

Beräkningsverktyg för installationer i elstationer

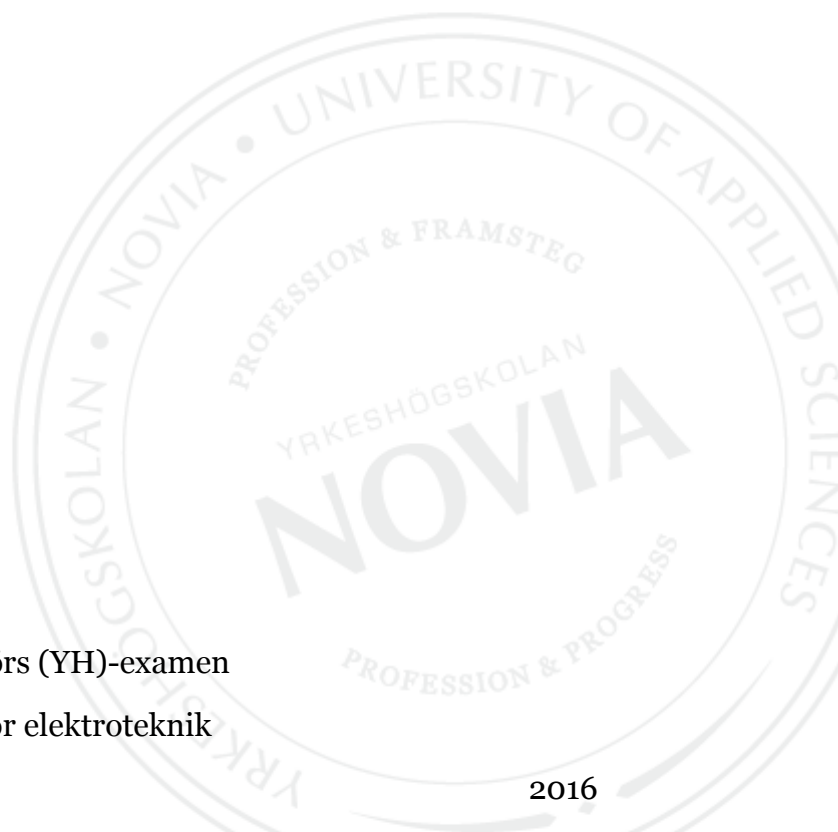
Tommy Råholm

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för elektroteknik

Vasa

2016



EXAMENSARBETE

Författare: Tommy Råholm
Utbildningsprogram och ort: Elektroteknik, Vasa
Inriktningsalternativ: Elkraftsteknik
Handledare: Ronnie Sundsten

Titel: *Beräkningsverktyg för installationer i elstationer*

Datum 19.4.2016 Sidantal 38 Bilagor 12

Abstrakt

Detta examensarbete omfattar ett beräkningsprogram för elstationsprojekt. Beräkningsprogrammet beräknar kostnader och tidsåtgång för installationer inom elstationer samt skapar behövliga listor över material och kablar för projektet.

Uppdragsgivaren för examensarbetet var avdelningen *Substations* på företaget VEO.

Syftet med beräkningsprogrammet är att man snabbt och effektivt kan beräkna installationsmomentet i projektet. Beräkningsprogrammet kommer att användas som hjälpmedel i beräkningar av offerter.

I examensarbetets teoridel genomgås elstationens uppbyggnad och huvudkomponenter. Även principer för installationer i elstationer samt makroprogrammering i Microsoft Excel tas upp som referenskunskap till examensarbetet.

Resultatet blev ett beräkningsprogram utfört i Microsoft Excel med hjälp av makroprogrammering.

Språk: svenska Nyckelord: Microsoft Excel, elstation, kostnadsberäkning

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Tommy Råholm
Koulutusohjelma ja paikkakunta: Sähkötekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto: Sähkövoimatekniikka
Ohjaaja: Ronnie Sundsten

Nimike: *Laskentatyökalu sähköasemien asennukseen*

Päivämäärä 19.4.2016 Sivumäärä 38 Liitteet 12

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö käsittelee sähköasennusprojektien laskentaohjelmaa. Laskentaohjelma laskee sähköasemien asennuskustannuksia ja ajankäyttöä, sekä luo listoja projektin tarvittavista materiaaleista ja kaapeleista. Opinnäytetyö on tehty VEO:n *Substation*-yksikölle.

Laskentaohjelman tarkoituksena on saada malli, millä nopeasti ja tehokkaasti voi laskea projektin asennusmomentteja. Laskentaohjelmaa tullaan käyttämään apuvälineenä tarjouslaskennassa.

Opinnäytetyössä käsitellään sähköaseman sisältöä ja selitetään sähköaseman pääkomponentit. Myös sähköasemien asennuksen periaatteet sekä Microsoft Excel makro-ohjelmointia on käytetty viitetietona opinnäytetyössä.

Tuloksena on laskentaohjelma, joka on ohjelmoitu ja tehty Microsoft Excelissä.

Kieli: ruotsi Avainsanat: Microsoft Excel, sähköasema, kustannuslaskenta

BACHELOR'S THESIS

Author: Tommy Råholm
Degree Programme: Electrical Engineering, Vaasa
Specialization: Electrical Power Engineering
Supervisor: Ronnie Sundsten

Title: *Calculation Tool for Installations in Substations*

Date 19.4.2016 Number of pages 38 Appendices 12

Abstract

This bachelor's thesis comprises a calculation program for substation projects. The calculation program calculates the cost and time for installations in substations and creates the lists of materials and cables for the project. The commissioner of the thesis was the department for substations at the company VEO.

The purpose of the calculation program is to quickly and efficiently calculate the installation step in the project. The calculation program will be used as a tool in the calculations of quotes.

In the theoretical part the thesis deals with the structure of the substation and its major components. The thesis' theory also includes installations in substations and macro programming in Microsoft Excel.

The result was a calculation program executed in Microsoft Excel by using macro programming.

Language: Swedish Key words: Microsoft Excel, substation, cost

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Mål och syfte	2
1.3	Uppdragsgivare	2
2	Teori	4
2.1	Elstation	4
2.1.1	Allmänt om elstationer	4
2.1.2	Ställverk.....	5
2.1.3	Brytare	5
2.1.4	Frånskiljare	6
2.1.5	Mättransformatorer.....	6
2.1.6	Krafttransformator	7
2.1.7	Skensystem	7
2.1.8	Utrustning för kompensering av reaktiv effekt.....	8
2.1.9	Kontrollrum	9
2.1.10	Reläskydd	9
2.1.11	Ritningar över elstationer	10
2.2	Installationer i elstationer.....	12
2.2.1	Standarder och krav	12
2.2.2	Komponenters installation.....	13
2.2.3	Kablage.....	14
2.2.4	Kabeländar.....	14
2.2.5	Skensystem för utomhusställverk.....	15
2.2.6	Kontrollrum	15
2.2.7	Jordning	15
2.3	Microsoft Excel.....	16
2.3.1	Introduktion av Visual Basic for Applications (VBA).....	16
2.3.2	Programmering i Visual Basic for Applications (VBA)	17
3	Praktiskt genomförande	20
3.1	Funktionsspecifikation	20
3.1.1	Allmän beskrivning av programmet	20
3.1.2	Beräkningar i programmet.....	20
3.1.3	Arbetsblad i programmet	21
3.1.4	Programvara och språk	23
3.2	Systemspecifikation	24

3.2.1	Helhetslösning	24
3.2.2	Programmets utseende och arbetsblad.....	26
3.2.3	Programkod	28
3.2.4	Avvikelser från funktionsspecifikationen.....	32
4	Resultat	34
5	Diskussion	35
6	Källförteckning.....	37

Bilageförteckning

Bilaga 1	Enlinjeschema för en elstation
Bilaga 2	Ritning över fysiskt arrangemang för en elstation
Bilaga 3	Startsidan för beräkningsprogrammet
Bilaga 4	Beräkningsprogrammets projektöversikt
Bilaga 5	Resultatsida för underleverantörer
Bilaga 6	Resultatsida för internt bruk
Bilaga 7	Databas för beräkningsprogrammets komponenter
Bilaga 8	Databas över arbetstimmar för installation av komponenterna och övrig information
Bilaga 9	Databas för komponenters tillhörande material
Bilaga 10	Databas för material
Bilaga 11	Databas för komponenters tillhörande kablar
Bilaga 12	Databas för kablar

1 Inledning

Detta examensarbete omfattar ett beräkningsprogram för beräkningar inom elstationsprojekt. Programmet beräknar olika kostnader och tidsåtgång för projektens installationsmoment samt skapar diverse behövliga listor för material och kablar som används för installationerna. Uppdragsgivaren för examensarbetet var avdelningen *Substations* på företaget VEO.

1.1 Bakgrund

VEO:s avdelning *Substations* är en växande avdelning. Antal projekt för avdelningen ökar. Detta medför att tidskrävande arbetsmoment behöver ständig utveckling och tidssparande arbetsverktyg.

Projektens offertskeden är ekonomiskt sett en oerhört viktig del, men därmed också mycket tidskrävande. Genom utveckling av ett kalkylprogram som arbetsverktyg och hjälpmedel vid offertskedet kan man spara både tid och pengar.

Beräkningsprogrammet, som behandlas i examensarbetet, kommer att inrikta sig på den tekniska delen av offertberäkningar. Den tekniska delen av offereringen innebär att välja företag som levererar tjänster för installationer i projektet. Installationsdelen av elstationen berör bl.a. installation och inkoppling av elstationens huvudkomponenter t.ex. brytare, frånskiljare och mättransformatorer. Andra delar av installationen kan exempelvis vara uppförandet av elstationens fysiska skydd och elinstallationer som berör elstationens kontrollrum.

Storleken på elstationer varierar mycket mellan projekten men utgående från projektets enlinjeschema kan man snabbt få en översikt över projektets omfattning och räkna ut antal huvudkomponenter som kommer ingå i elstationen. Kunden, som VEO levererar elstationen till, har individuella krav på projektet. Dessa krav ingår i funktionsspecifikationen för projektet.

När man sammanställt antal komponenter i elstationen samt kundens specifika krav för projektet kan VEO inleda beräkningar för kostnad och tidsåtgång för installationerna. Beräkningarna behövs för att få en klar syn över omfattning och prisnivå över

installationsdelen. Att slagkraftigt kunna jämföra anbuden och förhandla med företagen som skall leverera installationstjänsterna, kräver att man själv har egna uppgifter över tidsåtgång och kostnader.

Att för hand, beräkna tidsåtgång för installationen och samla in allt material och kabelmängder för komponenterna är en process som kräver mycket tid och resurser. Utgående från detta har utvecklingen av ett automatiserat beräkningsprogram, som sköter det mesta i denna process, utförts i detta examensarbete.

1.2 Mål och syfte

Syfte med examensarbetet är att utveckla ett beräkningsprogram som gör att man sparar tid genom att underlätta och snabba upp enskilda arbetsmoment i projektens offertskede. Med hjälp av beräkningsprogrammet kan man i framtiden samla all information om tillhörande material, tillbehör och kablar för installationer i en elstation på ett och samma ställe.

Ett långsiktigt mål med hela examensarbetet är att skapa ett verktyg, som enkelt och smidigt, går att förbättra och vidareutveckla för beräkningar för framtida projekt. Slagkraftiga beräkningar är något väldigt eftersträvarvärt eftersom det underlättar valen av företag man väljer att inleda samarbeten med inom projekten. Installationsdelen inom projekten är en väldigt stor del av projektet, vilket betyder att gott samarbete med installationsföretaget är mycket viktigt. Det kan även, på lång sikt, bidra till framgångsrika samarbeten i framtida projekt ifall man hittar parter och tjänster man är nöjd med och VEO strävar alltid till gott partnerskap med alla parter inom projekten.

1.3 Uppdragsgivare

Företaget Vaasa Engineering grundades år 1989. Efter en företagsfusion år 2012 ändrade företaget namn till VEO. Företagets huvudkontor och produktionsenhet är belägen i Runsor utanför Vasa. Företaget har även kontor på andra orter i Finland och försäljningskontor i Sverige, Norge och Ryssland. Sedan starten 1989 har företaget haft stor tillväxt och idag sysselsätter VEO över 300 personer och hade en omsättning på 64 miljoner euro år 2014. (VEO, 2012).

