräkningarna av kortslutningsströmmarna
- Bilaga 9** Beräkningarna av spänningsfallet i de olika grupperna.
- Bilaga 10** Beräkning av kortslutningsströmmarna för gatubelysningen.
- Bilaga 11** Transformatorplaneringen ritad i AutoCAD
- Bilaga 12** De planerade fördelningsskåpen för Björnviken 4

Information om 20 kV jordkablar

Bilaga 1

Johdin	Vaiheresistanssi		Vaihe-reaktanssi Xv Ω/ km	Maakapa- sitanssi Cm μF/km	Käyttöka- pasitanssi Ck μF/km	Suurin sallittu kuormitusvirta		Suurin sallittu 1 s oikosulkuvirta		Jäähtymis- aikavakio τ min	Maasulku- virta Ie A
	Rv Ω/ km					In A	Ik kA	Ik kA			
	+20 °C 1)	+40 °C 2)	Ilmassa 3)	maassa 4)	T1-liittimet				T2-liittimet		
AHMCMK 3x70	0,444	0,480	0,116	0,18	0,18	150	170	5,4	5,4	35	2,1
AHMCMK 3x120	0,254	0,274	0,107	0,21	0,21	200	225	9,1	9,1	55	2,4
AHMCMK 3x185	0,165	0,178	0,097	0,24	0,24	265	285	14,1	14,1	80	2,7
AHMCMK 3x300	0,103	0,111	0,091	0,28	0,28	350	375	22,1	22,1	105	3,2
AHMDMK 3x70	0,446	0,482	0,127	0,18	0,18	150	170	5,4	5,4	30	2,1
AHMDMK 3x120	0,256	0,277	0,111	0,21	0,21	200	225	9,1	9,1	50	2,4
AHMDMK 3x185	0,169	0,183	0,100	0,24	0,24	265	285	14,1	14,1	75	2,7
AHMDMK 3x300	0,105	0,113	0,101	0,28	0,28	350	375	22,1	22,1	100	3,2
AHXAMK-W 3x70	0,446	0,482	0,138	0,18	0,18	235	200	5,7	6,7	42	2,1
AHXAMK-W 3x120	0,256	0,277	0,129	0,23	0,23	325	265	9,8	11,4	47	2,6
AHXAMK-W 3x185	0,169	0,183	0,119	0,26	0,26	425	330	15	17,5	53	3,0
AHXAMK-W 3x240 + 70	0,130	0,140	0,116	0,30	0,30	510	375	19,4	22,6	60	3,4
AHXAMK-W 3x300	0,106	0,115	0,113	0,32	0,32	565	435	24,2	28,2	65	3,7
AHXCMK 3x1x70	0,456	0,493	0,190	0,18	0,18	255	215	5,7	6,7	25	2,1
AHXCMK 3x1x120	0,266	0,287	0,180	0,23	0,23	350	280	9,8	11,4	30	2,6
AHXCMK 3x1x185	0,184	0,199	0,172	0,26	0,26	440	350	15	17,5	35	3,0
AHXCMK 3x1x300	0,120	0,130	0,163	0,32	0,32	580	440	24,2	28,2	44	3,7
AHXCMK 3x1x500	0,088	0,095	0,157	0,39	0,39	755	550	40,3	47	55	4,5
AHXCMK 3x1x800	0,073	0,079	0,154	0,49	0,49	950	650	63,9	74,4	67	5,6
AHXCMKM 3x70	0,446	0,482	0,132	0,18	0,18	190	175	5,7	6,7	45	2,1
AHXCMKM 3x120	0,256	0,277	0,121	0,23	0,23	265	230	9,8	11,4	65	2,6
AHXCMKM 3x185	0,169	0,183	0,114	0,26	0,26	340	290	15	17,5	84	3,0
AHXCMKM 3x300	0,106	0,115	0,107	0,32	0,32	460	380	24,2	28,2	90	3,7
APYAKMM 3x25	1,21	1,31	0,145	0,20	0,20	85	94	2,3	2,5	18	2,3
APYAKMM 3x35	0,876	0,947	0,138	0,22	0,22	105	115	3,3	3,7	20	2,5
APYAKMM 3x50	0,649	0,701	0,131	0,25	0,25	125	140	4,6	5,25	25	2,9
APYAKMM 3x70	0,451	0,487	0,124	0,29	0,29	155	170	6,5	7,3	30	3,3
APYAKMM 3x95	0,329	0,356	0,118	0,32	0,32	190	205	8,7	9,9	40	3,7
APYAKMM 3x120	0,262	0,283	0,115	0,35	0,35	210	225	11	12,5	50	4,0
APYAKMM 3x150	0,216	0,233	0,111	0,38	0,38	240	255	13,7	15,6	60	4,3
APYAKMM 3x185	0,175	0,189	0,107	0,41	0,41	270	290	16,9	19,2	65	4,7
APYAKMM 3x240	0,138	0,149	0,104	0,45	0,45	315	335	21,9	24,8	80	5,1
APYAKMM 3x300	0,114	0,123	0,101	0,49	0,49	360	375	27,3	31	90	5,6

Sarja 1, normaali häviöt

TEHO	R_m		X_m		R_{m0}	X_{m0}
kVA	%	Ω	%	Ω	Ω	Ω
30	3,0	0,160	2,6	0,14	0,070	0,0093
50	2,6	0,083	3,0	0,097	0,087	0,0980
100	2,0	0,031	3,5	0,056	0,033	0,0570
200	1,4	0,011	3,7	0,030	0,012	0,0310
315	1,3	0,0065	4,2	0,021	0,007	0,0220
500	1,1	0,0037	4,4	0,014	0,0041	0,0140
800	0,89	0,0018	4,6	0,0092	0,0021	0,0096
1000	0,92	0,0015	4,9	0,0079	0,0018	0,0083
1250	0,84	0,0011	5,9	0,0076	0,0014	0,0081
1600	0,79	0,0008	5,9	0,0060	0,0011	0,0064
2000	0,73	0,0006	6,0	0,0048	0,0008	0,0052

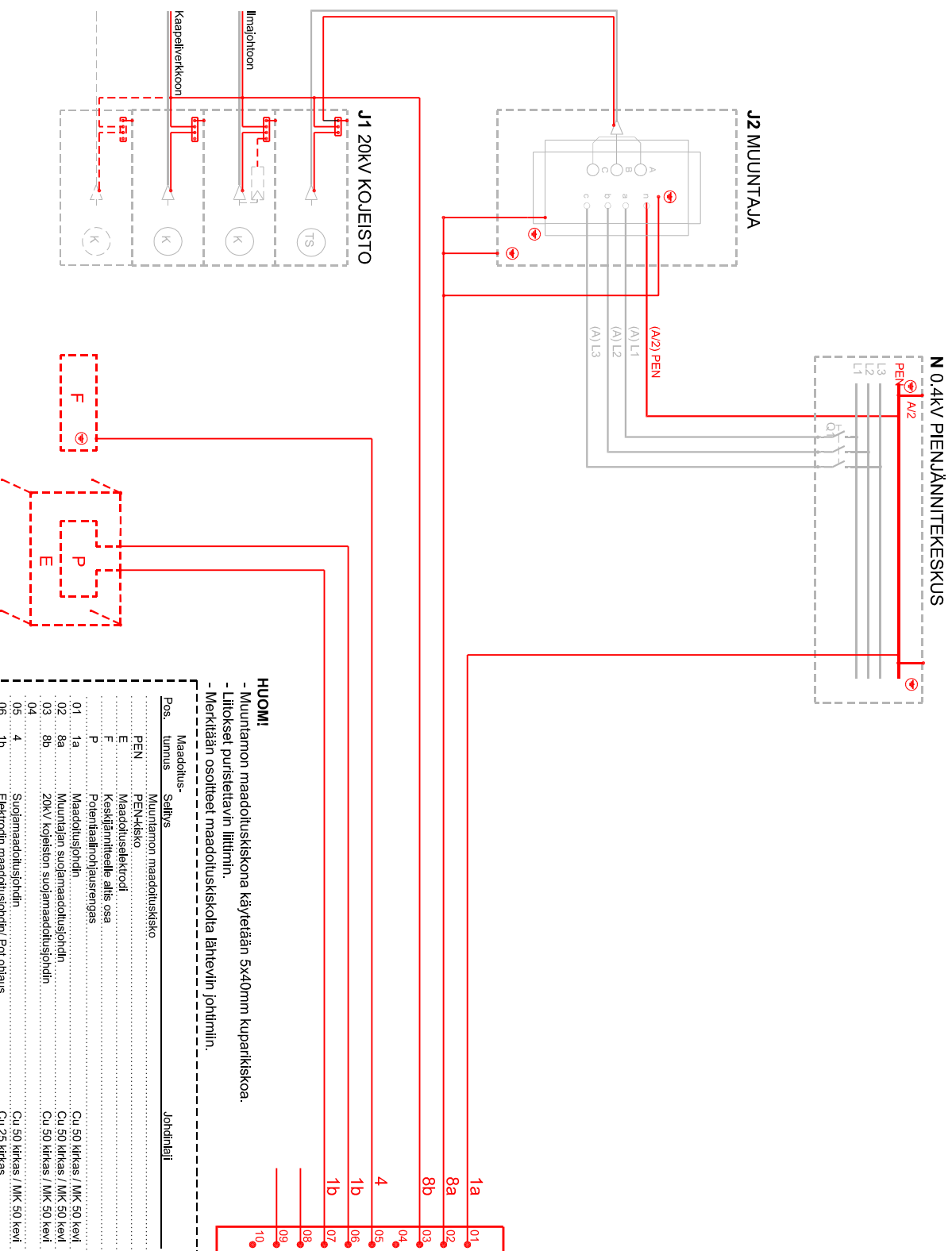
Sarja 2, alennetut tyhjäkäyntihäviöt

TEHO	R_m		X_m		R_{m0}	X_{m0}
kVA	%	Ω	%	Ω	Ω	Ω
16	3,4	0,340	2,0	0,200	0,140	0,013
30	2,5	0,130	3,1	0,170	0,059	0,011
50	2,2	0,070	3,3	0,110	0,073	0,110
100	1,8	0,028	3,6	0,058	0,029	0,0580
200	1,4	0,011	4,3	0,034	0,012	0,0350
315	1,1	0,0057	4,9	0,025	0,0062	0,0250
500	1,0	0,0032	4,9	0,016	0,0036	0,0160
800	0,89	0,0018	5,3	0,011	0,0021	0,0110
1000	0,89	0,0014	5,9	0,0095	0,0018	0,0100
1250	0,78	0,0010	5,9	0,0076	0,0013	0,0081
1600	0,76	0,0008	6,0	0,0060	0,0010	0,0064
2000	0,73	0,0006	6,0	0,0048	0,0008	0,0052

Sarjan 1 muuntajissa 30 – 200 Kva on kuparikäämi, suuremmissa alumiinikäämit.
Sarjan 2 kaikissa muuntajissa on kuparikäämit.

R_m = muuntajan oikosulkuresistanssi
 X_m = muuntajan oikosulkureaktanssi
 R_{m0} = muuntajan nolaresistanssi
 X_{m0} = muuntajan nolareaktanssi

IEC-normin mukainen toleranssi muuntajan oikosulkuimpedanssille on $\pm 10\%$. Taulukossa on tyypilliset arvot, joiden vaihteluväli on $< 5\%$.



Kun muuntamo liitetään Ilmajohtoverkkoon, suositellaan muuntajan N-naavan yhdistämistä suoraan muuntajan kannen maadotuskohtioon (Cu 50 mm²). Jos muuntajan kannella puuttuu maadotuskohtio, yhdistetään N-napa kansipultin alle (ei hermeettisillä muuntajilla) tai muuten luotettavasti kanteen.

PUISTOMUUNTAMON PERUSTUS JA MAADOITUS, SOKKELI MAANPINNAN TASOON HELPOT OLOSUHTTEET; SORA, HIEKKA

RAKENTAMISTEKNISET PÄÄTIEDOT:

Katso: Tekstiosia 321 Puistomuuntamot

PERUSTUKSEN TARVE

Muuntamolle tehdään matala asennusperustus, kun asennuspaikan maapohja on hiekkamaata, routimaton ja asennustekniset tarpeet eivät vaadi syvää perustuksen rakentamista.

TYÖJÄRJESTYS

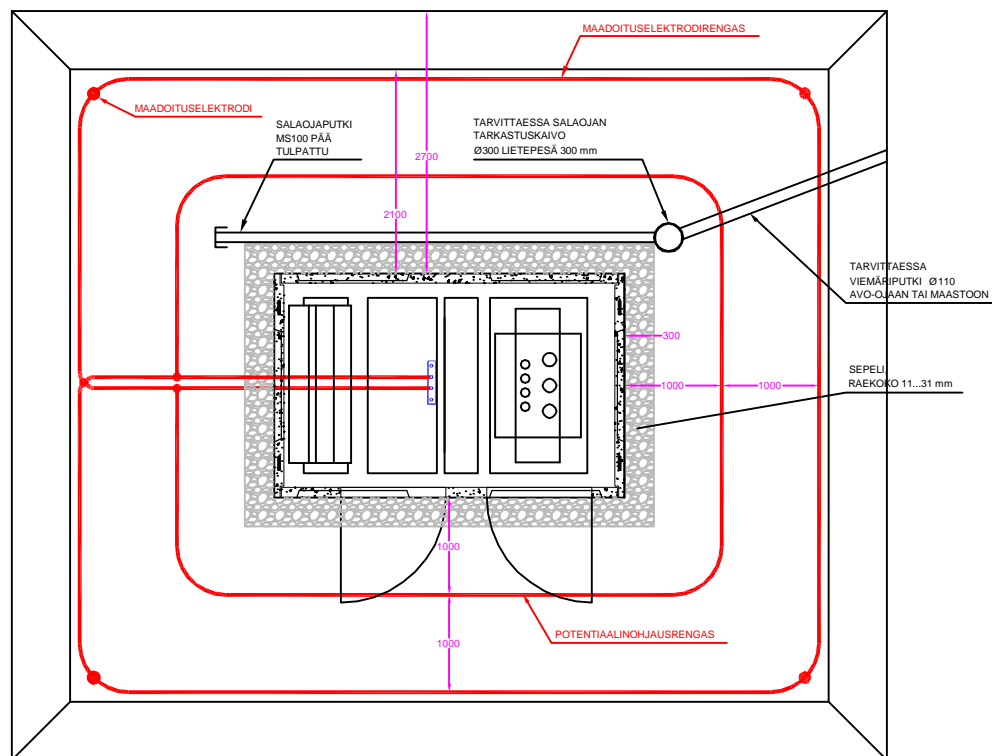
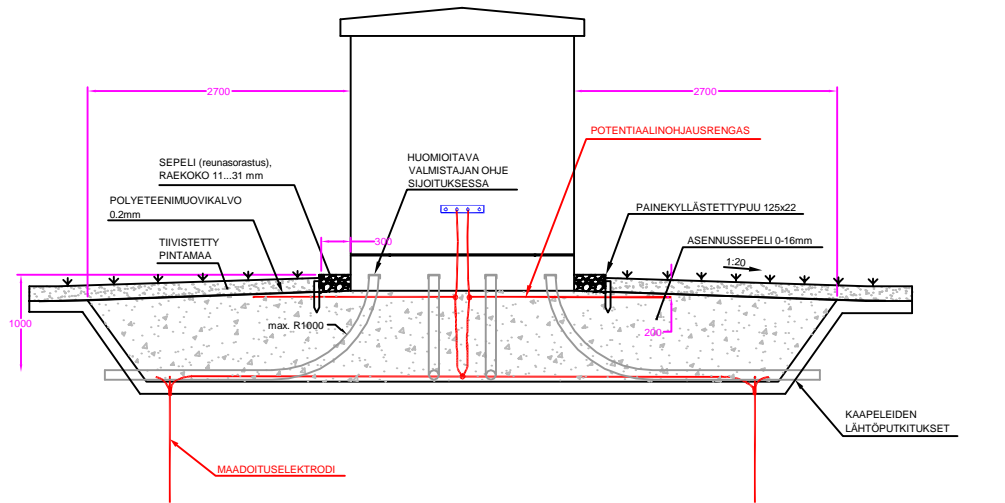
- Perustuksen alueelta poistetaan muuntamon koon, maadoitusrakenteiden ja putkitusten vaatima maa-ainese.
- Salaojitus tehdään erikseen pyydettyäessä
- Asennetaan maadoitussauvat 4kpl kulmiin.
- Asennetaan maadoituselektrodirengas kaivannon pohjalle. Rengas liitetään yhteen puristettavalla liittimellä ja päät nostetaan ylös.
- Tarvitvat putkitukset asennetaan tarkasti tehtaan pohjapiirroksen vaatimiin paikkoihin. Putkien taivutussäde 1m, joten putkien asennussyvyys myös 1m. Putkikaarien päihin asennetaan työtulpat ja putkitusten tulee ulottua perustusrakenteen ulkopuolelle.
- Kaivantojen täyttö asennussepellillä 0-16mm tehdään kerroksittain täyttämällä ja tasataan oikeaan korkeuteen (maanpinnan taso).

