



UPPSALA
UNIVERSITET

UPTEC-ST512005

Examensarbete 30 hp
Mars 2012

Motiv och förutsättningar för Arbete Med Spänning på det svenska stamnätet

Therese Erixon
Elisabeth Rydén



UPPSALA
UNIVERSITET

Teknisk- naturvetenskaplig fakultet
UTH-enheten

Besöksadress:
Ångströmlaboratoriet
Lägerhyddsvägen 1
Hus 4, Plan 0

Postadress:
Box 536
751 21 Uppsala

Telefon:
018 – 471 30 03

Telefax:
018 – 471 30 00

Hemsida:
<http://www.teknat.uu.se/student>

Abstract

Motiv och förutsättningar för Arbete med spänning på det svenska stamnätet

Incentives, obstacles and possibilities for live work at the Swedish central grid (220 and 400 kV)

Erixon Therese & Rydén Elisabeth

In this thesis, the conditions of using the maintenance method live work at the Swedish TSO, Svenska Kraftnät has been analyzed. The study is limited to only include live work on 220 and 400 kV. The live work method is a type of maintenance that can be done, on lines or stations, even though they are still energized.

The purpose of this thesis has been to map the present live work situation at these levels in Sweden. The study is based mostly on interviews with people who have specific field competence with in live work but also with personnel at Svenska Kraftnät. Besides the study of Swedish usage of the method, a study of other countries was made.

Live work isn't new in Sweden, the method was first used here in the 1950's. The method partially came back in the 1970's, but it wasn't until 1997 that the method was fully permitted in Sweden. Before 1997 government permission was mandatory to have to be allowed to use live work. This rule was changed in 1997 and now the method is equally valued to the other methods.

This study also shows that there are incentives for using more live work in Sweden, especially now when the country has been split into four different electricity markets. But there are several obstacles for a development in live work usage. If Svenska Kraftnät wants to increase their live work usage there are many actions that have to be made. In the end of this study these actions are presented.

Handledare: Hans Dahlström
Ämnesgranskare: Urban Lundin
Examinator: Elísabet Andrésdóttir
ISSN: 1650-8319, UPTec-STS12005
Sponsor: Svenska Kraftnät

Sammanfattning

I denna studie har förutsättningar för Svenska Kraftnät att använda arbetsmetoden Arbete med spänning (AMS) på stamnätet undersökts. Frågeställningar som ställts för att ta reda på detta har varit:

- Vilka incitament finns för en ökad användning av metoden?
- Vilka hinder/utmaningar föreligger metoden?
- Vad krävs för att möjliggöra en implementering av AMS på Svenska Kraftnät?

Metoden innebär att avbrott inte behöver ske för att utföra underhåll på elektriska apparater, utan detta underhåll kan ske med full spänning på. Studien utgår främst från intervjuer med personer som har specifik kunskap i området eller som har kommit i kontakt med metoden genom projekt och liknande. Utöver de svenska aktörerna som påverkar AMS har även en omvärldsanalys genomförts. I denna har länder som är framstående inom AMS studerats. Dessutom har Norge studerats, eftersom de har många likheter med Sverige och det sker samarbeten länderna emellan, något som gör det extra intressant att studera.

AMS är egentligen inget nytt i Sverige. De första försöken med AMS skedde redan på 50-talet och sedan dess har även försök på 70-talet gjorts. Fram till 1997 var det inte tillåtet att utföra arbeten med metoden utan dispens från myndigheterna, men 1997 ändrades reglerna och arbetsmetoden jämnställdes med andra elektriska arbetsmetoder.

Studien visar att det i Sverige har uppstått en ”moment 22”- situation där nätägarna inte vill beställa AMS-arbeten, eftersom det inte finns kunniga entreprenörer inom området. Entreprenörerna, å sin sida, anser att det inte lönar sig att satsa på utbildning och utrustning om det inte finns någon som beställer den här typen av arbeten. Studien visar att det finns goda incitament för att använda AMS i större utsträckning, men att det finns ett flertal hinder som bromsar utvecklingen. För att kunna utveckla användningen av AMS på Svenska Kraftnät har därför vissa åtgärder poängterats och i diskussionen kan vidare resonemang kring förutsättningarna för AMS läsas.

Förord

Vi vill börja med att tacka Svenska Kraftnät för att de valde oss till detta examensarbete. Vi har under hela tiden suttit på Driftplanering där vi har blivit otroligt väl bemötta. Ett stort tack till er alla som visat intresse för examensarbetet.

Vi vill rikta ett stort tack till våra handledare Hans Dahlström (Anläggningsförvaltning) och Johan Svensson (Driftplanering) för all er hjälp och stöttning genom arbetets gång.

Vi skulle även vilja tacka alla som har ställt upp på intervjuer. Utan er hade det inte varit lika roligt att genomföra studien och ni besitter enormt mycket kunskap som inte går att få tag i på annat sätt. Ni har alla gjort ett stort intryck på oss och vi har bland annat fått chansen att besöka metropoler som Oslo, Motala, Ludvika och Bollnäs.

Vi vill även tacka vår ämnesgranskare Urban Lundin på Uppsala universitet som hjälpt oss att genomföra arbetet.

Sist men inte minst vill vi tacka varandra för ett bra samarbete, stöttning i jobbiga stunder och för många roliga stunder.

Innehåll

1	Inledning	9
1.1	<i>Syfte och frågeställning</i>	9
1.2	<i>Metod</i>	9
1.3	<i>Disposition av rapporten</i>	10
1.4	<i>Källkritik</i>	10
1.5	<i>Avgränsningar</i>	10
2	Bakgrund.....	11
2.1	<i>Elens väg från generering till slutkund</i>	11
2.2	<i>Svenska Kraftnät</i>	14
3	Elektriska arbeten – arbetsmetoder.....	15
3.1	<i>Arbete Utan Spänning (AUS)</i>	15
3.2	<i>Arbete Nära Spänning (ANS)</i>	15
3.3	<i>Arbete Med Spänning (AMS)</i>	16
3.4	<i>AMS/ANS</i>	20
4	Aktörer.....	20
4.1	<i>Beställare av elektriska arbeten</i>	21
4.2	<i>Entreprenörer</i>	22
4.3	<i>Övriga aktörer</i>	23
5	Drift.....	24
5.1	<i>Driftplanering</i>	24
5.2	<i>Driftsäkerhet</i>	25
6	AMS-historien	27