VEO är en energiexpert som levererar, världen över, automations- och elektrifieringslösningar för energiproducering, energidistribution och processer inom industrin. Projekten levereras ofta nyckelfärdiga vilket betyder att VEO sköter allt från markarbeten till ibruktandet av projektet.

Detta examensarbete har utförts på VEO:s avdelning *Substations*. Avdelningen inriktar sig på projekt inom elstationer. (VEO, 2012).

2 Teori

Detta kapitel kommer behandla den teori och referenskunskap som examensarbetet grundar sig på. Teoridelen behandlar elstationer och elstationens viktigaste komponenter och beståndsdelar. Eftersom beräkningsprogrammet beräknar installationsmomentet i elstationer tas även installationer upp kortfattat. För att öka förståelsen för skapandet av beräkningsprogrammet tas slutligen makroprogrammering i Microsoft Excel upp som referenskunskap till examensarbetet.

2.1 Elstation

Detta underkapitel tar upp allmän information om elstationer och funktionsprinciper för elstationens viktigaste komponenter.

2.1.1 Allmänt om elstationer

En essentiell del av eldistributionen är elstationerna. Utan elstationer blir distributionen av elektrisk energi mellan producenten och konsumenten omöjlig. En elstation är kortfattat en knutpunkt (nod) i elnätet där elektriska energin mellan ingående ledningar och utgående ledningar sammankopplas och dirigeras på ett säkert och skyddat sätt. Elstationer gör att man upprätthåller elnätets funktionsduglighet och skyddar elanvändarna från eventuella fel i elnätet. Transformeringsnivå är vanligt i elstationer, men förekommer inte alltid.

Elstationer kan ha något olika funktioner beroende på vilken typ av elstation det är frågan om. Olika typer av elstationer kan vara kraft-, transformator- och kopplingsstationer. (Åström, 2015, s. 5)

Kraftstationer är en produktionsanläggning där elenergi produceras och matas ut i elnätet. Transformatorstationer och kopplingsstationer fördelar och distribuerar elenergin i elnätet. Skillnaden mellan transformatorstationer och kopplingsstationer är att transformatorstationer transformerar spänningen mellan olika spänningsnivåer medan kopplingsstationer verkar på en och samma spänningsnivå. (Åström, 2015, s. 5)

2.1.2 Ställverk

Det är i elstationens ställverk elektriska energin samlas och fördelas. I ställverket sker elstationens ämnade från- och tillkopplingar och mätning av elektriska energin. Ett ställverk skall vara tillförlitligt och säkert för att garantera ställverkets och elnätets funktionalitet. (Åström, 2015, s. 6). (Blomqvist, 2003, s. 157).

Ställverken delas in i luftisolerade ställverk (AIS) och gasisolerade ställverk (GIS). Skillnaden är, som namnen avslöjar, att luftisolerade ställverk använder luft som isolation medan gasisolerade ställverks isolation består av gas. Fördelar med gasisolerade ställverk är att utrymmesbehovet är mindre samt ökad personsäkerhet. Nackdelar med gasisolerade ställverk är att priset blir högre och eventuella framtida tillbyggnader eller ändringar på ställverket kan vara problematiska jämfört med luftisolerade ställverk. (Åström, 2015, s. 6). (Blomqvist, 2003, s. 165–166). Detta examensarbets innehåll berör luftisolerade ställverk.

De huvudsakliga komponenter som gör ställverket funktionsdugligt är brytare, frånskiljare, samlingskenor, mättransformatorer och skyddsutrustning. (Åström, 2015, s. 6) Funktionsprinciper för dessa kommer redas ut i nästkommande kapitel.

2.1.3 Brytare

Brytaren är den komponent i ställverket som används för att bryta och sluta strömkretsar. Strömmar i högspänningsnät är av storlek som gör att det uppstår kraftiga ljusbågar vid brytning av strömmen. För att släcka den uppkommande ljusbågen krävs brytarkonstruktioner baserade på medium. Brytarna kategoriseras normalt efter brytarens släckmedier. Tryckluftsbrytare, oljebrytare, vakuumbrytare och SF₆ – brytare är exempel på olika sorters brytare. I nyinstallationer används främst SF₆ – brytare och vakuumbrytare. (Blomqvist, 2003, s. 169).

Brytaren har några krav som måste uppfyllas. Den skall klara av kontinuerlig drift med märkström men brytaren skall även fungera felfritt och klara av att bryta och sluta kretsar vid eventuella kortslutningsströmmar, som kan vara flera gånger större än märkströmmen. Brytaren skall klara av att bryta induktiva och kapacitiva strömmar, koppla in stötströmmar av hög frekvens och hantera alla strömmar oberoende på brantheten hos den återvändande spänningen. (Blomqvist, 2003, s. 169–170).

Manövreringen av brytare sker via manuell eller automatisk styrning. Automatisk manövrering av brytare sker genom styrsignaler från skyddsreläet. (Elovaara & Laiho, 2005 s. 245). Skyddsreläet och skyddsutrustningen behandlas senare i kapitlet.

2.1.4 Frånskiljare

Frånskiljaren är den komponent som skapar säkra och synliga brytställen i ställverket. Synliga brytställen skapas, när underhållsarbeten och ändringsarbeten utförs, för att garantera spänningslöshet genom att synligt bevisa att önskvärda delar av ställverket är frånkopplat. I vissa fall av kan synliga brytstället ersättas med enbart en lägesindikering av frånskiljarens tillstånd. (Blomqvist, 2003, s. 178–179). (Elovaara & Laiho, 2005 s. 263).

Frånskiljaren klarar, på grund av sin enkla konstruktion, inte av manövrering vid belastningsström. Manövrering av frånskiljaren vid för stora strömmar medför att, icke önskvärda, överslag och ljusbågar uppstår. Endast mycket låga strömmar som t.ex. transformatorns tomgångsströmmar kan brytas av frånskiljaren. Vanligtvis installeras blockeringar och låsningar som gör att manövrering av frånskiljaren inte är möjlig när manövrering kan vara kritisk, t.ex. vid underhållsarbete eller när kretsens brytare är slutna. Frånskiljaren manövreras ofta för hand men även motormanöverdon med möjlighet till handmanöver förekommer. (Blomqvist, 2003, s. 178–179).

Frånskiljaren placeras före ställverkets brytare på den matande sidan av stationen. Ifall matning kan förekomma från båda hållen placeras en frånskiljare på bägge sidor om brytaren. Frånskiljare för transformatorer använder sig av samma princip för placering. Vid mindre anläggningar sker dock frånskiljningen för transformatorer, och skapandet av det synliga brytstället, genom säkringar, som tas bort när spänningslöshet önskas. (Blomqvist, 2003, s. 178–179).

2.1.5 Mättransformatorer

Mättransformatorerna delas in i strömtransformatorer och spänningstranformatorer och är avsedda för möjliggöra mätning av ström och spänning i ställverket. Mättransformatorerna gör att huvudkretsens ström- och spänningsnivå transformeras ner på en nivå som elstationens skydds- och övervakningssystem klarar av att hantera. Med hjälp av

transformatorerna isoleras en mätkrets ifrån huvudkretsen och skydds- och övervakningssystemet kan placeras på mera personsäkra och lämpliga platser jämfört med ifall skydds- och övervakningsutrustningen skulle verka och finnas på de egentliga spänningsförande mätpunkterna. (Elovaara & Laiho, 2005 s. 271).

2.1.6 Krafttransformator

Transformatorer omvandlar elektrisk energi från en spänningsnivå till en annan spänningsnivå. Eftersom eldistributionen verkar på olika spänningsnivåer behövs transformatorer i elnätet. Omvandlingen mellan spänningsnivåerna sker i elnätets transformatorstationer, som tas upp i examensarbetets kapitel 2.1.1

Transformatorerna i eldistributionen har ett gemensamt namn, vilket är krafttransformatorer. Beroende på transformatorns märkeffekt kan krafttransformatorerna delas in i distributionstransformatorer och större transformatorer. Distributionstransformatorer har en märkeffekt på ca 10–2 000 kVA medan större transformatorers har en effekt på större än 2 000 kVA (Rejminger, 2002, s. 2–3).

Elnätets belastning varierar kraftigt beroende på tidpunkt på dygnet och detta medför att spänningsnivån i elnätet skiftar. På grund av detta förses krafttransformatorerna ofta med lindningskopplare eller omsättningskopplare. Dessa omkopplare gör att krafttransformatorerna kan reglera dess omsättning beroende på elnätets belastning, vilket gör att spänningsnivån kan hållas konstant. (Rejminger, 2002, s. 41).

Omsättningskopplaren kan endast användas vid spänningslöst tillstånd (Brown, 2009, s. 10), eftersom den bryter kretsen vid användning. Omkopplingen kan utföras redan vid installationen av transformatorn. (Rejminger, 2002, s. 41). Lindningskopplaren däremot är mer komplicerad och kan även användas avbrottsfritt under drift. (Rejminger, 2002, s. 42).

2.1.7 Skensystem

Skensystemet är ett begrepp som definierar hur elstationens ställverk är konstruerat. Det finns ett flertal olika metoder och alternativ för konstruktion av ställverkets skensystem. Följande skensystem är vanliga inom elstationer:

- Enkelskena
- Dubbelskena – dubbelbrytare
- Dubbelskena – enkelbrytare
- Ringskena
- ½-brytarschema

(McDonald, 2012, s. 1)

Fördelen med mera avancerade skensystem är många. Till exempel kan system med dubbelskena, via omkopplingar, upprätthålla elstationens funktionalitet vid eventuella fel eller underhållsarbeten genom att en skena används medan den andra är ur bruk. Ett system med enkelskena faller bort direkt vid liknande företeelser. (McDonald, 2012, s. 1–2).

Andra fördelar med avancerade skensystem kan vara t.ex.

- Möjlighet till gruppering av lasten. D.v.s. lasten kan dirigeras till önskad skena.
- Ställverkets användbarhet, tillförlitlighet och driftsäkerhet. Ställverket har en större motståndskraft mot eventuella fel.
- Flexibilitet. Skensystemet blir mera flexibelt med flera olika möjligheter till omkopplingar.

(Elovaara & Laiho, 2005 s. 305).

Nackdelar med avancerade system är, både allmänt och ur installations synpunkt, att dessa system kräver mera utrymme och priset blir högre när antal komponenter, material och arbetstimmar ökar för uppförandet av systemet. (McDonald, 2012, s. 6). (Elovaara & Laiho, 2005 s. 305).

2.1.8 Utrustning för kompensering av reaktiv effekt

Reaktiv effekt uppstår i elnätet p.g.a. att vissa inkopplade laster producerar reaktiv effekt. Till exempel elmotorer och lysrör är komponenter i elnätet som producerar en betydande del reaktiv effekt. Reaktiv effekt kan vara kapacitiv eller induktiv. En stor mängd reaktiv effekt är inte önskvärd eftersom den tar onödigt stor plats i elnätet och används endast till begränsade områden som t.ex. magnetisering av elmotorer. Av den orsaken behövs utrustning för att kompensera bort den reaktiva effekten, vilket skapar utrymme för aktiv effekt.(ABB, 2016a).

För att kompensera den reaktiva effekten i elnätet används normalt shuntkondensatorer. Med shuntkondensatorer menas kondensatorer, som kopplas i serie eller parallellt, som kompenserar bort den reaktiva effekten. Förutom shuntkondensatorer behövs också shuntreaktorer för kompensering av reaktiv effekt. (Elovaara & Laiho, 2005 s. 287–288).

Förutom för att kompensera bort reaktiv effekt, och därmed minska förlusterna, placeras kompenseringsutrustning i elstationerna för att reglera spänningsnivån. Belastningen i elnäten ökar och minskar hela tiden men genom shuntkondensatorer kan spänningsnivån höjas när belastningen är hög och sänkas när belastningen är låg. (Electrical Engineering Portal, 2010).