Karkeaa soraa tai vastaavaa perusmaata voidaan käyttää myös kaivannon täyttämiseen.

- Asennetaan potentiaalinhojausringas täytön yhteydessä. Potentiaalinhojausringkaan päät kytketään puristettavien liittimien kaapelikaivantojen mukana tuleviin maadoitusjohtimiin jotka menevät maadoituskiskolle.
- Asennetaan polyeteenimuovikalvo 0.2mm muuntamon ympärille, ulottuen 0.5m kaivannon reunan yli.
- Asennetaan muuntamon betoniperustus
- Asennetaan reunasorastus 11-31mm kehikokoinen. Reunasarastuksen asennuksessa tulee huomioida myös valmistajan ohje.
- Asennetaan muuntamo
- Asennetaan n. 5cm kevytsoraa kojeisto-osien alle kondenssivettä estämään.
- Asennetaan pintamaa nurmetuksineen n.10 cm muuntamon ympärille.
- Sisäänkäynnin betonilaatoitus tehdään erikseen sovittaessa.

HUOM!

- Rakennesuunnittelija tarkastaa rakenteiden mitoituksen.
- Perustustyössä tulee huomioida myös valmistajan ohjeet
- **Tilaa ilmoittaa tarvikkeiden poikkeamat lisälomakkeella.**



**JOHTOJEN RESISTANSSIT JA REAKTANSSIT SEKÄ AMKA 3x35+50,
AMKA 3x70+95 JA AXMK 4x185 S VASTAAVAT PITUUSKERTOIMET, jatkoa**

Bilaga 5

JOHTO	R _v (+40 °C) Ω/km	R ₀ (+ 40 °C) Ω/km	X _v Ω/km	X _{v0} Ω/km	X ₀ Ω/km	PITUUSKERROIN		
						Perusjohto AMKA 3x35+50	Perusjohto AMKA 3x70+95	Perusjohto AXMK 4x185 S
3x120+41	0,276	0,478	0,069	0,069	0,001	0,448	0,858	1,899
3x185+57	0,181	0,345	0,069	0,069	0,001	0,314	0,602	1,332
3x300+88	0,114	0,225	0,069	0,069	0,001	0,204	0,390	0,864
AXMK								
4x16 S	2,064	2,064	0,091	0,091	0,091	2,970	4,675	10,35
4x25 S	1,298	1,298	0,088	0,088	0,088	1,537	2,942	6,514
4x35 S	0,939	0,939	0,088	0,088	0,088	1,115	2,134	4,725
4x50 S	0,694	0,694	0,087	0,087	0,087	0,826	1,581	3,499
4x70 S	0,480	0,480	0,085	0,085	0,085	0,576	1,103	2,442
4x95 S	0,348	0,348	0,084	0,084	0,084	0,428	0,819	1,813
4x120 S	0,276	0,276	0,082	0,082	0,082	0,342	0,654	1,447
4x150 S	0,226	0,226	0,082	0,082	0,082	0,278	0,533	1,181
4x185 S	0,181	0,181	0,082	0,082	0,082	0,236	0,452	1,000
4x240 S	0,140	0,140	0,079	0,079	0,079	0,191	0,366	0,810
4x300 S	0,114	0,114	0,079	0,079	0,079	0,166	0,318	0,703
MCMK								
3x2,5+2,5	7,992	7,992	0,115	0,115	-	8,999	17,221	-
3x6+6	3,322	3,322	0,115	0,115	-	3,867	7,401	16,381
3x10+10	1,974	1,974	0,110	0,110	-	2,307	4,415	9,774
3x16+16	1,240	1,240	0,088	0,088	-	1,467	2,808	6,216
3x25+16	0,786	1,240	0,082	0,082	-	1,198	2,293	5,077
3x35+16	0,566	1,240	0,077	0,077	-	1,069	2,046	4,531
3x50+25	0,419	0,786	0,076	0,076	-	0,719	1,375	3,045
3x70+35	0,291	0,566	0,075	0,075	-	0,509	0,975	2,158
3x95+50	0,211	0,419	0,074	0,074	-	0,397	0,759	1,681
3x120+70	0,168	0,291	0,074	0,074	-	0,275	0,527	1,167
3x150+70	0,138	0,291	0,073	0,073	-	0,255	0,488	1,080
3x185+95	0,112	0,211	0,072	0,072	-	0,195	0,373	0,827
3x240+120	0,087	0,168	0,072	0,072	-	0,157	0,301	0,666
MMJ								
2x6	3,322	3,322	-	-	-	3,867	7,415	16,381
2x10	1,974	1,974	-	-	-	2,307	4,415	9,774
4x6	3,322	3,322	0,115	0,115	0,115	3,867	7,401	16,381
4x10	1,974	1,974	0,110	0,110	0,110	2,307	4,415	9,774
4x16	1,240	1,240	0,088	0,088	0,088	1,467	2,808	6,216
PLKVJ								
3x10+10	1,950	1,950	0,110	0,110	0,110	2,213	4,424	9,784
3x16+16	1,230	1,230	0,105	0,105	0,105	1,464	2,803	6,184
3x25+16	0,787	1,230	0,094	0,094	0,094	1,200	2,297	5,074
3x35+16	0,568	1,230	0,094	0,094	0,094	1,071	2,050	4,528
3x50+25	0,420	0,787	0,088	0,088	0,088	0,721	1,380	3,055
3x70+35	0,292	0,568	0,088	0,088	0,088	0,519	0,993	2,199
3x95+50	0,212	0,420	0,085	0,085	0,085	0,387	0,741	1,639
3x120+70	0,169	0,292	0,085	0,085	0,085	0,291	0,556	1,231

Beräkning av effekterna

Bilaga 6

I beräkningarna för topp effekterna gjordes ett program i Excel. Detta program räknar ut årsförbrukningarna för olika storlekar på husen och därefter räknar det ut medeleffekterna för dessa årsförbrukningar under den värsta tidpunkten på året, dvs. i december månad. Efter detta räknar programmet ut medeleffekten och standardavvikelsen för husen. Dessa värden behövs för att sedan kunna räkna ut topp effekten för området. I programmet bestämmer man även antal hus med elvärme och antal hus utan elvärme. Programmet baserar sig på formlerna 4, 5, 6, 7, 8 och 9. Programmet visas i tabell 1 nedan.

Tabell 1. Excel program för beräkning av effekter.

Område med både elvärme och utan elvärme				
Ange antal hus med elvärme:	60			
Ange antal hus utan elvärme:	60			
Ange $\cos \phi$:	0,9			
Ange säkerhet z_{a}^{**} :	2,32			
Ange graddagtal:	4753			
	Årsförbrukning	Årsförbrukning	Medeleffekt	Medeleffekt
Ange husstorlek mm2	för elvärme	utan elvärme	för elvärme	utan elvärme
95	16880,00	5975,00	6,21	2,20
100	17400,00	6100,00	6,41	2,25
105	17920,00	6225,00	6,60	2,29
110	18440,00	6350,00	6,79	2,34
115	18960,00	6475,00	6,98	2,38
120	19480,00	6600,00	7,17	2,43
125	20000,00	6725,00	7,36	2,48
130	20520,00	6850,00	7,55	2,52
135	21040,00	6975,00	7,75	2,57
140	21560,00	7100,00	7,94	2,61
145	22080,00	7225,00	8,13	2,66
150	22600,00	7350,00	8,32	2,71
160	23640,00	7600,00	8,70	2,80
170	24680,00	7850,00	9,09	2,89
180	25720,00	8100,00	9,47	2,98
Medelårsförbrukning för eluppvärmda hus:		20371,43	kWh	
Medelårsförbrukning för hus utan elvärme:		6814,29	kWh	
Medeleffekt per hus med elvärme:		7,63	kW	
Medeleffekt per hus utan elvärme:		2,51	kW	
Total aktiv effekt:		624,59	kW	
Total skenbar effekt:		693,99	kVA	

** Ange den säkerhet att effekten inte överstiger det uträknade värdet.

För 99% > z_a 2,32

För 95% > z_a 1,65

Beräkning av maxströmmarna

Bilaga 7

Programmet användes även för beräkning av fördelningskåpens effekter. Detta görs med att bara sätta in i programmet antalet hus per grupp. Effekterna syns i tabell 2 nedan. Från toppeffekterna räknades strömmarna ut enligt följande formel.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * 400 * \cos\varphi}$$

$$I = \frac{223,19 \text{ kVA}}{\sqrt{3} * 400 * \cos(0,9)} = 322 \text{ A}$$

Detta gjordes då för alla grupper samt skilt för alla fördelningskåp.

Tabell 2. Toppeffekterna och strömmarna för de olika grupperna och fördelningskåpen.

Skåp/grupp	Smax	I max	Säkring i föregående skåp/trst.
01, 02 o. 03	223 kVA	322 A	400 A
02 o. 03	153 kVA	221 A	315 A
03	74 kVA	107 A	250 A
04, 05 o. 06	223 kVA	322 A	400 A
05 o. 06	153 kVA	221 A	315 A
06	74 kVA	107 A	250 A
07 o. 08	145 kVA	209 A	315 A
08	74 kVA	107 A	250 A
09 o. 10	136 kVA	196 A	315 A
10	65 kVA	94 A	250 A
11 o. 12	145 kVA	209 A	315 A
12	74 kVA	107 A	250 A
13, 14 o. 15	188 kVA	272 A	400 A
14 o. 15	118 kVA	171 A	315 A
15	65 kVA	94 A	250 A

Beräkning av kortslutningsströmmar

Bilaga 8

$$I_{k1} = \frac{0,95 \cdot 3 U_p}{\sqrt{(2R_m + R_{m0} + 3L(R_v + R_0))^2 + (2X_m + X_{m0} + L(2X_v + X_{v0} + 3X_0))^2}} \quad (10)$$

Först räknar man ut resistans- och reaktansvärden för den specifika kabellängd man har. Kabeln som valdes som matarkabel är AXMK 4*240 mm² och som anslutningskabel MCMK 3*10+10 mm².

Fördelningsskåp 04 195 m från transformatorn.

Resistans:

$$L_{AXMK240}(R_v + R_0) = 0,195 \text{ km}(0,140\Omega/\text{km} + 0,140\Omega/\text{km}) = 0,0546\Omega$$

Reaktans:

$$L_{AXMK240}(2X_v + X_{v0} + 3X_0) = 0,195 \text{ km}(2 \cdot 0,079\Omega/\text{km} + 0,079\Omega/\text{km} + 3 \cdot 0,079\Omega) = 0,09243\Omega$$

Kortslutningsström

$$I_{k1} = \frac{0,95 \cdot 3 \cdot 230V}{\sqrt{(2 \cdot 0,0018 + 0,0021 + 3 \cdot 0,0546)^2 + (2 \cdot 0,0092 + 0,0096 + 0,09243)^2}}$$
$$= 3153 \text{ A}$$

Fördelningsskåp 05 417 m från transformatorn.

$$L_{AXMK240}(R_v + R_0) = 0,417 \text{ km}(0,140\Omega/\text{km} + 0,140\Omega/\text{km}) = 0,11676 \Omega$$

$$L_{AXMK240}(2X_v + X_{v0} + 3X_0) = 0,417 \text{ km}(2 \cdot 0,079\Omega/\text{km} + 0,079\Omega/\text{km} + 3 \cdot 0,079\Omega) = 0,197658 \Omega$$

$$I_{k1} = \frac{0,95 \cdot 3 \cdot 230V}{\sqrt{(2 \cdot 0,0018 + 0,0021 + 3 \cdot 0,11676)^2 + (2 \cdot 0,0092 + 0,0096 + 0,197658)^2}}$$
$$= 1555 \text{ A}$$

Fördelningsskåp 06 590 m från transformatorn.

$$L_{AXMK240}(R_v + R_0) = 0,590 \text{ km}(0,140\Omega/\text{km} + 0,140\Omega/\text{km}) = 0,1652 \Omega$$

$$L_{AXMK240}(2X_v + X_{v0} + 3X_0) = 0,590 \text{ km}(2 \cdot 0,079\Omega/\text{km} + 0,079\Omega/\text{km} + 3 \cdot 0,079\Omega) = 0,27966 \Omega$$

$$I_{k1} = \frac{0,95 * 3 * 230V}{\sqrt{(2 * 0,0018 + 0,0021 + 3 * 0,1652)^2 + (2 * 0,0092 + 0,0096 + 0,27966)^2}}$$

$$= 1114 \text{ A}$$

Förbrukare längst bort (629 m från transformatorn).

$$L_{AXMK240}(R_v+R_0) = 0,590 \text{ km}(0,140\Omega/\text{km}+0,140\Omega/\text{km}) = 0,1652 \Omega$$

$$L_{MCMK10}(R_v+R_0) = 0,039 \text{ km}(1,974\Omega/\text{km}+1,974\Omega/\text{km}) = 0,153972 \Omega$$

$$\text{Resistans totalt} = 0,1652 + 0,153972 = 0,319172 \Omega$$

$$L_{AXMK240}(2X_v+X_{v0}+3X_0) = 0,590 \text{ km}(2*0,079\Omega/\text{km}+0,079\Omega/\text{km}+3*0,079\Omega) = 0,27966 \Omega$$

$$L_{MCMK10}(2X_v+X_{v0}+3X_0) = 0,039 \text{ km}(2*0,110\Omega/\text{km}+0,110\Omega/\text{km}+3*0,110\Omega) = 0,01287 \Omega$$

$$\text{Reaktans totalt} = 0,27966 + 0,01287 = 0,29253 \Omega$$

$$I_{k1} = \frac{0,95 * 3 * 230V}{\sqrt{(2 * 0,0018 + 0,0021 + 3 * 0,319172)^2 + (2 * 0,0092 + 0,0096 + 0,29253)^2}}$$

$$= 646 \text{ A}$$

Beräkning av spänningsfall

Bilaga 9

Spänningsfallet räknades med formel 11. Effekterna fick man ur beräkningsprogrammet och längderna på kablarna från elritningen och kablarna är AXMK 240 mm² och MCMK 10 mm².

$$U_{h\%} = \frac{P * L}{50 * A}$$

Spänningsfall i skåp 1

$$U_{h\%} = \frac{200,87 * 60}{50 * 240} = \frac{1,00}{2} = 0,50 \%$$

Spänningsfall i skåp 2

$$U_{h\%} = \frac{138,06 * 95}{50 * 240} = 1,09 \%$$

Spänningsfall i skåp 3

$$U_{h\%} = \frac{66,76 * 160}{50 * 240} = 0,89 \%$$

Totala spänningsfallet från transformator till fördelningskåp 3 är 2,48 %.

