

2018-04-06



Projektering och beredning av ett distributionsnät i ett exploateringsområde

Niklas Wolnievik

EXAMENSARBETE
Högskoletekniker, Elkraft
Institutionen för ingenjörsvetenskap

Förord

Det här examensarbetet har utförts under hösten 2017 på Vattenfall Service AB i Uppsala. Jag skulle vilja rikta ett stort tack till min handledare Christina Andréen Karlsson på Vattenfall Service AB som hjälpt och väglett mig under mitt arbete, samt Torbjörn Hernvall på Högskolan Väst som har stöttat mig från Trollhättan. Jag vill även tacka Lars Holmblad som har agerat som examinator från Högskolan Väst.

Sist men inte minst så vill jag tacka Thomas Tallroth på Vattenfall som har varit en stor hjälp under arbetets gång och alltid har haft tid och kunskap att svara på frågor, och alla andra på Vattenfall Service AB Uppsala som har funnits där för mig och kommit med goda råd under arbetets gång.

Alla bilder genom det här examensarbetet är egengjorda om inte annat anges.

Niklas Wolnievik

Uppsala, hösten 2017

Projektering och beredning av ett distributionsnät i ett exploateringsområde

Sammanfattning

Detta examensarbete handlar om hur ett beredningsarbete går till från början till slut. Projektet omfattar ett eldistributionsnät till ett nytt bostadsområde med 33 villor, en förskola och en industrifastighet.

Delar som effektförbrukning av bostäder, förskola och en industri har tagits fram utifrån deras huvudsäkring. Belastningsström och dimensionering av lågspänningskablar så som högspänningskablar har tagits fram för de olika delsträckorna som kabeln är förlagd. Spänningsfall på de olika delsträckorna för serviskablar och matarkablar samt spänningsfallen för abonnenterna blir behandlade i denna rapport, med mål att hålla dessa spänningsfall under 4 %.

Utlösningvillkor för de olika ledningssträckorna har kontrollerats för att hålla elnätet så säkert som möjligt. Den ekonomiska area har det tagits hänsyn till, för valet av de olika kablarna som har använts under arbetet. Arbetet behandlar också val av material från kabelskåp till säkringar. Ett flertal olika avtal har blivit behandlade, karttyper från schaktkarta till högspänningskarta har blivit framtagna. I ett projekt finns det ett flertal kostnader som är väsentliga för att få fram den slutgiltiga kostnaden. Vissa av dessa kostnader har blivit behandlade såsom: en P2-kalkyl är gjord och värderingsprotokoll för de olika markägarna har blivit framtagna. En presentation av de olika program som använts inom en beredning har tagits med, som kan hjälpa och underlätta arbetet som beredare.

Resultatet av beredningen omfattar en ny 12/0,4 kV nätstation, nio stycken nya kabelskåp samt 155 meter 12 kV högspänningskabel och 4 087 meter 0,4 kV lågspänningskabel. Schaktsträckan kommer att vara 1 980 meter lång, där det schaktas fram till fastighetens gräns, där sedan fastighetsägarens ansvar för schaktningen tar vid.

Nätstationen har placerats strategiskt, så att schaktningssträckorna minimeras och spänningsfallen hålls nere. Kabelskåpen har även de placerats strategiskt för att förse alla abonnenter med ström och med åtanke på spänningsfall så har servisledningarnas längd hållits nere. Kostnaden för projektet beräknas bli 2,1 miljoner kronor.

Datum:	2018-04-06
Författare:	Niklas Wolniewik
Examinator:	Lars Holmblad
Handledare:	Torbjörn Hernvall (Högskolan Väst), Christina Andréen Karlsson (Vattenfall Service AB)
Program:	Högskoletekniker, elkraft, 120 hp
Huvudområde:	Elektroteknik
Kurspoäng:	15 högskolepoäng
Utgivare:	Högskolan Väst, Institutionen för ingenjörsvetenskap, 461 86 Trollhättan Tel: 0520-22 30 00. E-post: registrator@hv.se . Web: www.hv.se

Designing and preparing a distribution network in an exploitation area

Summary

This thesis is about how a preparatory works from start to finish. The project comprises a power distribution network in a new residential area with 33 villas, a preschool and an industry property.

Parts that power consumption of houses, preschool and an industry has been based on their main fuse. Load current and dimensioning of low voltage cables as high-voltage cables have been developed for the different sections available cable is located. Voltage drop of the various sections for service cables and the supply cables and the voltage dips to subscribers are treated in this report, with the goal of keeping this voltage drop below 4 %.

The trigger condition for the different connection routes have been checked to keep the mains as safe as possible. The economic area has been considered, for the selection of the various cables that has been used during the operation. The work also deals with the selection of materials from the cable distribution cabinets to fuses. Several different agreements have been treated, map types from the excavation map to high voltage map has been developed. In a project there are several costs which are essential to obtain the final cost. Some of these costs have been treated as: P2-calculation is made and valuation protocol for the various land owners has been developed. A presentation of the different applications used within a preparation has been included, which can help and facilitate the work of processors.

The result of the preparatory works comprises a new 12/0.4 kV grid station, nine new cable distribution cabinets and 155 meters 12 kV HV cable and 4 087 meters 0.4 kV low voltage cable. Excavation distance will be 1 980 meters long, which excavate up to the property line, where the property owner is responsible for the excavation.

The Grid Station has been placed strategically so that the excavation routes are minimized, and the voltage dips is held. Cable distribution cabinets have also been placed strategically to provide all subscribers with power and with the voltage dip in mind, the length of the service lines has been kept down. The cost of the project is estimated at SEK 2.1 million.

Date:	April 6, 2018
Author:	Niklas Wolnievik
Examiner:	Lars Holmblad
Advisor(s):	Torbjörn Hernvall (University West), Christina Andréen Karlsson (Vattenfall Service AB)
Program name:	Higher Education Technician, Electric Power Technology, 120 HE credits
Main field of study:	Electrical engineering
Course credits:	15 HE credits
Publisher:	University West, Department of Engineering Science, S-461 86 Trollhättan, SWEDEN Phone: +46 520 22 30 00, E-mail: registrator@hv.se , Web: www.hv.se

Innehåll

Förord	i
Sammanfattning	ii
Summary	iii
Nomenklatur	vi
1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Översikt över tidigare arbeten	1
1.3 Syfte/mål.....	1
1.4 Avgränsningar.....	1
1.5 Etappmål.....	2
2 Metod	3
2.1 EBR- Elbyggnadsrationalisering.....	3
2.2 Projektering och beredning.....	3
2.2.1 Projektering	3
2.2.2 Beredning	4
2.3 Använda programvaror.....	5
2.3.1 ConnectIT	5
2.3.2 NetBas.....	5
2.3.3 EI-Vis kabel	5
2.3.4 AutoCAD	6
2.3.5 Excel.....	6
2.3.6 Ledningskollen	6
3 Projektering	7
3.1 Beräkning av effektförbrukning.....	7
3.2 Beräkning av belastningsström	8
3.3 Dimensionering.....	9
3.4 Beräkning av spänningsfall.....	9
3.5 Säkringar och selektivitet.....	9
3.5.1 Lågspänningsnät med/utan selektivitet	10
3.6 Utlösningvillkor.....	11
3.7 Ekonomisk area.....	12
3.8 Val av material.....	12
3.8.1 Kabel lågspänning.....	13
3.8.2 Kabel högspänning.....	13
3.8.3 Nätstation	14
3.8.4 LSP Kabelskåp.....	14
4 Beredning	15
4.1 Informationsbrev	15
4.2 Fältarbete.....	15
4.3 Kartor	15
4.3.1 Kartförklaring	16
4.3.2 Raseringskartor	17
4.3.3 Schaktkarta	17

4.3.4	LSP/HSP karta	17
4.4	Avtal/tillstånd.....	18
4.4.1	Schakta/gräva i kommunal mark.....	18
4.4.2	Markupplåtelseavtal	18
4.4.3	Bygglovsansökan för nätstation	18
4.4.4	Länsstyrelsen	18
4.4.5	Trafikanordningsplan (TA-plan).....	19
4.4.6	Värderingsprotokoll (VP)	19
4.5	Kostnader	20
4.5.1	Ersättning till markägare (VP)	20
4.5.2	Materialkostnader (P2-kalkyl).....	20
5	Diskussion	21
6	Slutsats	22
	Referenser	23
Bilagor		
A:	Effektberäkningar	A:1
B:	Strömberäkningar	B:1
C:	Spänningsfallsberäkningar delsträcka.....	C:1
D:	Spänningsfall abonnent	D:1
E:	Spänningsfallsberäkningar (Kontrollerat med EI-Vis).....	E:1
F:	Kontroll av säkringsvillkor	F:1
G:	Ekonomisk area.....	G:1
H:	Säkringar i kabelskåp och nätstationer	H:1
I:	Kabelskåp	I:1
J:	Kabelskåpskort (KS1).....	J:1
K:	Kabellängder (LSP)	K:1
L:	Kabellängder (HSP).....	L:1
M:	Schakt -karta.....	M:1
N:	HSP/LSP (högspänning/lågspänning – karta).....	N:1
O:	LSP karta område 1:7.....	O:1
P:	LSP/HSP karta område 3:2	P:1
Q:	LSP/HSP karta område 6:7	Q:2
R:	Markavtal	R:1
S:	Värderingsprotokoll (VP)	S:1
T:	Översiktsritning nätstation	T:1
U:	P2-kalkyl	U:1
V:	SE-N1XE 5G16, 1 kV	V:1
W:	SE-N1XE 4G240, 1 kV	W:1
X:	Kabeldimensionsändring på vissa sträckor	X:1
Y:	Enlinjeschema över Brf Örlen.....	Y:1
Z:	Kostnadsändring.....	Z:1

Nomenklatur

AMP	= Arbetsmiljöplan
Brf	= Bostadsrättsförening
EBR	= Elbyggnadsrationalisering
EMI	= Elektromagnetisk interferens
HSP	= Högspänning
KS	= Kabelskåp
LSP	= Lågspänning
Matarkabel	= Kabel mellan kabelskåp
NS	= Nätstation
Serviskabel	= Kabel mellan kabelskåp och mätarskåp
Spf.	= Spänningsfall
VP protokoll	= Värderingsprotokoll

1 Inledning

Vattenfall Service AB utför bland annat projektering och beredningsarbeten åt Vattenfall. Detta examensarbete behandlar en teoretisk projektering och beredning av ett exploateringsområde. Arbetet görs på uppdrag från Vattenfall Service AB Uppsala.

1.1 Bakgrund

Ett område ska byggas som ska bestå av 33 st bostäder (villor) varav 15 st med nära anslutning till en förskola. De resterande 18 st bostäderna kommer att vara belagda en liten bit öster om de andra bostäderna nära en nätstation (T105 Fågeln). En industri skall placeras mellan dessa två bostadsområden. Förutom nätstationen, så finns det också en luftledning på 12 kV, som löper norr om bostäderna.

1.2 Översikt över tidigare arbeten

Rapporten som har skrivits har tagit inspiration från tidigare examensarbeten, som har handlat om beredningar och liknande arbeten.

Dessa rapporter är följande:

Beredning av lokalnät i landsbygd skriven av T.Tallberg [1]. Beredning av landsbygdsnät Restenäs - Andorra i Uddevalla kommun skriven av M.Beyrouti & P.Larsson [2]. Beredning av distributionsnät Myren - Torseröd i Tanum skriven av C.Andersson, P.Andersson [3].

1.3 Syfte/mål

Syftet med examensarbetet är att utföra en projektering och beredning av ett exploateringsområde. Det ska dras serviser fram till tomtgränserna och dimensioneras så att de begärda värdarna på strömmen uppnås. Spänningsfallet ska försöka hållas så lågt som möjligt.

Målet med examensarbetet är att utföra en teoretisk projektering och beredning för Vattenfall Service AB i Uppsala

1.4 Avgränsningar

Vattenfall Service AB Uppsala har lämnat ut följande avgränsningar:

Vid högspänning ska kabeln AXAL-TT Pro 3x150/35 12kV användas och vid lågspänning matarkabel N1XE4G240 (mellan nätstation och kabelskåp samt mellan kabelskåp till kabelskåp). Lågspänning serviser N1XE5G16 ska användas för att förse husen (villorna) med ström. Alla serviser ska vara 5 ledare. Industrin ska ha matning och reservmatning fram till dess LSP mottagarskåp.

En sammanställning på materialet kommer inte att behöva göras för projektet.

En luftledning på 12kV (ÄT1252-L15) löper genom hela området och den bör inte modifieras.

Det finns en nätstation från en annan linje (ÄT1252-L17, T105 Fågeln, S=800kVA, Sb=300kVA). Den ska utnyttjas i denna beredning för att spara in pengar om så är möjligt.

Spänningsfallen på ledningarna (matarkablarna och serviskablarna) ska hållas under 4 % så långt som möjligt.

1.5 Etappmål

- Sätta sig in i projektet och samla information för att kunna genomföra det. Sätta sig in i de olika program/dokument som kommer att användas under arbetets gång. De program som kommer att användas under projektets gång kommer bl.a. att vara NetBas, Word, Excel, SEK, CAD och EBR.
- Göra effektuttagsberäkningar av exploateringsområdet bostadsrättsföreningen Örnen. Göra beräkningar på kablar och dess dimensioner samt på Säkringsstorleken till förskolan och industrin.
- Placera ut matning till fastigheter, kabelskåp och nätstationer, så att det blir så effektivt som möjligt samt att det håller nere priset på projektet.
- Utföra och skriva en P2-kalkyl som behandlar alla kostnader inom projektet. Från material till arbetstimmar.
- Upprätta avtal med privata ägare rörande åkermark och betesmark samt avtal med kommunen.
- Göra ett värderingsprotokoll (VP).
- Sammanställa allt material som har tagits fram och presentera det till Vattenfall.

2 Metod

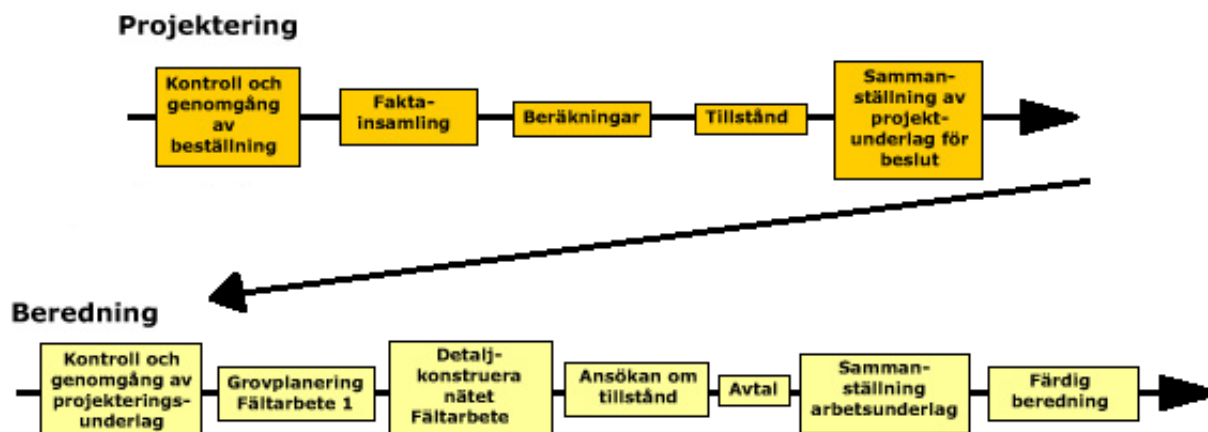
2.1 EBR- Elbyggnadsrationalisering

Genom det här examensarbetet har EBR-e använts, dels för att inhämta information och få en djupare förståelse för vad som ingår i en projektering och beredningsarbete. Metoden som har använts genom arbetets gång bygger på EBR-standarder.

EBR-e har sedan långt tillbaka (40 år) varit aktiva och ledande i att upprätta branschstandarder för flera områden. Några utav dessa är: byggandet, underhållet och vidareutvecklingen av det svenska elnätet. En viktig funktion som EBR-e erbjuder, som har vart till stor del i detta examensarbete är beredningspärmen [4]. EBR-e är har ett flertal tjänster som erbjuds, dessa kan vara användbara under en beredning såsom kostnadsberäkningar. Det finns sex stycken kostnads kataloger som EBR-e erbjuder, dessa sträcker sig från P1 till P6. Där är P1 den minst detaljerade, för att kunna ge en snabb överblick på vad kostnaderna kan hamna på. P2 är mer detaljerad och än P1 och har använts under denna beredning. P6 är den som är mest detaljerad utav dessa sex stycken. [5]

2.2 Projektering och beredning

Bilden nedan (*figur 2.1*) illustrerar hur en projektering och en beredning går till i grova drag.



Figur 2.1 Visar en visuell överblick över arbetets gång.

2.2.1 Projektering

Projektering brukar i regel utföras av beställaren, innan arbetet för beredaren kan sätta igång. En projektering innehåller framtagning av information, dokumentation samt underlag som krävs för att det ska kunna vara möjligt att genomföra projektet. En projektörs huvudsakliga uppgift är att ta fram underlag och förslag på vad projektet bör innehålla. Projektören kollar upp vad som behöver göras, dimensionerar så att den tänkta strömmen kan levereras och hålla sig innanför det accepterade spänningsfallet, sammanställer kartor och ledningssträckor.

För att uppnå så bra resultat som möjligt, så ska beställningsordern efterföljas så långt som möjligt, med undantag för eventuella hinder som kan uppstå under processens gång.

Ett projekteringsarbete består utav ett flertal olika moment. Se, *figur 2.1* för att få en överblick av de olika stegen. Här nedan kommer det en mer detaljerad beskrivning vad de olika stegen innehåller.

Kontroll och genomgång av beställningen: kontroll och genomgång, projektbeskrivning och planerad sträckning.

Faktainsamling: kartunderlag, ritningar, scheman, stationskort, kabelskåpskort, belastningsprognos och detaljplaneändring.

Beräkningar: dimensioneringsregler, nätplanering, nätberäkning, plan för reservmatning och plan för driftomläggning.

Tillstånd: bygglov, kontakter, överenskommelser, tidigt samråd och miljöhänsyn.

Sammanställning av projekteringsunderlag för beslut: Lämplig sammanställning för beslut och beställning av material med lång leveranstid. [6]

2.2.2 Beredning

Beredningsarbetet startat när projektören är klar med sitt arbete. Beredarens uppgift är att informera berörda parter (fastighetsägare). En av beredarens viktigaste uppgifter är fältbesöket när han besöker området. Det är där som han får möjlighet att studera den tänkta beredningssträckan och eventuellt göra ändringar om hinder uppstår. Ansökan om nödvändiga tillstånd görs av beredaren från bl.a. kommunen angående bygglov och Trafikverket (TA-plan). En sammanställd översiktlig kostnad över projektet presenteras genom att använda en P2-kalkyl som grund. När beredningen är klar så sammanställs allt i ett samlat dokument och sedan skickas vidare.

Ett beredningsarbete består utav ett flertal olika moment. Se, *figur 2.1* för att få en överblick av de olika stegen. Här nedan kommer det en mer detaljerad beskrivning vad de olika stegen innehåller.

Kontroll och genomgång av projekteringsunderlag: Kontroll och genomgång (kontroll av kartor på befintligt nät, genomgång av beställning/arbetsorder, avbrottsplanering och kontroll av ev. sökta tillstånd).

Grovplanering och fältarbete: rekognosering (jämföra kartunderlag med verklighet, alternativa lösningar, preliminär tanke om utförande), tidigt samråd, upprätta fastighetsägarförteckning, informationsbrev (upplysning om kommande aktiviteter), stakningstillstånd söks, grovstakning och beakta placering av reservverk.

Detaljkonstruera nätet: markundersökning, placering av kabelskåp och nätstationer, nätberäkningar lågspänning samt transformatordimensionering, val av sträckning och förläggningsmetoder, val/kontroll av jordningsmiljö (landsbyggsnät,

friledningsmatat, jordkabelnät och sammanhängande jordkabelnät), avvikelsejustering mot projektering, återkoppling till beställare och beställning av materiel med lång leveranstid.

Ansökan om tillstånd: samråd med länsstyrelsen, tillståndsansökningar (bygglov, ledningsärenden hos Vägverket, kommunen, banverket, sjöfartsverket och polis etc.) och sambyggnad/samförläggning kontrolleras.