2.1.9 Kontrollrum

I elstationens kontrollrum (eller kontrollbyggnad) finns systemets skydds och mätutrustning, d.v.s. reläskydden. I kontrollrummet finns även mellanspänningsställverk, reservkraft och AC och DC centraler för elstationens egna strömförsörjning. (Sundsten, 2016)

Mellanspänningsställverket verkar på spänningsnivåer på 20 kV och lägre. Dessa ställverk kapslas in i skåp, med ett skåp per utgående linje. (ABB, 2016b). Mellanspänningsverken innehåller stort sett samma komponenter som utomhusställverket. Enda skillnaden är att frånskiljningen oftast sker genom utdragbara brytare, vilket skapar det synliga brytstället. (Sundsten, 2016)

2.1.10 Reläskydd

Reläskydd finns i elstationer för att övervaka och skydda ledningar, transformatorer och andra komponenter i elnätet. (Fingrid, u.å.) Reläskydden placeras i kontrollrummet. Reläskydd kan kortfattat ses som komplicerade säkringar. Reläskyddet ser till, precis som en säkring, att strömmen kopplas bort vid eventuella fel för att skydda människor och apparater. (ABB, 2012).

Det finns flera typer av reläskydd, beroende på vad och vilken komponent reläet skall skydda. Reläets huvudsakliga uppgift är att övervaka den anläggningsdel som skyddet är

inställt för. Genom att mäta elektriska storheter i elnätet detekterar reläet eventuella fel om storheternas värden överskrider de förinställda värdena. När felsituationer inträffar ger reläet brytaren en signal för fränkoppling. (Blomqvist, 2003, s. 349).

Reläskyddet har några väldigt viktiga grundsaker gällande sin funktionsprincip. Reläskyddet bör fungera tillräckligt **snabbt** för att förhindra stora skador på anläggningsdelar och för att bevara stabiliteten i elnätet. Reläskyddet bör ha **tillförlitlighet**, vilket betyder att skyddet fungerar enligt planerad skyddsplan och endast kopplar från systemet vid eventuella feltillfällen. Reläskyddet bör fungera **selektivt**. Med skyddets selektivitet menas att så liten del av elnätet påverkas och kopplas bort när ett fel uppstår. (Fingrid, 2006).

2.1.11 Ritningar över elstationer

Till följande förklaras de ritningar och scheman över elstationer som mest överskådligt beskriver storleken och funktionsprincipen av elstationer. I beräkningsprogrammet, som utvecklas i detta examensarbete, används dessa ritningar för att enkelt sammanställa projektets komponenter och kabellängderna för komponenterna.

Enlinjeschema

Ett enlinjeschema är ett kopplingschema för flerfasiga elnät beskrivet med endast en av faserna utritat. D.v.s. enlinjeschemat är en förenklad beskrivning av huvudkretsen. (NE, 2016).

Syftet med enlinjeschemat är att man snabbt och lätt åskådligt skall kunna redogöra för elstationens funktionsprincip och vilka huvudkomponenter och mätinstrument som innefattar elstationens huvudkrets. Även komponenternas benämningar och beteckningar framgår på enlinjeschemat. (Esala, 2015, s. 14).

I examensarbetets beräkningsprogram används enlinjeschemat för att sammanställa projektets komponenter.

Exempel på hur ett enlinjeschema kan se ut, se bilaga 1.

Fysiskt arrangemang

Placering av ställverkets komponenter påverkas av många faktorer. Tillgängligt utrymme, kabelvägar och kabelgenomföringar, reservationer för framtida utbyggnader och tillräckligt med utrymme för att underhållsarbete kan utföras på säkert sätt. (Esala, 2015, s. 15).

Syftet med ritningar och scheman över elstationens fysiska arrangemang är att beskriva dessa punkter på ett idealiskt sätt samt att framföra elstationens uppställning av ställverket och kontrollrum. Fysiska arrangemanget ritas i skalor, vilket förtydligar komponenternas positioner, avstånd och höjder. (Esala, 2015, s. 15).

Med hjälp av ritningar över fysiska arrangemanget kan man bestämma längder för kabelrutter, vilket behövs i beräkningsprogrammet.

Exempel på ritning över fysiskt arrangemang, se bilaga 2.

2.2 Installationer i elstationer

Detta underkapitel behandlas installationer i elstationer. Standarder och krav för installationer inom Finland redogörs och därefter tas vissa moment inom installationer upp kort.

2.2.1 Standarder och krav

För att garantera god kvalitet och skapa säkra och funktionsdugliga installationer och elarbeten finns bestämda standarder, krav och direktiv över hur installationer skall genomföras. Dessa är skapade och framställda utgående finska ellagen och elsäkerhetslagen. (Mansikkamäki, 2015, s. 15).

I Finland är det Finlands Standardiseringsförbund SFS rf som är centralorganisation för standardiseringen. Största delen av SFS-standarderna grundar sig på internationella eller europeiska standarder. (SFS, u.å.) Ifall installationerna sker i andra länder än Finland är det andra standarder och krav som gäller.

Alla installationer i elstationer utförs enligt standarder. I Finland övervakar säkerhets- och kemikalieverket Tukes att installationerna uppfyller kraven. Följande standarder följs i uppförandet av en elstation:

- Elsäkerhetslagen 14.6.1996/410
- Handels- och industriministeriets beslut om arbeten inom elbranschen 5.7.1996/516
- SFS 50341-1 Standarder för luftledning
- SFS 6000 Lågspänningselininstallationer
- SFS 6001 + A1 + A2 Högspänningselininstallationer
- SFS 6002 Säkerhet vid elarbeten

Varav SFS 6001 och SFS 6002 är standardsamlingarna som är viktigaste och berör mest gällande uppförande av elstationer. (Mansikkamäki, 2015, s. 15).

I SFS 6001 kategoriseras de viktigaste punkterna för högspänningsinstallationer enligt:

- Grundkrav (Allmänna krav, elektriska krav, mekaniska krav, väder och omgivning, specialkrav)
- Krav för isolering
- Krav för komponenterna
- Krav för installationer

- Säkerhetsföreskrifter
- Krav för hjälp- och styrsystem
- Krav för jordning
- Krav för mätningar, granskningar och testningar

(SFS 6001, 2015, s. 2–7)

Alla punkter är relevanta för installationer i elstationer. För att avgränsa området tas enbart det mest väsentliga angående installationer upp i examensarbetet.

2.2.2 Installation av komponenter

Installationen av utomhusställverkets komponenter består av flera moment. Några moment av installationen är följande:

- Stålkonstruktioner. Komponenterna på utomhusställverket placeras på stålkonstruktioner. Dessa stålkonstruktioner installeras på utfältet efter markarbetet är klart. (personlig kommunikation med teknisk stödperson för försäljning Lehto, 14.10.2015)
- Reglering av frångiljarna. Frångiljare bör justeras, genom staganordningar, att de öppnar och stänger på exakt samma tidpunkt. (personlig kommunikation med Lehto, 14.10.2015)
- Gaspåfyllning av SF6 brytare. Påfyllningen av SF6 gasen är ett omfattande moment i installationen och bör beaktas i tidsberäkningar. (personlig kommunikation med Lehto, 14.10.2015)
- Montera och ansluta fältlinor för komponenterna. Anslutningar till komponenter bör utföras noggrant och på ett korrekt sätt. Anslutningarna bör vara väl rengjorda och smörjda med fett samt fast monterade med korrekt åtdragningsmoment. (Mansikkamäki, 2015, s. 34–35).
- Montering av fördelningsskåp. Fördelningsskåpen för kablage till komponenter kan monteras på komponenternas stålkonstruktion eller på marken ovanför nergrävda kabelrutter. (Mansikkamäki, 2015, s. 34).

Uppskattad tidsåtgång för varje enskild komponent räknas ut genom att på bästa möjliga sätt beakta så många av momenten som möjligt och utifrån det skapa en trovärdig tidsåtgång.

2.2.3 Kablage

Kablage behövs till flertal saker inom elstationer. Till exempel sker manövrering av brytare och fränkskyljare och komponenternas lägesindikering genom signaler via kablage. Manövreringen sker med hjälp av elmotorer och motorerna behöver därav försörjas med elmatning. Signaler för överföring av mättransformatorernas mätdata är ett annat exempel där kablage behövs. (Esala, 2015, s. 20). På grund av det kalla klimatet i Norden har även vissa komponenter inbyggda värmare, för att garantera att komponenten upprätthåller sin funktionalitet även under kallare årstider. Dessa värmare behöver kablage. (Portman, 2015, s. 8).

Rutten för kablarna mellan komponenterna och kontrollrum utförs ofta med dubbelt skyddssystem, vilket betyder att ifall ett fel skulle inträffa vid ena kabelrutten så kan signalen nå fram via en annan kabelrutt. (Portman, 2015, s.5) Kabelrutter mellan utefältets komponenter och kontrollrummet sker i rör, nergrävt under marken. (Esala, 2015, s. 20).

Förläggningen av kablar bör ske med avskärmade kablar eftersom störningar kan uppstå vid parallella kabeldragningar av signalkablar och lågspänningskablar. (Portman, 2015, s. 12). (Mansikkamäki, 2015, s. 30).

2.2.4 Kabeländrar

Kabeländrar monteras på högspänningskablar för att möjliggöra en säker och funktionsduglig anslutning av kabeln till anslutningspunkten. Kabeländrar skyddar även kabeln mekaniskt och hindrar fukt att tränga in i kabeln. (Elovaara & Laiho, 2005 s. 380).

Uppskattning av tidsåtgång för installation av kabelända beror på vilken kabelmodell som används i projektet. (personlig kommunikation med teknisk stödperson för försäljning Lehto, 9.12.2016)

2.2.5 Skensystem för utomhusställverk

I installationer av skensystem för utomhusställverk används vanligen olika sorters aluminiumrör. Av ekonomiska skäl används inte koppar som material. Fördelen med att använda aluminiumrör som skensystem är många, bl.a. de klarar av eventuella kortslutningsströmmar, ställverket får ett vackert linjärt utseende och eventuell utvidgning av ställverket blir möjligt att utföra. (Elovaara & Laiho, 2005 s. 310).

Även utefältlinor, som kan jämföras med grova vajers, används som skensystem. (Elovaara & Laiho, 2005 s. 310).

2.2.6 Kontrollrum

VEO installerar och bygger sina kontrollrum med tillhörande mellanspänningsverk och utrustning i sin produktionsenhet i Vasa, Finland. Kontrollrummen är små byggnader som färdigställs, med tillhörande elinstallationer, vid fabriken före dem levereras till elstationen. Mellanspänningsverken monteras skilt inne i företagets innan dem placeras i kontrollrummen.

Tidsåtgång och material för installationerna räknas som en sammanlagd kostnadssumma för hela kontrollrummet. (personlig kommunikation med teknisk stödperson för försäljning Lehto, 14.10.2016)

2.2.7 Jordning

Alla komponenter och enheter som verkar på ställverkets utefält t.ex. komponenter, stålkonstruktioner, fysiska skydd (staket) och åskmast m.m. kopplas till jordningsnätet genom jordning. (Esala, 2015, s. 18).

Jordningsnätet för elstationer består av ett marklinenät av koppar som grävs ner under marken. (Blomqvist, 2003, s. 164).

Jordningen för elstationen är en mycket essentiell del av installationen (McDonald, 2012, s. 1) och bör beaktas i beräkningar för installationen.

2.3 Microsoft Excel

Beräkningsprogrammet, som examensarbetet behandlar, har skapats och utvecklats i Microsoft Excel genom makroprogrammering. Detta underkapitel behandlar Microsoft Excel och funktionsprincipen och uppbyggnaden av makroprogrammering.

2.3.1 Introduktion av Visual Basic for Applications (VBA)

Microsoft Office är ett paket med olika programvaror som är lämpade för kontorsarbeten. Microsoft Excel är en del av Office paketet och är ett program utvecklat för kalkyler och datahanteringar.

Microsoft Excel är för majoriteten ett mycket känt program. Den mera erfarna användaren kanske vet att det är möjligt att spela in makron med hjälp av makroinspelaren. Vad kanske inte så många vet att Microsoft Excel innehåller ett mycket kraftfullt programmeringsspråk som gör det möjligt för användaren själv att skriva egna makron. Programmeringsspråket är Visual Basic for Applications (VBA) och skapandet av programkoden görs i Visual Basic Editorn (VBE). (Walkenbach, 2013a, s. 827).