Spänningsfall i anslutningskabel

$$U_{h\%} = \frac{9,65 * 56}{50 * 10} = 1,08 \%$$

Detta räknades sedan ut för de övriga skåpen och förbrukare längst bort i de grupperna, de övriga spänningsfallen visas i tabell 3.

Tabell 3. De uträknade spänningsfallen i fördelningskåpen samt vid förbrukare längst bort.

Spänningsfall i fördelningsnätet	Uh (%) totalt i fördelningskåpen	Uh (%) i förbrukarens anslutningskabel	Uh (%) totalt i fördelningsnätet + anslutningskabel
Grupp			
1 och 2 (skåp 01, 02 o. 03)	2,48	1,08	3,56
3 (Skåp 09 o. 10)	2,55	1,16	3,71
4 och 5 (skåp 13, 14 o. 15)	2,91	1,93	4,84
6 (skåp 11 o. 12)	3,84	1,30	5,14
7 (skåp 07 o. 08)	3,95	1,44	5,39
8 och 9 (skåp 04, 05 och 06)	5,25	0,75	6,00

Man räknar ut den enfasiga kortslutningsströmmen med formel 10 nedan. I exemplet nedan räknas kortslutningsströmmen ut för gatubelysningen på huvudleden Björnviksvägen och Vipvägen. Värden för kabeln och transformator finns i bilaga 2 och 5.

$$I_{k1} = \frac{0,95 \cdot 3 U_v}{\sqrt{(2R_m + R_{m0} + 3L(R_v + R_0))^2 + (2X_m + X_{m0} + L(2X_v + X_{v0} + 3X_0))^2}}$$

Först räknar man ut resistans och reaktans värden för den specifika kabellängd man har. Kabeln som valdes för gatubelysningen är AXMK 4*25 mm².

Resistans:

$$L(R_v + R_0) = 0,5134 \text{ km}(1,298 \Omega/\text{km} + 1,298 \Omega/\text{km}) = 1,33 \Omega$$

Reaktans:

$$L(2X_v + X_{v0} + 3X_0) = 0,5134 \text{ km}(2 \cdot 0,088 \Omega/\text{km} + 0,088 \Omega/\text{km} + 3 \cdot 0,088 \Omega) = 0,18 \Omega$$

$$I_{k1} = \frac{0,95 \cdot 3 \cdot 230V}{\sqrt{(2 \cdot 0,0018 + 0,0021 + 3 \cdot 1,33)^2 + (2 \cdot 0,0092 + 0,0096 + 0,18)^2}}$$

$$= 163,82 \text{ A}$$

Detta räknades sedan ut för de tre övriga grupperna. I tabell 1 nedan visas de övriga gatubelysningsgruppernas kortslutningsströmar.

Tabell 1. Kortslutningsströmmarna för gatubelysningen på Björnviken 4.

Gata	Ik värden
Björnviksvägen/Vipvägen	164 A
Älvdansvägen/Morkullsvägen	145 A
Ängullsvägen/Solstrålevägen	227 A
Äldansvägen/Blåvingevägen	191 A

MJS-systemet

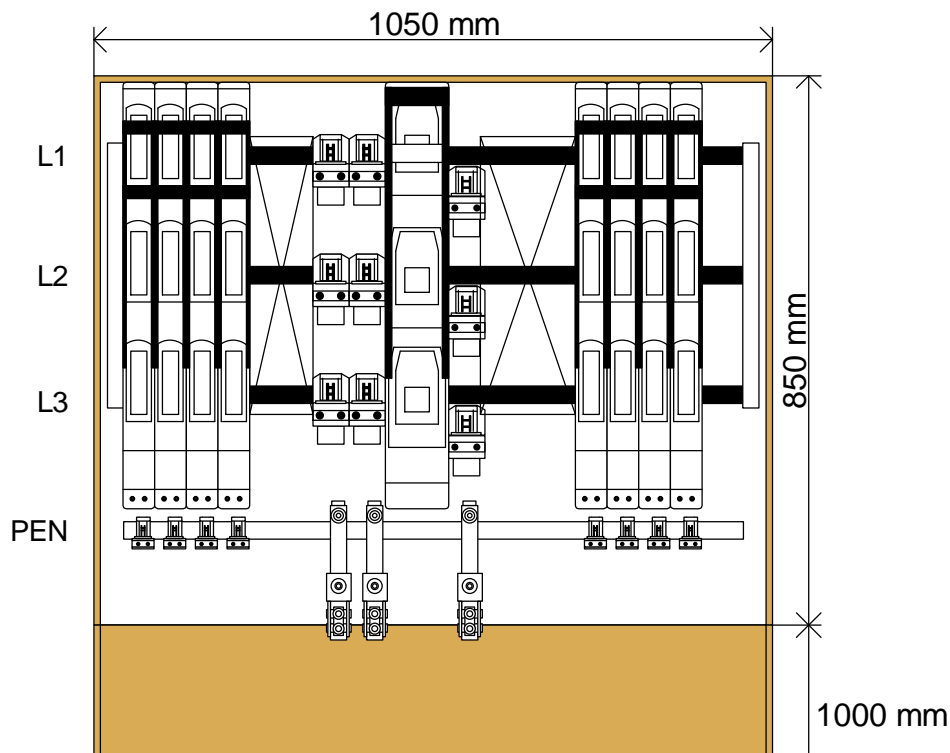
från ABB Oy

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Frontritning

Sida 1(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 01	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		



Antal	Art.Nr	E-Nr	Typ	Benämning
1	1SEP102142R0421	3660430	XLBM2-3P-ZS	400A Säkringslastbrytare
8	1SEP102140R1244	3660464	XLBM00-3PL-Z-DCC	160A Säkringslastbrytare
3	1SCA022577R2800	3660569	YLZ 120-300	PEN anslutning, 120-300 mm ² Al/Cu T2
8	2CMA125004R1000	5450169	KG74	PEN/PE anslutning, 6-95/2x(6-35 mm ²)
1	1SCA022577R6620	5453103	MJS K2	Lågt kabelskåp MJS, 1050mm
1	1SCA022577R1740	5453303	MJS J2	Fundament 1050mm
6	2CMA125165R1000	5453315	AKKZ 300	Fasskenanslutning, 50-300 mm ² Al/Cu T1

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.

ALV REK.

MJS-systemet

från ABB Oy

Enlinjeschema

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Sida 2(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 01	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		

1	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 50:6 MCMK 3X10+10
2	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 50:7 MCMK 3X10+10
3	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 53:2 MCMK 3X10+10
4	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 53:1 MCMK 3X10+10
5	Reservplats, 14 moduler	
6	AKKZ 300	Inkommande från trst. Solstrålevägen AXMK 4X240S
7	AKKZ 300	Inkommande från trst. Solstrålevägen AXMK 4X240S
8	315 A XLBM2-3P-ZS	Utgåenede mot skåp 02 Solstrålevägen AXMK 4X240S
9	Reservplats, 21 moduler	
10	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Ängullsvägen tomt 49:8 MCMK 3X10+10
11	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Ängullsvägen tomt 49:7 MCMK 3X10+10
12	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Ängullsvägen tomt 52:3 MCMK 3X10+10
13	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Ängullsvägen tomt 52:4 MCMK 3X10+10

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.
ALV REK.

MJS-systemet

från ABB Oy

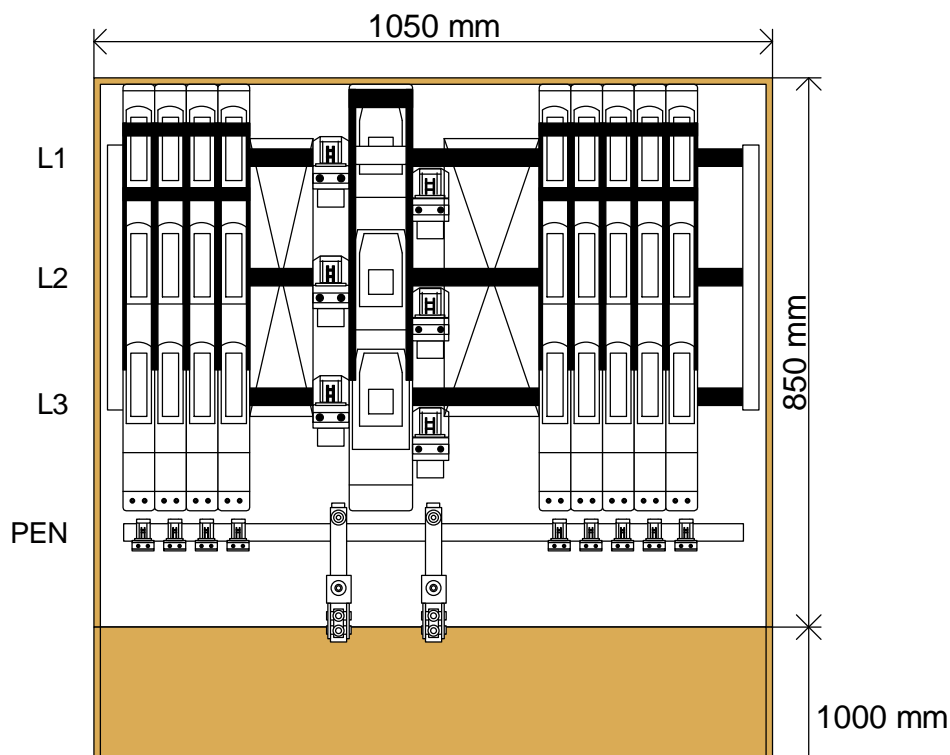
Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Frontritning

Sida 3(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 02	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		

Datum 17.3.2012



Antal	Art.Nr	E-Nr	Typ	Benämning
1	1SEP102142R0421	3660430	XLBM2-3P-ZS	400A Säkringslastbrytare
9	1SEP102140R1244	3660464	XLBM00-3PL-Z-DCC	160A Säkringslastbrytare
2	1SCA022577R2800	3660569	YLZ 120-300	PEN anslutning, 120-300 mm ² Al/Cu T2
9	2CMA125004R1000	5450169	KG74	PEN/PE anslutning, 6-95/2x(6-35 mm ²)
1	1SCA022577R6620	5453103	MJS K2	Lågt kabelskåp MJS, 1050mm
1	1SCA022577R1740	5453303	MJS J2	Fundament 1050mm
3	2CMA125165R1000	5453315	AKKZ 300	Fasskenanslutning, 50-300 mm ² Al/Cu T1

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.

ALV REK.

MJS-systemet


från ABB Oy

Enlinjeschema

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Sida 4(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 02	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		

1	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 57:1 MCMK 3X10+10
2	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 50:10 MCMK 3X10+10
3	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 50:9 MCMK 3X10+10
4	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 50:8 MCMK 3X10+10
5	Reservplats, 14 moduler	
6	 AKKZ 300	Inkommande från skåp 01 Solstrålevägen AXMK 4X240S
7	250 A XLBM2-3P-ZS	Utgående mot skåp 03 Solstrålevägen AXMK 4X240S
8	Reservplats, 21 moduler	
9	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 57:2 MCMK 3X10+10
10	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 57:3 MCMK 3X10+10
11	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 57:4 MCMK 3X10+10
12	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 56:2 MCMK 3X10+10
13	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 56:1 MCMK 3X10+10

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.
ALV REK.

MJS-systemet

från ABB Oy

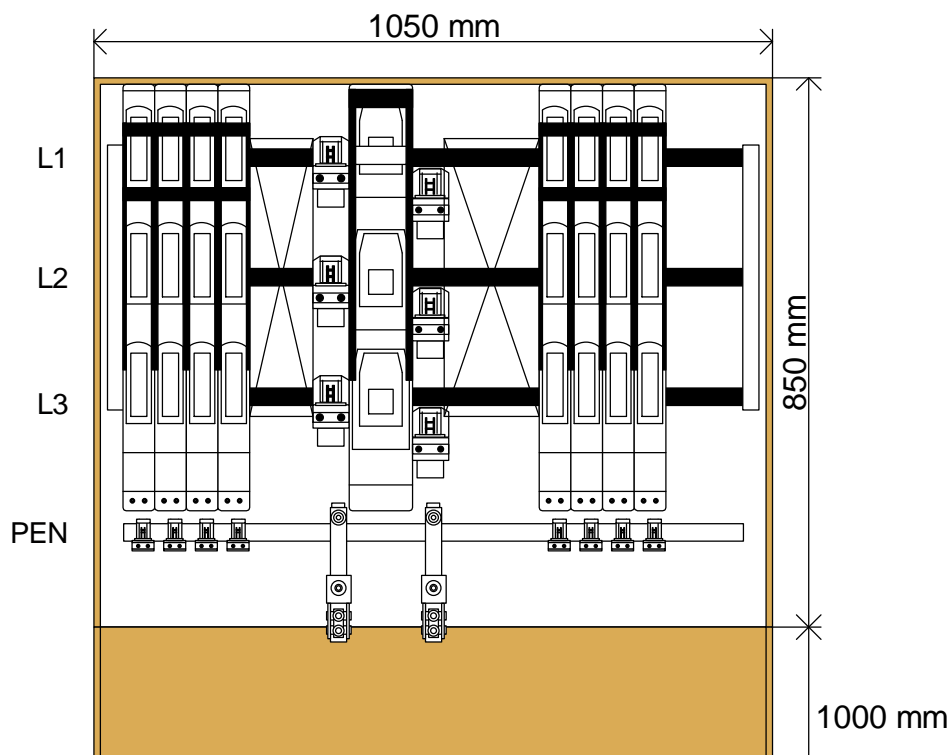
Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Frontritning

Sida 5(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 03	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		

Datum 17.3.2012



Antal	Art.Nr	E-Nr	Typ	Benämning
1	1SEP102142R0421	3660430	XLBM2-3P-ZS	400A Säkringslastbrytare
8	1SEP102140R1244	3660464	XLBM00-3PL-Z-DCC	160A Säkringslastbrytare
2	1SCA022577R2800	3660569	YLZ 120-300	PEN anslutning, 120-300 mm ² Al/Cu T2
8	2CMA125004R1000	5450169	KG74	PEN/PE anslutning, 6-95/2x(6-35 mm ²)
1	1SCA022577R6620	5453103	MJS K2	Lågt kabelskåp MJS, 1050mm
1	1SCA022577R1740	5453303	MJS J2	Fundament 1050mm
3	2CMA125165R1000	5453315	AKKZ 300	Fasskenanslutning, 50-300 mm ² Al/Cu T1

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.