7	Omvärldsanalys	28
7.1	<i>Nya Zeeland</i>	28
7.2	<i>Australien</i>	30
7.3	<i>USA</i>	31
7.4	<i>Kanada</i>	32
7.5	<i>Frankrike</i>	32
7.6	<i>Norge</i>	33
8	Regelverk och utbildning	36
8.1	<i>Regelverk</i>	36
8.2	<i>Utbildning och AMS-handboken</i>	38
9	Personsäkerhet	41
9.1	<i>Risker med AMS</i>	42
9.2	<i>Olycksstatistik, olyckor och tillbud</i>	45
9.3	<i>Säkerhetskrav</i>	49
9.4	<i>Riskområdesberäkningar</i>	52
10	Tekniska förutsättningar	53
10.1	<i>Statuskontroll av anläggningar</i>	53
10.2	<i>Verktyg</i>	54
10.3	<i>Reläskydd</i>	55
10.4	<i>Arbetarskydd</i>	56
10.5	<i>Utformning av anläggningar</i>	56
11	Arbeten med AMS	57
11.1	<i>Möjliga arbeten</i>	57
11.2	<i>Utförande</i>	59
12	Ekonomiska aspekter	61

12.1	<i>Flaskhals och flaskhalsintäkter</i>	<i>61</i>
12.2	<i>Elområden.....</i>	<i>62</i>
12.3	<i>Ett avbrotts kostnader</i>	<i>63</i>
12.4	<i>Ekonomisk reglering.....</i>	<i>72</i>
13	<i>Svenska Kraftnät</i>	<i>72</i>
13.1	<i>Exempel på AMS-arbeten och projekt som gjort på stamnätet</i>	<i>72</i>
13.2	<i>Beslutande av metodval</i>	<i>78</i>
13.3	<i>Inställning till AMS och kunskap om AMS.....</i>	<i>79</i>
14	<i>Polycys, strategier och initiativ hittills.....</i>	<i>80</i>
14.1	<i>Svenska Kraftnät.....</i>	<i>80</i>
14.2	<i>Fortum.....</i>	<i>81</i>
14.3	<i>Statnett</i>	<i>81</i>
14.4	<i>Hafslunds nett.....</i>	<i>82</i>
15	<i>Incitament.....</i>	<i>83</i>
15.1	<i>Ekonomi</i>	<i>83</i>
15.2	<i>Avbrottsproblematik.....</i>	<i>84</i>
15.3	<i>Personsäkerhet</i>	<i>84</i>
16	<i>Hinder</i>	<i>85</i>
16.1	<i>Beslut och Styrning</i>	<i>85</i>
16.2	<i>Kompetens</i>	<i>86</i>
16.3	<i>Utformning av anläggningar</i>	<i>87</i>
16.4	<i>Regelverk.....</i>	<i>87</i>
16.5	<i>Ekonomi</i>	<i>87</i>
16.6	<i>Inställning</i>	<i>87</i>
16.7	<i>Väder och vegetation.....</i>	<i>89</i>
16.8	<i>Olycka</i>	<i>89</i>

17	Möjliga åtgärder för implementering av AMS.....	89
17.1	<i>Samarbete.....</i>	89
17.2	<i>Främja konkurrens.....</i>	90
17.3	<i>Jämförelse av kostnader.....</i>	91
17.4	<i>Referensprojekt.....</i>	91
17.5	<i>Beslut.....</i>	91
17.6	<i>Verktyg.....</i>	92
17.7	<i>Nordisk marknad.....</i>	92
17.8	<i>Drivande personer.....</i>	93
17.9	<i>Utformning av stationer.....</i>	93
17.10	<i>Satsa på små jobb.....</i>	93
17.11	<i>Kontroll av säkerhet.....</i>	93
17.12	<i>Kunskap.....</i>	94
17.13	<i>Underhållsavtal.....</i>	94
18	Diskussion och slutsatser.....	95
19	Förslag på vidare studier.....	97
20	Källförteckning.....	98
21	Bilaga 1 Organisation.....	104
	<i>Avdelningar som primärt berörs av en AMS-utveckling.....</i>	104

Begreppslista

Anläggning	Ledning eller station – kraftstation, transformatorstation, kopplingsstation med tillhörande ställverk, kontrollrumsbyggnader och primärapparater
Distansjärn	Distanser mellan faslinor i samma fas vid multipelarrangemang exempelvis duplex (två linor per fas) eller triplex (tre linor per fas)
Entreprenör	Leverantörsföretag som utför tjänster på entreprenaduppdrag
Fack	Ansluter ett objekt till en samlingsskena via kopplingsapparater, brytare och frånskiljare, och är normalt utrustat med mättransformatorer, avledare och jordningspunkter
Faslina	Spänningsförande lina som överför el
Samlingsskena	Elektrisk kopplingsskena till vilken olika objekt, ledningar, transformatorer och reaktorer ligger anslutna via kopplingsapparater, brytare och frånskiljare
Slack	Fast elektrisk ansluten strömbana som kan demonteras
Spotpris	Marknadens elpris i Euro/MWh
Topplina	Jordad (eller isolerad lina) i friledning förlagd ovan faslinor som bland annat utgör systemjordning, skydd mot blixtnedslag, avleder felströmmar.
TSO	Transmission System Operator, systemansvarig operatör med övergripande ansvar för elförsörjningen
Underentreprenör	Leverantörsföretag som utför tjänster på entreprenaduppdrag åt entreprenör och beställare
Överföringskapacitet	Märkeffekt för enskild anläggning eller del av transmissionsnät som anger hur mycket el nätet kan överföra med avseende på gällande driftsäkerhetskriterier
Isolatorkedja	Komponent med mycket liten förmåga att leda värme eller elektrisk ström som ska skydda allmänheten från kraftledningarna.
ESA	Elsäkerhetsanvisningar
Reläskydd	Skyddsobjekt i eldistribution

1 Inledning

Sveriges stamnät är ett redundant nät, vilket innebär att elen leds om vid planerade och oplanerade elavbrott. Svenska Kraftnät äger och ansvarar för drift och underhåll av Sveriges stamnät som transporterar stora mängder el under högspänning (220, 400 och 500 kV). Vid elektriska arbeten på anläggningar och anläggningsdelar i stamnätet planeras vanligtvis för arbete utan spänning (AUS), vilket innebär avbrott. Men det finns även en annan metod, arbete med spänning (AMS). Metoden innebär att anläggningarna inte fränkopplas för att genomföra arbeten.

Metoden AMS började användas i USA på 20-talet och idag används den i stort sett över hela världen på olika spänningsnivåer. I Sverige har det dock inte riktigt tagit fart, framförallt inte på stamnätets spänningsnivåer. På de lägre spänningsnivåerna har en viss kompetens byggts upp och användningen har kommit igång. Vissa hävdar att det inte skett en utveckling på stamnätet för att metoden är farlig, medan andra menar att det egentligen är en säkrare metod.

Elmarknadens efterfrågan på överföringskapacitet innebär att avbrott blir alltmer komplext att planera, samtidigt som många nya överföringsanläggningar ska byggas och de befintliga ska underhållas. I och med införandet av elområden i Sverige har metoder för att minska påverkan av överföringskapaciteten mellan områdena blivit allt mer aktuellt.

Mot denna bakgrund är det av intresse att undersöka förutsättningarna för användning av AMS i större utsträckning på stamnätets nivå och undersöka hur en sådan användning skulle kunna ske.

1.1 Syfte och frågeställning

Syftet med detta examensarbete är att kartlägga förutsättningar för Svenska Kraftnät att i större utsträckning använda underhållsmetoden AMS på sina anläggningar.