Ett makro är en följd av instruktioner skapade av användaren som helautomatiskt utför ett händelseförlopp i Excel. Detta gör att användaren kan arbeta mera effektivt och med mindre fel i arbetsprocessen i Excel. (Walkenbach, 2013a, s. 827).

Med hjälp av VBA makron kan man t.ex.

- Automatisera repetitiva processer. Ifall exempelvis samma arbetsprocess utförs i flera arbetsblad kan man utveckla ett makro som gör arbetet.
- Automatiskt skapa utseende för dokument genom att göra makron som lägger in text och figurer.
- Analysera och göra prognoser för data
- Skapa nya funktioner. Excel har ett flertal färdiga funktioner. Med makroprogrammering kan dessa kombineras eller så kan helt nya funktioner skapas av användaren.
- Skapa ett helautomatiskt beräkningsprogram, vilket är fallet i detta examensarbete.

Det här är bara några exempel på möjligheter med makroprogrammering. Det är egentligen endast egna fantasin som sätter gränserna för möjligheterna i programmering i Excel. (Walkenbach, 2013a, s. 828).

2.3.2 Programmering i Visual Basic for Applications (VBA)

Precis som alla andra programmeringsspråk använder sig VBA av variabler (variables), konstanter (constants), alternativval (conditional statements), operatorer (operators), upprepningssatser (loops) och matriser (arrays) och andra programmerings tillvägagångssätt för att skapa programkoden. Eftersom programmering överlag utförs på engelska nämns även uttrycken på engelska. (Walkenbach, 2013b, s. 124).

Variabler (variables)

Medan programmet körs måste tillfällig data lagras någonstans. Variabler används för att lagra data. Värdet för en variabel kan ändras medan programmet körs, därav namnet variabel. (Shepherd, 2005, s.11).

För att effektivisera programkoden bör variabler helst deklarerars vilken typ av data (t.ex. heltal, flyttal, textsträngar) som skall lagras i variabeln. Ifall variabeln inte deklarerars med en datatyp deklarerar VBA variabeln automatiskt, vilket gör koden mindre effektiv. (Shepherd, 2005, s.16).

Matriser (arrays)

Matriser lagrar, precis som variabler, data. Skillnaden är att en matris klarar av att lagra mer än ett värde i sig. Matriser kan göras flerdimensionella och dynamiska, vilket kan göra datalagringen mycket omfattande ifall det behövs. (Shepherd, 2005, s.22).

Alternativval (conditional statements)

Beslutsfattande eller alternativval är ett mycket viktigt område i programmering. Ifall programmet inte skulle innehålla några alternativval skulle programmet snabbt bli utan intelligens. Programmet skulle inte kunna göra beslut hur programmet skall gå vidare i programkörningen vid varje enskilt utfall. (Shepherd, 2005, s.38).

Operatorer (operators)

Operatorer utför matematiska funktioner, jämförelser eller logiska operationer mellan två värden. Operatorer används flitigt inom programmering.

Matematiska funktioner kan vara t.ex. addition, subtraktion, multiplikation m.m. Jämförelsefunktioner är operatorer som jämför två värden, t.ex. större än, mindre än och lika med. Logiska operationer utför logiska konjunktion på två uttryck t.ex. AND, OR och NOT. (Shepherd, 2005, s.75).

Upprepningssatser (loops)

Upprepningssatser, eller loopar, gör programkoden mycket mer effektiv. Med upprepningssatser är det möjligt att upprepa kod tills ett visst villkor eller värde har uppfyllts, utan att behöva skriva samma kod flera gånger med nya villkor. Det finns flera olika sorters loopar, med olika uppbyggnader, inom programmering. (Shepherd, 2005, s.42).

Programuppbyggnad

För att förstå makroprogrammering i Microsoft Excel och dess uppbyggnad förklaras några termer och begrepp. Uppbyggnaden kan ses i figur 1.

Programmeringskod (Code): Programmeringskoden gör att de önskade handlingarna utförs i programmet. I Excel kan koden spelas in eller skrivas själv.

Modul (Module): Modulerna är sparade i Excels arbetsbok. Redigering och skapandet av moduler sker i Visual Basic Editorn (VBE). Modulerna innehåller procedurer.

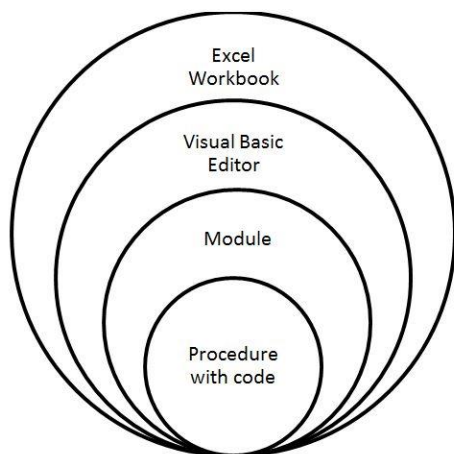
Procedurer (Procedures): En procedur i makroprogrammering är kortfattat en sektion som innehåller programmeringskod. VBA stöder två olika typer av procedurer:

- **Subrutiner:** En subrutin utför en sekvens av handlingar. Handlingarna sker genom skapad programmeringskod som utför processen i bestämd ordning.

- **Funktioner:** En funktion **returnerar** ett enskilt värde eller möjligtvis en matris (array) genom att invärden skickas in i funktionen när funktionen anropas. En egenskapad funktion kan även användas i arbetsbladet, precis som alla andra Excels färdiga funktioner.

(Walkenbach, 2013b, s. 121).

Makroprogrammering utförs genom att skapa och kombinera dessa ovan nämnda termer. Programkoden skapas utgående användarens och programmerarens egna mål och syfte med programmeringen. Slutprodukten för detta examensarbete använder sig av variabler, matriser, alternativval, operatorer och upprepningssatser. Programkoden är uppbyggt i subrutiner, som är uppdelat i flera olika moduler. Uppstruktureringen för programmet behandlas i examensarbetets kapitel 3.



Figur 1 Uppbyggnaden av programmering i Excel.

3 Praktiskt genomförande

I detta kapitel redogörs examensarbetets praktiska genomförande. Till examensarbetets praktiska genomförande ingår funktionsspecifikationen och systemspecifikationen för beräkningsprogrammet.

3.1 Funktionsspecifikation

Funktionsspecifikation är en detaljerad förteckning och beskrivning av vilka problem som skall lösas i examensarbetet och vilka krav som finns på skapandet av beräkningsprogrammet.

Denna funktionsspecifikation är inte något som fastställts från dag ett av projektet, utan funktionsspecifikation har växt fram under anordnade möten, alltefter arbetet framskridit.

3.1.1 Allmän beskrivning av programmet

Beräkningsprogrammet innefattar beräkningar av kostnader och tidsåtgång för installationer i elstationer. Beräkningsprogrammet beräknar främst kostnader för material, kablar samt installationsarbetet för projektet. Beräkningsprogrammet beräknar tidsåtgång för de olika arbetsmomenten i installationerna samt tidsåtgång för hela projektet.

Programmet sammanställer även listor över projektets komponenter, material och kablar. Listorna anger mängder och antal samt priser för varje enskild komponent, material och kabelmodell.

3.1.2 Beräkningar i programmet

Åtminstone bör följande beräkningar förverkligas i beräkningsprogrammet:

Beräkning av arbetstimmar/tidsåtgång:

- Arbetstimmar för installation av projektets enskilda huvudkomponenter
- Arbetstimmar för förläggning av kablar och montering av kabeländrar

- Totala mängden arbetstimmar och arbetsveckor för projektets installationsmoment
- Kostnad för totala mängden arbetstimmar och arbetsveckor

Beräkning och sammanställning av installationsmaterial:

- Sammanställa en materiallista
- Beräkna mängd och antal av varje enskilt installationsmaterial
- Kostnader för installationsmaterial

Beräkning och sammanställning av installationskablar

- Sammanställa en kabellista
- Beräkna mängd och antal av varje enskild kabelmodell för installationer
- Kostnader för kablar

Beräkning och sammanställning av projektets övriga kostnader

- Resekostnader
- Logikostnader
- Kostnader för dagtraktament
- Kostnader för verktyg och personliftar

3.1.3 Arbetsblad i programmet

Följande arbetsblad bör åtminstone ingå i beräkningsprogrammet:

- **Startsida.** Programmet bör ha en användarvänlig och lättförståelig startsida. På startsidan skall användare enkelt kunna välja och sammanställa det aktuella projektets innehållande huvudkomponenter. På startsidan anges huvudkomponenternas antal samt längden mellan huvudkomponenten och dess anslutningsadress. Anslutningsadressen för komponenterna kan vara kontrollrum eller fördelningskåp på ställverkets utefält, men den informationen konstaterades inte vara väsentlig i beräkningsprogrammet. Antal och längd utläses från projektets enlinjeschema och ritningar över fysiska arrangemanget. Dessa ritningar redogörs i teoriavsnittet.

Startsidan skall innehålla en tryckknapp, som genom enkelt knapptryck av användaren, upplyser beräkningsprogrammet att projektets komponenter är fastställda och processen för sammanställandet av projektöversikten kan inledas.

Startsidan bör innehålla information och instruktioner för användarna hur sidan fungerar.

- **En sida för översikt av projektet.** Programmet bör innehålla en sida som, utgående från startsidans valda komponenter, enkelt ger användaren en översikt och sammanfattning över projektet. På denna sida listas projektets innehållande komponenter. Till denna sida hämtas också komponenternas all bakomliggande information. Bakomliggande information för komponenterna är tillhörande material och kablar samt pris för dessa, uppskattad tidsåtgång för installation av komponenten och uppskattad tidsåtgång för installation av komponentens kabelmodeller.

Användaren skall kunna gå igenom projektets innehåll och även kunna göra ändringar ifall felaktiga uppgifter påträffas i projektsammanfattningen.

Projektöversikten skall innehålla en tryckknapp, som genom enkelt knapptryck av användaren, upplyser beräkningsprogrammet att sammanfattningen av projektet är granskad och godkänd och beräkningarna för projektet kan inledas.

Sammanfattningssidan bör innehålla information och instruktioner för användarna hur sidan fungerar.

- **Resultatsida för internt bruk.** Beräkningsprogrammet skall skapa en resultatsida som på ett lättfattligt och överskådligt vis sammanställer alla beräkningar programmet beräknar. Resultatsidan skall skapa listor över komponenter, material och kablar för projektet. Listorna skall ange mängder och antal för varje enskild komponent, material och kabelmodell.

Denna resultatsida är till för företagets egna bruk och bör på ett tydligt sätt framhäva projektets alla beräkningar och företagets egna slutgiltiga pris för installationsmomentet.

- **Resultatsida för underleverantörer.** Beräkningsprogrammet skall skapa en resultatsida som är ämnad för företagets underleverantörer. Denna resultatsida skall

inte presentera företagets egna beräkningar för kostnader, tidsåtgångar och dylikt. Resultatsidans mål och syfte är att ge budande underleverantörer en uppfattning om projektets omfattning.

Denna resultatsida skall snyggt och prydligt sammanställa projektets komponentlista, materiallista och kabellista. Listorna skall ange mängder och antal för varje enskild komponent, material och kabelmodell. Resultatsidan för underleverantörer skall också skapa en lista för övriga kostnader, t.ex. resekostnader, logikostnader, verktyg och lyftanordningar.

Utgående från de skapade listorna på resultatsidan skall budande underleverantörer kunna ange sina egna beräknade priser för de enskilda sektionerna på resultatsidan.

3.1.4 Programvara och språk

Beräkningsprogrammet bör vara utfört och skapat i Microsoft Excel. Beräkningsprogrammet bör utföras med hjälp av makroprogrammering för att automatisera, snabba upp och undvika eventuella beräkningsfel i beräkningsprocessen.

Beräkningsprogrammet görs på engelska.

3.2 Systemspecifikation

Systemspecifikationen är ett svar på funktionsspecifikationen och beskriver hur problemet och kraven på skapandet av beräkningsprogrammet blivit löst.

Lösningen för hela beräkningsprogrammet utfördes med hjälp av makroprogrammering i Microsoft Excels Visual Basic Editor (VBE).