ALV REK.

MJS-systemet

från ABB Oy

Enlinjeschema

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Sida 6(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 03	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		

1	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 57:6 MCMK 3X10+10
2	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 57:5 MCMK 3X10+10
3	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 56:3 MCMK 3X10+10
4	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 56:4 MCMK 3X10+10
5	Reservplats, 14 moduler	
6	AKKZ 300	Inkommande från skåp 02 Solstrålevägen AXMK 4X240S
7	200 A XLBM2-3P-ZS	Ringmatning mot skåp 06 AXMK 4X240S
8	Reservplats, 21 moduler	
9	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 57:7 MCMK 3X10+10
10	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 60:5 MCMK 3X10+10
11	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 60:4 MCMK 3X10+10
12	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 59:3 MCMK 3X10+10

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.
ALV REK.

MJS-systemet

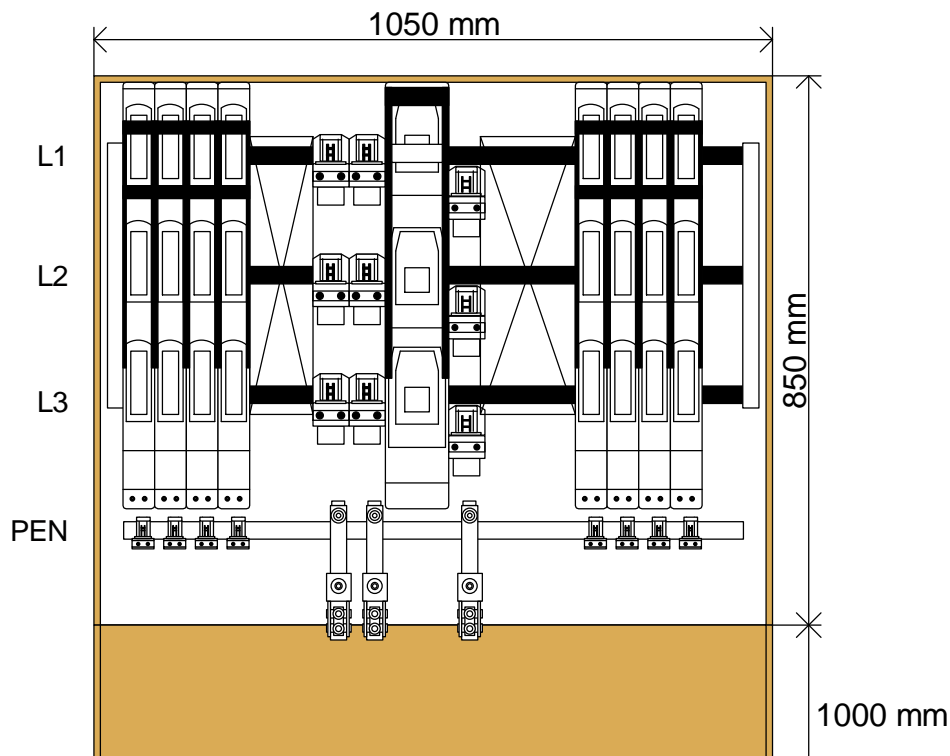
från ABB Oy

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Frontritning

Sida 7(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 04	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		



Antal	Art.Nr	E-Nr	Typ	Benämning
1	1SEP102142R0421	3660430	XLBM2-3P-ZS	400A Säkringslastbrytare
8	1SEP102140R1244	3660464	XLBM00-3PL-Z-DCC	160A Säkringslastbrytare
3	1SCA022577R2800	3660569	YLZ 120-300	PEN anslutning, 120-300 mm ² Al/Cu T2
8	2CMA125004R1000	5450169	KG74	PEN/PE anslutning, 6-95/2x(6-35 mm ²)
1	1SCA022577R6620	5453103	MJS K2	Lågt kabelskåp MJS, 1050mm
1	1SCA022577R1740	5453303	MJS J2	Fundament 1050mm
6	2CMA125165R1000	5453315	AKKZ 300	Fasskenanslutning, 50-300 mm ² Al/Cu T1

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.

ALV REK.

MJS-systemet

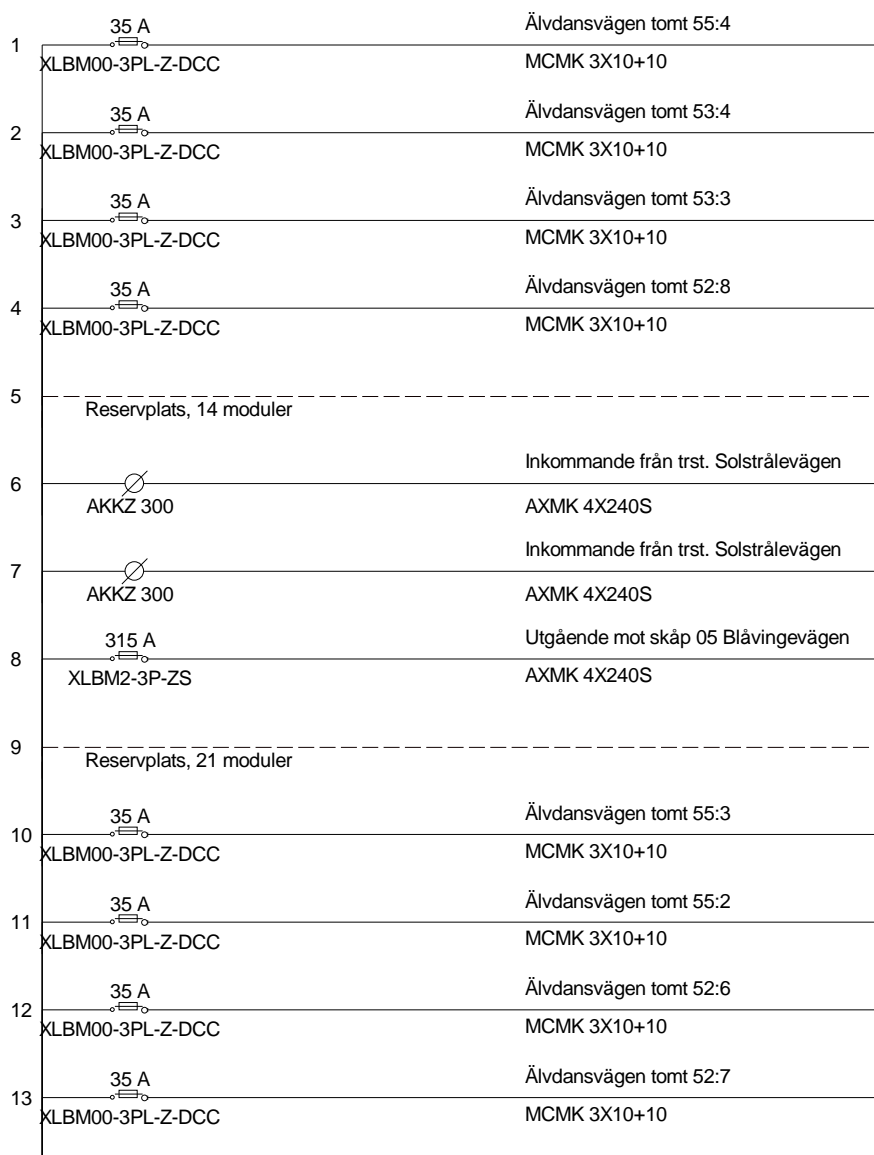
från ABB Oy

Enlinjeschema

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Sida 8(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 04	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		



Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.
ALV REK.

MJS-systemet

från ABB Oy

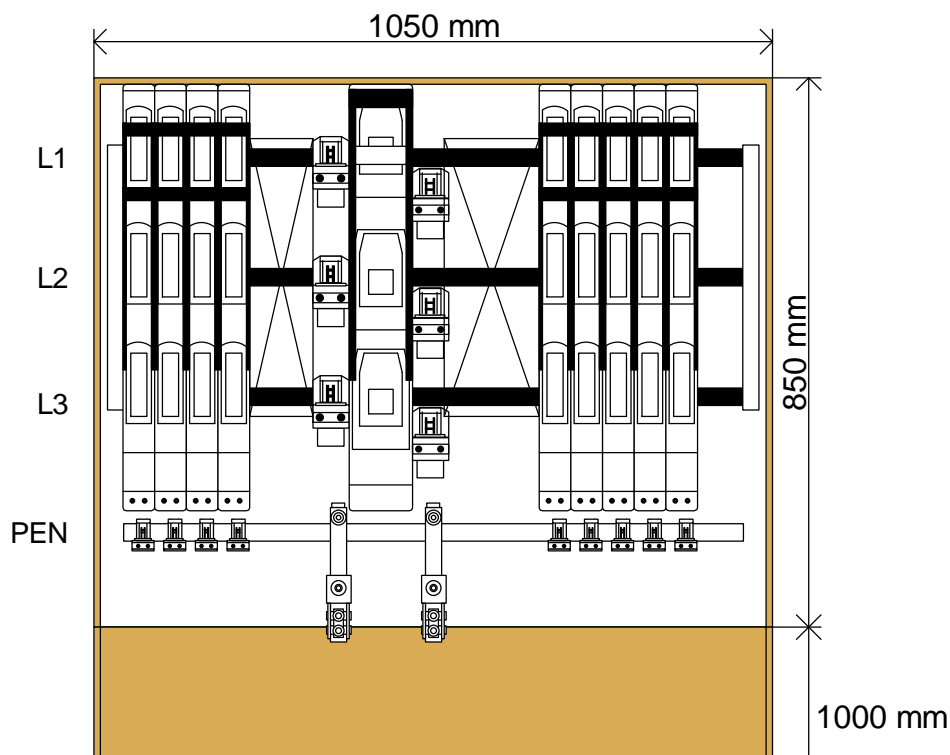
Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Frontritning

Sida 9(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 05	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		

Datum 17.3.2012



Antal	Art.Nr	E-Nr	Typ	Benämning
1	1SEP102142R0421	3660430	XLBM2-3P-ZS	400A Säkringslastbrytare
9	1SEP102140R1244	3660464	XLBM00-3PL-Z-DCC	160A Säkringslastbrytare
2	1SCA022577R2800	3660569	YLZ 120-300	PEN anslutning, 120-300 mm ² Al/Cu T2
9	2CMA125004R1000	5450169	KG74	PEN/PE anslutning, 6-95/2x(6-35 mm ²)
1	1SCA022577R6620	5453103	MJS K2	Lågt kabelskåp MJS, 1050mm
1	1SCA022577R1740	5453303	MJS J2	Fundament 1050mm
3	2CMA125165R1000	5453315	AKKZ 300	Fasskenanslutning, 50-300 mm ² Al/Cu T1

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.

ALV REK.

MJS-systemet

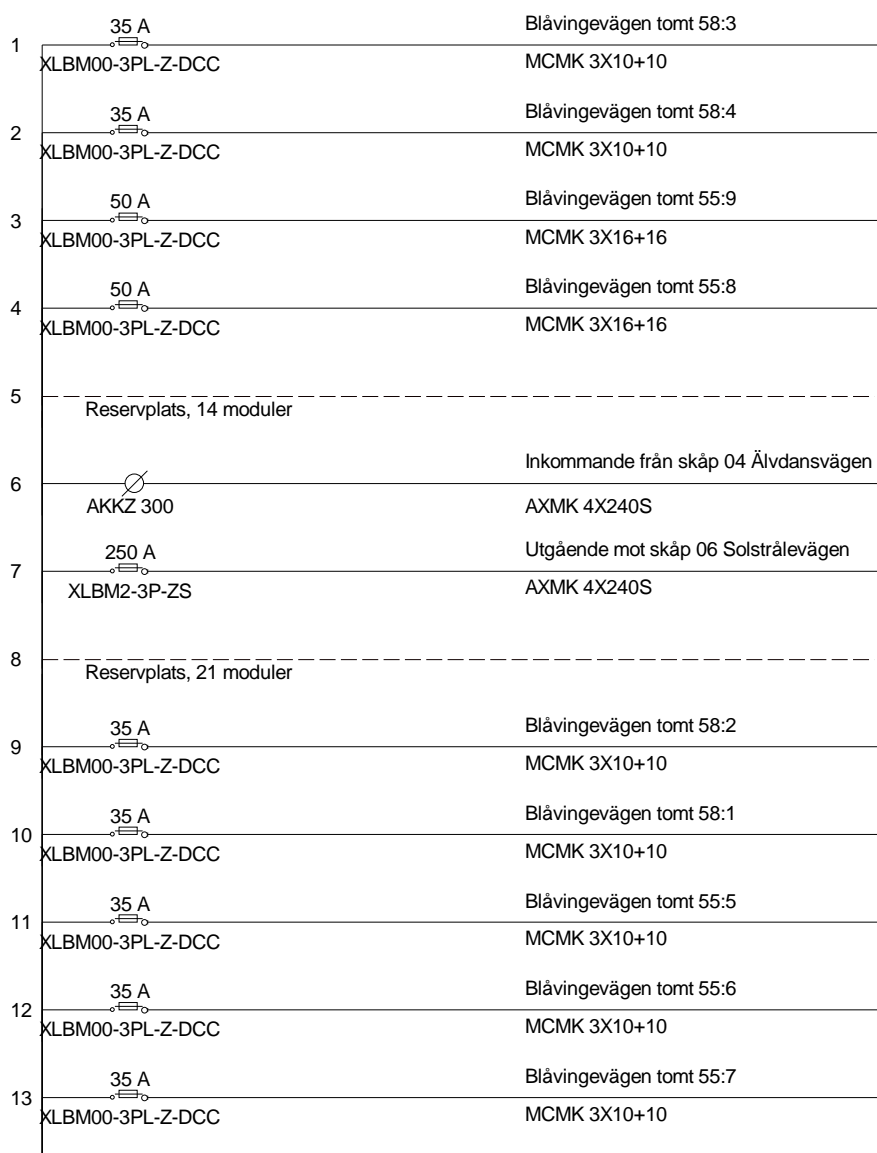
från ABB Oy

Enlinjeschema

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Sida 10(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 05	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		



Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.
ALV REK.