Avtal: upprätta värderingsprotokoll, upprätta markupplåtelseavtal och ledningsrättsavtal, samt upprätta övriga marköverenskommelser (samfälligheter, vägföreningar).

Sammanställning arbetsunderlag: beredningshandlingar (beredningsprotokoll, materielsammanställning, scheman, arbetskartor, ritningar, montagebeskrivning, jordtagsprotokoll, protokoll, protokoll markresistivitet, friledningsmatat kabelnät, stationskort, kabelskåpskort, transformator kort och), ekonomiska kalkyler (P2-kalkyl), övrig dokumentation enligt beställarens önskemål, kvalitetssäkring (byggorder/berednings-sammanställning) och miljöhänsyn (arbetsmiljöplan AMP). [6]

2.3 Använda programvaror

När en beredning äger rum så har beredaren tillgång till ett flertal program som han behöver använda för att utföra sitt arbete på ett så korrekt sätt som möjligt. Många program som använts finns också till för att effektivisera beredningen.

Här nedan är några program som har använt under detta examensarbete:

2.3.1 ConnectIT

ConnectIT är ett användbart program för att illustrera hur olika moduler monteras och hur de ser ut i ett kabelskåp. Genom att använda detta verktyg så kan beredaren med enkelhet designa ett kabelskåp med alla dess olika delar, för att få det att passa så bra som möjligt.

2.3.2 NetBas

NetBas är ett grafiskt NIS-system (Nät Informations System) där Eldistributions anläggningar dokumenteras och stöds i arbets- och beslutsprocesser. Det betyder att Vattenfall Eldistribution dokumenterar sitt elnät i NetBas, både gällande geografisk dokumentation med kartor, samt elektrisk dokumentation med enlinjeschema, beräkningsdata, avbrottsstatistik mm.

NetBas utvecklades av det norska företaget Powel ASA, som levererar ett flertal IT-system för elkraftbranschen. Programmet har funnits sedan mitten på 80-talet och Vattenfall Eldistribution implementerade systemet i slutet av 90-talet.

2.3.3 El-Vis kabel

Beräkningar av belastningsström, förimpedans och spänningsfall har kontrollerats genom att använda El-vis kabel. Det har även kontrollerats att utlösningvillkoren blir uppfyllda genom

att dimensioneringen har vart korrekt. El-vis kabel har använts för att kontrollera alla värden som har tagits fram genom uträkningar för hand [7]. Se *bilaga E*.

2.3.4 AutoCAD

AutoCAD är ett program som använts för att göra och ta fram ritningar i 2D, som 3D. Programmet har ändvänts för att göra skissen, utplacering utav kabelskåp, kablar m.m. genom arbetets gång.

2.3.5 Excel

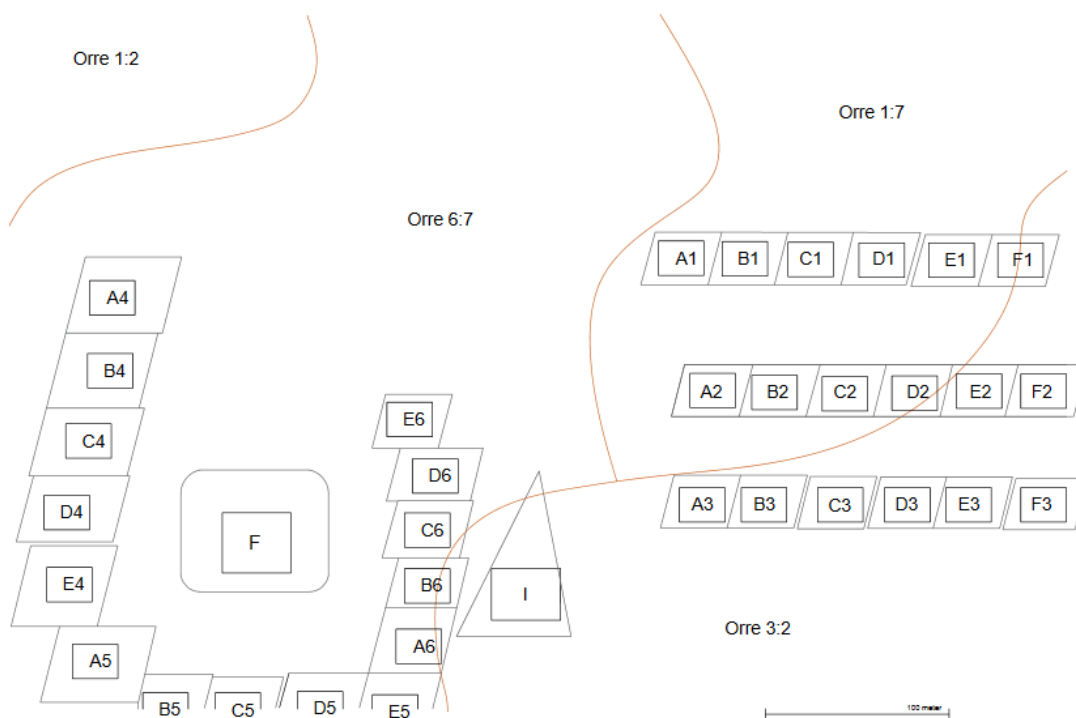
Microsoft Excel är ett program som kan användas för uppställning och uträkningar med formler samt kalkyler.

2.3.6 Ledningskollen

Ledningskollen är en offentlig webbsida som är kostnadsfri att använda. För att veta vad som ligger i marken innan ett arbete utförs, då går det att vända sig till ledningskollen som gör det möjligt att begära ledningsanvisningar från ledningsägaren. Ledningsägaren har möjlighet att själva uppdatera informationen som ligger ute för att hålla den så aktuell som möjligt. Ledningskollen tar inget ansvar för eventuella skador som kan uppkomma. Det går bara att ta fram information från ledningskollen angående ledningar som ledningsägare som har ett samarbete med dem har. Det är viktigt att kolla upp om det finns ledningar i det tänkta området som inte har blivit presenterade av ledningskollen. Om en ledningsägare inte har ett samarbete med ledningskollen så kommer inte deras ledningar att bli presenterade. [8]

3 Projektering

Här nedan (Figur 3.1) presenteras en karta över området som ska projekteras. För en mer detaljerad beskrivning av kartan och vad olika delar symboliserar, se kapitel 4.3.1 Kartförklaring.



Figur 3.1 Visar en översiktskarta över området som ska projekteras

3.1 Beräkning av effektförbrukning

Det finns fler än ett sätt (nedan presenteras två sätt att få fram effekttopparna) att göra en uppskattning på de effekttoppar som kan uppstå i ett distributionssystem. En hel del företag på marknaden använder sig av Velanders metod [9] för att få en mer exakt uppskattning på P_{max} .

Metoden förutsätter att belastningen från kunden är normalfördelad. Genom att använda Velanders metod så går det att få fram P_{max} enligt:

$$P_{max} = k_1 \cdot W + k_2 \cdot \sqrt{W} \quad (3.1)$$

Där:

P_{max} = Systemets maxbelastning

W = Årsförbrukning för kunden

k_1, k_2 = Velanderkonstanter för kunden

Eftersom området kommer att byggas så har beställaren av projektet specificerat vilken säkring fastigheterna i området kommer att ha. Genom att P_{max} kommer att räknas ut från fastigheternas säkring så kommer inte Velanders metod att användas utan istället så kommer $P_{max}(kW)$ att räknas ut ur följande ekvation [10]:

$$P_{max}(kW) = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot U \cdot \cos\varphi}{1000} \quad (3.2)$$

Där:

P_{max} = Systemets maxbelastning

I = Säkringens storlek (A)

U = Spänningen i nätet

$\cos\varphi = 0,9$

Vid beräkningar som görs så kommer $\cos\varphi = 0,90$ att användas som en approximation. Detta för att det värdet kommer att ge en högre ström, men det är ändå tillräckligt nära det verkliga värdet.

Se *bilaga A*, för fullständiga värden för P_{max} för alla abonnenter i området som rör projekteringen.

3.2 Beräkning av belastningsström

Belastningsströmmen I_B har använts för att räkna maximal effektförbrukning för alla lågspänningskablar. Syftet med det är för att se om de kablar klarar den belastningen. Det korrigerade strömvärdet för ledaren, I_Z kan skrivas som [11]:

$$I_Z = k_1 \cdot k_2 \cdot NSV \quad (3.3)$$

För att få fram ett så korrekt strömvärde som möjligt så kan det behöva användas flera stycken k-värden. [13]

Se *bilaga B*, för fullständiga värden för I_Z för alla abonnenter i området som rör projekteringen.

Den högsta ström som med oavbrutet flöde strömmar genom ledaren kallas för NSV (nominellt strömvärde). När en kabel läggs så behöver det tas hänsyn till hur djupt kabeln läggs, hur många kablar det finns i kabelgraven, samförläggning, för att få ut ett så korrekt nominellt strömvärde som möjligt.

I_B är strömmen som belastar ledningen och går att få fram genom [12]:

$$I_B = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} \quad (3.4)$$

Där:

P_{max} = Systemets maxbelastning

I = Säkringens storlek

$U =$ Spänningen i nätet

$$\cos\varphi = 0,9$$

För fullständiga värden för de tabeller som har använts. Se [13].

3.3 Dimensionering

Lågspänningsnätet (0,4 kV) skyddas mot felströmmar genom att säkringar i nätstationer och säkringarna i kabelskåpen för matar och serviskablarna. När dimensioneringen sker så tas det hänsyn till belastningsströmmarna och utlösningvillkoren. Om de olika kraven inte möter det mål de har för säkerheten för nätet, så kan det installeras mellansäkringar för kabeln eller så går det att öka kabelns area. Säkringen (I_n) som dimensioneras för att skydda mot överströmmar kan också dimensioneras så att det fungerar som kortslutningsskydd.

Kabelarean är avgörande för att kabeln ska uppfylla de olika villkoren. När dimensionering görs så kontrolleras det först att kabeln ska klara av belastningsströmmen (I_B) och sen att den uppfyller utlösningvillkoren.

3.4 Beräkning av spänningsfall

Spänningsfall går att få fram på flera olika sätt, med skiftande noggrannhet. Det sättet som kommer att användas i denna rapport är följande [14]:

$$U_v = S \cdot \frac{L}{a} \cdot \frac{P}{U} \quad (3.5)$$

Där:

$U_v =$ Kabelns spänningsfall i Volt

$S =$ Resistivitet (motstånd per m längd och vid 1 mm² area) $U =$ Fasspänning

$P =$ Effekt i W

$L =$ Kabelns längd i meter

$a =$ Kabelns area i mm²

(ekvationen som har använts för uträkningen av spänningsfallet tar inte hänsyn till den induktiva resistansen). [15]

Se *bilaga C*, för fullständiga värden för U_s för alla kabelsträckor i området som rör projekteringen.

Se *bilaga D*, för fullständiga värden för Spänningsfall abonnent% för alla abonnenter i området som rör projekteringen.

3.5 Säkringar och selektivitet

Det som brukar vara vanligast att använda i kabelskåp som servissäkring är knivsäkringar. Dessa fungerar både som kortslutningsskydd och som överlastskydd. Överlastskyddets

huvudfunktion är att se till att kabeln inte utsätts för stor ström under lång tid, vilket leder till att kabeln blir varmare än vad den var gjord för. När detta händer så uppstår det skador på kabelns isolering. [13] Säkringarnas märkström går att se i tabellen nedan (tabell 3.1).

Om selektivitet ska råda så måste $I_B \leq I_n \leq I_Z$ vara uppfyllda. Genom att I_B är 35 A, I_n är 40 A och I_Z är 61 A så uppfylls villkoren och selektivitet kommer att råda ($35 \leq 40 \leq 61$) eller några av de möjligheter som går $35 \leq (35, 40, 50, 60) \leq 61$.

Där:

I_B = Belastningsströmmen

I_Z = Det korrigerade nominella strömvärdet (NSV) för ledaren

I_n = Överlastskyddets märkström

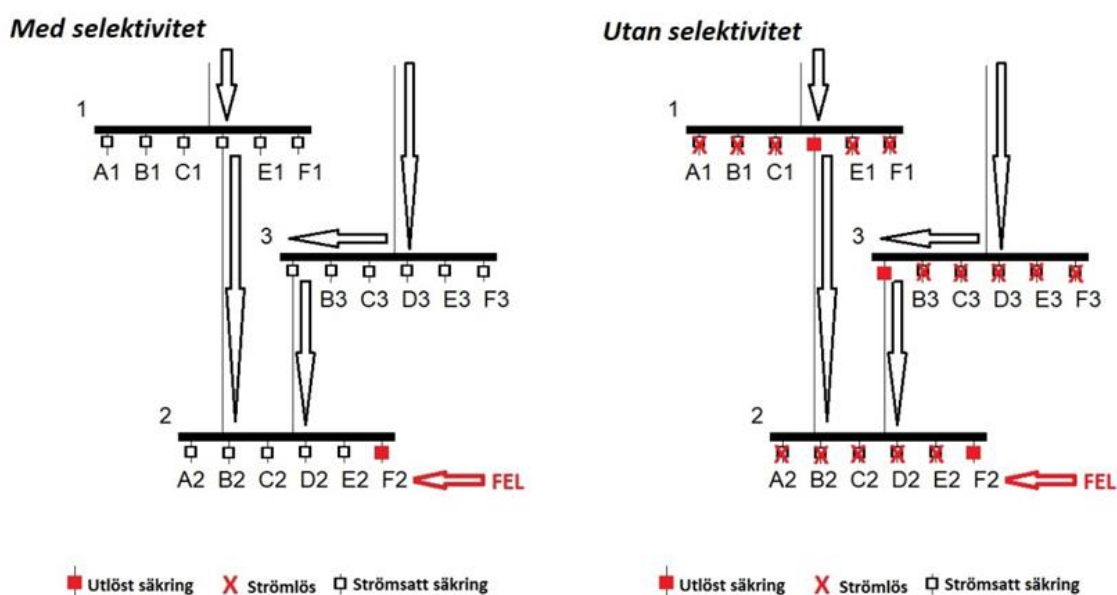
Tabell 3.1 visar en sammanfattning av det minsta strömvärdet I_Z för de tänkta säkringarna.

Säkringens märkström (A)	minsta strömvärdet I_Z för ledaren (A)
35	39
40	44
50	55
200	221
250	276
800	883

3.5.1 Lågspänningsnät med/utan selektivitet

När ett fel inträffar i ledning F2, så kommer säkringen att lösas i kabelskåp 2 för ledning F2 med selektivitet. Där selektivitet saknas så kommer "felet" att sprida sig vidare och påverka en större del av nätet än om selektivitet fanns. Om alla säkringar uppströms skulle lösas på samma märkström så skulle inte selektivitet råda. Genom att använda selektivitet så kan felet stoppas tidigare och det resulterar i att en mindre del av nätet blir påverkat av felet. Felet kommer att bli lättare att spåra och därmed snabbare åtgärdat.

Figur 3.2 visar ett exempel på selektivitet. När den vänstra figuren har selektivitet medan den högra figuren saknar det.



Figur 3.2 Visar med samt utan selektivitet.

Se bilaga F, för fullständiga värden för säkringar för de olika kabelsträckorna och kontroll att de uppfyller säkringsvillkoren.

3.6 Utlösningvillkor

Med utlösningvillkor så menas det tiden det tar för en säkring att lösas ut, efter att ett problem har uppstått i kabeln. Genom att brytaren löses ut inom den satta tiden så uppnås en viss säkerhet i ledningen. Utlösningstiden i en ledning ligger på 5 sekunder. Den minsta ström som leder till ett kortslut i en ledning sker är enfasig långt ut i ledningen. Den maximala längden en ledning/kabel får ha för att den ska uppfylla en utlösningstid på 5 sekunder går att räkna ut med ekvationen [16]:

$$L_{max} = L_n \cdot \delta \cdot \left(1 - \frac{Z_{för}}{Z_{max}}\right). \quad (3.6)$$

Där:

L_{max} = Ledningens maxlängd för att utlösningvillkoren på 5 s ska gälla

L_n = Nominell Ledningenslängd för kabeln

$Z_{för}$ = Förimpedansen för ledningen

Z_{max} = Den max tillåtna impedansen för att säkringen ska lösa ut inom 5 s

δ = Omräkningsfaktor

Uppfylls inte utlösningvillkoren så måste kabelns area ökas, eller om möjligt korta ner längden på kabeln.

3.7 Ekonomisk area

Den ekonomiska arean är en tumregel som kan följas när projektören/beredaren ska kolla vilken den ekonomiska strömtätheten för en kabel bör ligga på. En kopparkabel har en strömtäthet på max 2 A/mm² [17], medan en aluminiumkabel ligger på 1 A/mm². Ekonomisk area används för att spara in förlustkostnader som uppstår i kabeln. En av förlusterna som kan uppstå i kabeln är värme. Genom att i vissa fall öka kabelns diameter, så kan drifttemperaturen sänkas och det resulterar i mindre strömförluster och längre livslängd för kabeln.

Tabellen 3.2 visar några vanligt förekommande kablar som används inom beredning med kablar i rör i mark. Tabellerna A.3 och A.14 från SS Svensk Standard 424 14 24 har använts för att få fram strömområdet.

Aluminium har ersatt kopparkablar i de flesta fallen, eftersom aluminiumkablar bl.a. är billigare än kopparkablar. I tabellen nedan har den ekonomiska arean tagits utifrån den ström som kommer att passera genom kabeln och kabelns diameter fram genom [18]:

$$\text{Strömområde på kabeln, ampere per mm}^2 = \frac{I (\text{ampere})}{\text{arean (mm}^2)} \quad (3.7)$$

Tabell 3.2 visas en tabell över vanligt förekommande kabeldimensioner och dess strömområde på kabeln, ampere per mm².

Kabel	Strömområde	Ampere per mm ²
N1XE 5G16 (Cu)	47–79 A	3–5 A/mm ²
N1XE 5G16 (Al)	37–61 A	2,3–3,8 A/mm ²
N1XE 4G95 (Al)	98–164 A	1–1,7 A/mm ²
N1XE 4G150 (Al)	126–210 A	0,84–1,4 A/mm ²
N1XE 4G240 (Al)	163–272 A	0,68–1,1 A/mm ²

För att se värdena för de olika strömvändarna, kabelareorna och den ekonomiska arean, se bilaga G.

3.8 Val av material

I det här arbetet har Vattenfall Service AB valt ut lågspänning kablar (N1XE 5G16 och N1XE 4G240) och högspänningskablar (AXAL-TT Pro 3x150/35). En nätstation som har plats för två transformatorer har valts ut för att täcka upp det som behövs. Se figur 4.4, bilaga Y samt bilaga I (KS1, KS4 och KS6), (KS2, KS3 och KS5) och (KS7, KS8 och KS9) för det behov som kommer behöva fyllas. Det har valts två stycken olika sorters kabelskåp (CDC 440 och CDC 420) för att täcka upp det behov som finns för att alla servisledningar och matarkablar ska kunna få plats i skåpen med deras moduler samt att det ska finnas plats för att kunna koppla in eventuella byggströmskablar med dess moduler i framtiden om så skulle behövas.

3.8.1 Kabel lågspänning

Den vanligaste kabeln som används i ett 0,4 kV nät är en kabel med aluminiumkärna, med beteckningen N1XV-AR och N1XV-AS, beroende på dimensionen. Som matande kabeln har en 4G240 (Al) kabel valts, för att hålla nere spänningsfallen och för att ge möjlighet till utbyggnad i framtiden. Som serviskabel har en 5G16 (Al) kabel använts på begäran från beställaren. [19]

På vissa sträckor så kan serviskabeln liksom matarkabeln vara överdimensionerad. Det är för att hålla nere spänningsfallen. Genom att öka diametern på kabeln så förlängs dess livslängd och minskar energiförlusterna under kabelns livslängd. Detta leder till att kabeln under sin livslängd kommer att bli mer lönsam än en kabel med klenare diameter.

En femledarkabel har valts som serviskabel till husen (villorna). Vattenfall försöker allt mer gå över till en femledarserviskabel för mindre fastigheter. Det är för att en femledarkabel är säkrare än en fyrledarkabel. För att få mer information om den femledarkabeln som har valts som serviskabel så se *bilaga V*.