3.2.1 Helhetslösning

Helhetslösningen och arbetsprocessen för programmet utformades i denna numeriska ordning. Arbetsprocessen förtydligas i figur 2. Parenteserna anger vad som styr arbetsmomenten.

1. Start sida (Användare)

- Användaren sammanställer projektets komponenter
- Användaren anger komponenternas antal och längd utgående från enlinjeschemat och ritningar över fysiska arrangemang

2. Skapande av projektöversikt (Programkod)

- Programmet läser in projektets komponenter från startsidan. Därefter samlas all bakomliggande information för komponenterna och sammanställer informationen på ett nytt arbetsblad

3. Projektöversikt (Användare)

- Användaren går igenom projektöversikten för att kontrollera att allt tillhörande material och kablar för projektkomponenterna samt värden för priser och arbetstimmar är korrekta.

↓

- Användare godkänner inte projektets innehåll och återvänder till start sida eller infodatabaser för redigering. Återgång till start sida sköts av programkod. Återgår till punkt 1 i arbetsprocessen.

ELLER

- Användare godkänner projektets innehåll och skapar resultatsidor.

4. Skapande av resultat (Programkod)

- Programmet skapar resultatsidor. Programkod samlar in all information utgående från projektöversikten och skapar nya arbetsblad för resultatsidorna. Resultatsida för internt bruk och resultatsida ämnad för underleverantörer skapas.

5. Resultatsidor (Användare)

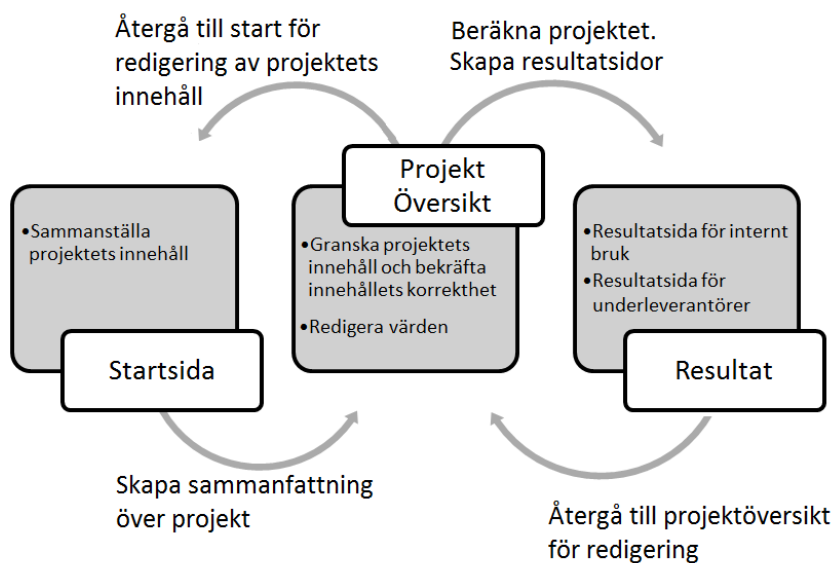
- Användare granskar beräkningsprogrammets beräkningar.

↓

- Användare godkänner inte programmets beräkningar och återvänder till projektöversikten för redigering av värden. Återgång till projektöversikt sköts av programkod. Återgår till punkt 3 i arbetsprocessen.

ELLER

- Användare godkänner programmets beräkningar och utgår från beräkningsresultatet vid projektoffertberäkningar.



Figur 2 Beräkningsprogrammets arbetsprocess.

3.2.2 Programmets utseende och arbetsblad

Till följande kommer slutresultatet för beräkningsprogrammets utseende och olika arbetsblad redogöras.

Startsida

Startsidan utformades enligt funktionsspecifikationens beskrivning. Sammanställningen av projektets komponenter sker lodrätt utgående från en rullgardinsmeny. Rullgardinsmenyn hämtar komponenterna från databasen för programmets komponenter. Databaserna redogörs senare i detta kapitel. För att underlätta sammanställningen kategoriserades komponenterna, vilket gör att storleken på rullgardinsmenyerna minskas och önskad komponent kan hittas snabbare. Slutresultatet för startsidan, se bilaga 3.

Sida för projektöversikt

Sidan för projektöversikten listar komponenterna lodrätt. All bakomliggande information för komponenterna listas kolumnvis till höger om komponenten. Komponenterna avgränsas från varandra med ett vågrätt streck. Projektöversiktens utseende, se bilaga 4.

Resultatsida för internt bruk

Denna resultatsida utformades enligt kategorier. Kategoriseringen av resultatet gör att resultaten av beräkningarna framhävs tydligare. Resultatsidans kategorier är installation, material, kablar och arbetare/tidsåtgång. För varje kategori sker de olika beräkningarna kolumnvis till höger. Resultatsidans utseende, se bilaga 6.

Resultatsida för underleverantörer

Denna resultatsida delades upp, enligt kategorier, på ett liknande sätt som resultatsidan för internt bruk. Skillnaden är att inga kostnader och tidsåtgångar skrivs ut på sidan. Kategorierna är installation, kablar och övrigt. Till höger om kategorins huvudinnehåll finns en kolumn för underleverantörer att fylla i egna uppskattade/beräknade värden. Resultatsidans utseende, se bilaga 5.

Databaser och lagring av komponenternas information

Ett tidigt problem i examensarbete var hur beräkningsprogrammets all information om komponenterna skulle lagras. Lösningen blev olika arbetsblad i Excel där informationen om komponenterna, materialet och kabelmodellerna samlas och lagras.

Funktionsprincipen för lagringen av programmets information blev uppställt på ett liknande sätt i varje s.k. databasarbetsblad. Arbetsbladets huvudsakliga innehåll listas lodrätt i en listvy medan all tillhörande information för det huvudsakliga innehållet lagras vågrätt till höger om det huvudsakliga innehållet. För att förtydliga detta tas arbetsbladet för komponenternas kablar som exempel. I detta arbetsblad listas komponenterna lodrätt i en listvy medan alla kabeltyper som behövs för installation av varje enskild komponent lagras till höger om komponenten. I och med att arbetsblad i Microsoft Excel är väldigt stort (1 048 576 rader x 16 384 kolumner) (Microsoft, 2016), så blir möjligheten till lagring av kabeltyper i vågrät riktning och komponenter i lodrät riktning mer än tillräcklig för detta syfte.

Components	Cables / Component				
Air Insulated High Voltage Components					
DCB breaker	MCMK 2x2.5+2.5	MCMK 2x6+6	MCMO 19x2.5	MCMO 19x2.5	
DCB breaker +GND Switch	MCMK 2x2.5+2.5	MCMK 2x6+6	MCMO 19x2.5	MCMO 19x2.5	MCMO 19x2.5
Breaker	MCMK 2x2.5+2.5	MCMK 2x6+6	MCMO 19x2.5	MCMK 4x2.5+2.5	
Disconnecter	MCMK 2x2.5+2.5	MCMK 2x6+6	MCMO 7x2.5	MCMO 12x2.5	

Figur 3 Funktionsprincip för lagring av information.

De olika arbetsbladen med lagrad information blev uppdelat på följande vis. Tillhörande enheter anges inom klamrar. Utseende för databaserna kan hittas i angivna bilagor.

1. Databas över programmets komponenter (Bilaga 7)
 - Här samlas alla komponenter som används i programmet. Komponenterna är uppdelade i kategorier.
2. Databas över arbetstimmar för installation av komponenterna och övrig projektinformation (Bilaga 8)
 - Här samlas uppskattad tidsåtgång för installation av varje enskild komponent [h]
 - Här samlas kostnad för installationer [€/h]
 - Här samlas kostnader för dagtraktament [€/dag]
 - Här samlas antalet arbetstimmar i veckan för projektet [h/vecka]

3. Databas över material för komponenterna (Bilaga 9)
 - Här samlas allt material för installation av varje enskild komponent

4. Databas över pris för material (Bilaga 10)
 - Här samlas priser [€] för varje enskilt material

5. Databas över kablar för komponenterna (Bilaga 11)
 - Här samlas alla kabelmodeller för installation av varje enskild komponent

6. Databas över kablarna (Bilaga 12)
 - Här samlas meterpriser [€/m] och arbetstimmar [h] för förläggning av kabel och montering av kabeländar för varje enskild kabelmodell

Dessa arbetsblad visas som vanligt i programmets användargränssnitt (se figur 4) men kan döljas av användaren ifall mängden arbetsblad anses vara för många under programanvändningen. Att dölja databaserna fordrar att databaserna är väl uppdaterade och innehåller all nödvändig information som krävs för projektberäkningar.

Start / Overview / Component Database / Installation & Other Info / Material for Components / Material Database / Cables for Components / Cable Database / Result Contractor / Result VEO

Figur 4 Beräkningsprogrammets arbetsblad.

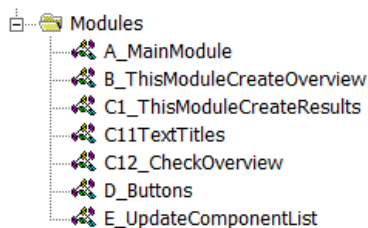
3.2.3 Programkod

Mängden programkod blir snabbt väldigt stor när ett program skapas. Alltefter programmet växte så ökade även mängden programkod markant. För att hindra att programkoden skulle bli svår att hantera, redigera och läsa delades programkoden upp i flera olika moduler och procedurer. Begreppen moduler och procedurer behandlas i teoridelen av examensarbetet. I skrivande stund är programmet uppdelat i sju moduler, som alla har egna uppgifter. Inuti modulerna finns totalt 63st olika procedurer som innehåller programmets programkod.

Detta är indelningen av programmets moduler. Inom parentes anges hur många procedurer som verkar i modulerna. I figur 5 hittas alla moduler.

Programmets moduler:

1. Huvudmodulen (2 procedurer)
 - Innehåller de viktigaste procedurerna som är ryggraden för programmets funktion. Denna modul styr programmet, vilket kortfattat betyder att den anropar de andra moduler under programkörningen.
2. Modul som skapar projektöversikten (11 procedurer)
 - Innehåller de procedurer som skapar arbetsbladet för projektöversikten.
3. Modul som skapar resultatsidor (17 procedurer)
 - Innehåller de procedurer som skapar arbetsbladen för resultatsidorna.
4. Modul för formgivning och design (9 procedurer)
 - Innehåller de procedurer som skapar arbetsbladens rubriker, texter, design och utseenden.
5. Modul för granskning av data (1 procedur)
 - Innehåller de procedurer som granskar att alla värden som är angivna av användaren är av korrekt datatyp. Exempelvis granskar modulen att uppskattad tidsåtgång [h] inte är en textsträng. Ifall felaktig datatyp påträffas aktiveras en dialogruta som ber användaren korrigera värdet.
6. Modul för informationsrutor (19 procedurer)
 - Alla arbetsblad i beräkningsprogrammet innehåller s.k. informationsrutor som kortfattat beskriver arbetsbladets funktion. Dessa informationsrutor aktiveras genom tryckknappar, som finns utplacerade i arbetsbladen. Denna modul innehåller procedurerna för informationsrutorna och dess informationstexter.
7. Modul för komponenthantering (4 procedurer)
 - Innehåller de procedurer som hanterar redigering av programmets komponenter. Redigering av komponenter kan innebära att komponenter läggs till, tas bort eller den befintliga komponenten uppdateras. Denna modul ser till att den uppdaterade informationen kopieras ut till varje databasarbetsblad.



Figur 5 Programkodens moduler.

Uppdelningen av moduler och procedurer har gjort att problemlösningar och skapandet av programmet skett mera stegvis och framskridningen av programmeringen blivit mera systematisk. Modulerna och procedurerna är relativt självständiga, vilket betyder att alla har en egen uppgift. Först när modulens/procedurens uppgift är slutförd, startas nästa modul eller procedur. Detta innebär att besvärlig kommunikation mellan moduler och procedurer har gått att undvikas.

Även eventuell vidareutveckling av programmet blir mycket smidigare ifall programmet är uppdelat i mindre lätthanterliga delar.