MJS-systemet

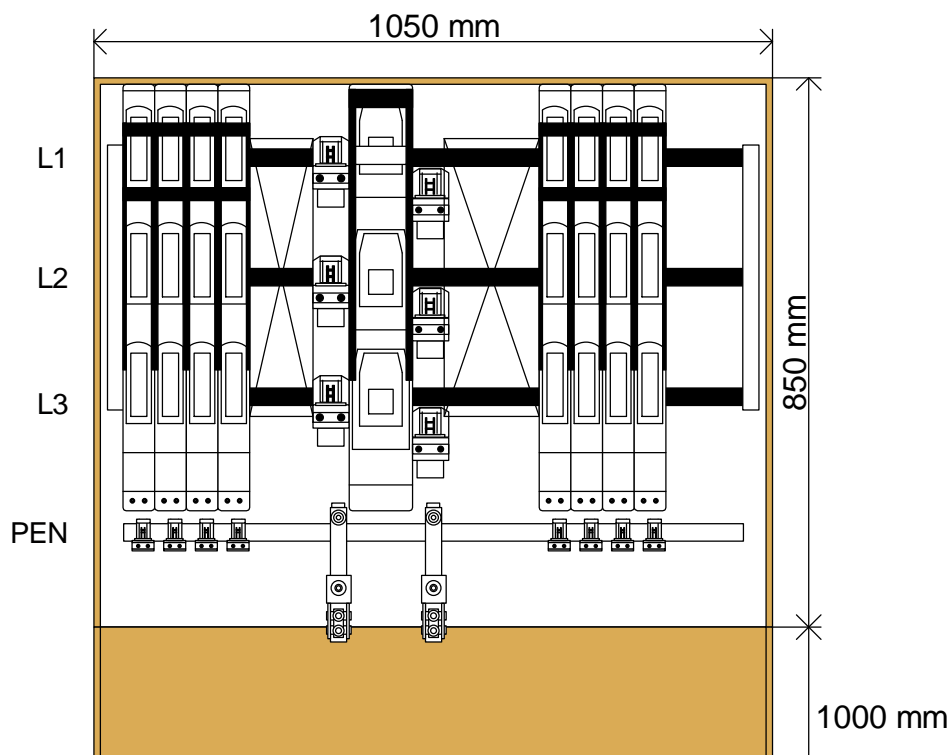
från ABB Oy

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Frontritning

Sida 11(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 06	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		



Antal	Art.Nr	E-Nr	Typ	Benämning
1	1SEP102142R0421	3660430	XLBM2-3P-ZS	400A Säkringslastbrytare
8	1SEP102140R1244	3660464	XLBM00-3PL-Z-DCC	160A Säkringslastbrytare
2	1SCA022577R2800	3660569	YLZ 120-300	PEN anslutning, 120-300 mm ² Al/Cu T2
8	2CMA125004R1000	5450169	KG74	PEN/PE anslutning, 6-95/2x(6-35 mm ²)
1	1SCA022577R6620	5453103	MJS K2	Lågt kabelskåp MJS, 1050mm
1	1SCA022577R1740	5453303	MJS J2	Fundament 1050mm
3	2CMA125165R1000	5453315	AKKZ 300	Fasskenanslutning, 50-300 mm ² Al/Cu T1

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.

ALV REK.

MJS-systemet

från ABB Oy

Enlinjeschema

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Sida 12(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 06	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		

1	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 60:2 MCMK 3X10+10
2	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 60:3 MCMK 3X10+10
3	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 59:2 MCMK 3X10+10
4	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 59:1 MCMK 3X10+10
5	Reservplats, 14 moduler	
6	Ø AKKZ 300	Inkommande från skåp 05 Blåvingevägen AXMK 4X240S
7	200 A XLBM2-3P-ZS	Ringmatning mot skåp 03 Solstrålevägen AXMK 4X240S
8	Reservplats, 21 moduler	
9	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Solstrålevägen tomt 60:1 MCMK 3X10+10
10	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Björnviksvägen tomt 58:7 MCMK 3X10+10
11	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Björnviksvägen tomt 58:6 MCMK 3X10+10
12	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Björnviksvägen tomt 58:5 MCMK 3X10+10

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansesplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.
ALV REK.

MJS-systemet

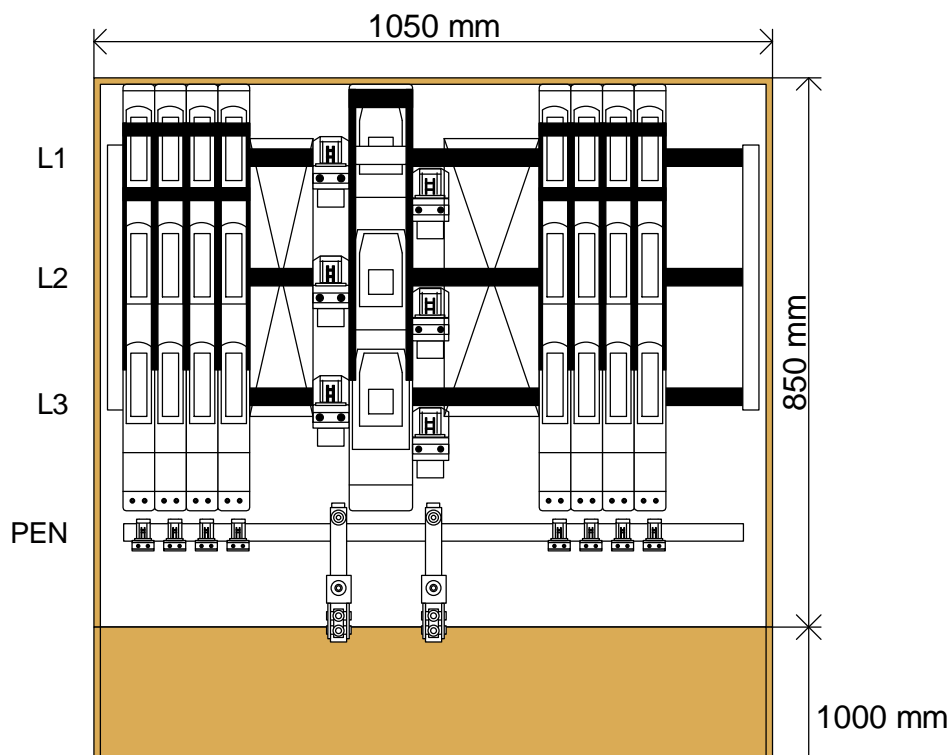
från ABB Oy

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Frontritning

Sida 13(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 07	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		



Antal	Art.Nr	E-Nr	Typ	Benämning
1	1SEP102142R0421	3660430	XLBM2-3P-ZS	400A Säkringslastbrytare
8	1SEP102140R1244	3660464	XLBM00-3PL-Z-DCC	160A Säkringslastbrytare
2	1SCA022577R2800	3660569	YLZ 120-300	PEN anslutning, 120-300 mm ² Al/Cu T2
8	2CMA125004R1000	5450169	KG74	PEN/PE anslutning, 6-95/2x(6-35 mm ²)
1	1SCA022577R6620	5453103	MJS K2	Lågt kabelskåp MJS, 1050mm
1	1SCA022577R1740	5453303	MJS J2	Fundament 1050mm
3	2CMA125165R1000	5453315	AKKZ 300	Fasskenanslutning, 50-300 mm ² Al/Cu T1

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.

ALV REK.

MJS-systemet











från ABB Oy

Enlinjeschema

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Sida 14(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 07	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		

1	 35 A	Älvdansvägen tomt 54:5
	XLBM00-3PL-Z-DCC	MCMK 3X10+10
2	 35 A	Älvdansvägen tomt 54:4
	XLBM00-3PL-Z-DCC	MCMK 3X10+10
3	 35 A	Älvdansvägen tomt 51:8
	XLBM00-3PL-Z-DCC	MCMK 3X10+10
4	 35 A	Älvdansvägen tomt 51:9
	XLBM00-3PL-Z-DCC	MCMK 3X10+10
5	Reservplats, 14 moduler	
6	 AKKZ 300	Inkommande från trst. Solstrålevägen
		AXMK 4X240S
7	 250 A	Utgående mot skåp 08 Älvdansvägen
	XLBM2-3P-ZS	AXMK 4X240S
8	Reservplats, 21 moduler	
9	 35 A	Älvdansvägen tomt 51:10
	XLBM00-3PL-Z-DCC	MCMK 3X10+10
10	 35 A	Älvdansvägen tomt 52:5
	XLBM00-3PL-Z-DCC	MCMK 3X10+10
11	 35 A	Älvdansvägen tomt 55:1
	XLBM00-3PL-Z-DCC	MCMK 3X10+10
12	 35 A	Älvdansvägen tomt 54:6
	XLBM00-3PL-Z-DCC	MCMK 3X10+10

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.
ALV REK.

MJS-systemet

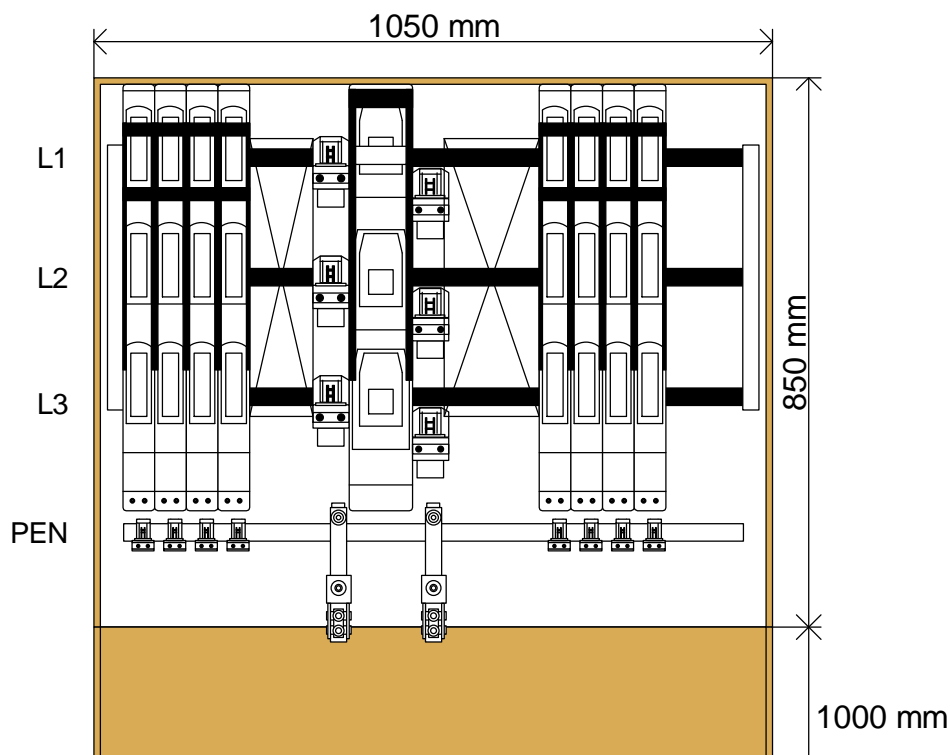
från ABB Oy

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Frontritning

Sida 15(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 08	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		



Antal	Art.Nr	E-Nr	Typ	Benämning
1	1SEP102142R0421	3660430	XLBM2-3P-ZS	400A Säkringslastbrytare
8	1SEP102140R1244	3660464	XLBM00-3PL-Z-DCC	160A Säkringslastbrytare
2	1SCA022577R2800	3660569	YLZ 120-300	PEN anslutning, 120-300 mm ² Al/Cu T2
8	2CMA125004R1000	5450169	KG74	PEN/PE anslutning, 6-95/2x(6-35 mm ²)
1	1SCA022577R6620	5453103	MJS K2	Lågt kabelskåp MJS, 1050mm
1	1SCA022577R1740	5453303	MJS J2	Fundament 1050mm
3	2CMA125165R1000	5453315	AKKZ 300	Fasskenanslutning, 50-300 mm ² Al/Cu T1

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.

ALV REK.

MJS-systemet

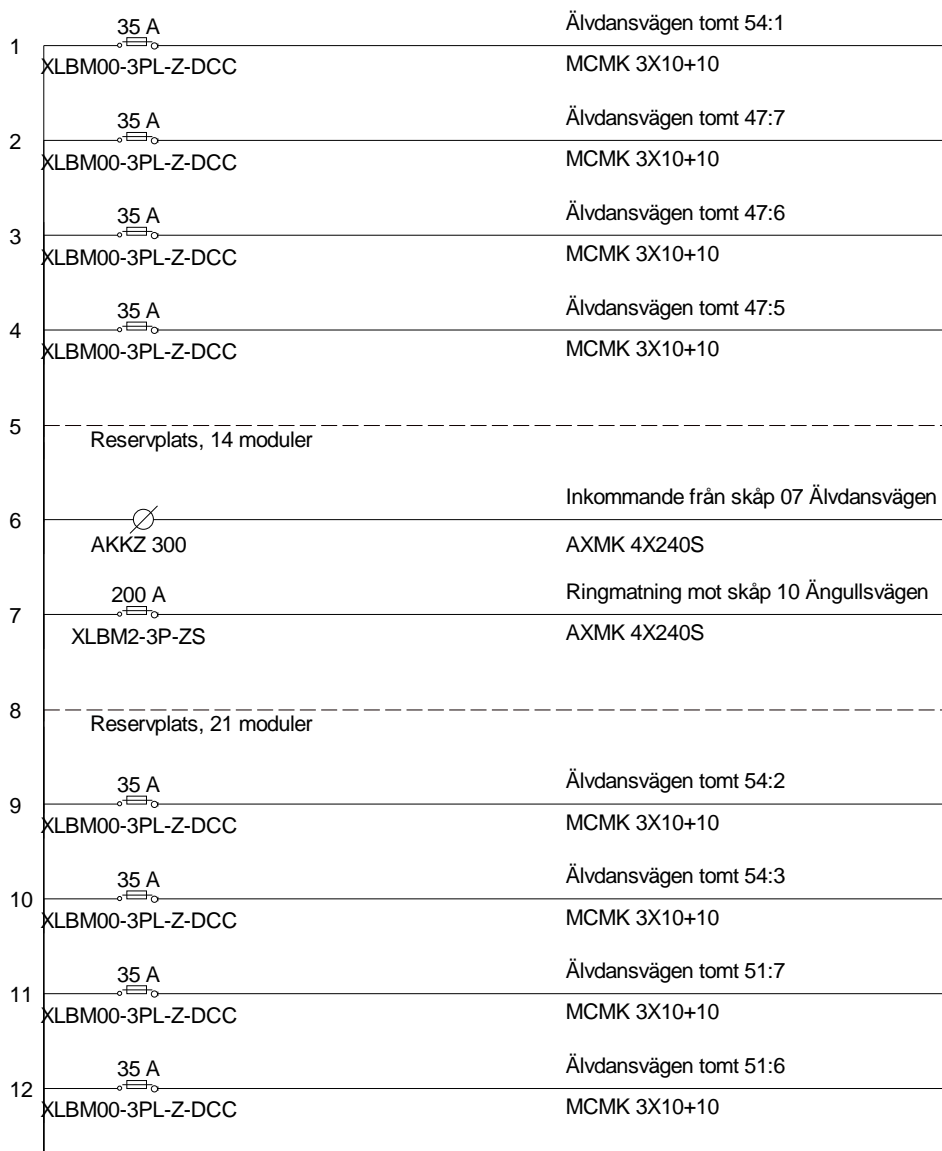
från ABB Oy

Enlinjeschema

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Sida 16(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 08	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		



Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.
ALV REK.