Frågeställningar för att besvara syftet är följande:

- Vilka incitament finns för en ökad användning av metoden?
- Vilka hinder/utmaningar föreligger metoden?
- Vad krävs för att kunna implementera AMS på Svenska Kraftnät?

1.2 Metod

Det inledande arbetet bestod mestadels av att samla in information om ämnet, att få en uppfattning om metoden och att undersöka vilka aktörer som kan tänkas spela roll i arbetsmetodens utveckling. När detta gjorts kunde problemformuleringar formas och relevanta aktörer kontaktas för att boka in intervjutillfällen. Då studien innefattar både en kartläggning av nuläget i Sverige och en omvärldsanalys, kontaktades personer både i Sverige och i utlandet. De som valdes ut för intervjuer representerar myndigheter, intresseorganisationer, entreprenörer, nätägare och teknik konsulter. De flesta intervjuer var personliga men några av intervjuerna var telefonintervjuer och mail-intervjuer. De personliga intervjuerna har antingen skett på Svenska Kraftnäts kontor i Sundbyberg eller på intervjupersonernas arbetsplatser. Alla intervjuer har varit anpassade till intervjupersonerna, eftersom olika aktörer har olika roll i arbetsmetodens användande och utveckling. För att göra en mer djupgående omvärldsanalys valdes några länder ut för djupare undersökning. Dessa var länder där AMS används aktivt och den inledande kontakten var via mail. Utöver

mailkontakt har litteraturstudier om AMS inom länderna utförts och när det gäller Norge och Nya Zeeland har personliga intervjuer genomförts. De andra länderna som tas upp i studien har endast undersökts genom litteraturstudier. Norge valdes ut eftersom de har ett tätt samarbete med Sverige och då de har en mängd projekt just nu, där AMS är en förutsättning. För att få en bättre inblick i arbetet kring AMS i Norge ordnades en studieresa till Oslo, där personliga intervjuer utfördes med en entreprenör, två nätägare och en intresseorganisation. I alla intervjuer har en semistrukturerad intervjumetodik tillämpats (Dalen, 2008, s. 11). Detta innebär att huvudområden och de viktigaste frågorna var förberedda men att det fanns utrymme för intervjupersonen att komma med nya intressanta synpunkter inom ämnet. På så vis öppnades intervjuerna upp för ny information. Det underlättade även för följdfrågor om något var oklart eller intresseväckande. Samtliga intervjuer har spelats in och senare transkriberats, då detta minskar risken för missförstånd. För säkerhets skull har även anteckningar förts. En tabell över vilka intervjupersonerna är och när de blev intervjuade finns i källförteckningen.

1.3 Disposition av rapporten

Det kommande kapitlet tar upp bakgrundsinformation om Svenska Kraftnät och elens väg från produktion till konsumtion. I kapitel 3 förklaras de olika elektriska arbetsmetoderna. I fjärde kapitlet finns en kartläggning över vilka aktörer som påverkar AMS. Kapitel 5 tar upp driftplanering och driftsäkerhet och i kapitel 6 går AMS-historien igenom. Kapitel 7 är en omvärldsanalys och kapitel 8 handlar om regelverk och utbildning inom AMS. I kapitel 9 och 10 ingår personsäkerhet och tekniska förutsättningar för AMS. I kapitel 11 finns resultat över vilka arbeten som är möjliga att genomföra med AMS. Kapitel 12 lyfter fram de ekonomiska aspekterna kring ett avbrott och AMS. I kapitel 13 finns beskrivning av de AMS-projekt som genomförts på Svenska Kraftnät och i kapitel 14 beskrivs hur de hittills arbetat med frågan. I kapitel 15 besvaras den första frågan då incitament till AMS tas upp. I kapitel 16 besvaras den andra frågan då hinder för AMS utvecklingen beskrivs. I kapitel 17 besvaras den tredje frågan där möjligheter och krav för en implementering av AMS på Svenska Kraftnät beskrivs. Kapitel 18 består av diskussion och slutsatser från studien. Det sista kapitlet, 19, ger förslag på vidare studier.

1.4 Källkritik

Valet av intervjupersoner har till stor del diskuterats fram med handledaren som har inblick i vilka personer som är viktiga inom AMS. Utöver det har personer valts ut som ansetts ha en inverkan på AMS. Intervjupersonerna är till största delen personer som är mycket engagerade och positivt inställda till metoden. Detta påverkar självklart studien och om fler kritiska personer intervjuats hade resultatet kanske inte blivit desamma. För att se till att Svenska Kraftnäts inställning och kunskap om AMS ska representeras på ett rättvist sätt har personer från flera avdelningar valts ut. Detta har gjorts för att se vilka olika attityder som finns inom organisationen och bilden som skapats påverkas självklart av just de personer som deltagit. Om andra personer intervjuats kunde resultatet eventuellt ha blivit annorlunda. Dock har det stora urvalet av olika typer av anställda gett en bredare bild som troligen kan avspegla organisationen på ett rättvisande sätt.

1.5 Avgränsningar

Studien syftar främst till att undersöka förutsättningarna för AMS på stamnätetsnivå. Därför har fokus inte varit på att kartlägga AMS på region- och lokalnätetsnivå men dessa har berörts i vissa delar. En annan del som avgränsats i studien är omvärldsanalysen. Valet av länder har