Som matarkabel har en fyrledarkabel valts. Kabeln N1XE 4G240 (Al) kommer att användas mellan kabelskåpen och nätstationerna. Den kommer också att mata förskolan, industrin samt fungera som reservmatning till industrin, om ena kabelsträckan mot förmodan bli spänningslös. För att få mer information om kabeln som har valts för matning av förskolan, industrin och som matarkabel se *bilaga W*.

För att se de längder som valts på de olika lågspänningskablarna (0,4 kV) se *bilaga K*.

TN-S-system (femledarsystem)

Ett femledarsystem där neutralledaren och skyddsledaren är separerade. Denna typ utav koppling använts oftast byggnader. Men på senare tid så använts det allt mer i serviser samt nybyggda distributionsnät. När ett femledarsystem använts så minskar det risken för vagabonderande strömmar vilket i sin tur leder till en minskning utav det magnetiska fältet samt störningar (EMI) än det motsvarande TN-C-system. [20]

3.8.2 Kabel högspänning

Högspänningskabeln har valts på beställarens begäran. Kabeln som kommer att användas som högspänningskabel är en AXAL-TT PRO 3x150/35. [21] Kabeln kommer att gå från en friledning på 12 kV ner i marken och vidare till nätstation 1. För att skydda kabeln mot överspänning så har den kopplats in på ventilavledare innan den ansluts till luftledning.

Den kabeln som har valts för att användas som högspänning är en AXAL-TT PRO 3x150/35. För enkelhetens skull så har ekvationen nedan använts för att räkna ut vilken ström som kabeln kommer att klara av med den ekonomiska arean i åtanke [22]:

$$1A/mm^2 \rightarrow 150mm^2 \cdot 1A = 150A \quad (3.8)$$

Eftersom AXAL-TT Pro är en högspänningskabel så kommer det att passera en spänning på 12 kV genom den.

För att sedan få reda på vilken volt-ampere som har möjlighet att passera genom kabeln så kommer ekvationen nedan att användas [23]:

$$S = I \cdot U \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\varphi \quad (3.9)$$

För att se mer information om högspänningskabelns valda längd, se *bilaga L*. För mer information om kabeln som har använts som högspänningskabel, se [24].

3.8.3 Nätstation

Nätstationen kommer att dimensioneras så att den innehåller två stycken transformatorer, vilket leder till att det finns möjlighet att bygga ut området i framtiden samt att industrin kan bli matad av en utav de två transformatorerna och använda den andra för reservmatning utifall att om det skulle hända något med den andra.

Nätstationen som har valts i denna beredning är en ELIT 4x2 nätstation i plåt, från företaget KL Industri AB. Den kommer att rymma två stycken 800 kVA, 12/0,4 kV transformatorer.

ELIT är en nätstation som är gjord för att stå utomhus och finns i flera varianter. Den är uppdelad i tre rum per transformator; LSP, HSP och transformator-rum. [25]

För att se säkringarna som har valts i nätstationerna, se *bilaga H*.

3.8.4 LSP Kabelskåp

Det kommer att placeras ut nio stycken kabelskåp som kommer att ta hand om elförsörjningen till bostadshusen (villorna). De kommer att vara från ABB:s kapslingsserie ”kabeldon CDC 440” och ”kabeldon CDC 420”. Det menas att CDC 440 klarar av en total ström på 400 A och kan hålla upp till 40 stycken moduler medan CDC 420 klarar 400 A samt 20 stycken moduler. De är tillverkade i stålplåt och är skyddade mot korrosion.

Innehållet i kabelskåpen framgår av Bilaga I.

De olika kabelskåpen kommer att säkras så att selektivitet gäller så långt som möjligt. För att se vilka säkringar och hur många de olika skåpen kommer att innehålla, se *bilaga H*.

4 Beredning

4.1 Informationsbrev

I regel när ett beredningsarbete är i sin uppstartningsfas så skickas ett informationsbrev ut till berörda fastighetsägare. Informationsbrevet brukar b.l.a. innehålla information om att det befintliga nätet kommer att byggas om, varför det kommer att ändras, vilket företag som utför arbetet, vilket företag som har beställt arbetet, när arbetet är beräknat att starta och slutföras samt vart kabeln, nätstationer mm. kommer att placeras. Om fastighetsägarna har ytterligare frågor som rör beredningen, så ska det finnas kontaktinformation, så att de kan komma i kontakt med rätt person. Fastighetsägarna kan också ha viktig information som rör beredningsarbetet som de då har möjlighet att vidarebefordra såsom t.ex. förslag på dragning över ett annat område. Den kunskap som de har om sin fastighet/mark kan visa sig värdefull att lyssna till.

4.2 Fältarbete

För att beredningsarbetet ska bli så bra som möjligt så behövs ett eller flera fältbesök göras. En karta kan visa mycket, men ibland så kan den missa vissa viktiga saker eller inte innehålla tillräckligt med information, som kan behövas i en beredning. Beredaren utför ett eller flera fältbesök för att kontrollera hur området ser ut och ifall det finns några hinder eller annat som kan resultera i att beredningsarbetet blir lidande. Genom att upptäcka hinder i fältet, så kan beredaren spara pengar och tid samt ha möjlighet att göra beredningen effektivare redan i projektfasen. För att maximera inverkan av ett fältbesök så tas oftast bilder på hinder, vägar och annat som kan komma att behövas för att planera beredningen och lägga in i beredningspärmen.

Genom att ha en grundlig dokumentation med bl.a. bilder så kan ansökningsprocessen påskyndas, vid ansökan om tillstånd från kommunen.

Under fältbesöket kan en dialog inledas med markägarna och fastighetsägarna, med syfte att skapa en god relation, vilket i sin tur kan leda till att arbetet kommer att flyta på smidigare.

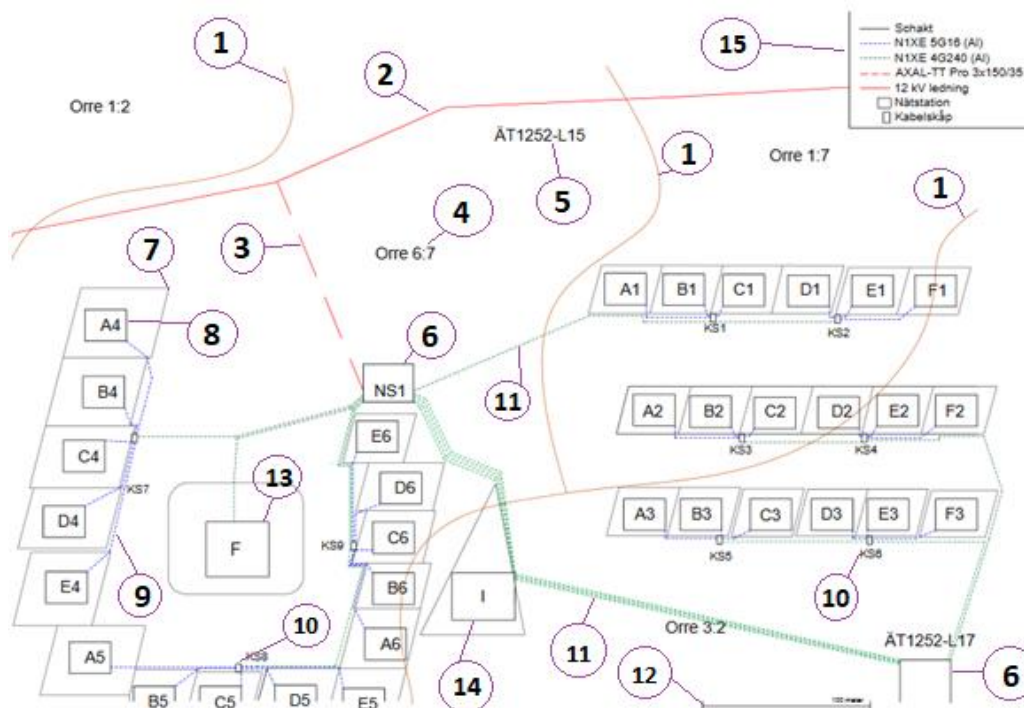
[4]

4.3 Kartor

För att få en bra översikt över det geografiska området där arbetet utförs, så är kartor ett bra hjälpmedel. Användning av kartor i projekteringen och beredningen underlättar arbetet med att beskriva och föra information vidare. Genom att studera kartor kan vissa hinder upptäckas tidigt i projekteringsfasen. Sådana hinder kan t.ex. vara berg mm. Hur bra kartor än är, så har dessa ändå sina begränsningar. För att eliminera dessa begränsningar så mycket som möjligt så behöver kartorna vara uppdaterade och att om så behövs så kan det vara lämpligt att utföra ett fältbesök för att kolla att de stämmer överens med verkligheten.

4.3.1 Kartförklaring

I Figur 4.1 går det att studera kartan som har och kommer att användas i detta examensarbete samt en kort förklaring på vad de olika delarna betyder.



Figur 4.1 visar en HSP/LSP karta över området

1. Gränsen mellan de olika markägarna
2. Högspänningskabel, i detta fall en luftledning på 12 kV
3. En högspänningskabel som är belagd i mark
4. Namnet på marken
5. Luftledningens namn
6. Nätstation
7. Fastighetens tomtgräns
8. Fastigheten (bokstav och siffra står för det tilldelade namnet på fastigheten)
9. Lågspänningskabel som är förlagd i mark (N1XE 5G16 Al)
10. Kabelskåp
11. Lågspänningskabel förlagd i mark (N1XE 4G240 Al)
12. Illustreras och visar hur långt avståndet 100 meter är på kartan
13. Förskola
14. Industri
15. Information som finns med för att förklara olika delar som finns med på kartan

4.3.2 Raseringskartor

Raseringskartor har som huvuduppgift att på ett tydligt sätt visa vilka ledningar som ska tas bort eller vilka kabelskåp och nätstationer som ska bytas ut.

4.3.3 Schaktkarta

När fältbesöket är avklarat av beredaren och terräng samt markförhållanden är kontrollerade, görs en schaktkarta för att lättare illustrera för entreprenören hur och var schaktningen ska utföras samt var kablarna ska dras. Om det ska plöjas, tryckas eller om någon annan metod ska användas markeras det på kartan. För schaktkarta se, *bilaga M*.

4.3.4 LSP/HSP karta

Lågspänning- och högspänningskartor är mera detaljerade än den tidigare översiktskartan. Genom att presentera var allt ska läggas, så kan entreprenören lättare utföra sitt arbete med en mera exakt noggrannhet. Genom detta så minimerar man en del oklarheter för entreprenören och gör att arbetet flyter på bättre. På LSP-/HSP-kartan är det ut markerat vilken typ av kablar som används. Kablar som är blåa symboliserar lågspänningskablar medan röda kablar symboliserar högspänningskablar. För LSP-/HSP-karta, se *bilaga N, O, P och Q*.

4.4 Avtal/tillstånd

Några av de saker som beredaren kan behöva tänka på är vilka avtal som behöver sökas och när de behöver sökas. En enkel tumregel som beredare är att söka alla nödvändiga avtal så snabbt som möjligt. Om något i en beredning verkligen kan bromsa upp arbetet så är det att vänta på att avtalen ska godkännas och bli tillbakaskickade. Har beredaren missat eller glömt något, så måste oftast det avtalet ansökas på nytt, vilket då leder till att det tar ännu längre tid. Avtalssökandet kan bli en verklig flaskhals i en beredning. [26]

4.4.1 Schakta/gräva i kommunal mark

Om beredningen innefattar arbete på kommunal mark så behöver beredaren ansöka om ett tillstånd. [27]

4.4.2 Markupplåtelseavtal

När ny förläggning av en serviskabel, matarkabel, kabelskåp eller nätstation ska göras, så måste markägaren kontaktas. För att beredaren ska kunna utföra sitt jobb så måste han ta kontakt med markägaren för att skriva ett markupplåtelseavtal. Där får ledningsägaren juridisk rätt att dra och underhålla bl.a. ledningar och kabelskåp på markägarens mark. Markupplåtelseavtalen gäller inte för alltid, utan de är oftast tidsbegränsade och de kan nyttjas även om fastigheten byter ägare. Med andra ord är dessa avtal bundna till fastighetens mark och inte till en privatperson. I markupplåtelseavtalet brukar det bifogas en karta på det tänkta området där arbetet ska utföras, för att markägaren ska få en tydligare bild över det tänkta området och för att missförstånd mellan de båda parterna ska minimeras.

Ett exempel på hur ett markupplåtelseavtal kan se ut, se *bilaga R*.

4.4.3 Bygglovsansökan för nätstation

Bland de första avtalen som ska sökas är en bygglovsansökan. Detta beror på att det kan ta flera månader, ända upp till ett halvår att få detta avtal godkänt. När avtalet ska sökas ska beredaren vända sig till den kommun som nätstationen skall byggas inom.

Det skiljer sig en del mellan blanketterna som ska fyllas i, beroende på vilken kommun du befinner dig i och var nätstationen ska byggas. Vanligtvis är det ett krav att beredaren ska ange hur stor stationen ska vara och vilken färg den ska ha samt var den ska stå.

För att få denna ansökan godkänd och undertecknad kan det ta 2–4 månader.

Se *bilaga T*, för ritning över nätstationen och färgschemat för den.

4.4.4 Länsstyrelsen

För att beredaren ska få en klar bild av vilka lagar och regler som gäller för området (olika regler och lagar gäller för olika delar av Sverige och lagarna kan skilja sig en del om beredningen ska utföras vid kusten, vid ett skyddat område mm.). Det är viktigt att

kontrollera med Länsstyrelsen som har kunskap vilka lagar och regler som gäller för området som ska beredas (hela Sverige har samma lagar och regler).

När anmälan till länsstyrelsen görs är det en hel del saker som de är intresserade att få reda på. Några av dessa är: vilken sorts kabel som ska användas, djup och bredd på schakten och en detaljerad karta över området, där allt finns markerat. Detta för att lättare illustrera hur det tänkta arbetet ska se ut och vilka områden det omfattar.

När all den information har kommit in till länsstyrelsen kontrollerar de om arbetet är möjligt för att undvika skador på växt och djurlivet samt vattenkällor samt kollar om det finns några fornminnen som blir berörda utav beredningen. När länsstyrelsen har kontrollerat dessa faktorer kommer de att fatta ett beslut huruvida det planerade arbetet får utföras eller inte. Beslutet skickas till beredaren tillsammans med råd och anvisningar som ska följas, för att arbetet ska få utföras. [28]

4.4.5 Trafikanordningsplan (TA-plan)

Vägverket och kommunen bär ansvar för att vägar ska hålla måttet och att de har god framkomlighet. De ansvarar också för att de arbeten som utförs på vägen samt runt omkring vägen håller måttet.

En TA-plan är ett dokument som innehåller en skiss på vägmärken, vägmarkeringar, trafiksignaler m.m. vilket är nödvändigt för att trafiken ska flyta på bra under arbetets gång och att säkerheten är hög för de som arbetar på vägen och runt omkring.

Till TA-planen ska det ingå ett faktablad innehållande väsentliga uppgifter för ansökan. Några av dessa uppgifter är var arbetet ska utföras, vilken vägarbetet berör, beräknad tid för arbetet m.m.

Ansökan finns att tillhandahålla på trafikverkets hemsida [29] samt på din kommuns hemsida.

Om trafikverket hittar några brister i din ansökan eller om trafikavgränsningarna inte sökts enligt rätt anvisningar har väghållaren rätten på sin sida att stoppa arbetet. Det gäller för beredaren att ansöka så snabbt som möjligt

Från och med 1 juli 2016 har det gått genom en lag som säger att handläggningstiden från Vägverket inte får överskrida 4 månader (från att ärende är komplett). Kompletta ärenden och ärenden som avser arbete på befintlig ledning hanteras snabbare.

4.4.6 Värderingsprotokoll (VP)

När ett intrång sker på markägarens mark ska ha ersatts för besväret och eventuella förluster i skörden, ifall det rör sig om åkermark. I värderingsprotokollet räknas ut vilken ersättning markägaren har rätt att erhålla. För att räkna ut den summa som ska betalas ut till markägaren använts olika tabeller i ett sammanställt Excel-dokument. [30]

Eftersom värderingsprotokollet på Vattenfall Service AB är sekretessbelagt, så har vissa delar censurerats med svart.

Bland bilagorna kan du finna ett exempel på hur ett värderingsprotokoll kan se ut som Vattenfall Service använder sig av. Se *bilaga S*.

4.5 Kostnader

Ett projekt innehåller ett flertal olika kostnader som leder fram till en sammanställd kostnad för hela projektet. Några kostnader som är viktiga att ta hänsyn till i en kostnads kalkyl är ersättningen till markägaren/markägarna (VP, vilket är sekretessbelagt av Vattenfall Service AB) och materialkostnaderna (P2-kalkyl), se *bilaga U*.

De sammanlagda kostnaderna för hela projektet (VP och P2-kalkylen), kommer att hamna på: ≈ 2 miljoner kronor.

4.5.1 Ersättning till markägare (VP)

Till de markägare som blir berörda av beredningen när det gäller högspänningskablar (12 kV), lågspänningskablar (0.4 kV), kabelskåp och nätstationer betalas det ut en ersättning för markinrånget. Eftersom Vattenfall Service AB har sekretess på sina värderingsprotokoll (VP) så kommer de summor som har fastställts inte att presenteras i detalj.

Den totala ersättningen till de berörda markägarna har beräknats till $\approx 550\,000$ kronor.

För att se hur ett värderingsprotokoll (VP) kan se ut se, *bilaga S*.

4.5.2 Materialkostnader (P2-kalkyl)

När det material som ska användas under projektet har fastställts så tas det fram en P2-kalkyl [5] för att få en överblick på vad projektet kommer att kosta med avseende på material och arbete. En P2-kalkyl omfattar b.l.a. delar som: kabeltypen, längden på kabeln, schaktningsätt mm.

En preliminär kostnad för denna beredning uppgick till $\approx 1\,500\,000$ kronor.

För en mer detaljerad lista (P2-kalkyl) på vilka kostnader som innefattas i de 1,5 miljoner kronor, se *bilaga U*.

5 Diskussion

Eftersom att examensarbetet har utförts teoretiskt och är inte praktiskt, så har det inte varit nödvändigt att vänta på att olika parter ska underteckna ett flertal avtal.

Mellan kabelskåpen KS1 till KS2, KS3 till KS4 och KS5 till KS6 så skulle det rekommenderas att byta från en 240 mm² kabel som kommer att användas till en 95 mm² kabel. Med den ekonomiska arean på 1 A/mm² för Al så klarar denna kabel 150 A och eftersom den ligger själv i större delen utav sin kabelgrav så kommer ej de andra kablarna märkvärt påverka denna (se, *bilaga N* för en överblick över det berörda området). Denna kabelarea skulle klara flöde av de elektriska laddningar som flyter genom kabeln och ändå hålla ner spänningsfallet så mycket att det inte skulle påverka de fastigheter som blir matade av dessa kabelskåp. Se *bilaga X*, för mer information. Genom att ändra arean på dessa kablar så skulle kostnaden för projektet sjunka med ca: 8 000 kr. Se, *bilaga Z* för projektets reducerade kostnad.

Som det ser ut nu så ligger det under 4 % med beräkningarna som har gjorts för hand. Men när kontrollen gjordes med programmet El-vis så hamnade dessa över 4 %, dock så ligger de fortfarande under 5 % vilket är väldigt bra [31]. De värdena som ligger i riskzonen finner du på *bilaga E*.

På sträckorna KS1-A1, KS2-F1, KS3-A2, KS4-F2, KS8-A5 och KS8-E5 finns det möjlighet att gå från 16 mm² (Al) som det är nu till 25 mm² (Al). Genom att höja arean från 16 till 25 mm² så kommer spänningsfallet att sjunka under 4 %. Se *bilaga X*, för mer information.

Om markförhållandena tillåter så finns det möjlighet att plöja sträckan för högspänningskabeln istället för schaktning som nu valdes. Genom det så skulle kostnaderna kunna minskas. Eftersom det inte fanns någon möjlighet att kolla markförhållandena så beslutades det att schaktas. Men om markförhållandena skulle tillåta, skulle det vara möjligt att plöja.