Hantering av programdata

För att effektivisera programkoden har varenda variabel och matris noggrant deklarerats med ändamålsenlig datatyp, vilket betyder att inte onödigt mycket minne reserveras för datalagringen. Deklarering av datatyp tas kort upp i teoridelens kapitel 2.3.2.

```

'This sub is taking the price for the material to overview sheet
Sub MaterialPriceToOverview()

Dim MaterialArray() As String
Dim Material As String
Dim LastRow As Integer
Dim GotPrice As Boolean
Dim i As Integer, j As Integer
  
```

Figur 6 Deklarering av variabler inuti en procedur.

Ett problem som har uppstått vid vissa tillfällen är hanteringen av programdata, som krävs vid flera steg av arbetsprocessen. Lösningen blev att lagra programdata i publika variabler och matriser. Variabler och matriser på publiknivå kan användas i varenda modul och procedur i programmet, d.v.s. de kvarhåller sitt angivna värde över hela arbetsprocessen

för programmet medan variabler och matriser på procedurnivåer ogiltiggörs efter slutförd procedur. För att undvika att skapa prestandaförbrukande programkod har det, om möjligt, undvikits att använda publika variabler.

```
'Variables
'Public variables are global variables and are used in the whole program (all modules)
Public OverviewArray() As String, CopyOfOverviewArray() As String
Public ChosenComponent As String, ProjectCountry As String
Public StartPageAmount As Integer, StartPageCableLength As Integer, InstallationCost As Single,
Public NextEmptyRowInOverview As Integer, NextEmptyRowInResultVEO As Integer, NextEmptyRowInRe:
Public Checkinfo As Boolean
'Public ResultCustomerIsDone As Boolean 'Not in use, no need to have it in the program now
```

Figur 7 Publika variabler

Ett växande program?

Komponenter eller bakomliggande information för komponenterna behöver ibland läggas till eller ändras. För att upprätthålla funktionaliteten för ett program av denna typ kräver att användaren ständigt håller informationen uppdaterad. Därför har stor vikt lagts på att skapa programmet så dynamiskt som möjligt. Det betyder att programmets användare utan problem skall kunna fylla på information i programmet utan att programkoden behöver redigeras.

Eftersom de s.k. databaserna arbetar i listvyer lodrätt samt informationslagring i vågrät riktning har programmet skapats att kunna expandera både lodrät och vågrät riktning helt automatiskt i takt med att användaren fyller på med information.

Skapandet av de olika arbetsbladen (projektöversikt och resultat) involverar till stor del programmeringsteknik med upprepningssatser (loops) och matriser (arrays). Slutvärden för upprepningssatser, d.v.s. villkoret för att upprepningssatsen skall upphöra, och storleken på matriserna har också skapats dynamiska, vilket betyder de regleras och expanderas beroende på programmets storlek.

3.2.4 Avvikelser från funktionsspecifikationen

Några avvikelser jämfört med kraven i funktionsspecifikationen har uppstått under arbetets gång.

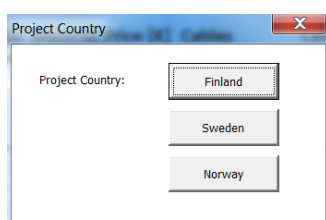
Installationskablarnas produktkod

Möjlighet för användaren att ange installationskablarnas produktkod i databasen för kablar konstaterades vara behövlig eftersom underleverantörer ofta önskar den informationen. Resultatet blev en extra kolumn i kabeldatabasen (bilaga 12) för möjliggöra insättning av varje enskild kabelmodellens produktkod. Produktkoden för projektets kabelmodeller skrivs ut på kabellistorna i bägge resultatsidor.

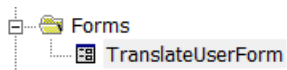
Projektberäkningar i flera olika länder

Eftersom företaget verkar i flera länder konstaterades möjlighet till projektberäkningar i andra länder än Finland nödvändig. Information som ändrar vid byte av land är främst namn på kabelmodeller och dess produktnumror men även byte av priser för material, priser för kablar och tidsåtgång för installationer genomfördes ifall eventuella skillnader mellan länderna påträffas.

Lösningen blev en tryckknapp i projektöversikten. Tryckknappen aktiverar en dialogruta för användaren där valet av land för projektet genomförs. Utseendet för dialogrutor eller andra användarrutor i Excel formas helt enligt eget tycke genom att skapa användarformulär (userforms). Efter att utseendet för användarformuläret är skapat skrivs programkoden som styr formuläret. I detta fall är programkodens uppgift att ”översätta” projektets innehåll till det land användaren har valt. Innehållet översätts genom att byta ut nuvarande innehållet till motsvarande information som är lagrad i databaserna.



Figur 8 Dialogrutan för byte av projektland.



Figur 9 Användarformulär för översättning av projekt.

I och med möjlighet till beräkning av projekt i flera olika länder krävdes även en förstoring av programmets databaser. Databaserna, som redogörs i kapitel 3.2.2, utvidgades till lämpliga storlekar för att få rum med information från alla länder. För tillfället stöder beräkningsprogrammet och dess databaser projektberäkningar i Finland, Sverige och Norge.

4 Resultat

En önskad slutprodukt av examensarbetet var att utveckla ett beräkningsprogram som snabbt och effektivt skulle utföra beräkningar angående installationer i elstationer och därmed underlätta och effektivisera enskilda arbetsmoment i projektens offertskede. Slutresultatet av examensarbetet konstateras vara ett helautomatiserat ändamålsenligt beräkningsprogram skapat med makroprogrammering i Microsoft Excel. En handbok för användning och redigering av beräkningsprogrammet kommer också att inkluderas i slutresultatet.

Beräkningsprogrammet uppfyller kraven i funktionsspecifikationen och utför alla, på förhand, uppsatta krav på funktioner i programmet. Det bör påpekas, som tidigare nämnt, att funktionsspecifikationen har varit dynamisk under projektets gång och sammanställningen, som redogörs i kapitel 3.1, är en produkt av idéinsamlingar utgående möten kring projektet.

Testningen har utförts i faser vartefter delfunktionerna för programmet har skapats. Återigen understryker jag hur stor betydelsen var av uppdelningen av flera moduler och procedurer i programskapningen. Genom uppdelningen har eventuella problem eller programfel, som upptäckts under tester, blivit tämligen enkla att reparera eftersom man hade möjlighet att gå in och redigera direkt i den aktuella proceduren som innehöll fel i programkoden.

Helhetstestningar av beräkningsprogrammet har hittills endast blivit testat av mig själv med egna fiktiva projekt med påhittade värden för projekten. Programmet konstateras att helhetsmässigt fungera bra och sköta beräkningarna matematiskt korrekt samt att sammanställa projektens listor klanderfritt.

Nästa steg av programtestet är att samla mera verklighetsbaserad bakomliggande information för komponenterna och testa att använda beräkningsverktyget på tidigare slutförda projekt. Då får man en mer beskrivande helhets bild på hur bra beräkningsverktyget fungerar i verkligheten när man kan jämföra beräkningsresultatet med tidigare beräknade resultat. Eftersom programlogiken anses fungera korrekt borde inte övergången till verkligheten bli alltför problematisk.

Jag hoppas verkligen beräkningsprogrammet kommer bli till nytta i projektberäkningar inom företaget.

5 Diskussion

Utifrån detta examensarbete kan jag konstatera att skapa ett program helt från början är oerhört svårt. Med många fina idéer utgående från flertal anordnade möten kring projektet, och inspiration utgående från ett tidigare liknande arbete har projektet gått bra att genomföra.

Något som är väldigt svårt när man skapar ett program är att lyckas att få programmet användarvänligt. Användbarheten och funktionsdugligheten är, enligt mig, det viktigaste i ett program. Att förutspå hur människor tänker och agerar angående ett programs användargränssnitt kräver väldigt mycket forskande. Användarvänligheten i beräkningsprogrammet är något som har satts mycket tid på. Jag är själv nöjd över programmets användbarhet men huruvida en person, som inte har sett programmet förr, agerar kring programmet återstår att se.

Eftersom skapandet av programmet har skett genom makroprogrammering så blir hela arbetsprocessen för programmet helautomatiserad. Detta är och kan anses som något väldigt positivt och effektivt, men det fordrar att programmet anses vara fullständigt klart och felfritt. Makroprogrammeringen gör att programmet blir relativt låst för den regelbundna användaren. Ifall användaren inte är kunnig inom programmering kan även de minsta ändringar och redigeringar av programmet snabbt bli svåra och besvärliga. Därmed kommer handboken för programmet kort beskriva tillvägagångssätt för eventuell redigering av programmet.

Mina personliga planer kring omfattningen på slutresultatet av examensarbetet har tyvärr fått skalas ner och avgränsas under arbetets gång p.g.a. tidsbrist men slutresultatet är trots allt ett svar på programmets funktionsspecifikation. Skapandet och programmeringen av programmet och programlogiken krävde en hel del tid av examensarbetet. Det ledde till att jag tyvärr inte kunde lägga den mängd energi jag önskade på att studera tekniska specifikationer kring elstationer och samla mera material och kunskap kring installationer i elstationer. Detta innebar att samlandet av komponenternas bakomliggande information till beräkningsprogrammet blev ofullständig. Informationen får nu samlas alltefter programmet utvecklas och tas i bruk. Trots tyngdpunkten för arbetet slutligen blev programmeringen har jag lärt mig mycket om elstationer och dess komponenter och den erfarenhet och kunskap jag fått inom programmering värdesätter jag högt.

Möjligheter för utveckling av programmet är enligt mig obegränsade. Ifall utvecklingen sker i denna programbotten eller enligt samma koncept är oklart. Möjligheter med makroprogrammering ha fått mig att tro att det går att skapa massor av effektiva tidssparande arbetsverktyg inom projekthantering i industrin med hjälp av denna sorts programmering. Enda kritiska jag kommer på med konceptet att skapa denna sorts program i Microsoft Excel är skapandet av databaser och databashantering. Databashantering och lagringen av information i Microsoft Excel känns inte riktigt optimal och hållbar för att skapa en omfattande och växande databas. Ett utvecklingsförslag är att på något sätt spara och samla information om komponenterna på annat vis än i arbetsblad i Microsoft Excel.

Slutligen vill jag tacka alla involverade parter i examensarbetet. Jag vill tacka min uppdragsgivare för möjligheten till att få utföra examensarbetet hos er. Tack vare er hjälp och välordnade möten kring projektet har arbetet underlättat enormt mycket. Jag vill också tacka min handledare från skolans håll för hjälp och värdefulla råd kring arbetets upplägg.

6 Källförteckning

ABB Oy., 2012. *Reläskydd - kraftnätets väktare*. [Online]

<http://new.abb.com/se/om-abb/teknik/sa-funkar-det/relaskydd> [hämtat 18.3.2016].

ABB Oy., 2016a. *Faskompensering*. [Online]

<http://new.abb.com/se/om-abb/teknik/sa-funkar-det/faskompensering> [hämtat 25.3.2016]

ABB Oy., 2016b. *Ställverket – fördelar el och skyddar nätet*. [Online]

<http://new.abb.com/se/om-abb/teknik/sa-funkar-det/stallverk> [hämtat 8.4.2016]

Alfredsson, A., Jacobsson, K-A., Rejminger, A., Sinner, B., 2002. *Elkraftshandboken-Elmaskiner*. (2 uppl.) Stockholm: Liber AB

Brown, R. E., 2009. *Electric power distribution reliability*. Boca Raton: Taylor & Francis Group

Blomqvist, H. red., 2003. *Elkraftshandboken - Elkraftsystem 1*. (2 uppl.). Stockholm: Liber.

Electrical Engineering Portal., 2010. *The Need for Reactive Power Compensation*. [Online]

<http://electrical-engineering-portal.com/the-need-for-reactive-power-compensation> [hämtat 25.3.2016]

Elovaara, J., Laiho, Y., 2005. *Sähkölaitostekniikan perusteet*. (5 uppl.). Helsinki: Otatieto.

Esala, M., 2015. *110 kV:n Kytkinlaitoksen suunnitteluprosessi*. Vaasa: Opinnäytetyö. Vaasan Ammatikorkeakoulu.

Fingrid Oyj., u.å. *Relesuojaus*. [Online]

<http://www.fingrid.fi/fi/yhtio/Elvis/Relesuojaus/Sivut/default.aspx> [hämtat 18.3.2016].