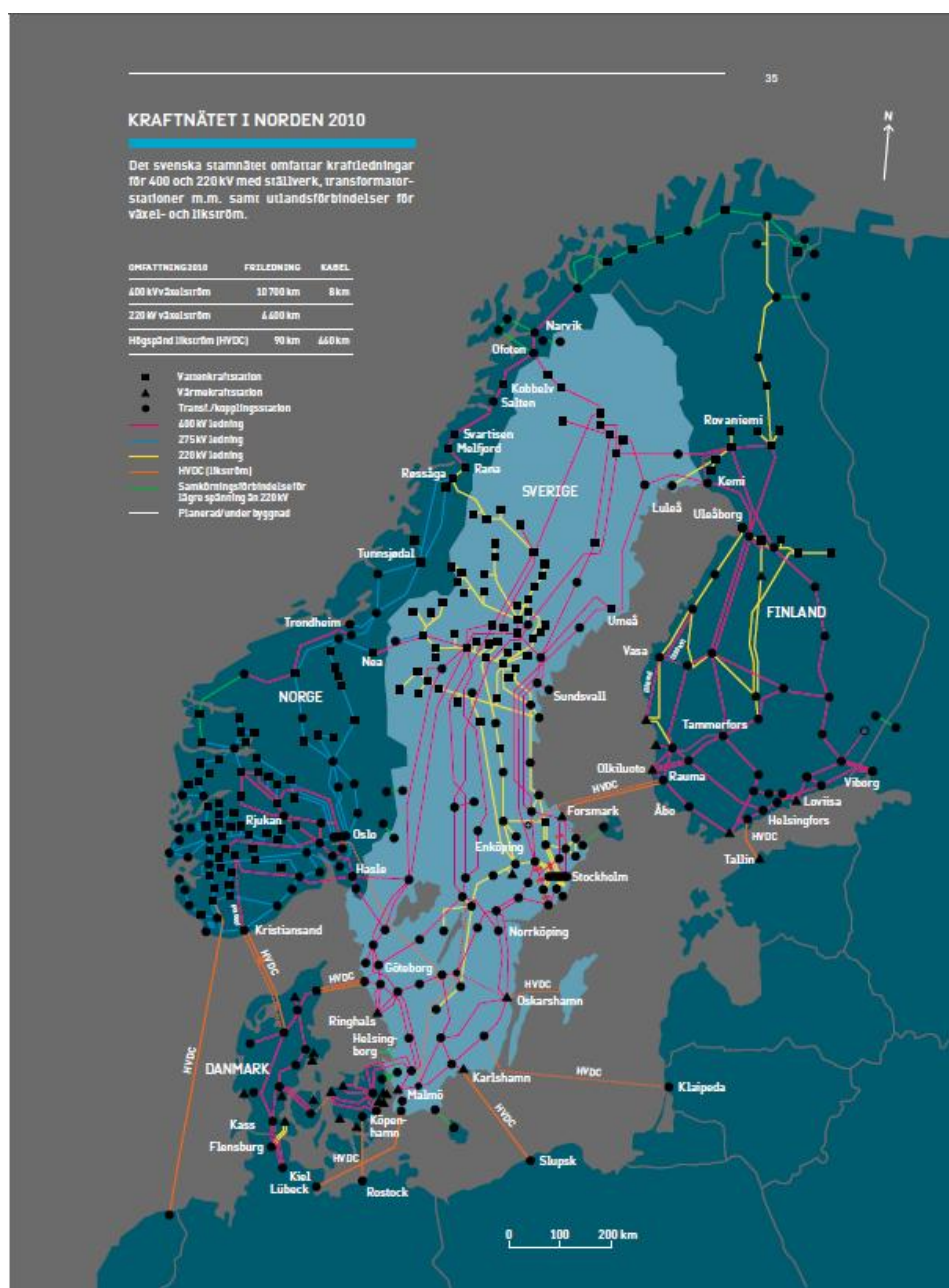
gjorts utifrån att de är de främsta inom metoden samt att Norge är ett jämförbart land med Sverige. Det finns många fler länder som använder AMS, men en del av dessa är svåra att få information om. Det finns alltså fler länder än de som tas upp i studien. Eftersom studien syftar till att kartlägga status i Sverige inom AMS inkluderas ingen jämförande aspekt. Alla entreprenörer i Sverige har inte intervjuats, utan det är de som varit framträdande inom AMS som valts ut. Syftet var inte att jämföra entreprenörer sinsemellan och därför var det inte betydelsefullt att intervjua alla. Intresset har legat i att se hur långt de har kommit inom området och att kunna föra en diskussion kring entreprenörsmarknaden mer generellt.

2 Bakgrund

För att få en grundförståelse för studien följer ett kapitel som tar upp en del bakgrundsinformation om det svenska elsystemet.

2.1 Elens väg från generering till slutkund

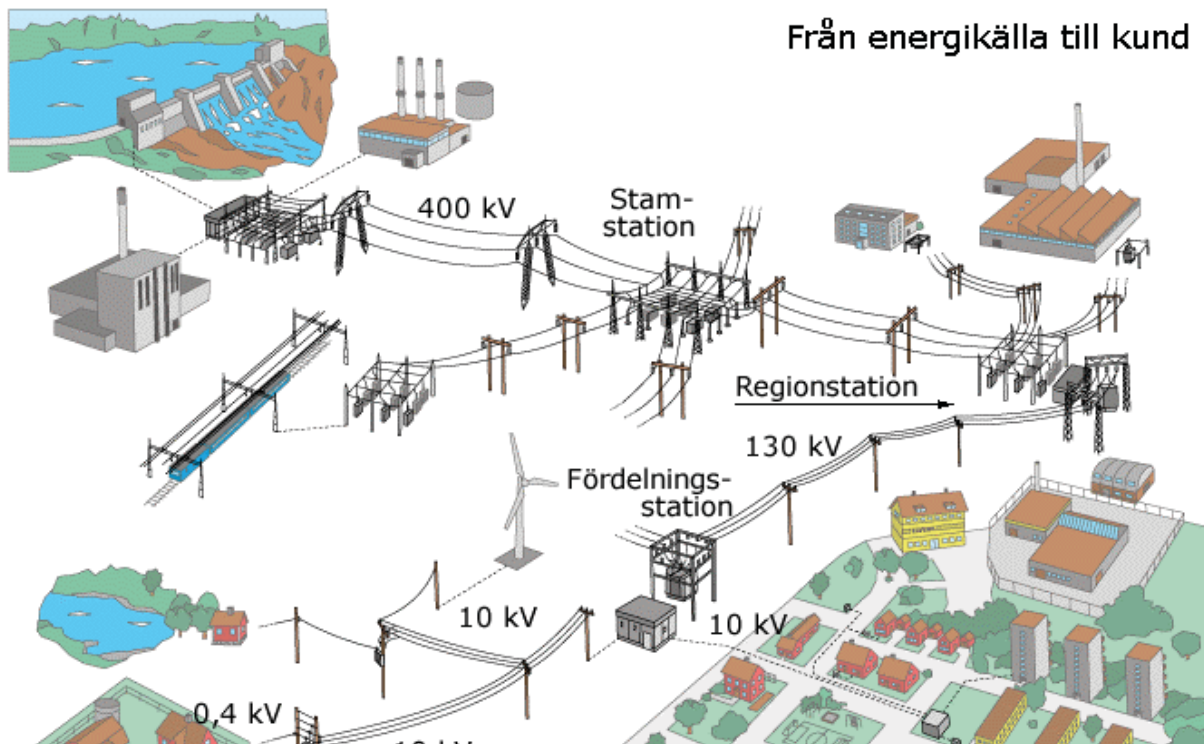
El går inte att lagra och därför måste den, i samma ögonblick som den produceras, skickas ut i kraftledningarna. Elnätet är uppdelat i olika spänningsnivåer och de högsta spänningsnivåerna, som är 220 kV, 400 kV och numera även 500 kV DC, går i stamnätet. Detta nät täcker hela Sverige och man kan säga att stamnätet är elens motsvarighet till motorvägar (Utsikt.se, 2012). I Sverige är det Svenska Kraftnät som förvaltar och driver stamnätet. Totalt består det svenska stamnätet av cirka 15 000 km ledning och 150 transformator- och kopplingsstationer som kopplar samman ledningsnätet. Det ingår dessutom utlandsförbindelser till flera av grannländerna (SvK1, 2012). Figur 1 visar en bild över stamnätet.