För att förebygga att nätstation 1 blir helt spänningslös om en transformator skulle gå sönder så har det valts att inte använda en transformator på 1 250 kVA utan två stycken 800 kVA transformatorer. Med denna lösning så finns det utrymme för utbyggnad i framtiden. Genom denna lösning så är nätet i området säkrat ifall en utav de två transformatorerna skulle falla bort. Då går det att köra industrin på dess reservkraftsledning som kommer från nätstation 2. Husen (villorna) samt förskolan skulle köras på transformator 1 (T1) i nätstation 1.

Om transformator (T1) i nätstation 1 faller bort så kommer de resterande transformatorerna (T2) i nätstation 1 och (T1) i nätstation 2 ha möjlighet att förse områdena som de matar man ström tills det att transformator 1 (T1) i nätstation 1 har blivit fixad. Se *bilaga Y* för enlinjeschema över området med bortfallet av transformator 1 markerat.

6 Slutsats

All information som är nödvändig för att beredningen ska äga rum har slutförts, dokumenterats och presenterats hos Vattenfall Service AB Uppsala. Alla nödvändiga tillstånd och dokument har tagits fram, som kommer att vara aktuella under ett beredningsarbete.

Det nya kabelnätet håller de uppsatta riktlinjerna för att hålla sig under 4 % spänningsfall, från nätstationen till abonnenten. Utlösningstiden och utlösningvillkoren har kontrollerats så att de ligger inom ramarna för att allt ska uppfylla de uppsatta säkerhetskraven. Selektivitet råder på alla ställen där det anses vara väsentligt i lågspänningsnätet för att uppnå den säkerhet som Vattenfall Service AB strävar efter.

Den sammanställda P2-kalkylen, *bilaga U* och värderingsprotokoll (VP), *bilaga T* visar att projektet kommer att hamna på runt 2,1 miljoner kronor. För en mer detaljerad beskrivning av kostnaderna som berör P2-kalkylen, se *bilaga U*.

Referenser

- [1] T.Tallberg, ”beredning av lokalnät i landsbygd”, Uppsala Universitet, Uppsala, Sverige, 2014, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:728170/FULLTEXT01.pdf>
- [2] M.Beyroui & P.Larsson, ”Beredning av landsbygdsnät Restenäs - Andorra i Uddevalla kommun”, Institutionen för ingenjörsvetenskap, Högskolan Väst, Trollhättan, Sverige, 2016, <http://hv.diva-portal.org/smash/get/diva2:953976/FULLTEXT01.pdf>
- [3] C.Andersson, P.Andersson ”Beredning av distributionsnät Myren - Torseröd i Tanum” Institutionen för ingenjörsvetenskap, Högskolan Väst, Trollhättan, Sverige, 2016, <http://hv.diva-portal.org/smash/get/diva2:948703/FULLTEXT01.pdf>
- [4] Svensk Energi, ”EBR-e”, Svenskenergi.se, 2017. [Online]. Beredningspärmen, Tillgänglig, login: <http://www3.svenskenergi.se/Templates/Public/Pages/ArticlePage.aspx?id=8986&cpanguage=sv> Hämtad: 2017-10-12
- [5] Svensk Energi, ”EBR-e”, Svenskenergi.se, 2017. [Online]. Tillgänglig, login: <http://www3.svenskenergi.se/Kostnader/Kostnadskatalog2017-Lokalnät-04-24-kV-samt-optonat1/testkostnad1/> Hämtad 2017-10-12
- [6] Svensk Energi, ”EBR-e”, Svenskenergi.se, 2018. [Online]. Tillgänglig, login: <http://www3.svenskenergi.se/Beredning/Beredningshandbok/>
- [7] El-vis kabel, 2018. [Online]. Tillgänglig, login: <https://el-vis.com/kabel.php> Hämtad: 2018-01-03
- [8] Ledningskollen, 2018. [Online]. Tillgänglig: <https://www.ledningskollen.se/> Hämtad: 2018-01-04
- [9] Blomqvist H. (red), 1997, Elkrafthandboken del 2, Liber AB, [Velanders metod, s.177].
- [10] Blomqvist H. (red), 1997, Elkrafthandboken del 2, Liber AB, [Växelströmseffekt, s.334].
- [11] SS 424 14 24, utg 6, 2005, Svensk Standard, Sverige, SEK Område 64.
- [12] Blomqvist H. (red), 1997, Elkrafthandboken del 2, Liber AB, [Växelströmseffekt, s.334].
- [13] SS 424 14 24, utg 6, 2005, Svensk Standard, Sverige, SEK Område 64.
- [14] Voltimum, 2017. [Online]. Nexanskabelboken 2, Tillgänglig. https://www.voltimum.se/sites/www.voltimum.se/files/pdflibrary/nexanskabelboke_n_2.pdf Hämtad: 2017-11-11
- [15] Voltimum, 2017. [Online, pdf]. Nexanskabelboken 2, sida 124, Spänningsfall. https://www.voltimum.se/sites/www.voltimum.se/files/pdflibrary/nexanskabelboke_n_2.pdf, Hämtad: 2018-01-09
- [16] SS 424 14 06, utg 2, 2005, Svensk standard, Sverige, SEK Område 64.
- [17] Kraftkabelhandboken från NKT, sida 55, Ekonomisk dimensionering. 2018. [Online, pdf]. Tillgänglig: https://issuu.com/nktcables/docs/nkt_kraftkabelhandboken/46 Hämtad: 2018-01-09

- [18] T.Tallberg, ”beredning av lokalnät i landsbygd”, Uppsala Universitet, Uppsala, Sverige, 2014, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:728170/FULLTEXT01.pdf>
- [19] Nexans, 2017. [Online]. Produktblad: (SE-N1XE 5G16, 1 kV) & (SE-N1XE 4G240, 1 kV), Tillgänglig, login, sökning. <https://www.nexans.se/> Hämtad: 2017-12-12
- [20] Voltimum, 2018. [Online]. Tillgänglig: <https://www.voltimum.se/glossary/fordelningssystem> Hämtad: 2018-01-12.
- [21] Ericsson, 2017. [Online]. Produktblad: AXAL-TT Pro 12/20(24) kV, Tillgänglig. <https://archive.ericsson.net/service/internet/picov/get?DocNo=2/28701-FGC101681&L> Hämtad: 2017-12-12
- [22] NKT Kraftkabelhandboken, 2018. [Online, pdf], Kraftkabelhandboken sida 59, Dimensioneringsexempel. https://issuu.com/nktcables/docs/nkt_kraftkabelhandboken, Hämtad: 2018-01-09
- [23] Blomqvist H. (red), 1997, Elkrafthandboken del 2, Liber AB, [Växelströmseffekt, s.334].
- [24] Ericsson, 2017. [Online]. Produktblad: AXAL-TT Pro 12/20(24) kV, Tillgänglig. <https://archive.ericsson.net/service/internet/picov/get?DocNo=2/28701-FGC101681&L> Hämtad: 2017-12-12
- [25] KL industri, 2017. [Online]. Nätstation, 2 x ELIT 4, Tillgänglig. https://klindustri.se/wp-content/uploads/2013/02/0R101971__2xElit_4_.pdf?x87290 Hämtad: 2017-11-28
- [26] Svensk Energi, ”EBR-e”, Svenskaenergi.se, 2017. [Online]. Tillgänglig, login: <https://www.svenskenergi.se/Vi-erbjuder/Fakta-pa-webben-webbtjansterna/EBR-e-login/> Hämtad: 2017-10-12
- [27] Uppsala kommun, 2017. [Online]. Grävning och schaktning, Tillgänglig <https://www.uppsala.se/boende-och-trafik/trafik-och-gator/tillstand-for-gravning-och-schaktning/#sok-tillstand> Hämtad: 2017-12-15
- [28] Länsstyrelsen, 2017. [Online]. Tillgänglig: <http://www.lansstyrelsen.se/Uppsala/sv/Pages/default.aspx> Hämtad: 2017-10-05
- [29] Trafikverket, 2017. [Online]. Trafikanordningsplaner, Tillgänglig: www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Vag/Arbete-pa-vag/Trafikanordningsplaner/ Hämtad: 2017-11-27
- [30] Svk, 2017, [Online]. Värderingsprotokoll, Tillgänglig: https://www.svk.se/contentassets/147d244dbcaf4e3bb8899f35bd4a4908/sydvastlanken_informationsblad_avtalommarkupplattelseoch-ersattningforinrang.pdf Hämtad: 2017-12-07
- [31] Vattenfalleldistribution, 2018. [online]. Spänningsnivå. <https://www.vattenfalleldistribution.se/kundservice/dina-rattigheter/>, Hämtad: 2018-02-26

B: Strömberäkningar

$$I_z = K_1 \cdot K_2 \cdot NSV$$

Kabelsträckning	Belastningsström I_B	NSV kabel (A)	Korrektionsfaktor k	Korrigerat NSV I_z (A)
KS1-A1	34,9	61	0,85	51,85
KS1-B1	34,9	61	1	61
KS1-C1	34,9	61	1	61
KS2-D1	34,9	61	1	61
KS2-E1	34,9	61	1	61
KS2-F1	34,9	61	1	61
NS1-KS1	209,4	286	0,8	257,4
KS1-KS2	104,7	286	1	286
KS3-A2	34,9	61	1	61
KS3-B2	34,9	61	1	61
KS3-C2	34,9	61	1	61
KS4-D2	34,9	61	1	61
KS4-E2	34,9	61	1	61
KS4-F2	34,9	61	0,85	51,85
NS2-KS3	209,4	286	0,8	257,4
KS3-KS4	104,7	286	1	287
KS5-A3	34,9	61	1	61
KS5-B3	34,9	61	1	61
KS5-C3	34,9	61	1	61
KS6-D3	34,9	61	1	61
KS6-E3	34,9	61	1	61
KS6-F3	34,9	61	0,85	51,85
NS2-KS5	209,4	286	0,8	257,4
KS5-KS6	104,7	286	1	286
NS2-Industri*				
Kabel 1	199,9	286	0,7	200,2
Kabel 2	199,9	286	0,7	200,2
Kabel 3	199,9	286	0,7	200,2
Kabel 4	199,9	286	0,7	200,2
KS7-A4	34,9	61	0,85	51,85
KS7-B4	34,9	61	0,85	51,85
KS7-C4	34,9	61	1	61
KS7-D4	34,9	61	0,85	51,85
KS7-E4	34,9	61	0,85	51,85

NS1-KS7	174,5	286	0,8	200,2
KS8-A5	34,9	61	0,85	51,85
KS8-B5	34,9	61	0,85	51,85
KS8-C5	34,9	61	0,75	45,75
KS8-D5	34,9	61	0,85	51,85
KS8-E5	34,9	61	0,85	51,85
NS1-KS8	174,5	286	0,7	200,2
KS9-A6	34,9	61	0,85	51,85
KS9-B6	34,9	61	0,7	42,7
KS9-C6	34,9	61	1	61
KS9-D6	34,9	61	0,7	42,7
KS9-E6	34,9	61	0,7	42,7
NS1-KS9	174,5	286	0,7	200,2
NS1-Förskola	199,9	286	0,7	214,5
NS1-Industri				
Kabel 1	199,9	286	0,7	200,2
Kabel 2	199,9	286	0,7	200,2
Kabel 3	199,9	286	0,7	200,2
Kabel 4	199,9	286	0,7	200,2

* reservkraft

C: Spänningsfallsberäkningar delsträcka

Spänningsfall, trefas, effekt

$$U_s = S \cdot \frac{L}{a} \cdot \frac{P}{U}$$

$$0,028(Al) \cdot \frac{\text{Längd (meter)}}{\text{Area (mm}^2\text{)}} \cdot \frac{\text{Effekt (W)}}{\text{Volt (400)}} = \text{spf. volt}$$

Spänningsfall per delsträcka:

Sträcka	Effekt i kabel (W)	Effekt i kabel (kW)	Längd (m)	Längd (m) +5m	Area (mm ²)	Spänningsfall (V)
KS1-A1	21 800	21,8	46	51	16	4,86
KS1-B1	21 800	21,8	8	13	16	1,24
KS1-C1	21 800	21,8	8	13	16	1,24
KS2-D1	21 800	21,8	10	15	16	1,43
KS2-E1	21 800	21,8	10	15	16	1,43
KS2-F1	21 800	21,8	47	52	16	4,96
NS1-KS1	130 800	130,8	189	194	240	7,4
KS1-KS2	65 400	65,4	71	76	240	1,45
KS3-A2	21 800	21,8	46	51	16	4,86
KS3-B2	21 800	21,8	8	13	16	1,24
KS3-C2	21 800	21,8	8	13	16	1,24
KS4-D2	21 800	21,8	6	11	16	1,05
KS4-E2	21 800	21,8	9	14	16	1,34
KS4-F2	21 800	21,8	43	48	16	4,58
NS2-KS3	130 800	130,8	211	216	240	8,24
KS3-KS4	65 400	65,4	70	75	240	1,43
KS5-A3	21 800	21,8	35	40	16	3,82
KS5-B3	21 800	21,8	3	8	16	0,76
KS5-C3	21 800	21,8	18	23	16	2,19
KS6-D3	21 800	21,8	13	18	16	1,72
KS6-E3	21 800	21,8	4	9	16	0,86
KS6-F3	21 800	21,8	39	44	16	4,2
NS2-KS5	130 800	130,8	141	146	240	5,57
KS5-KS6	65 400	65,4	83	88	240	1,68
NS2-Industri*	498 831	498,8				
Kabel 1	124 708	124,7	235	240	240	8,73

Kabel 2	124 708	124,7	235	240	240	8,73
Kabel 3	124 708	124,7	235	240	240	8,73
Kabel 4	124 708	124,7	235	240	240	8,73
KS7-A4	21 800	21,8	76	81	16	7,73
KS7-B4	21 800	21,8	37	42	16	4,01
KS7-C4	21 800	21,8	5	10	16	0,95
KS7-D4	21 800	21,8	5	10	16	0,95
KS7-E4	21 800	21,8	39	44	16	4,2
NS1-KS7	109 000	109	171	176	240	5,6
KS8-A5	21 800	21,8	59	64	16	6,1
KS8-B5	21 800	21,8	23	28	16	2,67
KS8-C5	21 800	21,8	5	10	16	0,95
KS8-D5	21 800	21,8	15	20	16	1,91
KS8-E5	21 800	21,8	59	64	16	6,1
NS1-KS8	109 000	109	237	242	240	7,69
KS9-A6	21 800	21,8	47	52	16	4,96
KS9-B6	21 800	21,8	18	23	16	2,19
KS9-C6	21 800	21,8	5	10	16	0,95
KS9-D6	21 800	21,8	25	30	16	2,86
KS9-E6	21 800	21,8	47	52	16	4,96
NS1-KS9	109 000	109	95	100	240	3,18
NS1-Förskola	124 708	124,7	129	134	240	4,87
NS1-Industri	498 831	498,8				
Kabel 1	124 708	124,7	128	133	240	4,84
Kabel 2	124 708	124,7	128	133	240	4,84
Kabel 3	124 708	124,7	128	133	240	4,84
Kabel 4	124 708	124,7	128	133	240	4,84

* reservkraft

D: Spänningsfall abonnent

$$spf. abonent\% = \left(\frac{abonment(sp.f. V) + KSa(sp.f. V) + KSb(sp.f. V)}{400} \right) * 100$$

Spänningsfall per abonnent:

Abonment	Spänningsfall (V)	Spänningsfall delsträcka (%)	Spänningsfall till abonenten (V)	Spänningsfall till abonenten (%)
A1	4,86	1,22	13,71	3,43
B1	1,24	0,31	10,09	2,52
C1	1,24	0,31	10,09	2,52
D1	1,43	0,36	10,28	2,57
E1	1,43	0,36	10,28	2,57
F1	4,96	1,24	13,81	3,45
KS1	7,4	1,85	-	-
KS2	1,45	0,36	-	-
A2	4,86	1,22	14,54	3,63
B2	1,24	0,31	10,91	2,73
C2	1,24	0,31	10,91	2,73
D2	1,05	0,26	10,72	2,68
E2	1,34	0,33	11,01	2,75
F2	4,58	1,14	14,25	3,56
KS2	8,24	2,06	-	-
KS4	1,43	0,36	-	-
A1	3,82	0,95	11,06	2,77
B1	0,76	0,19	8,01	2
C1	2,19	0,55	9,44	2,36
D1	1,72	0,43	8,97	2,24
E1	0,86	0,21	8,11	2,03
F1	4,2	1,05	11,45	2,86
KS5	5,57	1,39	-	-
KS6	1,68	0,42	-	-
Industri*				
Kabel 1	8,73	2,18	8,73	2,18
Kabel 2	8,73	2,18	8,73	2,18
Kabel 3	8,73	2,18	8,73	2,18
Kabel 4	8,73	2,18	8,73	2,18
A1	7,73	1,93	13,32	3,33
B1	4,01	1	9,6	2,4
C1	0,95	0,24	6,55	1,64

Projektering och beredning av ett distributionsnät i ett exploateringsområde

D1	0,95	0,24	6,55	1,64
E1	4,2	1,05	9,79	2,45
KS7	5,6	1,4	-	-
A1	6,1	1,53	13,8	3,45
B1	2,67	0,67	10,36	2,59
C1	0,95	0,24	8,65	2,16
D1	1,91	0,48	9,6	2,4
E1	6,1	1,53	13,8	3,45
KS8	7,69	1,92	-	-
A1	4,96	1,24	8,14	2,03
B1	2,19	0,55	5,37	1,34
C1	0,95	0,24	4,13	1,03
D1	2,86	0,72	6,04	1,51
E1	4,96	1,24	8,14	2,03
KS9	3,18	0,79	-	-
Förskola	4,87	1,22	4,87	1,22
Industri				
Kabel 1	4,84	1,21	4,84	1,21
Kabel 2	4,84	1,21	4,84	1,21
Kabel 3	4,84	1,21	4,84	1,21
Kabel 4	4,84	1,21	4,84	1,21

* reservkraft

E: Spänningsfallsberäkningar (Kontrollerat med EI-Vis)

Spänningsfall beräknat med programmet EI-Vis:

Sträcka	Effekt i kabel (kW)	Längd (m)	Längd (m) +5m	Area (mm ²)	Sp.fall kabel (%)	Sp.fall abonnent (%)
KS1-A1	21,8	46	51	16	1,36	4,46
KS1-B1	21,8	8	13	16	0,35	3,45
KS1-C1	21,8	8	13	16	0,35	3,45
KS2-D1	21,8	10	15	16	0,4	3,5
KS2-E1	21,8	10	15	16	0,4	3,5
KS2-F1	21,8	47	52	16	1,39	4,49
NS1-KS1	130,8	189	194	240	2,59	-
KS1-KS2	65,4	71	76	240	0,51	-
KS3-A2	21,8	46	51	16	0,56	3,94
KS3-B2	21,8	8	13	16	0,35	3,73
KS3-C2	21,8	8	13	16	0,35	3,73
KS4-D2	21,8	6	11	16	0,3	3,68
KS4-E2	21,8	9	14	16	0,38	3,76
KS4-F2	21,8	43	48	16	1,28	4,66
NS2-KS3	130,8	211	216	240	2,88	-
KS3-KS4	65,4	70	75	240	0,5	-
KS5-A3	21,8	35	40	16	1,07	3,61
KS5-B3	21,8	3	8	16	0,22	2,76
KS5-C3	21,8	18	23	16	0,62	3,16
KS6-D3	21,8	13	18	16	0,48	3,02
KS6-E3	21,8	4	9	16	0,24	2,78
KS6-F3	21,8	39	44	16	1,17	3,71
NS2-KS5	130,8	141	146	240	1,95	-
KS5-KS6	65,4	83	88	240	0,59	-
NS2-Industri*	498,8	-	-	-	-	2,99
Kabel 1	124,7	0	5	240	2,99	-
Kabel 2	124,7	0	5	240	2,99	-
Kabel 3	124,7	0	5	240	2,99	-
Kabel 4	124,7	0	5	240	2,99	-
KS7-A4	21,8	63	68	16	1,81	3,42
KS7-B4	21,8	20	25	16	0,67	2,28
KS7-C4	21,8	16	21	16	0,56	2,17
KS7-D4	21,8	52	57	16	1,52	3,13
KS7-E4	21,8	85	90	16	2,4	4,01
NS1-KS7	109	140	145	240	1,61	-