MJS-systemet

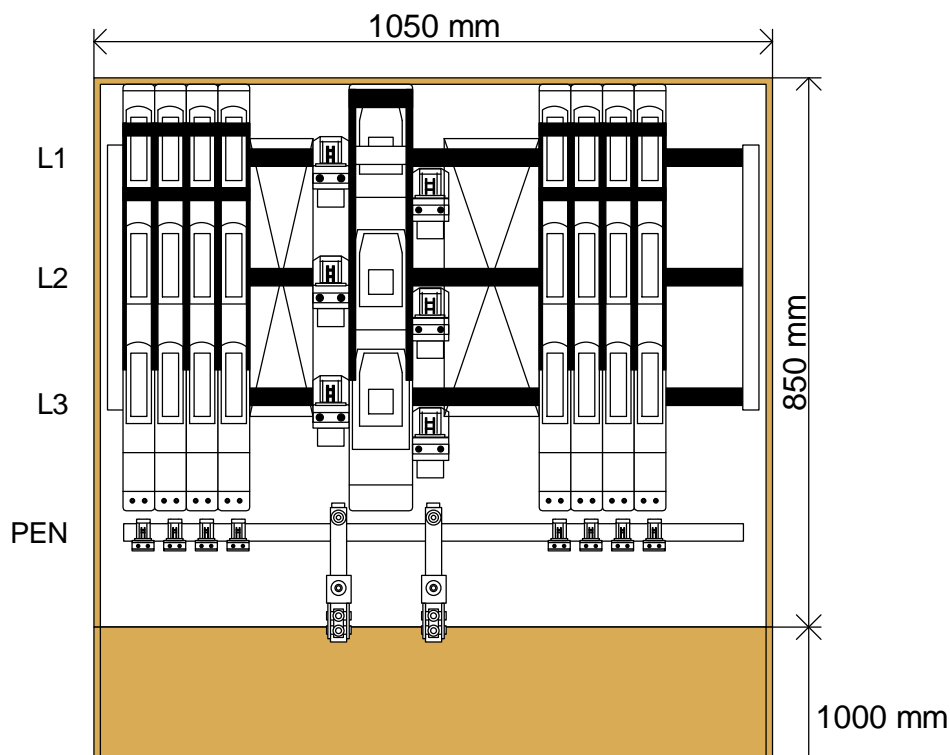
från ABB Oy

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Frontritning

Sida 17(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 09	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		



Antal	Art.Nr	E-Nr	Typ	Benämning
1	1SEP102142R0421	3660430	XLBM2-3P-ZS	400A Säkringslastbrytare
8	1SEP102140R1244	3660464	XLBM00-3PL-Z-DCC	160A Säkringslastbrytare
2	1SCA022577R2800	3660569	YLZ 120-300	PEN anslutning, 120-300 mm ² Al/Cu T2
8	2CMA125004R1000	5450169	KG74	PEN/PE anslutning, 6-95/2x(6-35 mm ²)
1	1SCA022577R6620	5453103	MJS K2	Lågt kabelskåp MJS, 1050mm
1	1SCA022577R1740	5453303	MJS J2	Fundament 1050mm
3	2CMA125165R1000	5453315	AKKZ 300	Fasskenanslutning, 50-300 mm ² Al/Cu T1

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.

ALV REK.

MJS-systemet

från ABB Oy

Enlinjeschema

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Sida 18(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 09	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		

1	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Ängullsvägen tomt 49:5 MCMK 3X10+10
2	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Ängullsvägen tomt 49:6 MCMK 3X10+10
3	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Ängullsvägen tomt 52:2 MCMK 3X10+10
4	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Ängullsvägen tomt 52:1 MCMK 3X10+10
5	Reservplats, 14 moduler	
6	AKKZ 300	Inkommande från trst. Solstrålevägen AXMK 4X240S
7	250 A XLBM2-3P-ZS	Utgående mot skåp 10 Ängullsvägen AXMK 4X240S
8	Reservplats, 21 moduler	
9	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Ängullsvägen tomt 48:9 MCMK 3X10+10
10	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Ängullsvägen tomt 48:8 MCMK 3X10+10
11	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Ängullsvägen tomt 51:4 MCMK 3X10+10
12	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Ängullsvägen tomt 51:5 MCMK 3X10+10

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansesplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.
ALV REK.

MJS-systemet

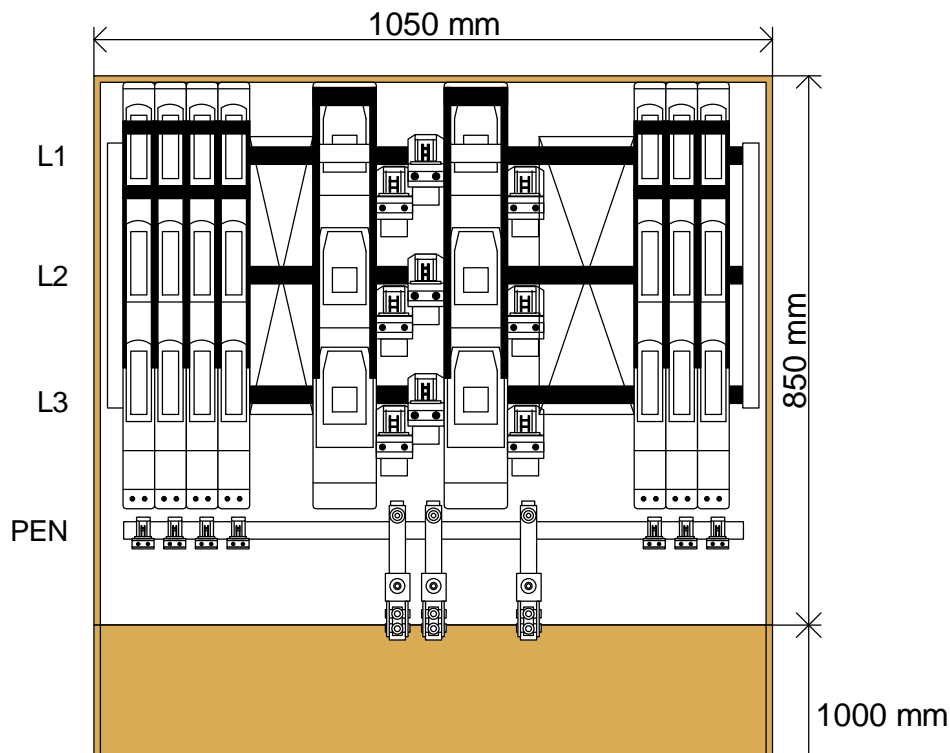
från ABB Oy

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Frontritning

Sida 19(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 10	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		



Antal	Art.Nr	E-Nr	Typ	Benämning
2	1SEP102142R0421	3660430	XLBM2-3P-ZS	400A Säkringslastbrytare
7	1SEP102140R1244	3660464	XLBM00-3PL-Z-DCC	160A Säkringslastbrytare
3	1SCA022577R2800	3660569	YLZ 120-300	PEN anslutning, 120-300 mm ² Al/Cu T2
7	2CMA125004R1000	5450169	KG74	PEN/PE anslutning, 6-95/2x(6-35 mm ²)
1	1SCA022577R6620	5453103	MJS K2	Lågt kabelskåp MJS, 1050mm
1	1SCA022577R1740	5453303	MJS J2	Fundament 1050mm
3	2CMA125165R1000	5453315	AKKZ 300	Fasskenanslutning, 50-300 mm ² Al/Cu T1

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.
ALV REK.

MJS-systemet











från ABB Oy

Enlinjeschema

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Sida 20(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 10	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		

1	 35 A	Ängullsvägen tomt 48:5
	XLBM00-3PL-Z-DCC	MCMK 3X10+10
2	 35 A	Ängullsvägen tomt 48:6
	XLBM00-3PL-Z-DCC	MCMK 3X10+10
3	 35 A	Ängullsvägen tomt 48:7
	XLBM00-3PL-Z-DCC	MCMK 3X10+10
4	 35 A	Ängullsvägen tomt 48:3
	XLBM00-3PL-Z-DCC	MCMK 3X10+10
5	Reservplats, 14 moduler	
6	 200 A	Ringmatning mot skåp 12
	XLBM2-3P-ZS	AXMK 4X240S
7		Inkommande från skåp 09 Ängullsvägen
	AKKZ 300	AXMK 4X240S
8	 200 A	Ringmatning mot skåp 08
	XLBM2-3P-ZS	AXMK 4X240S
9	Reservplats, 21 moduler	
10	 35 A	Ängullsvägen tomt 51:2
	XLBM00-3PL-Z-DCC	MCMK 3X10+10
11	 35 A	Ängullsvägen tomt 51:1
	XLBM00-3PL-Z-DCC	MCMK 3X10+10
12	 35 A	Ängullsvägen tomt 47:4
	XLBM00-3PL-Z-DCC	MCMK 3X10+10

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.
ALV REK.

MJS-systemet

från ABB Oy

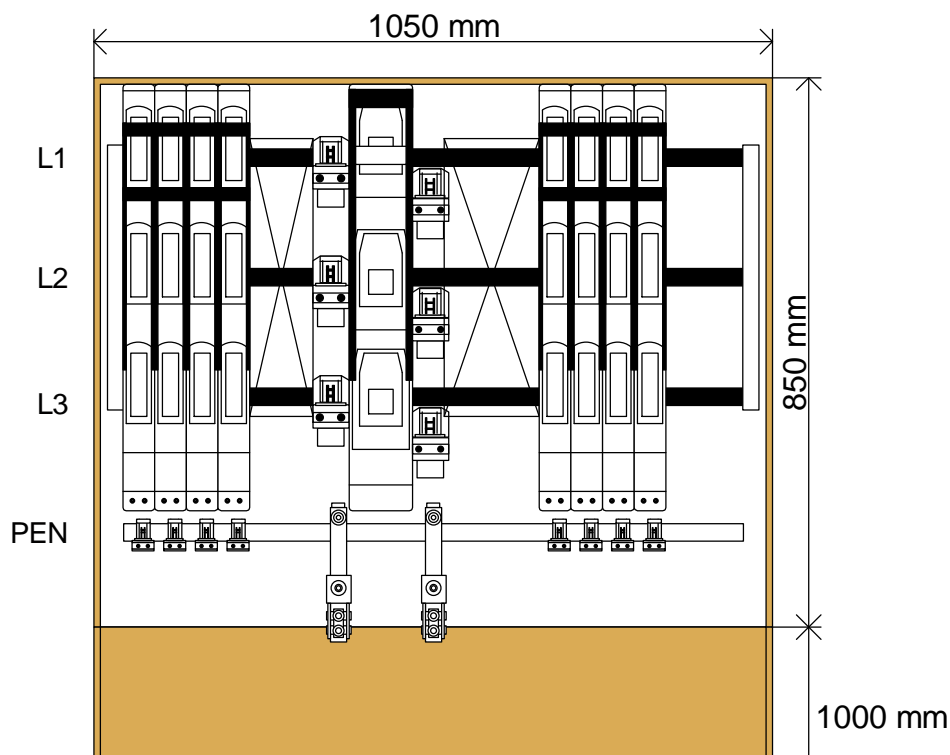
Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Frontritning

Sida 21(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 11	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		

Datum 17.3.2012



Antal	Art.Nr	E-Nr	Typ	Benämning
1	1SEP102142R0421	3660430	XLBM2-3P-ZS	400A Säkringslastbrytare
8	1SEP102140R1244	3660464	XLBM00-3PL-Z-DCC	160A Säkringslastbrytare
2	1SCA022577R2800	3660569	YLZ 120-300	PEN anslutning, 120-300 mm ² Al/Cu T2
8	2CMA125004R1000	5450169	KG74	PEN/PE anslutning, 6-95/2x(6-35 mm ²)
1	1SCA022577R6620	5453103	MJS K2	Lågt kabelskåp MJS, 1050mm
1	1SCA022577R1740	5453303	MJS J2	Fundament 1050mm
3	2CMA125165R1000	5453315	AKKZ 300	Fasskenanslutning, 50-300 mm ² Al/Cu T1

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.

ALV REK.