Figur 1: Kraftnätet i Norden 2010, rosa ledningar är 400kV, gula ledningar är 220kV och de orangea ledningarna är HVDC (SvK2,2012, s. 35).

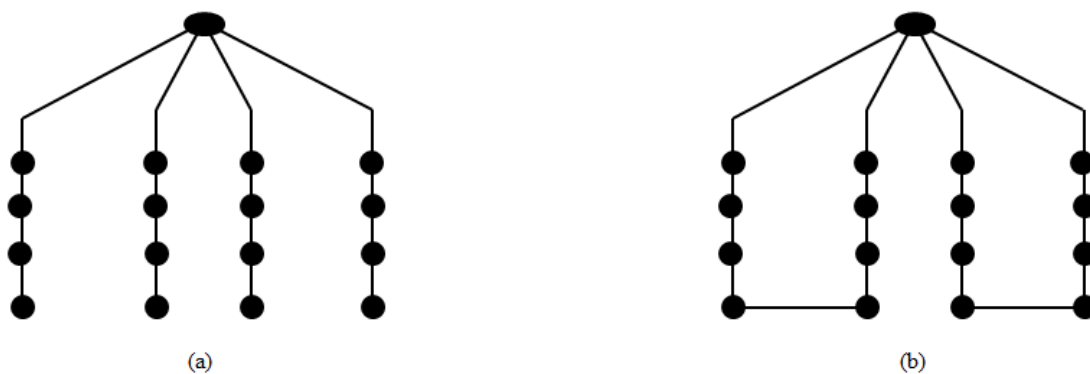
Den höga spänningen lämpar sig bra för transport av el eftersom det bidrar till lägre förluster, men däremot är det ingen önskad spänningsnivå i inkopplingspunkter. Därför transformeras spänningen ner till lägre nivåer i regionstationer. Ut från stationerna förs elen i ett nät med en lägre spänning, detta nät kallas regionnät. Regionnätet är mer förgrenat än stamnätet. På denna nivå är de förekommande spänningsnivåerna 40-130 kV och de främsta förbrukarna på nivån är stora industrier. Regionnätet fungerar ungefär som elnätets riksvägar. Från regionnätet transformeras spänningen ner igen, via fördelningsstationer, till lokalnätet, även kallat distributionsnätet, som har spänningsnivåer under 40kV. Härifrån skickas el till de mindre förbrukarna, så som hushåll och mindre industrier. I dessa nät transporteras elen relativt korta avstånd och fungerar alltså som lokala vägar (Utsikt.se, SvK3, 2012).

Figur 2 visar elens väg från energiproduktion till slutanvändare.



Figur 2: Elens väg från energiproduktion till slutanvändare. Generering, transmission och distribution. (Bergqvist, 2011)

Vid samtal om elnät kommer ofta radiella och maskade nät upp. Figur 3 beskriver skillnaden mellan dessa.

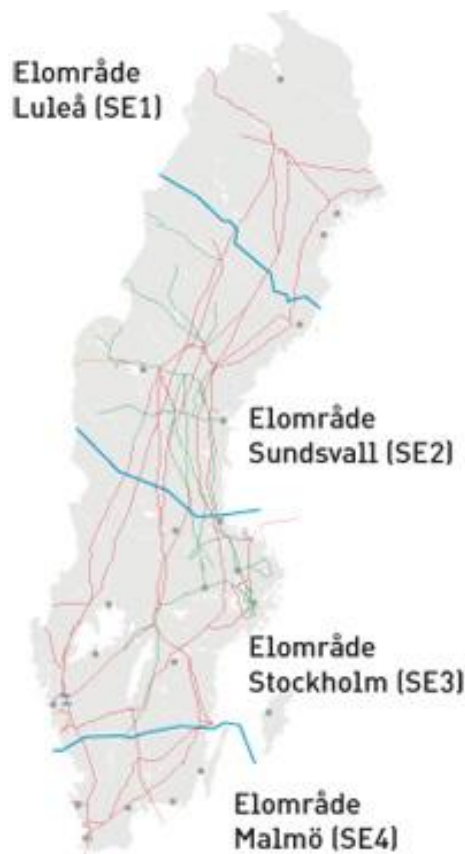


Figur 3: Nätverksstrukturer (a) radiellt nät (b) maskat nät. Omritad bild från originalet (Shavemaker & van der Sluis, 2008).

Figur 3 visar olika typer av strukturer som elnätet kan ha. I ett radiellt nät är alla delstationer eller kunder försörjda med kablar eller ledningar som är direkt kopplade till en central elförsörjningspunkt. I ett maskat nät har alla delstationer och kunder försörjning från två håll. Det finns även exempel på nät som är ännu mer maskat och då har minst två vägar att få försörjning ifrån. Ju mer maskat ett nät är desto mer tillförlitligt blir det, men det kostar även

mer (Schavemaker & van der Sluis, 2008 s.80). Ett maskat nät är alltså när varje station eller uttagspunkt är ansluten till övriga nätet med flera förbindelser (SvKI1, 2012).

Stora delar av det svenska stamnätet är väl maskat, men det finns ändå vissa begränsningar i nätet. Det finns passager i stamnätet där det finns naturliga begränsningar i överföringskapacitet (SvK4, 2012). Detta är flaskhalsar i nätet och det är detta som delar in Sverige i fyra elområden (SvK3, 2012). För att kunna säkerställa driften av elsystemet måste Svenska Kraftnät ibland vidta en del åtgärder för att reducera överföringen genom flaskhalsarna. Detta kan behövas då produktion, förbrukning, export och import kan variera. Det kan även bli en del överföringsbegränsningar vid underhåll av kopplingsstationer, kraftledningar eller kraftstationer om detta kräver fränkoppling från nätet (SvK4, 2012). Figur 4 är en bild över de olika snitten som delar in Sverige i elområden.



Figur 4: Elområdena i Sverige (SvK5, 2012)

2.2 Svenska Kraftnät

Svenska Kraftnät är ett statligt affärsverk som bildades 1992 och var tidigare en del av Vattenfall. Svenska Kraftnäts uppgift är att ha driftansvar för stamnätet i Sverige samt att ha systemansvaret för el och naturgas. Stamnätet i Sverige innefattar ledningar för 220 kV och 400 kV med stationer och utlandsförbindelser (SvK6, 2012). Nu innefattar det även 500 kV DC (likström), i och med den nya ledningen mellan Sverige och Finland (Svensson, 2012). Systemansvaret för el och naturgas innebär att se till att det kortsiktigt råder balans mellan förbrukning och produktion (effektbalans). Svenska Kraftnät har även ansvar för Sveriges elberedskap och arbetar för att främja en robust elförsörjning. Verksamheten finansieras av avgifter från aktörer som nyttjar stamnätet, exempelvis elproducenter eller regionnätsägare (SvK7, 2012). Svenska Kraftnät är ett statligt affärsverk och därför styrs verksamheten av

regeringen. Varje år upprättas en treårig investerings- och finansieringsplan som riksdagen ska godkänna. Regeringen utser även en styrelse och en myndighetschef tillika generaldirektör. I styrelsen sitter generaldirektör och ombud för personalorganisationerna SACO och ST (SvK8, 2012) (SvK2, 2012, s.25). Systemansvaret för el innebär ett övergripande ansvar för att den svenska elförsörjningen fungerar driftsäkert. Med det menas att elektriska anläggningar samverkar driftsäkert så att balans kortsiktigt upprätthålls mellan produktion och förbrukning. Svenska Kraftnät fastställer mål för driftsäkerheten som godkänns av regeringen. För att uppfylla målen för driftsäkerhet måste spänning, frekvens och effektflöden hållas inom fastställda gränser. Dessutom måste det finnas tillräckligt med produktionsreserver i systemet, exempelvis frekvensstyrda reserver, snabba störningsreserver och effektreserver (SvK9, 2012). I Bilaga 1 finns mer information om organisationen och om vilka avdelningar som kan komma att påverka och påverkas av AMS.