KS8-A5	21,8	74	79	16	2,1	4,79
KS8-B5	21,8	39	44	16	1,17	3,86
KS8-C5	21,8	8	13	16	0,35	3,04
KS8-D5	21,8	26	31	16	0,83	3,52
KS8-E5	21,8	71	76	16	2,02	4,71
NS1-KS8	109	0	5	240	2,69	-
KS9-A6	21,8	59	64	16	1,71	2,82
KS9-B6	21,8	25	30	16	0,8	1,91
KS9-C6	21,8	10	15	16	0,4	1,51
KS9-D6	21,8	33	38	16	1,01	2,12
KS9-E6	21,8	71	76	16	2,02	3,13
NS1-KS9	109	0	5	240	1,11	-
NS2-Förskola	124,7	129	134	240	1,71	1,71
NS1-Industri	498,8	-	-	-	-	1,69
Kabel 1	124,7	0	5	240	1,69	-
Kabel 2	124,7	0	5	240	1,69	-
Kabel 3	124,7	0	5	240	1,69	-
Kabel 4	124,7	0	5	240	1,69	-

* reservkraft

F: Kontroll av säkringsvillkor

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

Kabel	Belastningsström I_B (A)	Märkström vald säkring I_n (A)	Korrigerat NSV I_Z (A)
KS1-A1	34,9	40	51,85
KS1-B1	34,9	40	61
KS1-C1	34,9	40	61
KS2-D1	34,9	40	61
KS2-E1	34,9	40	61
KS2-F1	34,9	40	61
NS1-KS1	209,4	250	257,4
KS1-KS2	104,7	160	286
KS3-A2	34,9	40	61
KS3-B2	34,9	40	61
KS3-C2	34,9	40	61
KS4-D2	34,9	40	61
KS4-E2	34,9	40	61
KS4-F2	34,9	40	51,85
NS2-KS3	209,4	250	257,4
KS3-KS4	104,7	160	287
KS5-A3	34,9	40	61
KS5-B3	34,9	40	61
KS5-C3	34,9	40	61
KS6-D3	34,9	40	61
KS6-E3	34,9	40	61
KS6-F3	34,9	40	51,85
NS2-KS5	209,4	250	257,4
KS5-KS6	104,7	160	286
NS2-Industri*	-	-	-
Kabel 1	199,9	200	200,2
Kabel 2	199,9	200	200,2
Kabel 3	199,9	200	200,2
Kabel 4	199,9	200	200,2
KS7-A4	34,9	40	51,85
KS7-B4	34,9	40	51,85
KS7-C4	34,9	40	61
KS7-D4	34,9	40	51,85
KS7-E4	34,9	40	51,85

NS1-KS7	174,5	200	200,2
KS8-A5	34,9	40	51,85
KS8-B5	34,9	40	51,85
KS8-C5	34,9	40	45,75
KS8-D5	34,9	40	51,85
KS8-E5	34,9	40	51,85
NS1-KS8	174,5	200	200,2
KS9-A6	34,9	40	51,85
KS9-B6	34,9	40	42,7
KS9-C6	34,9	40	61
KS9-D6	34,9	40	42,7
KS9-E6	34,9	40	42,7
NS1-KS9	174,5	200	200,2
NS1-Förskola	199,9	200	214,5
NS1-Industri	-	-	-
Kabel 1	199,9	200	200,2
Kabel 2	199,9	200	200,2
Kabel 3	199,9	200	200,2
Kabel 4	199,9	200	200,2

* reservkraft

G: Ekonomisk area

Följande ekvation har använts för att få fram den ekonomiska arean på vardera kabel utifrån vilken ström som är tänkt ska gå genom kabeln och kabelns diameter:

$$\frac{I_B}{A}$$

Kabelsträckning	Belastningsström I_B (A)	Area (mm ²)	Ekonomisk area på tänkt kabel (A/mm ²)
KS1-A1	35	16	2,19
KS1-B1	35	16	2,19
KS1-C1	35	16	2,19
KS2-D1	35	16	2,19
KS2-E1	35	16	2,19
KS2-F1	35	16	2,19
NS1-KS1	210	240	0,88
KS1-KS2	105	240	0,44
KS3-A2	35	16	2,19
KS3-B2	35	16	2,19
KS3-C2	35	16	2,19
KS4-D2	35	16	2,19
KS4-E2	35	16	2,19
KS4-F2	35	16	2,19
NS2-KS3	210	240	0,88
KS3-KS4	105	240	0,44
KS5-A3	35	16	2,19
KS5-B3	35	16	2,19
KS5-C3	35	16	2,19
KS6-D3	35	16	2,19
KS6-E3	35	16	2,19
KS6-F3	35	16	2,19
NS2-KS5	210	240	0,88
KS5-KS6	105	240	0,44
NS2-Industri*	800	-	-
Kabel 1	200	240	0,83
Kabel 2	200	240	0,83
Kabel 3	200	240	0,83
Kabel 4	200	240	0,83
KS7-A4	35	16	2,19
KS7-B4	35	16	2,19
KS7-C4	35	16	2,19

KS7-D4	35	16	2,19
KS7-E4	35	16	2,19
NS1-KS7	175	240	0,73
KS8-A5	35	16	2,19
KS8-B5	35	16	2,19
KS8-C5	35	16	2,19
KS8-D5	35	16	2,19
KS8-E5	35	16	2,19
NS1-KS8	175	240	0,73
KS9-A6	35	16	2,19
KS9-B6	35	16	2,19
KS9-C6	35	16	2,19
KS9-D6	35	16	2,19
KS9-E6	35	16	2,19
NS1-KS9	175	240	0,73
NS1-Förskola	200	240	0,83
NS1-Industri	800	-	-
Kabel 1	200	240	0,83
Kabel 2	200	240	0,83
Kabel 3	200	240	0,83
Kabel 4	200	240	0,83

* reservkraft

H: Säkringar i kabelskåp och nätstationer

nr.	Material	Säkringslastfrånskiljare	Antal säkringar
Skåp 1	Knivsäckring 40 A	3	9
	Knivsäckring 160 A	1	3
Skåp 2	Knivsäckring 40 A	3	9
Skåp 3	Knivsäckring 40 A	3	9
Skåp 4	Knivsäckring 40 A	3	9
	Knivsäckring 160 A	1	3
Skåp 5	Knivsäckring 40 A	3	9
Skåp 6	Knivsäckring 40 A	3	9
	Knivsäckring 160 A	1	3
Skåp 7	Knivsäckring 40 A	5	15
Skåp 8	Knivsäckring 40 A	5	15
Skåp 9	Knivsäckring 40 A	5	15
Nätstation 1	Knivsäckring 250 A	1	3
	Knivsäckring 200 A	8	24
Nätstation 2	Knivsäckring 250 A	2	6
	Knivsäckring 200 A	4	12

Totalt:	Säkringslastfrånskiljare	Antal säkringar
Knivsäckring 40 A	33	99
Knivsäckring 160 A	3	9
Knivsäckring 200 A	12	36
Knivsäckring 250 A	3	9

I: Kabelskåp

Material

Skåp nr.	Beställningsnummer	Antal	Material	Modul	Antal moduler	EBR-nummer
KS1	E 732605	3	AD 300 ADO 240	3	9	
	E 732605	1	jord	0	0	
	E 732747	3	SLD 000	3	9	
	E 732601	3	ADC 25 jord	0	0	
	E 732751	1	SLD 1 ADO 240	10	10	
	E 732605	1	jord	0	0	
	E 732131	1	CDC 440		28	N/A
KS2	E 732605	3	AD 300 ADO 240	3	9	
	E 732605	1	jord	0	0	
	E 732747	3	SLD 000	3	9	
	E 732601	3	ADC 25 jord	0	0	
	E 732131	1	CDC 420		18	N/A
KS3	E 732605	3	AD 300 ADO 240	3	9	
	E 732605	1	jord	0	0	
	E 732747	3	SLD 000	3	9	
	E 732601	3	ADC 25 jord	0	0	
	E 732131	1	CDC 420		18	N/A
KS4	E 732605	3	AD 300 ADO 240	3	9	
	E 732605	1	jord	0	0	

Projektering och beredning av ett distributionsnät i ett exploateringsområde

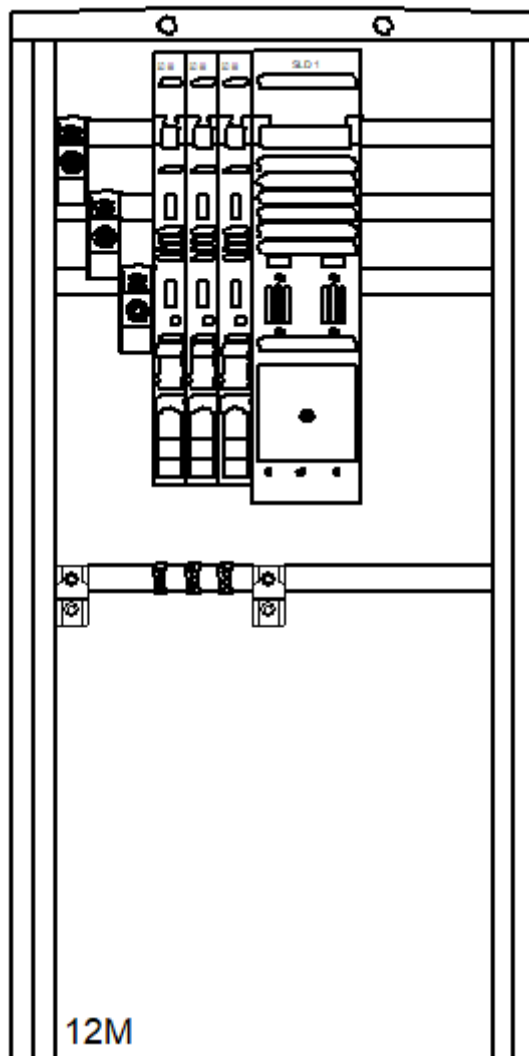
	E 732747	3	SLD 000	3	9	
	E 732601	3	ADC 25 jord	0	0	
	E 732751	1	SLD 1	10	10	
	E 732605	1	AD 300 jord	0	0	
	E 732131	1	CDC 440		28	N/A
KS5	E 732605	3	AD 300 ADO 240	3	9	
	E 732605	1	jord	0	0	
	E 732747	3	SLD 000	3	9	
	E 732601	3	ADC 25 jord	0	0	
	E 732131	1	CDC 420		18	N/A
KS6	E 732605	3	AD 300 ADO 240	3	9	
	E 732605	1	jord	0	0	
	E 732747	3	SLD 000	3	9	
	E 732601	3	ADC 25 jord	0	0	
	E 732751	1	SLD 1	10	10	
	E 732605	1	AD 300 jord	0	0	
	E 732131	1	CDC 440		28	N/A
KS7	E 732605	3	AD 300 ADO 240	3	9	
	E 732605	1	jord	0	0	
	E 732747	5	SLD 000	3	15	
	E 732601	5	ADC 25 jord	0	0	
	E 732194	1	CDC 440		24	N/A
KS8	E 732605	3	AD 300 ADO 240	3	9	
	E 732605	1	jord	0	0	
	E 732747	5	SLD 000	3	15	

	E 732601	5	ADC 25 jord	0	0	
	E 732194	1	CDC 440		24	N/A
KS9	E 732605	3	AD 300	3	9	
	E 732605	1	ADC 25 jord	0	0	
	E 732747	5	SLD 000	3	15	
	E 732601	5	AD 70 jord	0	0	
	E 732194	1	CDC 440		24	N/A

**Totalt
antal**

Antal	Material
27	AD 300
12	ADO 240 jord
33	SLD 000
3	SLD 1
33	ADC 25 jord
6	CDC 440
6	C40-TNS
3	C20-TNS
3	CDC 420

KS1, KS4 och KS6

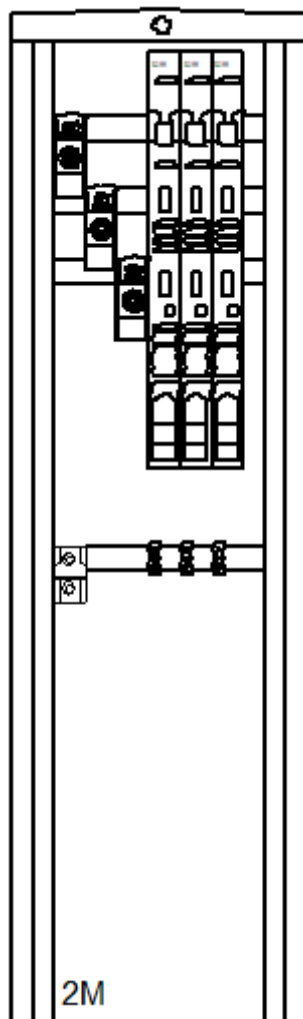


(godkännande från ConnectIT har erhållits för användandet av bilden ovan)

Kabelskåp 1, 4 och 6 (KS1, KS4 och KS6) typ. CDC 440 (400 A, 40 moduler) med 12 lediga moduler.

Innehållande: 3 st AD 300 (50-300 mm²), 2 st ADO 240 (120-240 mm²), 3 st SLD 000, 3 st ADC 25 (2*1,5–25 mm²) och 1st SLD 1.

KS2, KS3 och KS5

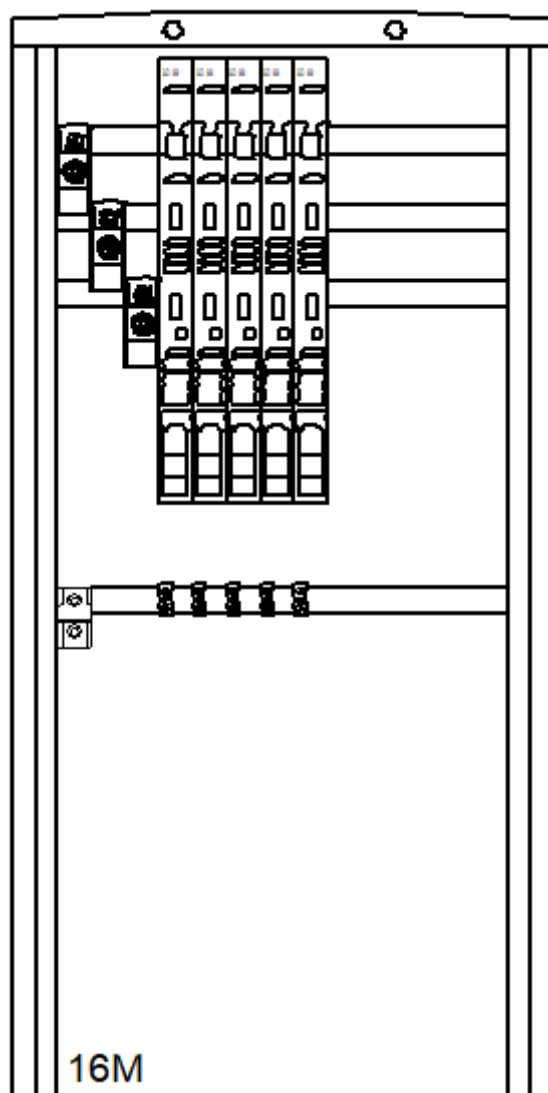


(godkännande från ConnectIT har erhållits för användandet av bilden ovan)

Kabelskåp 2, 3 och 5 (KS2, KS3 och KS5) typ. CDC 420 (400 A, 20 moduler) med 2 lediga moduler.

Innehållande: 3 st AD 300 (50-300 mm²), 1 st ADO 240 (120-240 mm²), 3 st SLD 000 och 3 st ADC 25 (2*1,5–25 mm²).

KS7, KS8 och KS9



(godkännande från ConnectIT har erhållits för användandet av bilden ovan)

Kabelskåp 7, 8 och 9 (KS7, KS8 och KS9) typ. CDC 440 (400 A, 40 moduler) med 16 lediga moduler.

Innehållande: 3 st AD 300 (50-300 mm²), 1 st ADO 240 (120-240 mm²), 5 st SLD 000 och 5 st ADC 25 (2*1,5–25 mm²).

J: Kabelskåpskort (KS1)

Det här är ett exempel på hur kabelkortet för kabelskåp 1 kan se ut.

Allmänt		KABELSKÅP/SÄKRINGSLÅDA		LSP		VATTENFALL	
Normalt matande nästation (Driftmärkning och namn)							
Nätstation 1		Kabelskåp		KS1		Driftmärkning kabelskåp/säkringslåda	
Skåpstyv	Skåpets Fabrikat	Skåpets Typbeteckning	Skåpets Fabrikationsår	Nyckel/Låstyp			
	ABB	CDC 440	-	Stockholmslås			
Apparater							
Pos	Märkning på kabel	Kabel Typbeteckning	Apparattyp	Säkringstyp	Säkring Märkström (A)	Kopp- lings- läge	Anmärkning
1	Från NS1	SE-N1XE-AS 4G240 0.6/1KV	AD 300	-	-	I	194 meter, 4-ledare, inkommande
2	Till fastighet A1, brf Ömen	SE-N1XE-AS 5G16 0.6/1KV	SLD 000	HICAP	35	I	51 meter, 5-ledare, utgående
3	Till fastighet B1, brf Ömen	SE-N1XE-AS 5G16 0.6/1KV	SLD 001	HICAP	35	I	13 meter, 5-ledare, utgående
4	Till fastighet C1, brf Ömen	SE-N1XE-AS 5G16 0.6/1KV	SLD 002	HICAP	35	I	13 meter, 5-ledare, utgående
5	Till KS2	SE-N1XE-AS 4G240 0.6/1KV	SLD 1	HICAP	160	I	76 meter, 4-ledare, utgående
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

K: Kabellängder (LSP)

Här nedan presenteras längderna på de båda LSP-kablarna som har använts (N1XE 5G16, 16 mm² och N1XE 4G240, 240 mm²).

Sträcka	Längd (m)	Längd (m) +5m	Area (mm ²)
KS1-A1	46	51	16
KS1-B1	8	13	16
KS1-C1	8	13	16
KS2-D1	10	15	16
KS2-E1	10	15	16
KS2-F1	47	52	16
NS1-KS1	189	194	240
KS1-KS2	71	76	240
KS3-A2	46	51	16
KS3-B2	8	13	16
KS3-C2	8	13	16
KS4-D2	6	11	16
KS4-E2	9	14	16
KS4-F2	43	48	16
NS2-KS3	211	216	240
KS3-KS4	70	75	240
KS5-A3	35	40	16
KS5-B3	3	8	16
KS5-C3	18	23	16
KS6-D3	13	18	16
KS6-E3	4	9	16
KS6-F3	39	44	16
NS2-KS5	141	146	240
KS5-KS6	83	88	240
NS2-Industri*	-	-	-
Kabel 1	235	240	240
Kabel 2	235	240	240
Kabel 3	235	240	240
Kabel 4	235	240	240
KS7-A4	63	68	16
KS7-B4	20	25	16
KS7-C4	16	21	16
KS7-D4	52	57	16
KS7-E4	85	90	16
NS1-KS7	140	145	240

KS8-A5	74	79	16
KS8-B5	39	44	16
KS8-C5	8	13	16
KS8-D5	26	31	16
KS8-E5	71	76	16
NS1-KS8	237	242	240
KS9-A6	59	64	16
KS9-B6	25	30	16
KS9-C6	10	15	16
KS9-D6	33	38	16
KS9-E6	71	76	16
NS1-KS9	95	100	240
NS1-Förskola	130	135	240
NS1-Industri	-	-	-
Kabel 1	128	133	240
Kabel 2	128	133	240
Kabel 3	128	133	240
Kabel 4	128	133	240

* reservkraft

Kabel	Längd (m)	Längd (km)
SE-N1XE 5G16 (Al)	1 178	1,178
SE-N1XE 4G240 (Al)	2 909	2,909

5 meter har lagts på vardera kabeln (Längd (*m*) +5 m) på (Längd (*m*)) av anledningen att när kabeln dras in/ut från kabelskåpet så behövs det oftast några extra meter för att klara böjningen och inkopplingen av kabeln. Med ett 5 meter påslag så kommer längderna som har räknats fram, närmare den verkliga längden av kabel som kommer att användas.