Fingrid Oyj, Tiesmäki, V., 2006. *Relesuojaus*. [Online]

http://www.fingrid.fi/fi/ajankohtaista/Ajankohtaista%20liitteet/Yrityslehdet/2006/fingrid_2_06.pdf [hämtat 18.3.2016].

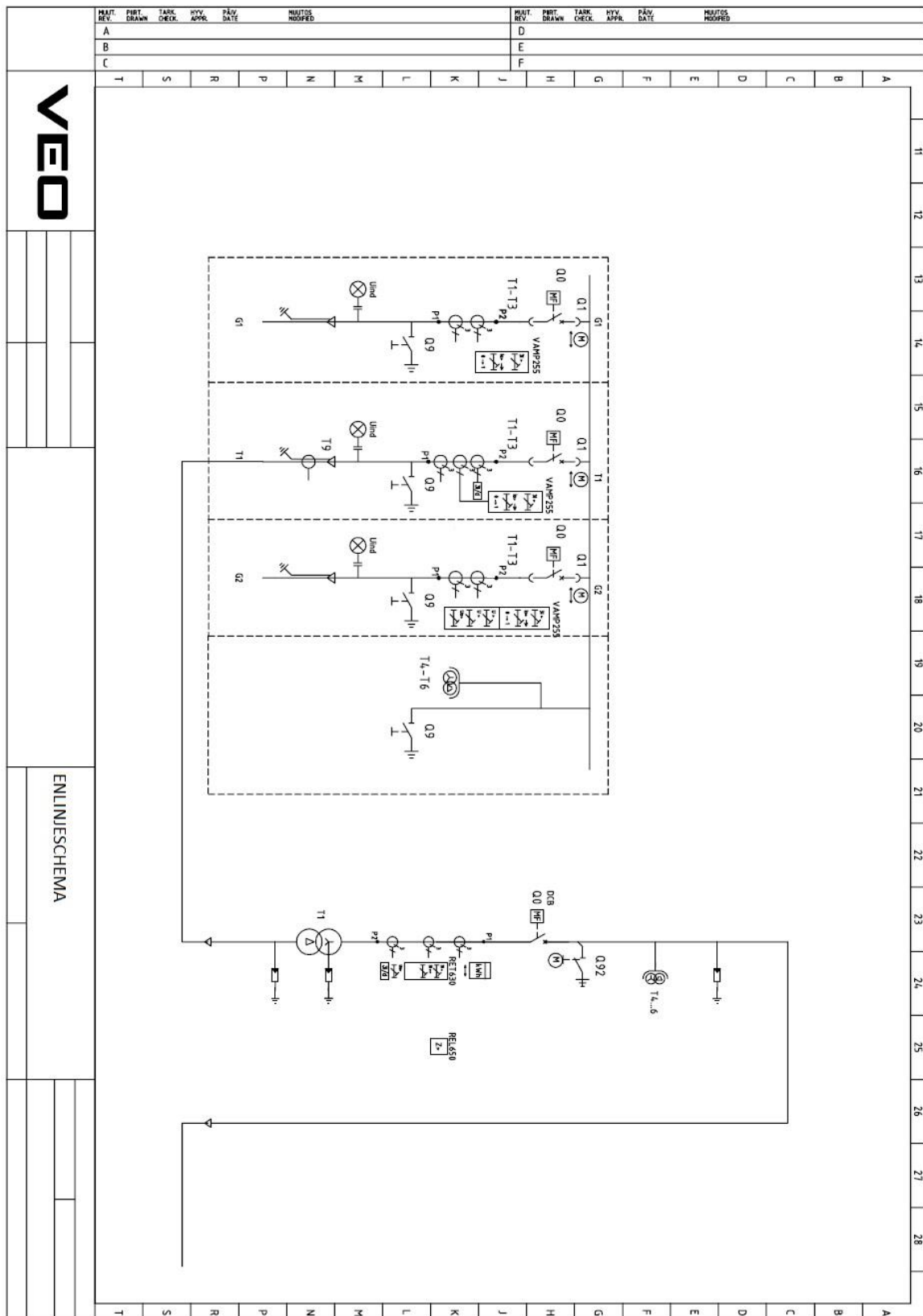
Mansikkamäki, J., 2015. *Kotimaan sähköasemaprojektien asennuslaadun parattaminen*. Vaasa: Opinnäytetyö. Vaasan Ammatikorkeakoulu.

McDonald J.D., 2007. *Electric power substations engineering*. (2 uppl.). Boca Raton: Taylor & Francis Group.

- Microsoft Office Support., 2016. *Excel specifications and limit*. [Online]
<https://support.office.com/en-us/article/Excel-specifications-and-limits-ca36e2dc-1f09-4620-b726-67c00b05040f> [hämtat: 25.3.2016]
- Nationalencyklopedin., 2016. *Enlinjeschema*. [Online]
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/enlinjeschema>
[hämtat 25.2.2016]
- Portman, A., 2015. *Arbetsredskap för offertberäkning*. Vasa: Examensarbete för ingenjörsexamen inom elektroteknik. Yrkehögskolan Novia.
- SFS 6001., 2015. *Suurjännitesähköasennukset – High voltage electrical installations* (4 uppl.) Suomen Standardisoimisliitto SFS
- SFS., u.å. *Vad är SFS*. [Online]
http://www.sfs.fi/sv/sfs_rf [Hämtat: 1.3.2016]
- Shepherd, R., 2005. *Excel VBA – Makroprogrammering*. Mölnlycke: Elanders Infologistics.
- Sundsten, R., 2016. *Ställverk – Kontrollbyggnaden*. Vasa: Undervisningsmaterial. Yrkehögskolan Novia
- VEO., 2012 [Online]
<http://www.veo.fi> [hämtat:19.2.2016]
- Walkenbach, J., 2013b. *Excel 2013 Power Programming with VBA*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Walkenbach, J., 2013a. *Microsoft Excel Bible*. Indianapolis: John Wiley & Sons.
- Åström, R., 2015. *Handbok för krav på norska elstationer*. Vasa: Examensarbete för ingenjörsexamen inom elektroteknik. Yrkehögskolan Novia.

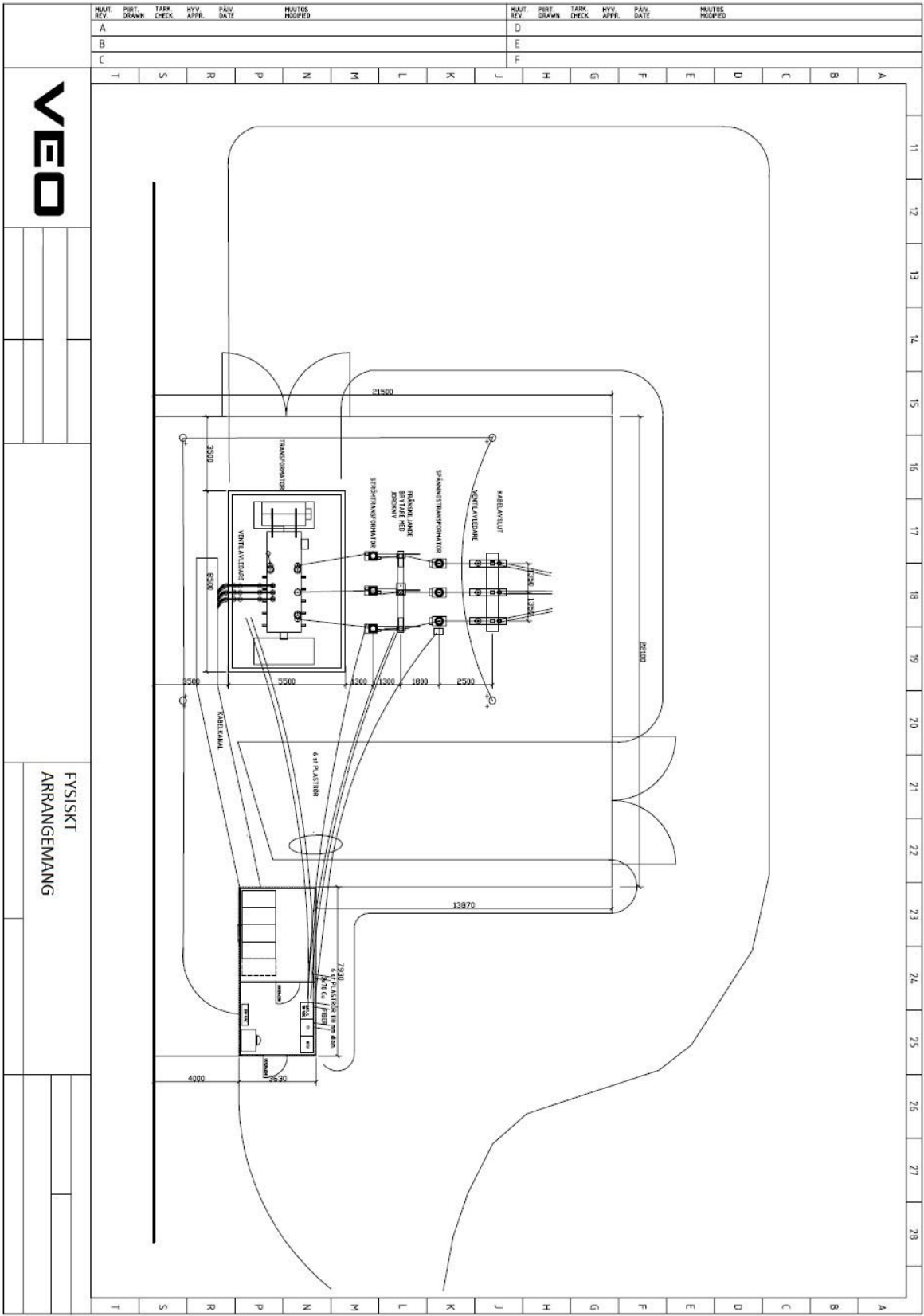
BILAGA 1

Enlinjeschema för en elstation



BILAGA 2

Ritning över fysiskt arrangemang för en elstation



BILAGA 3

Startsidan för beräkningsprogrammet

VED Quotation tool **Startuppage Info**

Go! →

Category	Component	Amount [pcs]	Length [m]
AirInsulatedHighVoltageComponents	Breaker	1	30
AirInsulatedHighVoltageComponents	Disconnector	1	30
AirInsulatedHighVoltageComponents	CT 2 core 3 phase	3	35
AirInsulatedHighVoltageComponents	VT 2 core 3 phase	1	25
AirInsulatedHighVoltageComponents	Marshallbox 1 busbar system	1	75

The diagram is a single-line electrical schematic. It features a horizontal busbar system at the top with a ground symbol labeled '091'. Below the busbar, there is a circuit breaker labeled 'T4-T6' with a circled 'S' symbol. This is followed by a disconnector labeled '00'. Further down, there are three current transformers labeled 'T1-T3' and one voltage transformer labeled 'PM1'. The circuit is connected to a three-phase supply indicated by three lines labeled 'p1', 'p2', and 'p3'.