3 Elektriska arbeten – arbetsmetoder

Det finns idag tre olika sätt att arbeta med underhåll på ledningar och i stationer. I Sverige benämns de; arbete utan spänning, arbete nära spänning och arbete med spänning. Dessa beskrivs nedan för att läsaren ska få en tydlig bild av det som diskuteras senare i rapporten.

3.1 Arbete Utan Spänning (AUS)

Enligt Standarden EN 50 110-1:2004 definieras arbetssättet Arbete utan spänning som följer:

”Det är en arbetsmetod på elektrisk anläggning som varken är spänningsförande eller uppladdad och som utförs efter det att alla åtgärder vidtagits för att förebygga elektrisk fara.” (Svenska elektriska kommissionen, 2005, s.7)

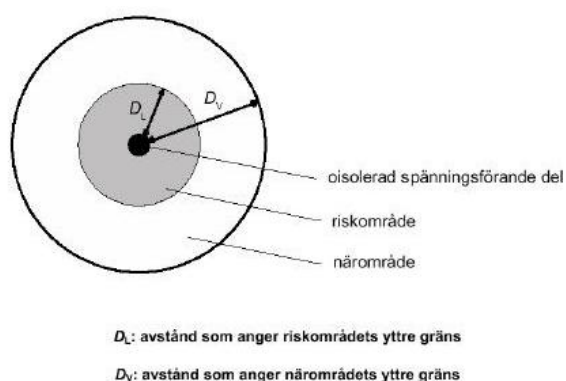
Vid AUS krävs det att fem säkerhetsregler är uppfyllda för att säkerhetsställa att anläggningen är spänningslös så länge arbete pågår. De fem reglerna är; frånskilj anläggningsdelen, skydda mot tillkoppling (blockering), kontrollera att anläggningen är spänningslös, jorda och kortslut samt placera skydd mot närbelägna spänningsförande delar. (Svenska elektriska kommissionen, 2005, s.13)

3.2 Arbete Nära Spänning (ANS)

Enligt Standarden EN 50 110-1:2004 definieras arbetssättet Arbete nära spänning som följer:

”Arbete Nära Spänning är en arbetsmetod vid vilken en arbetare medvetet kommer in i närområdet utan att nå riskområdet med kroppsdel eller med verktyg eller något annat föremål” (Svenska elektriska kommissionen, 2005, s.7).

Vid ANS är det viktigt att inte komma för nära strömförande anläggningsdel. I ESA finns en definition på riskområde (D_L), som är det område kring spänningsförande delar där det finns risk för elektrisk fara och där säkerhet inte är säkerställd utan isolerande skydd (Svensk Energi1, 2005). Den yttre gränsen för riskområdet mäts från den spänningsförande delen och avståndet gäller till områdets yttre gräns, se figur 5. I ESA finns även en tabell för riskområden på olika spänningsnivåer. Om en spänningsförande anläggningsdel inte är skyddad gäller det riskområde som anges i tabell 1 nedan. Isolatorer betraktas som spänningsförande delar då det inte alltid går att säkerställa att det är full isolation över dem. Om en isolator hänger utanför det tabellerade riskområdet, måste en omräkning av riskområdet utföras för att inkludera isolatorn (Svensk Energi1, 2005).



Figur 5: Definition av riskområde enligt EN 50 110-1:2004. De båda avstånden D_L och D_V beror av systemspänningen. (Svensk Energi1, 2005).

Närområde är det område som omger riskområdet där det kan finnas risk att komma innanför riskområdet om inte aktsamhet vidtas. Tabell 1 visar värden för avstånden D_V och D_L vid betryggande isolation (Svensk Energi1, 2005) Det är storleken på spänningen som avgör hur stort avståndet måste vara från riskområdet till den yttre gränsen av närområdet (Svenska elektriska kommissionen, 2005).

Tabell 1. Avstånd till risk och närområdets yttre gräns enligt SS-EN 50 110:2005, (Svensk Energi1, 2005).

Nominell systemspänning U_N (kV)	Minsta godtagbara avstånd i luft till riskområdets yttre gräns, D_L (mm)	Minsta godtagbara avstånd i luft till närområdets yttre gräns D_V (mm)
70	750	1 750
110	1 000	2 000
132	1 100	3 000
150	1 200	3 000
220	1 600	3 000
275	1 900	4 000
300	2 100	4 000
380	2 500	4 000
400	2 700	5 100
420	2 800	5 300
480	3 200	6 100

För varje arbete fastställs ett säkerhetsavstånd som beror av arbetssätt, redskap, materiel, arbetets varaktighet och arbetarnas kunnighet. Den elarbetsansvarige har ansvaret för detta och ska se till att skydda montören från att komma innanför riskområdet. Säkerhetsavståndet markeras vanligtvis med skyddsavspärrningsband. Vid ANS bedöms nödvändiga åtgärder med avseende på arbetsplatsen belägenhet, arbetets varaktighet och personalens erfarenhet (Svensk Energi1, 2005, s.6).

3.3 Arbete Med Spänning (AMS)

EN-standard 50110-1:2004 definierar Arbete med spänning enligt nedan.

”Arbete med spänning är när en arbetare medvetet kommer i beröring med spänningsförande delar eller kommer inom riskområdet med kroppsdel, med verktyg, utrustning eller anordning. Vid högspänning räknas ett arbete som arbete med spänning när en person kommer in i riskområdet, även om denne inte kommer i kontakt med spänningsförande delar” (Svenska elektriska kommissionen, 2005 s.7).

AMS innebär allt arbete inom riskområdet. Montören kan befinna sig bredvid, under eller ovan faslinan samt i området mellan två faser. Det finns idag tre erkända arbetsmetoder för AMS; isolerstångsmetoden, isolerhandskmetoden och barhandsmetoden. Vilken metod som används beror på avstånd till spänningsförande delar och spänningsnivå.

Isolerstångsmetoden, se figur 6, är en metod där montören befinner sig på ett bestämt avstånd från spänningsförande delar och arbetet utförs med hjälp av isolerande stänger (Olsson & Andersson STRI 2007, s. 5).