L: Kabellängder (HSP)

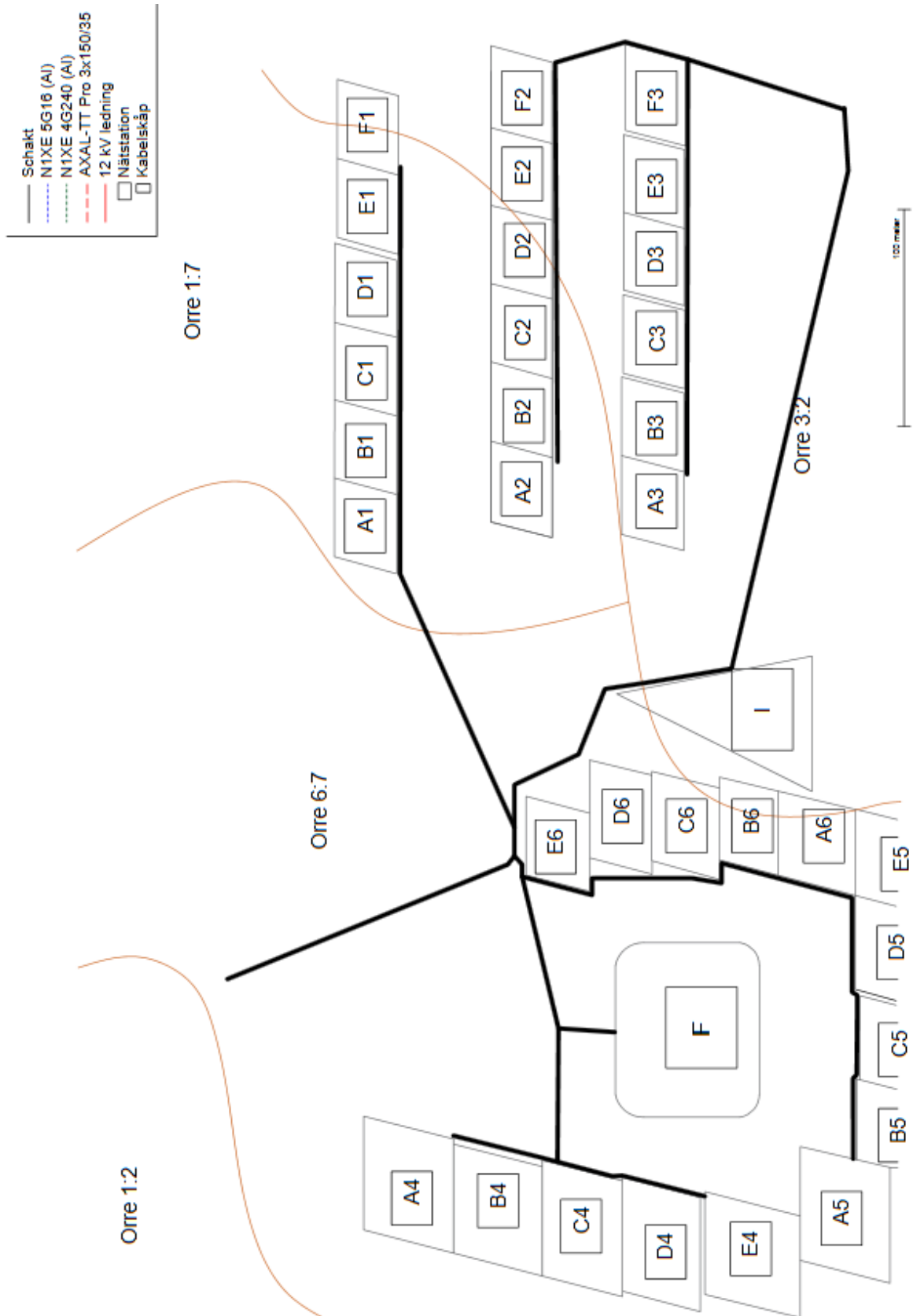
Här nedan presenteras längderna på HSP-kabeln som har använts (AXAL-TT Pro 3x150/35, 150 mm²).

Sträcka	Längd (m)	Längd (m) +20 m	Area (mm ²)
12kV-NS1	135	155	150

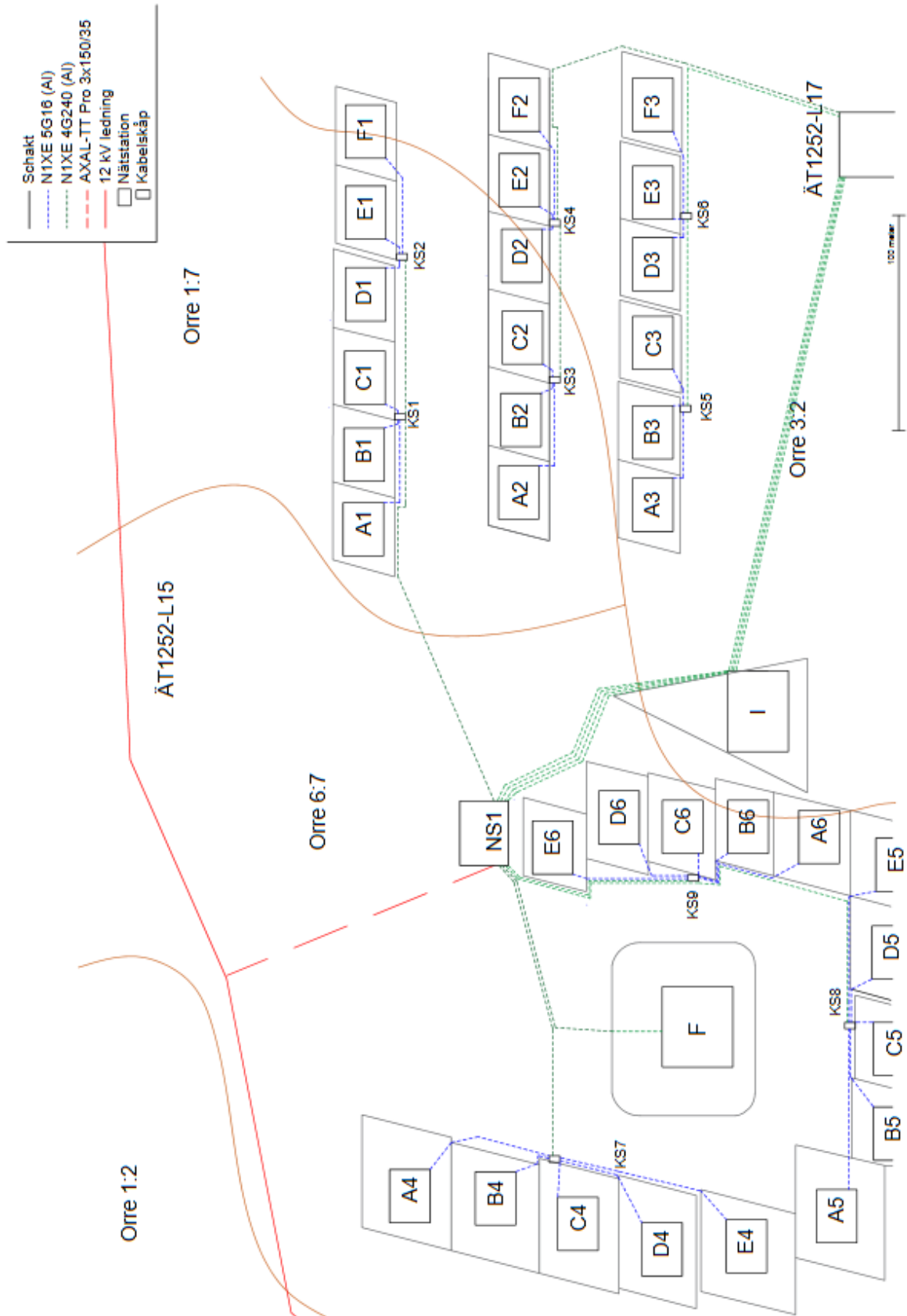
Kabel	Längd (m)	Längd (km)
AXAL-TT Pro 3x150/35	155	0,155

Det har lagts på 20 meter på HSP-kabeln, för att den skall gå upp i en stolpe och kopplas in, för att få ett mer korrekt värde på kabelns längd.

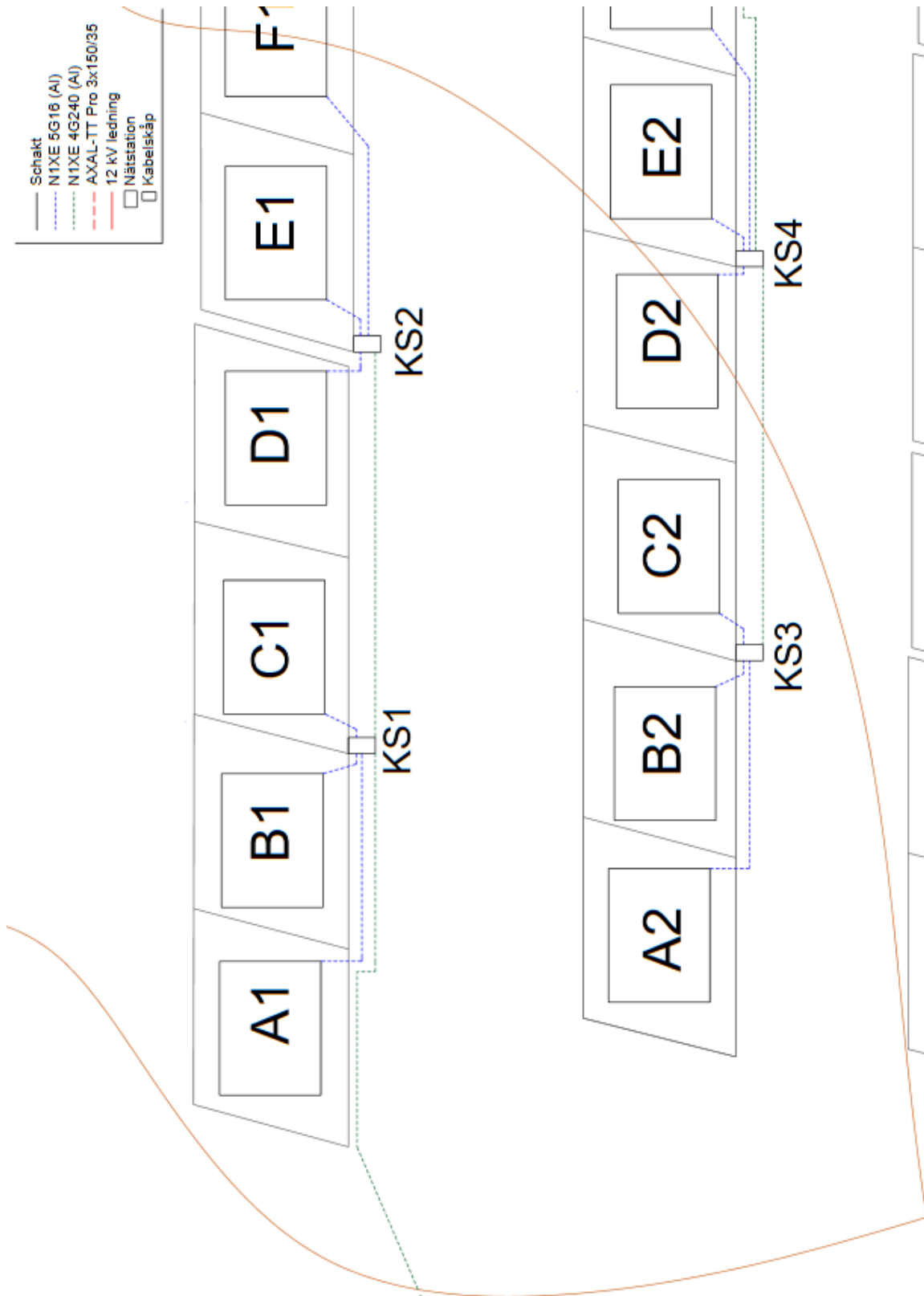
M: Schakt -karta



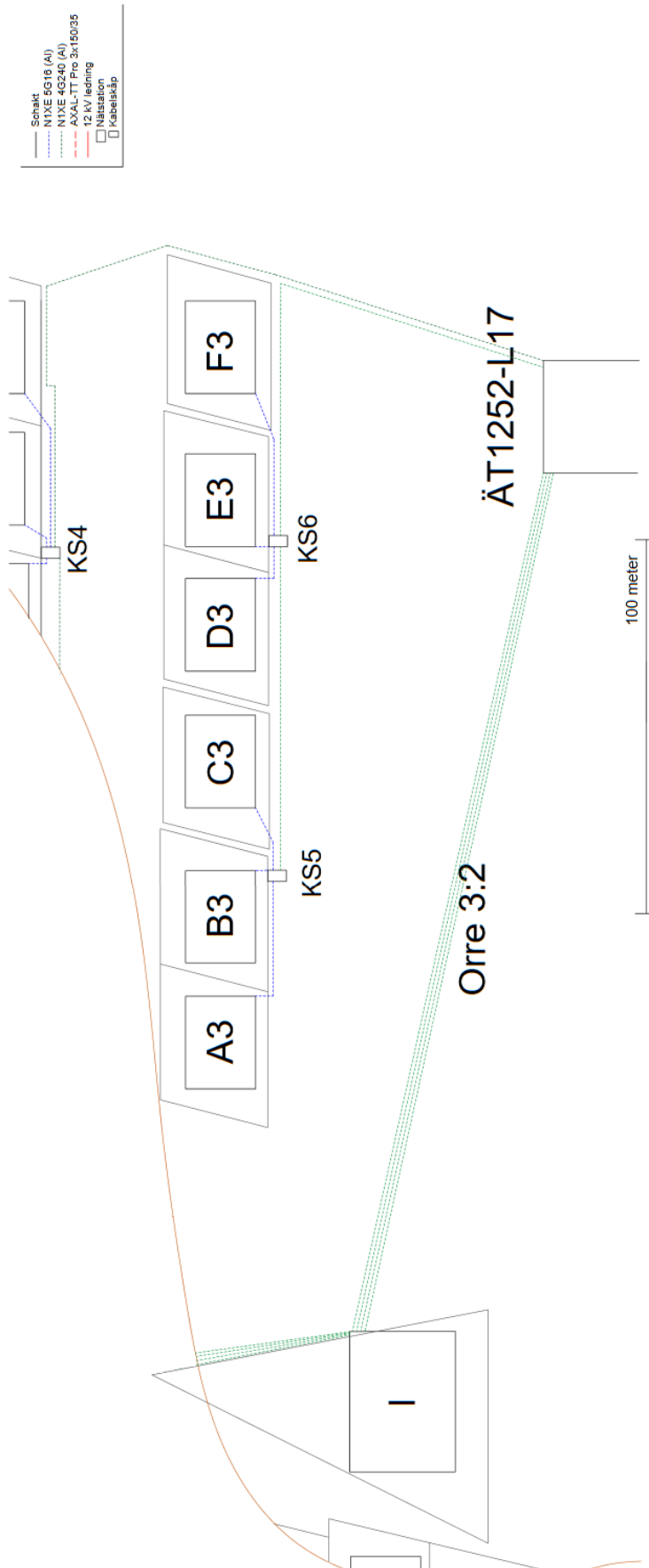
N: HSP/LSP (högspänning/lågspänning – karta)



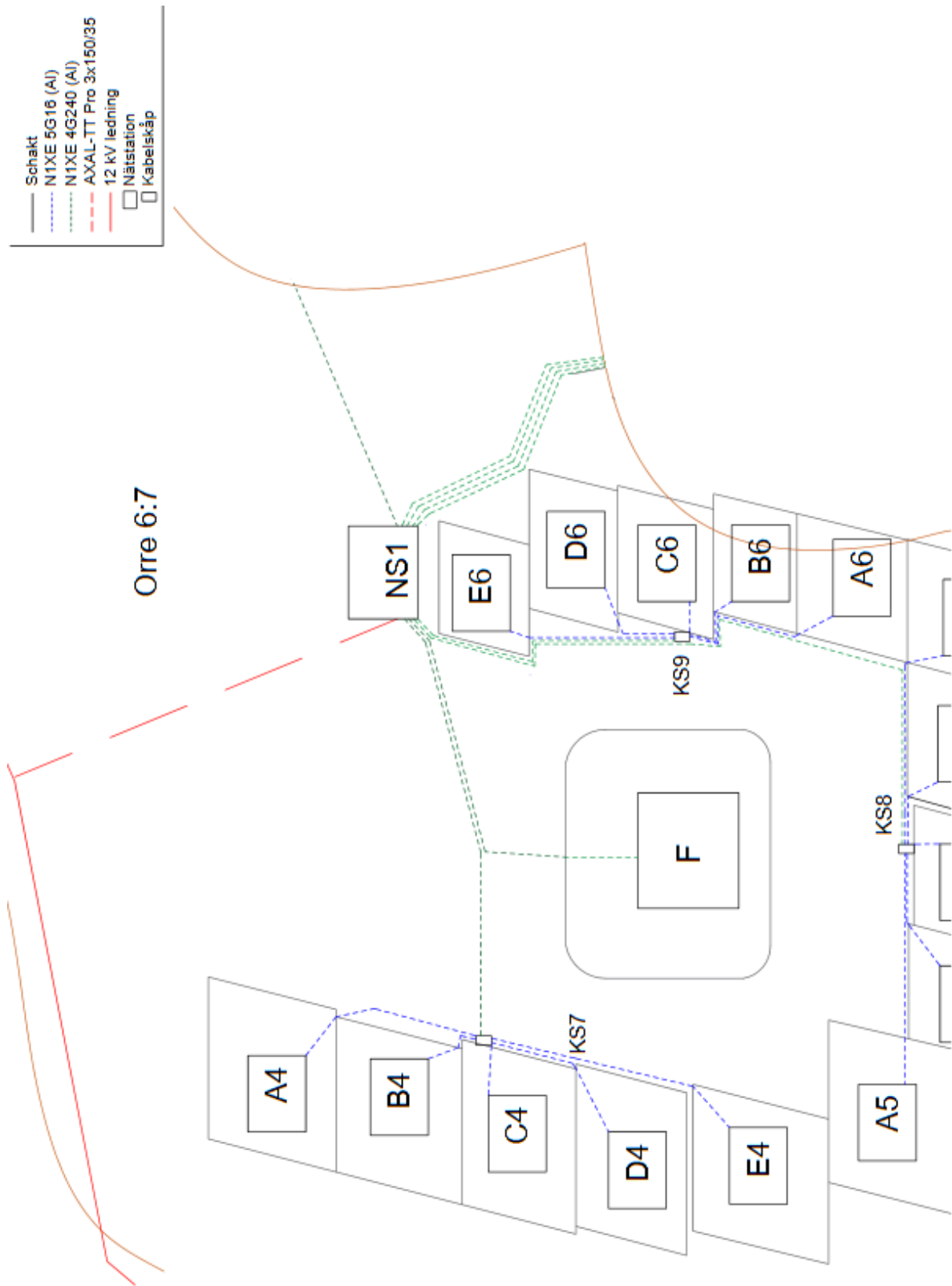
O: LSP karta område 1:7



P: LSP/HSP karta område 3:2




Q: LSP/HSP karta område 6:7



R: Markavtal

Exempel på hur ett markavtal kan se ut:



Markupplåtelseavtal avseende elektrisk starkströmsanläggning

över mark (luftledning)
 i mark (jordkabel)
 nätstation

Belastad fastighet

Fastighet (fastighetsägare) 1:7 Orre		Kontaktperson/avtal skickas till (namn, adress, telefon)	
Kommun Uppsala	Län Uppland	██████████	
Fastighetsägare (namn, person-nr/org-nr)		██████████	
██████████		██████████	
██████████		██████████	

Förmånsfastighet		Ersättning	
Fastighet (ledningsägare) 1:7 Orre		<input type="checkbox"/> 66-års skogsnom <input type="checkbox"/> Nya normen (skog) <input type="checkbox"/> 74-års åkerom <input checked="" type="checkbox"/> Annan	
Kommun:	Län:	Summa:	Kommentar:
Uppsala	Uppland	Luftledning: █████ kronor	██████
Ledningsägare (namn, org-nr) Vattenfall Eldistribution AB		Jordkabel: █████ kronor	██████
Ledningslittera: █████		Nätstation: █████ kronor	██████
Nätstation(nr): █████	██████	Frivillig ök: █████ kronor	██████████
Projektnummer(ID): █████	██████	Exl: █████ kronor	██████████
Projektnamn: █████	██████	Övrigt: █████ kronor	██████████
Projektledare: █████	██████	Totalt: █████ kronor	██████████
		För utbetalning/utanordning Datum/Sign: █████	

Mellan undertecknad/e, ovan benämnd/a fastighetsägaren respektive ledningsägaren är följande överenskommelse träffad till förmån för ledningsägarens fastighet.