MJS-systemet

från ABB Oy

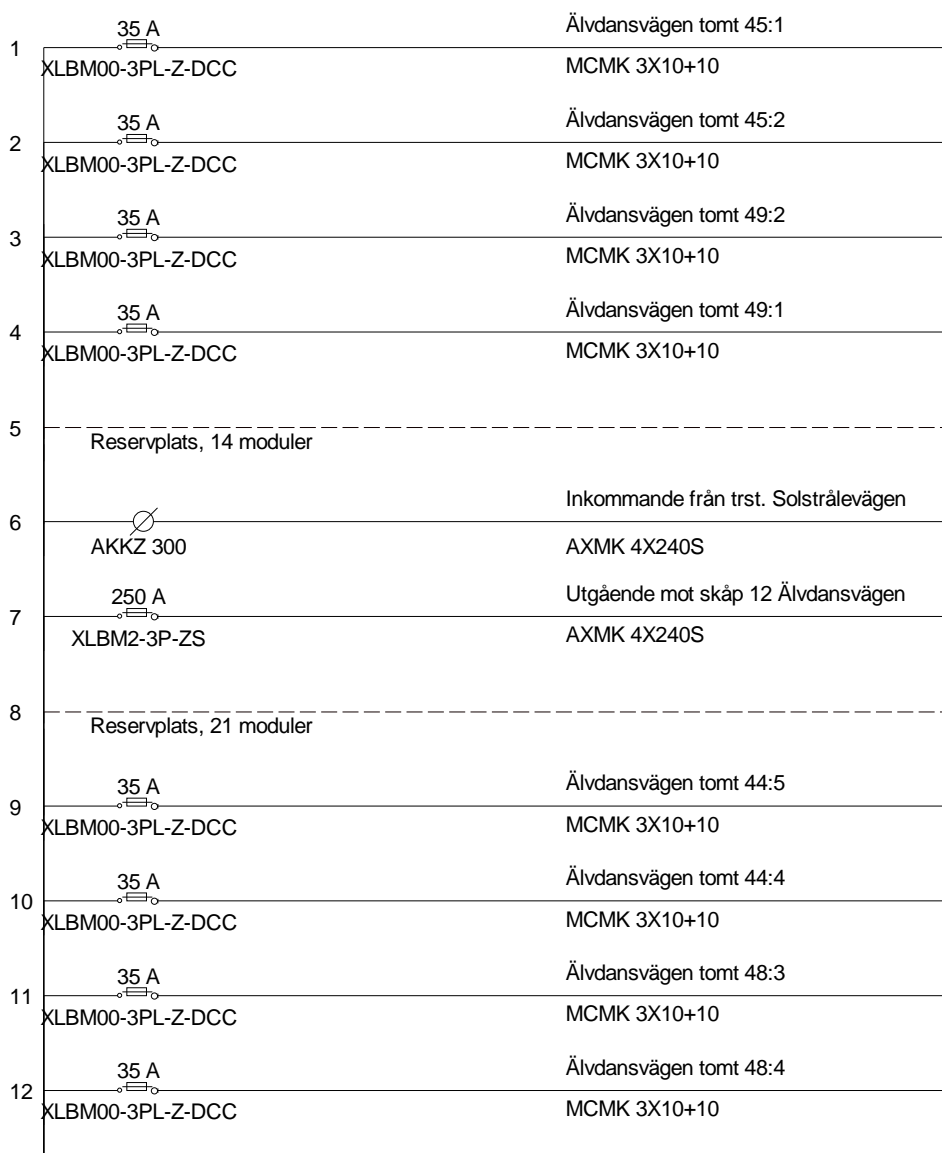
Enlinjeschema

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Sida 22(31)

Datum 17.3.2012

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 11	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		



Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.
ALV REK.

MJS-systemet

från ABB Oy

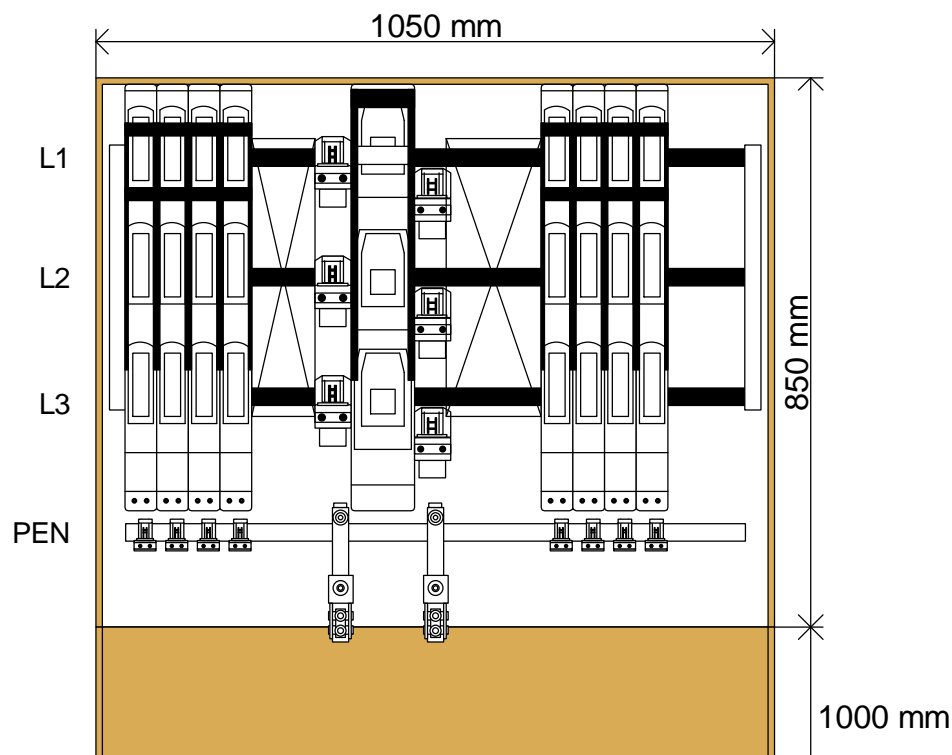
Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Frontritning

Sida 23(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 12	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		

Datum 17.3.2012



Antal	Art.Nr	E-Nr	Typ	Benämning
1	1SEP102142R0421	3660430	XLBM2-3P-ZS	400A Säkringslastbrytare
8	1SEP102140R1244	3660464	XLBM00-3PL-Z-DCC	160A Säkringslastbrytare
2	1SCA022577R2800	3660569	YLZ 120-300	PEN anslutning, 120-300 mm ² Al/Cu T2
8	2CMA125004R1000	5450169	KG74	PEN/PE anslutning, 6-95/2x(6-35 mm ²)
1	1SCA022577R6620	5453103	MJS K2	Lågt kabelskåp MJS, 1050mm
1	1SCA022577R1740	5453303	MJS J2	Fundament 1050mm
3	2CMA125165R1000	5453315	AKKZ 300	Fasskenanslutning, 50-300 mm ² Al/Cu T1

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.

ALV REK.

MJS-systemet

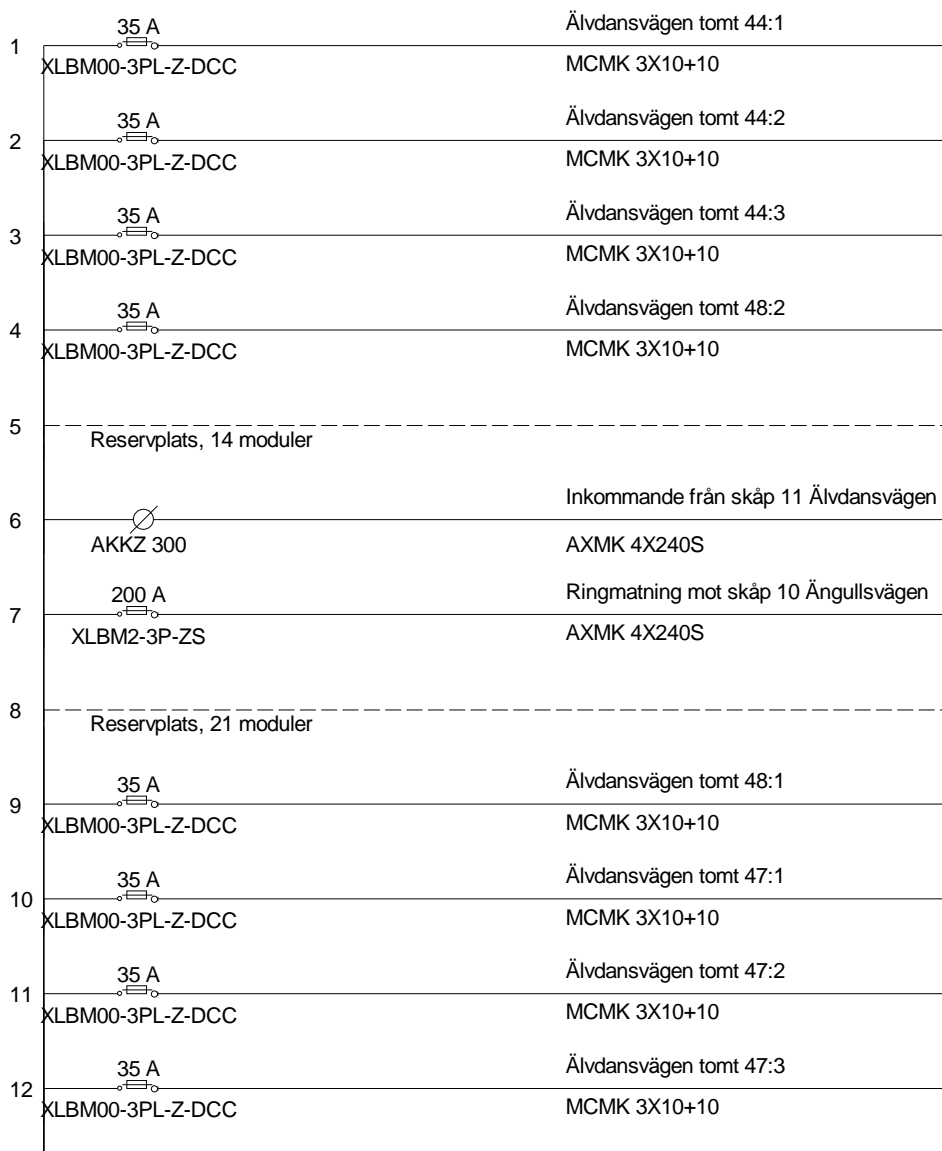
från ABB Oy

Enlinjeschema

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Sida 24(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 12	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		



Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansesplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.
ALV REK.

MJS-systemet

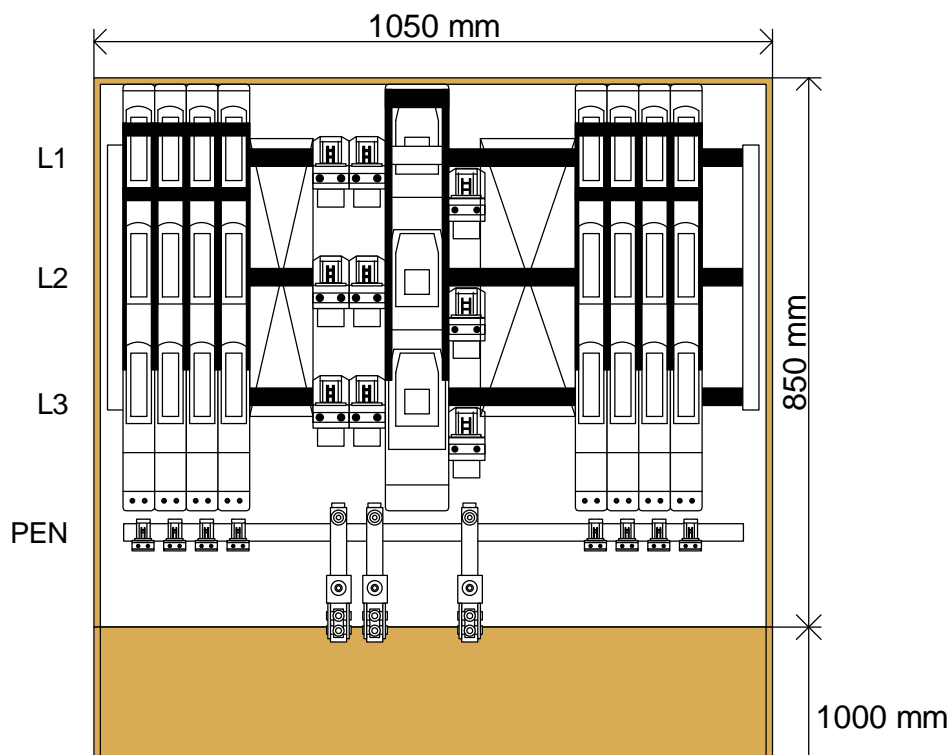
från ABB Oy

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Frontritning

Sida 25(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 13	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		



Antal	Art.Nr	E-Nr	Typ	Benämning
1	1SEP102142R0421	3660430	XLBM2-3P-ZS	400A Säkringslastbrytare
8	1SEP102140R1244	3660464	XLBM00-3PL-Z-DCC	160A Säkringslastbrytare
3	1SCA022577R2800	3660569	YLZ 120-300	PEN anslutning, 120-300 mm ² Al/Cu T2
8	2CMA125004R1000	5450169	KG74	PEN/PE anslutning, 6-95/2x(6-35 mm ²)
1	1SCA022577R6620	5453103	MJS K2	Lågt kabelskåp MJS, 1050mm
1	1SCA022577R1740	5453303	MJS J2	Fundament 1050mm
6	2CMA125165R1000	5453315	AKKZ 300	Fasskenanslutning, 50-300 mm ² Al/Cu T1

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.

ALV REK.

MJS-systemet

från ABB Oy

Enlinjeschema

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Sida 26(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 13	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		

1	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Morkullsvägen tomt 46:5 MCMK 3X10+10
2	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Morkullsvägen tomt 46:6 MCMK 3X10+10
3	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Morkullsvägen tomt 50:2 MCMK 3X10+10
4	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Morkullsvägen tomt 50:1 MCMK 3X10+10
5	Reservplats, 14 moduler	
6	Ø AKKZ 300	Inkommande från trst. Solstrålevägen AXMK 4X240S
7	Ø AKKZ 300	Inkommande från trst. Solstrålevägen AXMK 4X240S
8	315 A XLBM2-3P-ZS	Utgående mot skåp 14 AXMK 4X240S
9	Reservplats, 21 moduler	
10	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Älvdansvägen tomt 45:4 MCMK 3X10+10
11	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Älvdansvägen tomt 45:3 MCMK 3X10+10
12	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Älvdansvägen tomt 49:3 MCMK 3X10+10
13	35 A XLBM00-3PL-Z-DCC	Älvdansvägen tomt 49:4 MCMK 3X10+10

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.
ALV REK.