Figur 6: Ett AMS arbete där isolerstångsmetoden används (Lundqvist, Vattenfall).

Isolerhandskmetoden, se figur 7, innebär att montören är i direkt mekanisk kontakt med spänningsförande delar men är elektriskt skyddad av isolerande handskar och om möjligt isolerande armskydd (Olsson & Andersson, 2007, s. 5).



Figur 7, till vänster och figur 8, till höger visar isolerhandskmetoden respektive barhandsmetoden (Lundqvist, Vattenfall).

Barhandsmetoden, se figur 8, går ut på att montören befinner sig på samma potential som och i direkt beröring med de spänningsförande delarna. Det krävs dock att montören på lämpligt sätt är isolerad från omgivningen (Olsson & Andersson, 2007, s. 5).

Arbetsuppgift och metod är ofta det som avgör vilket avstånd till närmaste faslina som bör uppnås, det kan variera från några decimeter med barhandsmetoden till några meter med isolerstångsmetoden. Den vanligast förekommande metoden är isolerstångsmetoden, isolerhandskmetoden används främst på lägre spänningsnivåer och barhandsmetoden är inte så utvecklad i Sverige (Larsson & Olsson, 2009 s.12). Det finns ett antal krav för att arbete med spänning ska kunna utföras. Brand och explosionsrisker måste elimineras innan metoden kan tillämpas. Vid AMS på högspänning måste det vara minst två behöriga personer som utför arbetet. Det får bara utföras om det finns automatisk fränkoppling vid jordslutning på anläggningen. På anläggningar med tillkopplings- och återinkopplingsautomatik ska automatiken vara fränkopplad under arbetets gång. Arbete med spänning får inte utföras om väderleken är sådan att arbetarna har svårt att hantera sina verktyg (Svensk Energi3, 2005, s. 3). Karakteristiskt för AMS är att det är ett väl strukturerat arbete. Det krävs att montörer är instruerade eller fackkunniga och har genomgått ett särskilt utbildningsprogram med både teori och praktik. Montörer skall upprätthålla sin kompetens genom tillämpning, repetitionsutbildning eller ny utbildning. För varje arbete skall det finnas instruktioner som tar upp nödvändiga säkerhetsåtgärder. Inför varje arbete ska en riskanalys utföras där risker identifieras och åtgärder för att eliminera dessa ska listas (Larsson & Olsson, 2009 s.14). I tabell 2 listas de olika metodernas arbetsföljd. Det fetmarkerade visar på skillnader mellan de olika metoderna; AMS, ANS och AUS.

Tabell 2: Arbetsföljd för de olika metoderna AMS, AUS och ANS (Svensk Energi2, 2005)

Arbetsföljd AMS	Arbetsföljd AUS	Arbetsföljd ANS
Planering	Planering	Planering
Arbetsbegäran	Arbetsbegäran	Arbetsbegäran
Skriftlig förebild	Skriftlig förebild	-
Frånkoppling av tillkopplingsautomatik	Frånkoppling	-
Kopplingsbekräftelse	Blockering	-
Arbetsbevis	Spänningslöshetskontroll	-
Upprättande av arbetsbeskrivning	Arbetsjordning	-
-	Kopplingsbekräftelse	-
Arbetsbevis	Arbetsbevis	Arbetsbevis
Risikanalys	Risikanalys	Risikanalys
Kompletterande säkerhetsåtgärder	Kompletterande säkerhetsåtgärder	Kompletterande säkerhetsåtgärder
Arbete	Arbete	Arbete
Driftbevis	Driftbevis	Driftbevis
Tillkoppling	Tillkoppling	

Nedan följer förklaring av begrepp som används vid de olika metoderna.

Arbetsbegäran- Framställning om att få utföra arbete på en elanläggning enligt någon av metoderna AUS, ANS, AMS.

Skriftlig förebild - Underlag för en kopplingsåtgärd. Underlag kan utgöras av driftorder, kopplingssedel, schema eller liknande med åtgärder angivna, påtecknade och numrerade.

Kopplingsbekräftelse - Bekräftelse av att beordrad åtgärd verkställts eller att anläggningsdel har det i bekräftelsen angivna kopplingsläget.

Arbetsbevis – Bevis för att säkerhetsåtgärder vidtagits för arbete på anläggningsdel, enligt någon av arbetsmetoderna AUS, ANS, AMS.

Blockering – Skydd mot koppling under arbete, det är en åtgärd för att förhindra en oavsiktlig manöver.

Spänningslöshetskontroll- Kontroll av att anläggningsdel inte är spänningssatt med driftspänning.

Arbetsjordning – Jordning inför ett arbete

Kopplingsbekräftelse – Bekräftelse av att beordrad åtgärd verkställts eller att anläggningsdel har det i bekräftelsen angivna kopplingsläget.

Riskanalys – Analys som görs av elarbetsansvarig på arbetsplatsen, innan arbetet sätts igång för att fastställa om arbetet kan göras med föreslagen arbetsmetod(Svensk Energi2, 2005).