§ 1 Upplåtelsens omfattning

Fastighetsägaren medger ledningsägaren rätt att:

- a) Anlägga/nedlägga och för all framtid bibehålla elektrisk starkströmsledning/nätstation med en systemspänning av högst **0,4 kV** med tillbehör (beroende av valt alternativ ovan) såsom stolpar, stag, linor, kablar, kabelskåp samt jordtag jämte tillhörande anordningar, allt nedan benämnt ledningen, **från punkt A till B, C till D** på nedanstående kartbild i det antal och i/på den sträckning/plats som blivit utstakat på marken med **0 meter** skogsgatubredd för luftledning och **217 meter (punkt A till B) och 86 meter (punkt C till D)** för jordkabel. För nätstation gäller upplåtelsen en yta av **0x0 meter**. Starkströmsledningen och nätstationen med tillbehör benämnes nedan sammantaget ledningen.
- b) På egendomen nu och framdeles fälla för ledningen hinderliga eller för dess säkerhet farliga träd och buskar, vilka förblir fastighetsägarens egendom.
- c) På egendomen ta för ledningens anläggande och bibehållande erforderlig sten, vilken inte upplagts för särskilt ändamål.
- d) I erforderlig omfattning äga tillträde till egendomen för ledningens anläggande/nedläggande samt för tillsyn, underhåll, ombyggnad och reparation av densamma, varvid ledningsägaren har att i den mån detta kan ske utan väsentlig olägenhet iaktta av fastighetsägaren givna anvisningar beträffande rätten att ta väg.

§ 2 Föreskrifter

- a) Ledningsägaren skall utöva rättigheterna så att egendomen inte betungas mer än nödvändigt.
- b) Ledningsägaren skall tillse att ledningen med tillhörande anläggningar tas bort, att hål i marken fylls igen och att av ledningsägaren upplagd sten tas bort om koncessionen för ledningen upphör eller ledningen av annan anledning inte längre skall nyttjas. Jordkabel med tillhörande anordningar tas bort om det är påkallat ur allmän eller enskild synpunkt. Ledningsägaren åtar sig att i samband härmed på sin bekostnad tillse att egendomen befrias från i laga ordning meddelade rättigheter avseende ledningen.



- c) Fastighetsägaren får inte i ledningens närhet ändra markanvändningen genom att exempelvis uppföra byggnad eller annan anläggning eller anordna upplag, så att ledningens bibehållande enligt gällande säkerhetsföreskrifter äventyras.
- Enligt vid tidpunkten för detta avtals tecknande gällande säkerhetsföreskrifter skall det horisontella avståndet mellan luftledningens yttersta faslina och närmaste byggnadsdel uppgå till minst **5 meter**. För stolpstation gäller **15 meter** och för markstation **5 meter**.
- Byggnad eller annan anläggning får inte utan ledningsägarens medgivande och lämnade instruktioner uppföras på närmare avstånd än **3 meter** från jordkabel.
- d) Fastighetsägaren får inte i ledningens närhet utan ledningsägarens i god tid inhämtade medgivande spränga, fälla träd, täckdika, schakta eller på annat sätt ändra marknivån eller vidta annan åtgärd som kan medföra fara för ledningen eller medföra att ledningen kan vålla skada på person eller egendom. Det åligger ledningsägaren att genom sakkunnig personal utan kostnad för fastighetsägaren anvisa eller vidta lämpliga skyddsåtgärder vid utförande av nyss nämnda arbeten samt att ersätta fastighetsägaren de merkostnader som till följd av anvisade skyddsåtgärder uppkommer för honom till följd av de anvisade åtgärderna.
- Ledningsägarens åtaganden att utan kostnad för fastighetsägaren vidta lämpliga skyddsåtgärder eller att svara för merkostnader till följd av anvisade åtgärder enligt detta moment är begränsade till oförändrad markanvändning.

§ 3 Tillträde

Ledningsägaren får omedelbart i anspråk de enligt § 1 upplåtta rättigheterna. Rättigheterna anses ha tagits i anspråk då ledningsbyggande eller avverkning för ledningen påbörjats. Med avverkning skall dock inte förstås borttagande av enstaka träd och buskar i samband med stakningsarbeten.

§ 4 Ersättning för bestående skada

- a) För bestående skada till följd av upplåtelse och föreskrifter enligt detta avtal skall ledningsägaren betala en engångsersättning som skall beräknas efter de värderingsgrunder för bestämmande av ersättning för kraftledningens intrång som allmänt tillämpas vid tidpunkten för tillträdet.
- b) Överenskommen ersättning skall, såvida inte lagfarts- eller in-teckningsförhållanden i fastigheten utgör hinder, utbetalas senast tre månader efter det överenskommelse träffats.
- Har tillträde ägt rum innan ersättningen erlaggs, skall denna uppräknas enligt 4 kap 4 § expropriationslagen från den dag tillträdet skett enligt definitionen i 3 § till tidpunkten för träffande av överenskommelse om ersättningen samt skall ränta enligt expropriationslagen utgå på det uppräknade beloppet från och med tillträdesdagen till och med betalningsdagen.
- c) Är egendomen eller del därav som berörs av upplåtelsen utarrenderad, skall träffas särskild överenskommelse enligt § 4. a) med arrendatorn för bestämmande av den ersättning som denne är berättigad till.

§ 5 Ersättning för tillfällig skada

- a) För tillfälliga skador som kan uppkomma vid och som följd av ledningens anläggande, tillsyn, underhåll, ombyggnad och reparation skall ersättning utgå i varje särskilt fall. När abonnemangsförhållande föreligger skall ersättning dock inte utgå för ringa skada, t ex fällande av enstaka träd i samband med underhållsröjning.
- b) Skador enligt § 5. a) skall värderas och regleras snarast möjligt efter skadans uppkomst. Kan överenskommelse i ersättningsfrågan inte träffas, skall tvisten avgöras vid ledningsförrättning, om sådan pågår, eller av domstol.
- c) Är egendomen eller del därav som berörs av upplåtelsen utarrenderad, skall särskild överenskommelse träffas enligt § 5 a) med arrendatorn för bestämmande av den ersättning som denne är berättigad till.

§ 6 Oförutsedd skada

Uppkommer fråga om ersättning för skada eller intrång, som uppstått efter ersättningens slutliga bestämmande och därvid inte kunnat förutses, skall ersättningsfrågan på fastighetsägarens begäran upptagas till prövning. Eventuella skador till följd av elektromagnetiska fält skall behandlas enligt denna paragraf.

§ 7 Inlösen av skog m m

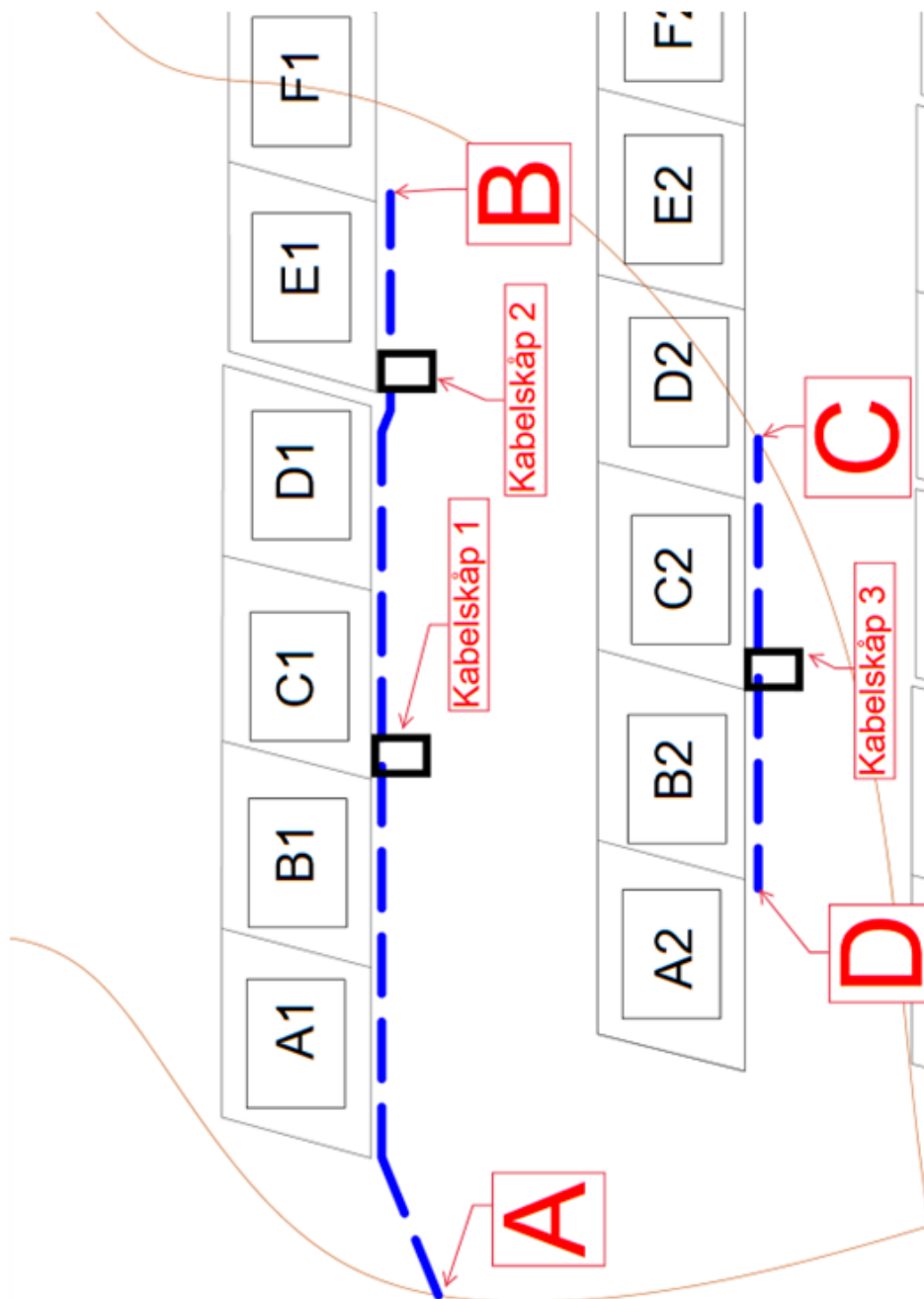
Träd och buskar som fälls för ledningens framdragande och bibehållande tillhör fastighetsägaren.

Om fastighetsägaren efter förfrågan från ledningsägaren inte åtar sig att avverka och tillvarata den skog som skall fällas för ledningens framdragande skall ledningsägaren inlösa den rotstående skogen.

Den som svarar för avverkningen vid ledningens framdragande och den som fäller eller åtar sig att tillvarata träd i samband med underhållsröjning har att tillse att avverkningsrester icke kvarlämnas så att fara för insektsangrepp i skogsvårdslagens bemärkelse uppstår.

Teckenförklaring

Blå streckad linje 0,4 kV markkabel





§ 8 Ledningsförrättning m m

Detta avtal får, med undantag av § 6 och 10, läggas till grund för beslut om ledningsrätt såsom överenskommelse enligt § 14, första stycket, ledningsrättslagen. Avtalet får alternativt inskrivas som servitut. Innan ledningsbeslutet vunnit laga kraft eller avtalet inskrivits är fastighetsägaren skyldig att vid överlåtelse eller upplåtelse av egendomen eller av ledningen berörd del därav göra förbehåll om detta avtals bestånd.

Därest ledningsägaren med stöd av denna bestämmelse ansöker om ledningsrätt biträder fastighetsägaren/arrendatorn ansökan.

§ 9 Överlåtelse av ledningen

Ledningsägaren har rätt och skyldighet att vid överlåtelse av ledningen sätta nye ägaren i sitt ställe beträffande rättigheter och skyldigheter i detta avtal.

§ 10 Särskilda bestämmelser

Detta avtal är upprättat i två likalydande exemplar varav parterna erhåller var sitt.

Ort Uppsala
Fastighetsägare

Datum

Ort Uppsala
Ledningsägare
Vattenfall Eldistribution AB

Datum

Fastighetsägarens namnförtydligande ifylles av beredare

Fastighetsägarens namnförtydligande ifylles av beredare

Fastighetsägarens namnförtydligande ifylles av beredare

Egendomen eller del därav som berörs av ledningen eller annan anläggning som omfattas av detta avtal är **inte utarrenderad** eller på annat sätt upplåten med nyttjanderätt, intygas

Fastighetsägare

Arrendator/nyttjanderättshavare


Såsom arrendator/nyttjanderättshavare av ovan nämnda egendom godkänner jag/vi förestående avtal till alla delar i den omfattning min/vår rätt berörs.

Ort Datum
Arrendator/Nyttjanderättshavare

Vattenfall Eldistribution AB, TROLLHÄTTAN tfn 0520-880 00
Vattenfall Eldistribution AB, SUNDBYBERG tfn 08-687 30 00
Vattenfall Eldistribution AB, LULEÅ tfn 0920-770 00

S: Värderingsprotokoll (VP)

Exempel på hur ett Värderingsprotokoll kan se ut:

Vattenfall Eldistribution AB 		Värderings- protokoll 2017
SAMMANSTÄLLNING AV ERSÄTTNING VID INTRÅNG PÅ NEDANSTÅENDE FASTIGHET		
<i>Kommun</i>	: Uppsala	
<i>Fastighet</i>	: 6:7 Orre	
<i>Markägare</i>	: no1 av 4	<i>Andel:</i> 0,25
<i>Adress</i>	: -	
<i>Postadress</i>	: -	
		<i>Värderingsman:</i> Niklas Wolniewik
<i>Ledning</i>	: -	<i>Värdetidpunkt:</i>
<i>Dnr/Nis nr.</i>	: -	<i>Basbelopp:</i> [REDACTED]

SAMMANSTÄLLNING

	<i>BORTTAGET INTRÅNG Kr</i>	<i>NYTT INTRÅNG Kr</i>
<i>ÅKERMARK (74-NORM)</i>		[REDACTED]
<i>SKOGSMARK</i>		
<i>TOMTMARK</i>		
<i>JORDKABEL</i>		[REDACTED]
<i>Schablon Expropriationslag 1/8 2010 (+25% av intrångsers.)</i>		[REDACTED]
<i>ÖVRIG ERS</i>		[REDACTED]
	<i>DELSUMMOR</i>	[REDACTED]
		<i>NETTO Kr</i> [REDACTED]
	<i>INDEXTILLÄGG FRÅN TILLTRÄDESDAGEN</i>	
	<i>ERSÄTTNING FÖR FRIVILLIG ÖVERENSKOMMELSE</i>	[REDACTED]
	<i>TILLÄGG FÖR MINIMIERSÄTTNING</i>	
	<i>ERSÄTTNING FÖR FÖRDYRAD AVVERKNING</i>	
	<i>SUMMA FÖR FASTIGHETEN Kr</i>	[REDACTED]
	<i>AVGÅR ARRENDATORNS DEL Kr</i>	
	<i>TILLKOMMER FÖR TILLFÄLLIG SKADA</i>	
	<i>(Tillfällig skada regleras separat)</i>	
	<i>TOTAL ERSÄTTNING TILL FASTIGHETSÄGAREN Kr</i>	[REDACTED]

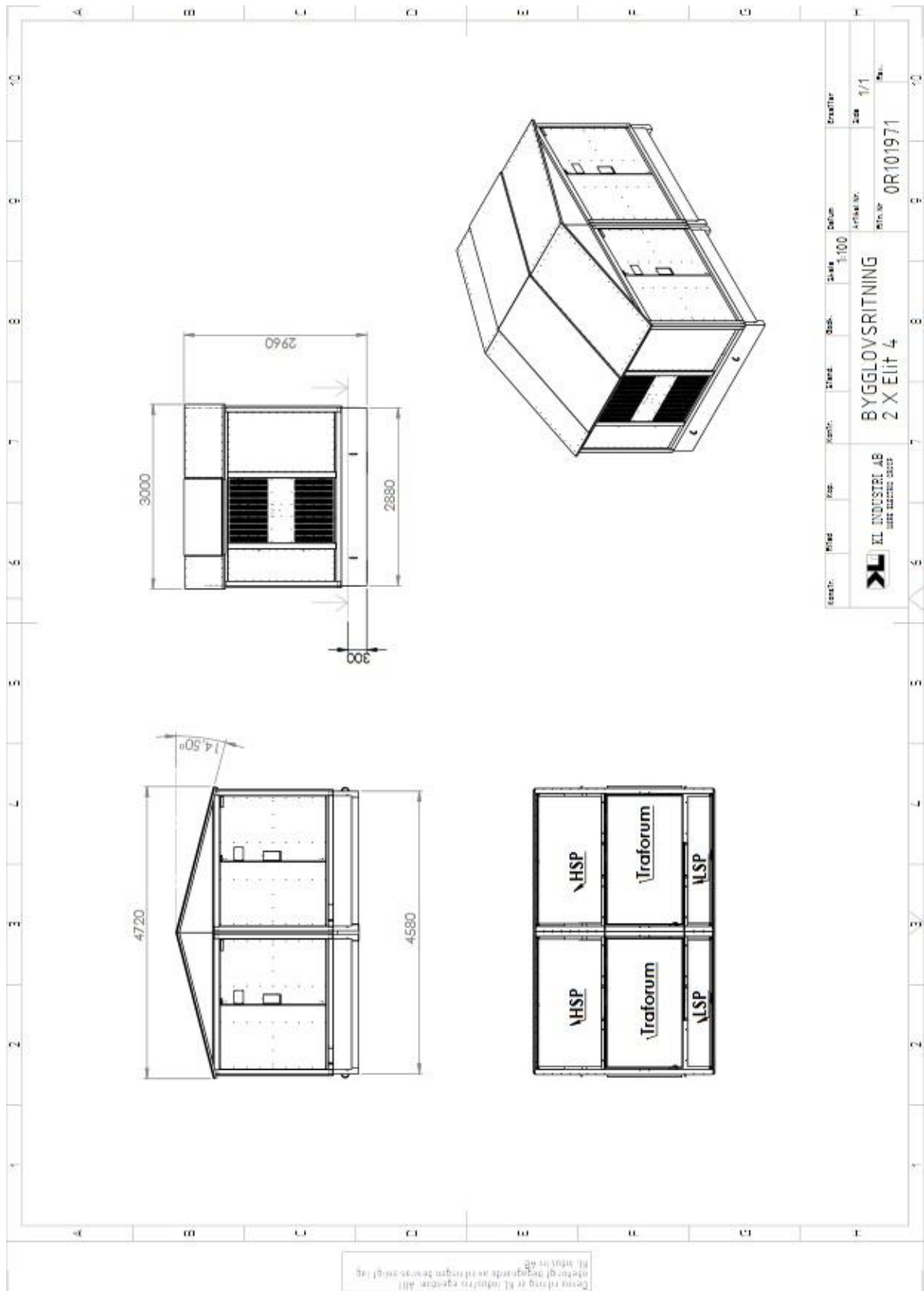
Angiven ersättning utgör full gottgörelse för skada och allt intrång, som på ifrågavarande del av ledningsträckan förorsakas av ledningsägarens rätt att på fastigheten under all framtid bibehålla rubricerade nät/ledning/kabel med tillhörande anordningar samt att efter eget beprövande fälla för ledningen hinderliga och för dess driftsäkerhet farliga träd och buskar. (1)

Ovanstående ersättning sätts in på följande konto:

[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
<i>Pg/Bg</i>	<i>Banknamn</i>	<i>Clearingnr</i>	<i>Kontour</i>

(1) Markägaren bör beakta möjligheten att erhålla hjälp av ledningsägarens personal med avverkning, som kan medföra risker på grund av närhet till spänningsförande ledningar. Tillfälliga skador, regleras vid skadetillfället.

T: Översiktsritning nätstation





(godkännande från KL Industri har erhållits för användandet av bilden ovan)

Färgen: ”RAL 7009, NCS S6005-G50Y” valdes för nätstationen. Detta för att den smälter bra in i det gröna landskapet och för att grön är en behaglig färg att se på.