BILAGA 4

Projektöversikten

VEO Project Overview

Project Country: Finland

Overview Info

Return To Start

Change Project Country

Delete Overview

Continue, Create Result

Component	Amount	[h/component]	Installation	Material	Material Price [€]	Cables	Cable length [m]	Cable Price [€/m]	Cable Installation [h/m]	Cable Connecting [h/cable]
Breaker	1	X h		Terminals						
				Wires						
						MCMK 2x2,5+2,5	30	X €	X h	X h
						MCMK 2x6+6		X €	X h	X h
						MCMO 19x2,5		X €	X h	X h
						MCMK 4x2,5+2,5		X €	X h	X h
Disconnector	1	X h				MCMK 2x2,5+2,5	30	X €	X h	X h
						MCMK 2x6+6		X €	X h	X h
						MCMO 7x2,5		X €	X h	X h
						MCMO 12x2,5		X €	X h	X h
CT 2 core 3 phase	1	X h				MCMK 4x2,5+2,5	35	X €	X h	X h
						MCMK 4x2,5+2,5		X €	X h	X h
						MCMK 4x2,5+2,5		X €	X h	X h
VT 2 core 3 phase	1	X h				MCMK 4x2,5+2,5	25	X €	X h	X h
						MCMK 4x2,5+2,5		X €	X h	X h
Marshallbox 1 busbar system	1	X h					75			
Portal	0	X h					0			
70 A	0	X h					0			

Start Overview Component Database Installation & Other Info Material for Components Material Database Cables for Components Cable Database Result Customer Result VEO



Installation Inquiry Result



Back To
Overview

Delete Result

Page Info

Installation		Filled in by contractor		Estimated installation time per component		Comments/Description	
Components		Amount		Component Installation [h]		Comments/Description	
Breaker	1					Includes terminals, wiring, earthing, frame and distribution box mounting	
Disconnecter	1						
CT 2 core 3 phase	3						
VT 2 core 3 phase	1						
Marshalbox 1 busbar system	1						
Cables				Filled in by contractor			
				Estimated installation and connecting time per cable		Comments/Description	
Cable Type		Product Code	Amount	Total Length [m]			
MCMK 2x2.5+2.5		2	2	60			
MCMK 2x6+6							
MCMO 19x2.5		1	1	30			
MCMK 4x2.5+2.5		12	12	395			
MCMO 7x2.5		1	1	30			
MCMO 12x2.5		1	1	30			
Other				Filled in by contractor			
				Estimated costs		Comments/Description	
Other				Costs [€]			
Travelling							
Hotels & Lodging							
Lifting Devices (Cranes & Sky/lift)							Estimated installation and connecting time
Small accessories							Estimated installation and connecting time
Distribution boxes mounting							Estimated installation and connecting time
Cables trays							
Medium voltage cables termination							

Start

Overview

Component Database

Installation & Other Info

Material for Components

Material Database

Cables for Components

Cable Database

Result Contractor

Result VEO



Result VEO

- [← Back to overview](#)
- [Delete Result](#)
- [Page Info](#)

Installation		Project Country:	Finland		Tot. Inst. Hours x Inst. Cost	
Components	Amount	Estimated installation time	Component Installation [h/Component]	Sums all installation hours	Installation Cost [€/h]	Total Cost [€]
		X/h		X/h	X €/h	X €
Breaker	1	X/h				
Disconnector	1	X/h				
CT 2 core 3 phase	1	X/h				
VT 2 core 3 phase	1	X/h				
Marshallbox 1 busbar system	1					
Portal	0					
70 A	0					
Material						
		Material Price		Sums all material prices		
Material list	Amount	Price [€]		Total Price [€]		
Terminals	1	X €		X €		
Wires	1	X €		X €		

Resultatsida för internt bruk

VEO Result VEO									
← Back to overview									
Delete Result									
Page Info									
Cables									
Cable Type	Product Code	Amount	Total Length [m]	Total Length x Price / m	Total Length x Installation / m	Amount x Connecting / H	Cable model	Installation Cost [m]	Total Cost [€]
NDK 2x2.5		2	60	X1	Xh	Xh	Xh	X1	X1
NDK 2x6.3		2	60	X1	Xh	Xh	Xh	X1	X1
NDK 8x2.5		1	30	X1	Xh	Xh	Xh	X1	X1
NDK 4x2.5		6	85	X1	Xh	Xh	Xh	X1	X1
NDK 7x2.5		1	30	X1	Xh	Xh	Xh	X1	X1
NDK 12x2.5		1	30	X1	Xh	Xh	Xh	X1	X1
Total			395	X1	Xh	Xh	Xh	X1	X1
Workers									
Total Installation Hours	Working hours /Week	Total Hours/Hours per week	Daily Allowance [€]	Total Cost [€]					
X/h	X/Week	X weeks	X/€	X1					
Summary									
Total Costs for the project [€]									
X €									

Resultatsida för internt bruk HELA

VEO Result VEO									
Installation	Project Country:	Finland	Estimated Installation time	Sums all installation hours		Total Inst. Hours x Inst. Cost			
Components	Amount	Component Installation [h]	Component Total Installation Hours	Total Installation Hours	Installation Cost [€]	Total Cost [€]	Total Cost [€]	Total Cost [€]	Total Cost [€]
Breaker	1	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h
Disconnect	1	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h
V1 2 Core 3 Phase	1	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h
V1 4 Core 3 Phase	1	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h
Microbox: 1 barbur system	1	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h
Pedal	0								
70 A	0								
Material									
Material list	Amount	Material Price	Sums all material prices		Total Price [€]				
Terminals	1	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h
Wires	1	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h
Cables									
Cable Type	Product Code	Amount	Total Length [m]	Price for cable [€]	Total length x Price / m	Cable Installation hours	Amount x Connecting hr / cable model	Installation Cost [€]	Total Cost [€]
MCKK 2x2,5		2	60	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h
MCKK 2x6,3		2	60	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h
MCKK 2x10		5	30	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h
MCKK 2x2,5		1	30	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h
MCKK 2x2,5		1	30	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h
Total			399	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h
Workers									
Total Installation Hours	Working hours [Hours]	Total Hours / Hours per week	Working weeks	Daily Allowance [€]	Total Cost [€]				
X/h	X/h	X/h	X/h	X/h	X/h				
Summary									
Total Costs for the project [€]					X/h				



Result VEO

Back to overview

Delete Result

Page info

BILAGA 7

Databas för beräkningsprogrammets komponenter


Component Database
Page Info

Categories (bold font in comp.-list)	Components	Component Description / Comments
AirInsulatedHighVoltageComponents	Air Insulated High Voltage Components	
MainTransformer	DCB breaker	
Neutralpoint12kV	DCB breaker +GND Switch	
_24kV	Breaker	
_12kV	Disconnector	
AC_Central	Disconnector + 1GND Switch	
DC_Central	Disconnector +2GND Switch	
BusbarsFramesEnclosures	Ground switch	
Reactor	Pantograph	
	Phantograph + GND Switch	
	CT 2 core 3 phase	
	CT 3 core 3 phase	
	CT 4 -5core 3 phase	
	CT box 2core	
	CT box 3core	
	CT box 4-5core	
	VT 2 core 3 phase	
	VT transformer box	
	Surge arrester	
	Insulator	
	Hang insulator	

Start / Overview / Component Database / Material Installation & Other Info / Material for Components / Material Database / Cables for Components / Cable Database / Result Contractor / Result VEO

BILAGA 9

Databas för komponenters tillhörande material



Material for Components

Page Info

Components	Materials / Component	
Air Insulated High Voltage Components		
DCB breaker		
DCB breaker +GND Switch		
Breaker	Terminals	Wires
Disconnector	Material 1	Material 2
Disconnector + 1GND Switch		
Disconnector +2GND Switch		
Ground switch		
Pantograph		
Pantograph + GND Switch		
CT 2 core 3 phase	Material 4	Material 5
CT 3 core 3 phase		Material 6
CT 4 -5core 3 phase		
CT box 2core		
CT box 3core		
CT box 4-5core		
VT 2 core 3 phase		
VT transformer box		
Surge arrester		
Insulator		
Hang insulator		
Wall bushing insulators		
Lightning mast		

BILAGA 11

Databas för komponenters tillhörande kablar



Cables for components

Page Info

Components	Cables / Component
Air Insulated High Voltage Components	
DCB breaker	MCGMK 2x2.5+2.5 MCGMK 2x6+6 MCMO 19x2.5 MCMO 19x2.5
DCB breaker +GND Switch	MCGMK 2x2.5+2.5 MCGMK 2x6+6 MCMO 19x2.5 MCMO 19x2.5
Breaker	MCGMK 2x2.5+2.5 MCGMK 2x6+6 MCMO 19x2.5 MCMK 4x2.5+2.5
Disconnector	MCGMK 2x2.5+2.5 MCGMK 2x6+6 MCMO 12x2.5 MCMO 12x2.5
Disconnector + 1GND Switch	MCGMK 2x2.5+2.5 MCGMK 2x6+6 MCMO 7x2.5 MCMO 12x2.5
Disconnector +2GND Switch	MCGMK 2x2.5+2.5 MCGMK 2x6+6 MCMO 7x2.5 MCMO 12x2.5 MCMO 12x2.5
Ground switch	MCGMK 2x2.5+2.5 MCGMK 2x6+6 MCMO 7x2.5 MCMO 12x2.5
Pantograph	MMI 2x2.5 MCGMK 2x6+6 MCMO 7x2.5 MCMO 12x2.5
Pantograph + GND Switch	MCGMK 2x2.5+2.5 MCGMK 2x6+6 MCMO 7x2.5 MCMO 12x2.5
CT 2 core 3 phase	MCGMK 4x2.5+2.5 MCGMK 4x2.5+2.5 MCMO 7x2.5
CT 3 core 3 phase	MCGMK 7x2.5 MCMO 7x2.5
CT 4 -5core 3 phase	MCMO 12x2.5 MCMO 12x2.5
CT box 2core	MCGMK 4x2.5+2.5 MCGMK 4x2.5+2.5
CT box 3core	MCGMK 4x2.5+2.5 MCGMK 4x2.5+2.5
CT box 4-5core	MCGMK 4x2.5+2.5 MCGMK 4x2.5+2.5
VT 2 core 3 phase	MCGMK 4x2.5+2.5 MCGMK 4x2.5+2.5
VT transformer box	MCMO 7x2.5
Surge arrester	
Insulator	
Hang insulator	
Wall bushing insulators	
Lightning mast	

BILAGA 12

Databas för beräkningsprogrammets kablar



Cable Database

Page Info

Finland						Sweden						Norway	
Cable Type	Product Code (Sishkönnuro)	Price (€/m)	Installation hours (h/m)	Connecting (h)	Comments / Description	Cable Type	Product Code	Price (€/m)	Installation hours (h/m)	Connecting (h)	Cable Type	Product Code	
AHXCMK 1x50		X €/m	X h/m	X h	Comments about cable	AHXCMK 1x50					TSLE 1x50		
AHXCMK 1x630		X €/m	X h/m	X h	Comments about cable	AHXCMK 1x630					TSLE 1x630		
AHXCMK 3x240		X €/m	X h/m	X h	Comments about cable	AHXCMK 3x240					TSLE 3x240		
AHXCMK 3x35		X €/m	X h/m	X h	Comments about cable	AHXCMK 3x30					TSLE 3x30		
AHXCMK 3x50		X €/m	X h/m	X h	Comments about cable	AHXCMK 3x50					TSLE 3x50		
HXCMK 1x35+16Cu						HXCMK 1x35+16Cu					TXSP 1x25+16 Cu		
MCNK 2x2,5+2,5						EXD 2x2,5+2,5					IFSI 2x2,5+2,5		
MCNK 2x6+6						EXD 2x6+6					IFSI 2x6+6		
MCNK 3x2,5+2,5						EXD 3x2,5+2,5					IFSI 3x2,5+2,5		
MCNK 4x2,5+2,5						EXD 4x2,5+2,5					IFSI 4x2,5+2,5		
MCNK 4x6+6						EXD 4x6+6					IFSI 4x6+6		
MCNK 7x2,5+2,5						EXD 7x2,5+2,5					IFSI 7x2,5+2,5		
MCNO 12x2,5						ERRF 12x2,5					PESP 12x2,5		
MCNO 19x1,5						ERRF 19x1,5					PESP 19x1,5		
MCNO 19x2,5						ERRF 19x2,5					PESP 19x2,5		
MCNO 7x2,5						ERRF 7x2,5					PESP 7x2,5		
MK 50 Kevi						MK 50 Gullgrön					PESP 7x2,5		
MKEM 1x35 Mu													
MNU 2x2,5						EXQ 2x2,5					RADOX 1x35		
MNU 3x1,5						EXQ 3x1,5					IFAI 2x2,5 Ultra Light HF		
MNU 3x2,5 S						EXQ 3x2,5					IFAI 3x1,5 Ultra Light HF		
MNU 3x6						EXQ 3x6					IFAI 3x2,5 Ultra Light HF		
MNU 3x2,5						EXQ 3x2,5					IFAI 3x6 Ultra Light HF		
MNU 5x2,5 S						EXQ 5x2,5 S					IFAI 5x2,5 Ultra Light HF		
MNO 12x1,5						EQFR 14x1,5					IFAI 5x2,5 UltraLight HF		
MNO 7x1,5						EQFR 7x1,5					PESP 12x1,5		
											PESP 7x1,5		