MJS-systemet

från ABB Oy

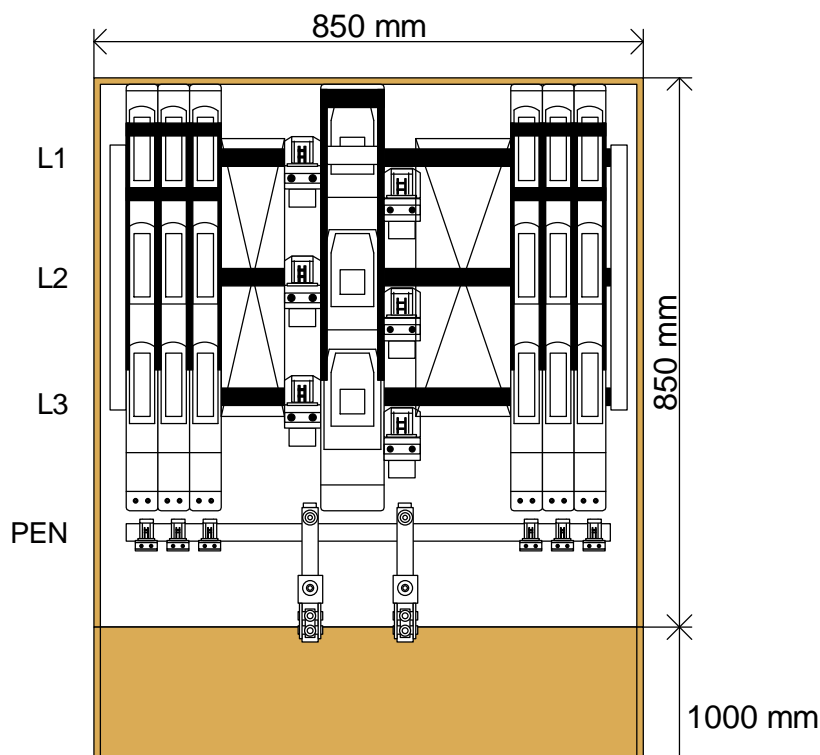
Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Frontritning

Sida 27(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 14	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	107 st		
Kapslingsdjup	360 mm		

Datum 17.3.2012



Antal	Art.Nr	E-Nr	Typ	Benämning
1	1SEP102142R0421	3660430	XLBM2-3P-ZS	400A Säkringslastbrytare
6	1SEP102140R1244	3660464	XLBM00-3PL-Z-DCC	160A Säkringslastbrytare
2	1SCA022577R2800	3660569	YLZ 120-300	PEN anslutning, 120-300 mm ² Al/Cu T2
6	2CMA125004R1000	5450169	KG74	PEN/PE anslutning, 6-95/2x(6-35 mm ²)
1	1SCA022577R6540	5453102	MJS K1	Lågt kabelskåp MJS, 850mm
1	1SCA022577R1660	5453302	MJS J1	Fundament 850mm
3	2CMA125165R1000	5453315	AKKZ 300	Fasskenanslutning, 50-300 mm ² Al/Cu T1

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.

ALV REK.

MJS-systemet

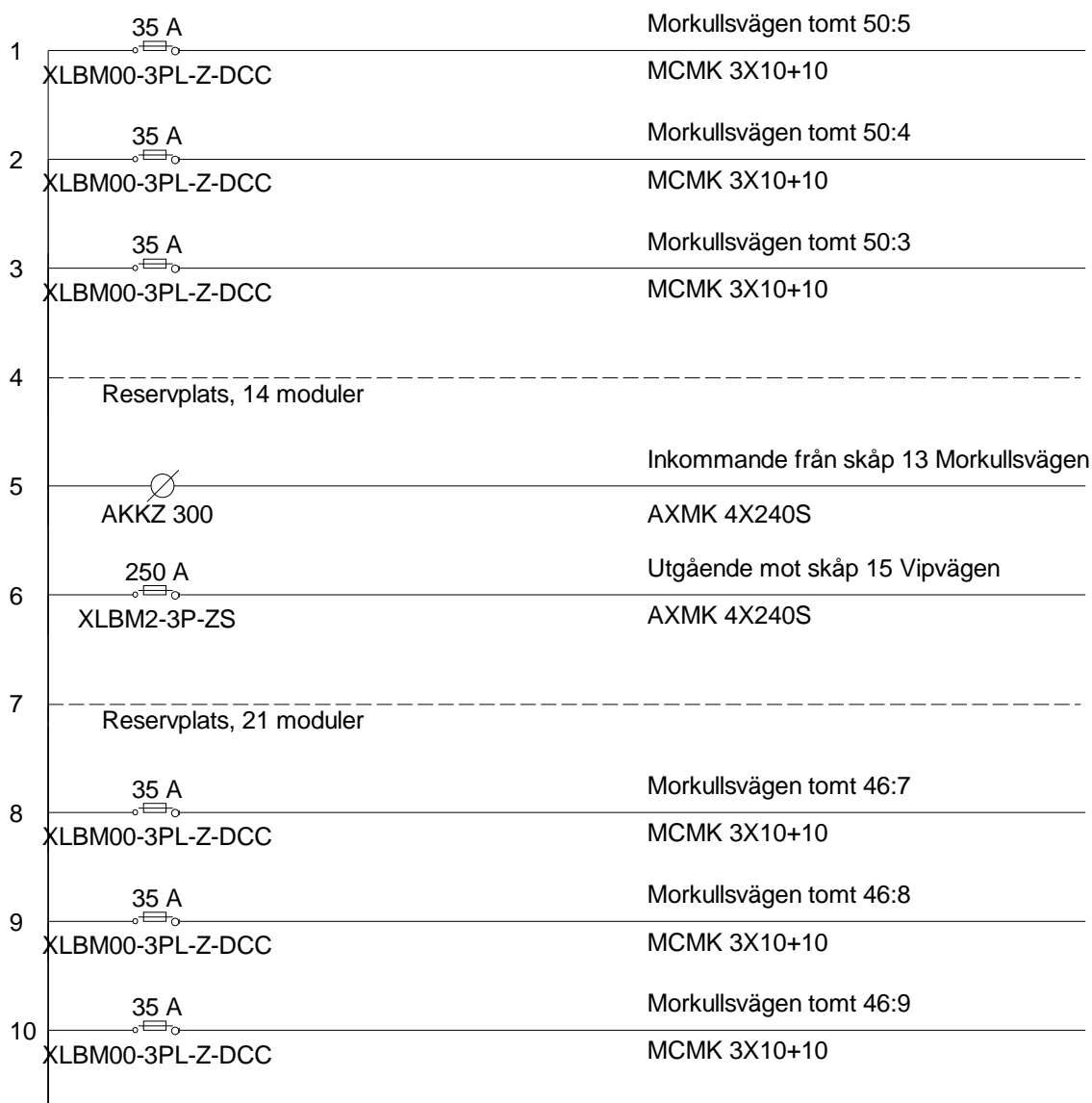
från ABB Oy

Enlinjeschema

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Sida 28(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 14	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	107 st		
Kapslingsdjup	360 mm		



Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.
ALV REK.

MJS-systemet

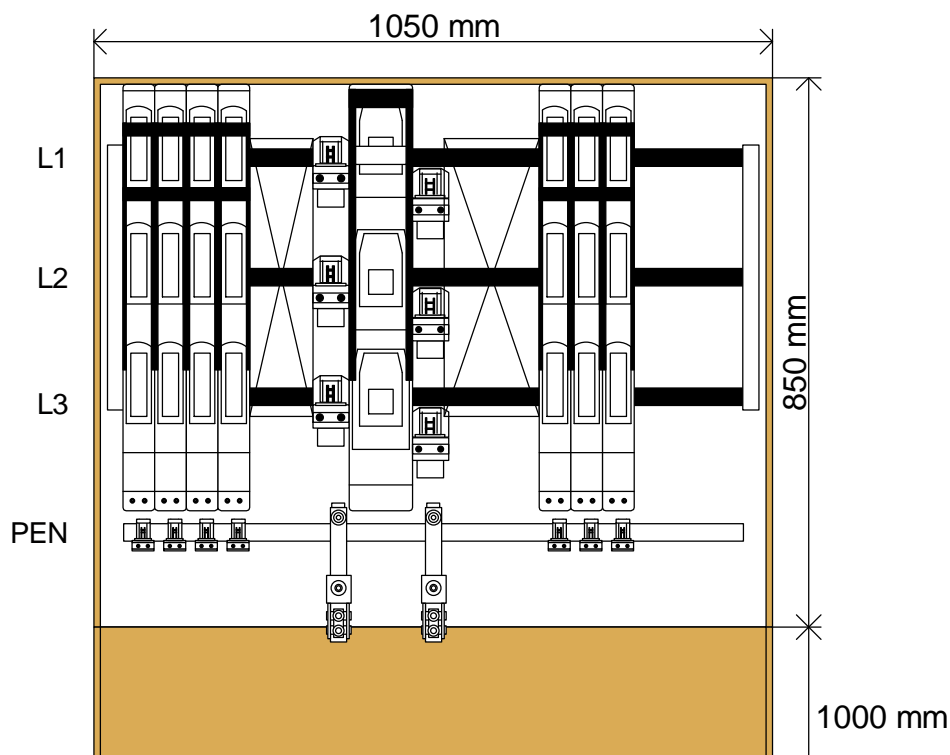
från ABB Oy

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Frontritning

Sida 29(31)

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 15	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		



Antal	Art.Nr	E-Nr	Typ	Benämning
1	1SEP102142R0421	3660430	XLBM2-3P-ZS	400A Säkringslastbrytare
7	1SEP102140R1244	3660464	XLBM00-3PL-Z-DCC	160A Säkringslastbrytare
2	1SCA022577R2800	3660569	YLZ 120-300	PEN anslutning, 120-300 mm ² Al/Cu T2
7	2CMA125004R1000	5450169	KG74	PEN/PE anslutning, 6-95/2x(6-35 mm ²)
1	1SCA022577R6620	5453103	MJS K2	Lågt kabelskåp MJS, 1050mm
1	1SCA022577R1740	5453303	MJS J2	Fundament 1050mm
3	2CMA125165R1000	5453315	AKKZ 300	Fasskenanslutning, 50-300 mm ² Al/Cu T1

Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.

ALV REK.

MJS-systemet

från ABB Oy

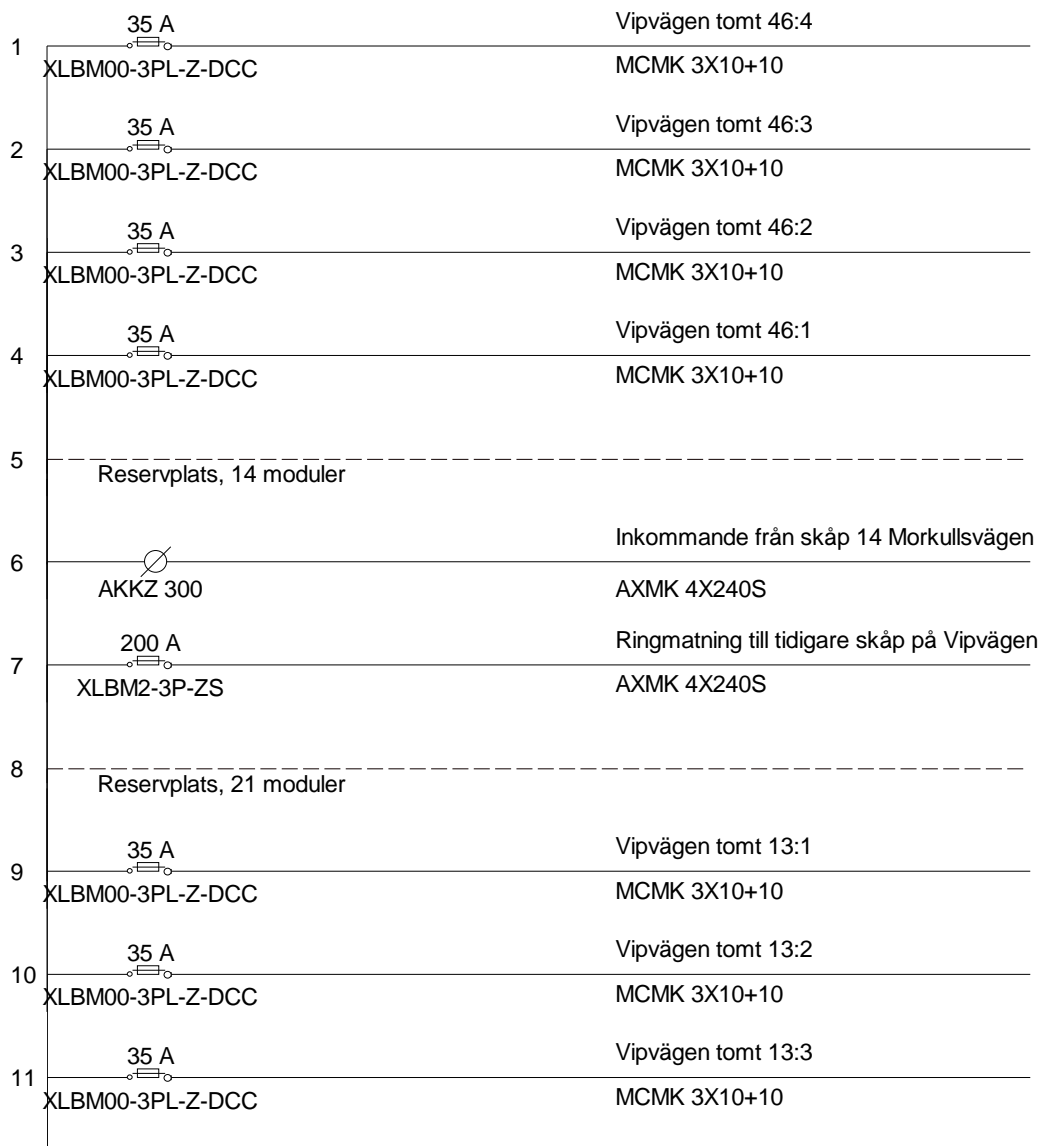
Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Enlinjeschema

Sida 30(31)

Datum 17.3.2012

Produkttyp	MJS	Er referens	
Benämning	Skåp 15	Vår handläggare	Johnny Wik
Placering	Utomhus	Objektnamn	Björnviken 4
Ytbehandling	Varmförzinkad	Offertnummer	
Kapslingsklass	IP44		
Montage	Mark		
Elsystem	4-ledare		
Märkström	630A		
Moduler kvar på skenan	137 st		
Kapslingsdjup	360 mm		



Jakobstads Energiverk

Postadress
Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon
06 7863528

Telefax

Organisationsnr.
ALV REK.

MJS-systemet

från ABB Oy

Prg: 3.1.37/Db: 1.0.14 MJS

Stycklista objekt

Sida 31(31)

Datum 17.3.2012

Er referens

Vår handläggare

Objektnamn

Offertnummer

Johnny Wik

Björnviken 4

Antal	Art.Nr	E-Nr	Typ	Benämning
16	1SEP102142R0421	3660430	XLBM2-3P-ZS	400A Säkringslastbrytare
118	1SEP102140R1244	3660464	XLBM00-3PL-Z-DCC	160A Säkringslastbrytare
34	1SCA022577R2800	3660569	YLZ 120-300	PEN anslutning, 120-300 mm ² Al/Cu T2
118	2CMA125004R1000	5450169	KG74	PEN/PE anslutning, 6-95/2x(6-35 mm ²)
1	1SCA022577R6540	5453102	MJS K1	Lågt kabelskåp MJS, 850mm
14	1SCA022577R6620	5453103	MJS K2	Lågt kabelskåp MJS, 1050mm
1	1SCA022577R1660	5453302	MJS J1	Fundament 850mm
14	1SCA022577R1740	5453303	MJS J2	Fundament 1050mm
54	2CMA125165R1000	5453315	AKKZ 300	Fasskenanslutning, 50-300 mm ² Al/Cu T1

Jakobstads Energiverk

Postadress

Jakobstads Energiverk
Victor Schaumansplanaden 1
68600

Telefon

06 7863528

Telefax

Organisationsnr.

ALV REK.