U: P2-kalkyl

Arbete	Enhet	Fakt	Anat	Ber	Mont	Mask	EA	Arbete kr	Materiel kr	Maskin kr	Övrigt kr	Summa kr
Arbete-konstruktion												
12347 Tillkommande kabel på nedledning till mark	1	1	1	0	1		1	566	448			1 014
13123 Åker produktionsområde Ssk	1	1	1	8				5 648			32 787	38 435
13131 Kabel i mark > 150 m/fastighet	4	0,988	1								36 946	36 946
13140 Kabelskåp, åkermark	6	1	1								12 725	12 725
13141 Kabelskåp, övrig mark	3	1	1								2 386	2 386
13142 Nätstation, åker	1	1	1								5 700	5 700
13713 N035-N055 0,3-0,5 Schakt, återfyllning	1,98	1	1	5	116	159	409	87 824	9 721	114 030		211 575
13720 Utbyte av massor	79,2	1	1	3	4	33	4	2 644	12 967	2 775	9 028	27 414
13727 Schakta och sätta kabelskåp	9	1	1	7	8	8	24	11 274		6 010		17 284
13732 Schakta, grundlägga, dränera för nätstation typ 3	1	1	1	1	6	6	18	4 560	2 512	4 587		11 659
13737 Sandning 0,3-0,7 m	1,98	1	1	1	17	30	73	13 322	24 029	21 662		59 013
14011 Utdragning kabel <= 1,0 kg/m	0,991	1	1	1	2	2	7	2 403		1 686		4 089
14012 Utdragning kabel > 1,0 <= 2,5 kg/m	2,959	1	1	3	11	11	31	10 071		7 941		18 011
14017 Manteiprovning 3-ledarkabel	1	1	1	0	0	0	0	219			109	328
14064 Ventilavledningsrätt 12 kv i stolpe	3	1	1	1	5	5	5	4 572	12 845			17 417
14068 Ansluta kabel 0,4kV N1XV(E) 10-50	66	1	1	7	22	22	22	20 500	1 335			21 835
14070 Ansluta kabel 0,4kV N1XV(E) 240	36	1	1	4	37	37	37	29 132	728			29 860
14071 Tillägg ansluta 5-ledare 0,4 kv	66	1	1	3	3	3	3	4 507				4 507
14083 Inmätning kabelgrav, landsbygd	1,98	1	1	3	8	8	8	6 146	165		990	7 301
15122 Nätstation N2x8/4 800 KVA plåt	1	1	1	3	9	18	18	8 569	330 799		5 164	344 532
15415 PEX 3x150	0,155	1	1						16 414			16 414
15502 N1XV(E) 5x16-Al	1,178	1	1						22 735			22 735
15518 N1XV(E) 4x240	2,909	1	1						297 647			297 647
15712 Kabelskåp K2	3	1	1						26 406			26 406
15713 Kabelskåp K3	6	1	1						67 486			67 486
15921 12/0,4 kv, 800 kVA	2	1	1						181 214			181 214
15956 Mätare, Effekt Lsp, kombi	1	1	1						10 708			10 708
31213 Inspektion nästsm byggn.	1	1	1	0	1		1	675	34			709
31261 Kopplingsarbete Hsp och Lsp	1	1	1	1	1		1	582				582
31262 Avbrotsarbete 12-24 kv	1	1	1	1	1		1	1 030				1 030
31267 drifttagning av nätstation inkl uppmärkning	1	1	1									
31273 drifttagning av kabelskåp	9	1	1						918			918
31274 drifttagning av ny Lsp-kund	35	1	1						2 479			2 479
99951 Grundläggande beredning, fast tid/projekt	1	1	1	4	12		12	9 017				9 017
99952 Tillägg grundläggande beredning för projekt > 1 km	1,98	1	1						2 613			2 613
99954 Söka tillstånd	2	1	1	7					1 452			1 452
99955 Upprätta avtal	5	1	1	5					3 629			3 629
VND05 Fuktspärr, Lecakulor	18	1	1									3 637

Till kalkylering

VATTENFALL

Datum: [Redacted]
 Entreprenör: Vattenfall Services Nordic AB
 Handläggare: [Redacted]
 Projektmarke entreprenör: [Redacted]

PL Vattenfall: [Redacted]
 Netbas ID: [Redacted]
 Netbas projektnamn: [Redacted]
 SOS Ärendenummer: [Redacted]

Arbete	Enhet	Fakt	Anat	Ber	Mont	Mask	EA	Arbete kr	Materiel kr	Maskin kr	Övrigt kr	Summa kr
Slutkalkyl												
Summa	61	269	222	710	239 525	1 018 193	158 691	105 835				1 525 880

V: SE-N1XE 5G16, 1 kV

SE-N1XE-AR 1 kV N1XE-AR 1 kV 5G16

Kontaktuppgifter

Försäljning Installation och industri
Telefon: +46 325 80 000
building-pc.se@nexans.com

Artikelnr: 15013398

E-nr: 0012285

Kabeln är avsedd för fast förläggning utomhus i luft, mark och vatten.

BESKRIVNING

SE-N1XE-AR är en halogenfri, PEX-isolerad, PE-mantlad kabel med runda, glödgade, fåtrådiga ledare av aluminium. Kabeln är konstruerad efter SS 424 14 18. Ledaren har trådantal och resistans enligt IEC 60228 klass 2. Parterna är färgmärkta enligt SS 424 17 20. Manteln är märkt typ/tillverkare/år+mån/metermärkning. SE-N1XE-AR är ej flamskyddad. Kabeln är godkänd av SEMKO.

Lifemark(TM) recycling marking

Beständig märkning på kabelns yttermantel. Märkningen specificerar ingående plastkvaliteter och förbereder en framtida återvinning av kabeln.

Normer

SE-N1XE-AR är tillverkad och provad enligt SS 424 14 18. Kabeln kan belastas enligt SS 424 14 24.

Certifieringar

Kabeltypen är godkänd av SEMKO.

Kvalitets- och miljöledningssystem

Certifierade enligt ISO 9001, IRIS, ISO/TS 16949 och ISO 14001.



STANDARDS

Internationell HD 603 S1/50

Nationell SS 424 14 18



Halogenfri
Ja



Ledare, flexibilitet
Fåtrådig



Spänning, klass Uo/U
0,6/1 kV



Temperatur vid förläggning, min.
-20 °C



Temperatur vid drift, max.
80 °C



Böjningsradie, statisk
216 mm



Bending factor
Installed
8 (xD)



Minsta böjradie vid förläggning
12 (xD)

Alla illustrationer, konstruktioner, specifikationer, ritningar och angivelser om vikt, storlek och dimensioner i Nexans tekniska eller kommersiella dokumentation är endast indicativa och kan inte förbinda Nexans eller annan vare representativa för Nexans.
Genererad 2017-12-08 www.nexans.se Sida 1 / 2

 Nexans

SE-N1XE-AR 1 kV

N1XE-AR 1 kV 5G16

Kontaktuppgifter

Försäljning Installation och industri
Telefon: +46 325 80 000
building-pc.se@nexans.com

EGENSKAPER

Konstruktionsegenskaper	
Ledare, material	Aluminium
Isolering, material	PEX
Mantel, material	PE (polyeten)
Färg	Svart
Halogenfri	Ja
Ledare, flexibilitet	Fåtrådig
Dimensionsegenskaper	
Antal ledare	5
Ledare, area	16 mm ²
Isolering, tjocklek	0,7 mm
Mantel, tjocklek	1,8 mm
Ytterdiameter, nom	21,5 mm
Vikt	54,0 kg/100m
Ledardiameter	4,7 mm
Diameter över isolering	6,1 mm
Elektriska egenskaper	
Kapacitans, fas	0,1 µF / km
Induktans vid installation, nom	0,23 mH/km
Permissible short circuit current conductor 1s	1,5 kA
Resistans i ledare	1,9 Ohm/km
Nominal impedance	4 Ohm
Spänning, klass Uo/U	0,6/1 kV
Mekaniska egenskaper	
Dragkraft vid installation, max	2,4 kN
Hanteringsinformation	
Temperatur vid förläggning, min.	-20 °C
Temperatur vid drift, max.	90 °C
Temperatur vid kortslutning, max	250 °C
Längd	500 m
Förpackning	K10
Böjningsradie, statisk	215 mm
Installationssätt	Direkt nedläggning i mark
Minsta böjradie vid slutmontage	8 (xD)
Minsta böjradie vid förläggning	12 (xD)

LEVERANSINFORMATION

SE-N1XE-AR levereras i längder om 500 m. Trumman är märkt med tillverkare, kabeltyp och längd. Kabeländarna är förslutna.

Alla illustrationer, konstruktioner, specifikationer, ritningar och angivelser om vikt, storlek och dimensioner i Nexans tekniska eller kommersiella dokumentation är endast indicativa och kan inte förbinda Nexans eller anses vara representativa för Nexans.
Genererad 2017-12-08 www.nexans.se Sida 2 / 2



(godkännande från Nexans har erbjödits för användandet av bilderna ovan)

W: SE-N1XE 4G240, 1 kV

SE-N1XE-AS 1 kV

SE-N1XE-AS 1 kV 4G240

Kontaktuppgifter

Försäljning Hög- och mellanspänning
Telefon: +46 325 80 000
hvpowercable-pc.se@nexans.com

Artikelnr: 15015098

E-nr: 0012345

Kabeln är avsedd för fast förläggning utomhus i luft, mark och vatten.

BESKRIVNING

SE-N1XE-AS är en halogenfri, PEX-isolerad, PE-mantlad kabel med sektorformade, glödgade, fåtrådiga ledare av aluminium. Kabeln är konstruerad efter SS 424 14 18. Ledaren har tråddantal och resistans enligt IEC 60228 klass 2. Parterna är färgmärkta enligt SS 424 17 20. Mantein är märkt typ/tillverkare/år+mån/metermärkning. SE-N1XE-AS är ej flamskyddad. Kabeln är godkänd av SEMKO.

Lifemark(TM) recycling marking

Beständig märkning på kabelns yttermantel. Märkningen specificerar ingående plastkvaliteter och förbereder en framtida återvinning av kabeln.

Normer

SE-N1XE-AS är tillverkad och provad enligt SS 424 14 18. Kabeln kan belastas enligt SS 424 14 24.

Certifieringar

Kabeltypen är godkänd av SEMKO.

Kvalitets- och miljöledningssystem

Certifierade enligt ISO 9001, IRIS, ISO/TS 16949 och ISO 14001.



STANDARDS

Internationell HD 603 S1/50

Nationell SS 424 14 18



Halogenfri
Ja



Ledare, flexibel
Fåtrådlig



Spänning, klass Uo/
U
0,8/1 kV



Temperatur vid
förläggning, min.
-20 °C



Temperatur vid drift,
max.
80 °C



Böjningsradie,
statisk
660 mm



Minimum operating
temperature
-40 °C



Bending factor
installed
8 (xD)

Alla illustrationer, konstruktioner, specifikationer, ritningar och angivelser om vikt, storlek och dimensioner i Nexans tekniska eller kommersiella dokumentation är endast indicativa och kan inte förbinda Nexans eller anses vara representativa för Nexans.
Genererad 2017-12-08 www.nexans.se Sida 1 / 2

Nexans

SE-N1XE-AS 1 kV

SE-N1XE-AS 1 kV 4G240

Kontaktuppgifter

Försäljning Hög- och mellanspänning
Telefon: +46 325 80 000
hvpowercable-pc.se@nexans.com

EGENSKAPER

Konstruktionsegenskaper	
Ledare, material	Aluminium
Isolering, material	PEX
Mantel, material	PE (polyeten)
Färg	Svart
Halogenfri	Ja
Ledare, flexibilitet	Fåtrådig
Ledare, tvärsnittstyp	Sektorsformad, fåtrådig
Dimensionsegenskaper	
Antal ledare	4
Ledare, area	240 mm ²
Isolering, tjocklek	1,7 mm
Mantel, tjocklek	2,8 mm
Ytterdiameter, nom	54,0 mm
Vikt	345,0 kg/100m
Elektriska egenskaper	
Resistans i ledare	0,125 Ohm/km
Kapacitans, fas	0,14 µF / km
Induktans vid installation, nom	0,23 mH/km
Nominal impedance	0,405 Ohm
Permissible short circuit current conductor 1s	22,7 kA
Spänning, klass Uo/U	0,6/1 kV
Mekaniska egenskaper	
Dragkraft vid installation, max	28,8 kN
Hanteringsinformation	
Temperatur vid förläggning, min.	-20 °C
Temperatur vid drift, max.	90 °C
Temperatur vid kortslutning, max	250 °C
Längd	500 m
Förpackning	K22
Böjningsradie, statisk	550 mm
Installationssätt	Direkt nedläggning i mark
Minimum operating temperature	-40 °C
Minsta böjradie vid slutmontage	8 (xD)
Minsta böjradie vid förläggning	12 (xD)

LEVERANSINFORMATION

SE-N1XE-AS levereras i längder om 500 m. Trumman är märkt med tillverkare, kabeltyp och längd. Kabeländarna är förslutna.

Alla illustrationer, konstruktioner, specifikationer, ritningar och angivelser om vikt, storlek och dimensioner i Nexans tekniska eller kommersiella dokumentation är endast indicativa och kan inte förbinda Nexans eller anses vara representativa för Nexans.
Genererad 2017-12-08 www.nexans.se Sida 2 / 2



(godkännande från Nexans har erbjödits för användandet av bilderna ovan)

X: Kabeldimensionsändring på vissa sträckor

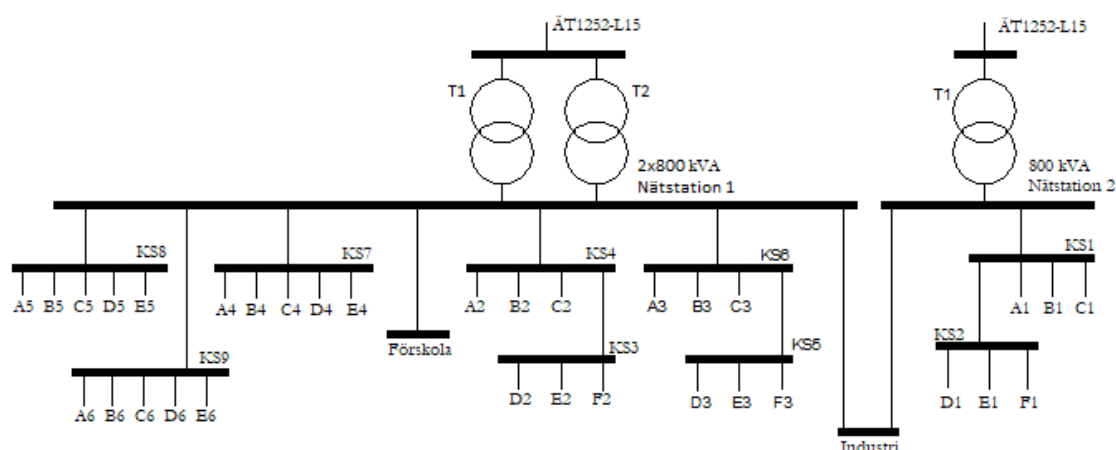
De sträckor som dimensionen på kabeln har ändrats på är ut markerade i rött under ”Area (mm²)”. De andra rödmarkerade områdena under ”Spf. Till abonnent (%)” är den ändring som det har sökts efter att minska spänningsfallet för. Resten utav de värdena som har ändrats gentemot de tidigare tabellerna i denna rapport är en biprodukt på de sträckorna som har om dimensionerats.

Sträcka	Area (mm ²)	Spf. (V)	Spf. (V)	Spf. delsträcka (%)	Spf. till abonnent (V)	Spf. till abonnent (%)
KS1-A1	25	3,11	3,11	0,78	14,18	3,54
KS1-B1	16	1,24	1,24	0,31	12,3	3,08
KS1-C1	16	1,24	1,24	0,31	12,3	3,08
KS2-D1	16	1,43	1,43	0,36	12,49	3,12
KS2-E1	16	1,43	1,43	0,36	12,49	3,12
KS2-F1	25	3,17	3,17	0,79	14,24	3,56
NS1-KS1	240	7,4	7,4	1,85	-	-
KS1-KS2	95	3,66	3,66	0,92	-	-
KS3-A2	25	3,11	3,11	0,78	14,97	3,74
KS3-B2	16	1,24	1,24	0,31	13,09	3,27
KS3-C2	16	1,24	1,24	0,31	13,09	3,27
KS4-D2	16	1,05	1,05	0,26	12,9	3,23
KS4-E2	16	1,34	1,34	0,33	13,19	3,3
KS4-F2	25	2,93	2,93	0,73	14,78	3,7
NS2-KS3	240	8,24	8,24	2,06	-	-
KS3-KS4	95	3,61	3,61	0,9	-	-
KS5-A3	16	3,82	3,82	0,95	13,63	3,41
KS5-B3	16	0,76	0,76	0,19	10,57	2,64
KS5-C3	16	2,19	2,19	0,55	12	3
KS6-D3	16	1,72	1,72	0,43	11,53	2,88
KS6-E3	16	0,86	0,86	0,21	10,67	2,67
KS6-F3	16	4,2	4,2	1,05	14,01	3,5
NS2-KS5	240	5,57	5,57	1,39	-	-
KS5-KS6	95	4,24	4,24	1,06	-	-
KS8-A5	25	3,91	3,91	0,98	11,6	2,9
KS8-B5	16	2,67	2,67	0,67	10,36	2,59
KS8-C5	16	0,95	0,95	0,24	8,65	2,16
KS8-D5	16	1,91	1,91	0,48	9,6	2,4
KS8-E5	25	3,91	3,91	0,98	11,6	2,9
NS1-KS8	240	7,69	7,69	1,92	-	-

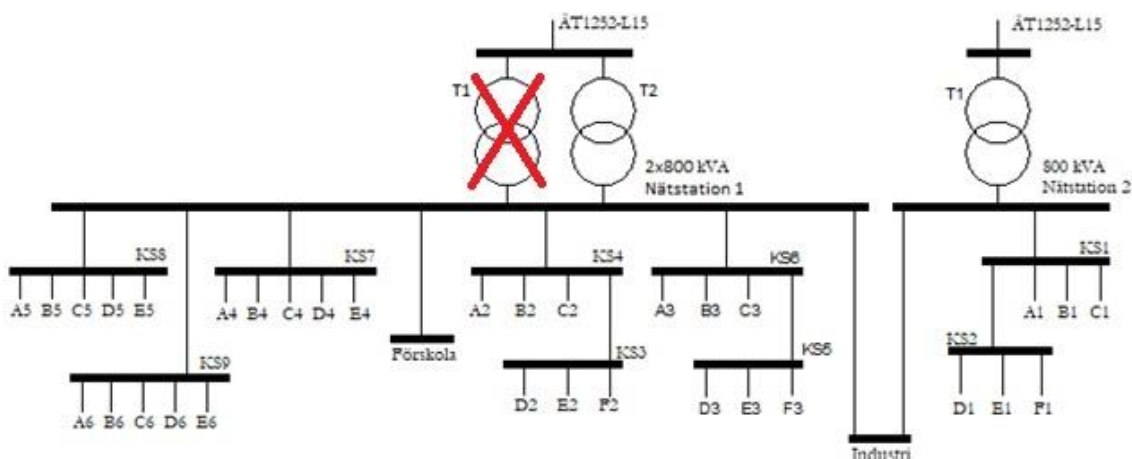
Y: Enlinjeschema över Brf Öرنen

Bilden nedan visar ett enlinjeschema över hur matningen till de olika fastigheterna ser ut. Där kabelskåp 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, industrin och förskolan är matad från Nätstation 1 som innehåller två stycken parallell kopplade transformatorer på vardera 800 kVA. Eftersom industrin ska vara matad med reservkraft så är den också kopplad till Nätstation 2 som matas med en transformator på 800 kVA. Nätstation 2 matar också kabelskåp 1 och 2.

Enlinjeschema över området Brf Öرنen:



Enlinjeschema över Brf Öرنen med bortfall av transformator 1 i nätstation 1:



Z: Kostnadsändring

Genom att byta från 240mm² Al kabel på följande sträckor: KS1 till KS2 (76m), KS3 till KS4 (75m) och KS5 till KS6 (88m) till en 150mm² Al kabel. Med en total kabelsträcka på 239 meter.

Här nedan presenteras ett kostnadsförslag som skulle ge en reducerad kostnad för projektet med \approx 8 000 kr.

Arbete-konstruktion	Antal	Enhet	Summa kr
N1XV(E) 4x150	0,239	km	16 502
N1XV(E) 4x240	0,239	km	24 454
			7 953