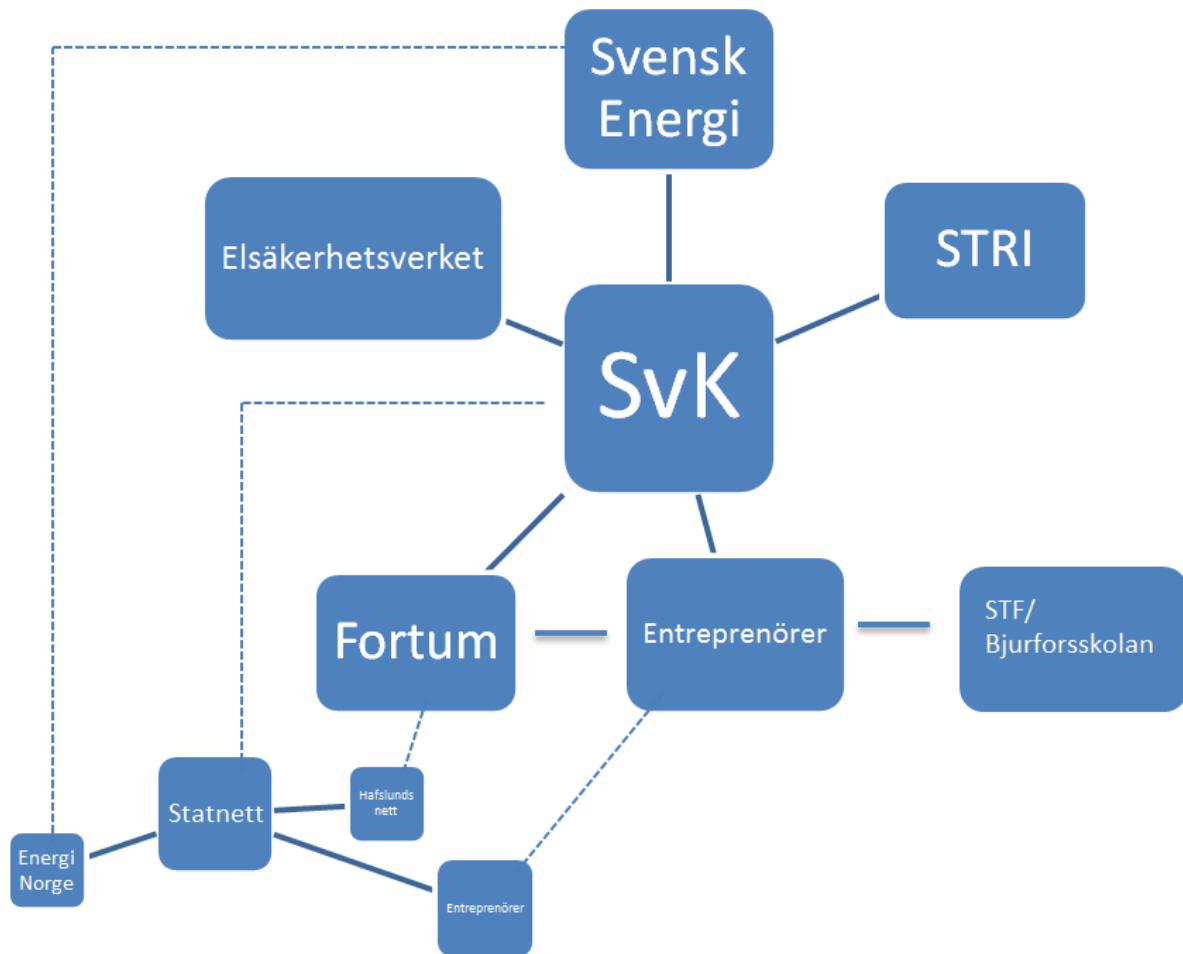
3.4 AMS/ANS

ANS är ingen arbetsmetod som egentligen eftersträvas, det är en metod som ofta används vid AUS-arbeten där det av olika skäl kan vara svårt att frångå till exempel, en närliggande ledning. Ett vanligt sätt att lösa problemet är att göra avskärmningar och på så vis blir det ett arbete utan spänning i alla fall. Men i vissa fall lyckas inte detta och då blir det ett arbete nära spänning. Det är inte en vanligt förekommande metod men vanligare än vad det borde vara (Sundvall, 2011). Många som förespråkar AMS i Sverige anser att ANS är en osäker metod som inte borde finnas. Det finns inte någon annan arbetsmetod som har så mycket tillbud och olyckor som ANS, menar Lundqvist som är AMS-ansvarig på Vattenfall Services. Det finns ingen specifik utbildning för ANS, utan det är allmän ESA- utbildning som krävs, därför är ANS-montörerna lägre utbildade än AMS-montörerna (Gunnarsson, 2011). De intervjuade från Vattenfall services, Eltel Networks och Fortum tycker att en montör som arbetar med ANS ska ha en utbildning för AMS, då det ofta finns risk för att komma innanför riskområdet(Rosén, Häggkvist, Lundqvist och Thomassen, 2011/2012). Förespråkarna för AMS menar att även om det i teorin är ANS så bör det klassas som AMS av säkerhetsskäl. Men Sundvall på elsäkerhetsverket menar att diskussionen om AMS/ANS är nationell. Utomlands ses metoderna som likvärdiga och det finns ingen diskussion om ANS som mindre säker metod. Sundvall, på elsäkerhetsverket, har ingen personlig åsikt om ANS utan är av samma åsikt som standarden, det finns tre metoder och de är lika säkra (Sundvall, 2011). Elsäkerhetsansvarig på Svenska Kraftnät instämmer dock i entreprenörernas åsikt om ANS och anser att det är de stora metoderna, AMS och AUS, som bör användas (Bergius, 2011).

Projektledarna på Svenska Kraftnät som haft AMS-projekt har också stött på problematiken med ANS, eller snarare problematiken att definiera ett arbete i kravspecifikationen i anbudsförfrågan. De har haft fall där de ställt krav på AMS-montörer vid ett ANS arbete där det sedan blivit diskussioner med entreprenörer som tyckte det var orättvist att ställa krav som de inte kunde uppfylla då de menade att de kunde utföra jobbet med ANS. På grund av detta skriver projektledarna ner arbete med anläggning i drift i sina kravspecifikationer(Meder, Dufva, 2012).

4 Aktörer

Det är många olika aktörer som påverkar utvecklingen inom AMS. I figur 9 visas en bild över inblandade aktörer och sedan följer en beskrivning av dem. De norska aktörerna har valts att ta med då det finns ett nära samarbete mellan Sverige och Norge när det gäller AMS.



Figur 9: Aktörer som påverkar AMS (Egen bild, 2011)

4.1 Beställare av elektriska arbeten

Beställare av elektriska arbeten är nätägare som upphandlar tjänster för investering och underhåll av elanläggningar. I denna studie finns två svenska beställare och två norska beställare med.

Svenska Kraftnät

I kapitel 2 beskrivs Svenska Kraftnät, som är en beställare av elektriska arbeten på stamnätetsnivå.

Fortum

Fortum är en beställare av elektriska arbeten på regionnätetsnivå i Sverige. Deras verksamhet omfattas även av produktion, distribution och försäljning av el samt drift och underhåll av kraftverk. Den högsta prioriteten för Fortum distribution är att bibehålla nätets tillförlitlighet. Det är även nödvändigt med systematiskt underhåll, förnyelse och utveckling av nätverken för att säkra säkerheten, kvaliteten och tillförlitligheten i elförsörjningen. (Fortum, 2012). Harald Thomassen har 30 års erfarenhet av AMS och sedan 2007 är han

AMS-mentor på Fortum. Tidigare arbetade han på Trögstad elverk i Norge där de startade upp AMS i Norge (Thomassen, 2011).

Hafslundsnett

Hafslundsnett är nätdelen inom bolaget Hafslund, som är ett av Norges största energibolag. De äger och förvaltar elnät på lokal och regionnätssnivå i Östra Norge upp till 132kV på luftledning och upp till 300kV på kablar. Kjell Ödegård arbetar på nätägardelen, där de sätter strategin för hur prioriteringar i nätet ska göras. Han är även styrelseledamot i Energi Norges AMS-grupp och därför mycket insatt i Norges AMS-arbete. Jens Holene leder gruppen projektgenomföring, som är en grupp på avdelningen projekt. Även han har varit inblandad i AMS-arbete på Hafslund har bland annat följt med Ödegård på en resa till Kanada för att lära sig mer om AMS (Ödegård & Holene, 2011).

Statnett

Statnett är systemansvariga för det norska kraftsystemet men har även ansvaret för förbindelser till Sverige, Danmark och Holland. Statnett är uppdelat i fyra enheter; nät drift, nätutbyggnad, kommersiell utveckling samt strategi och PR. Statnett ska bygga nästa generations stamnät för att säkra Norges kraftförsörjning och främja ett bättre klimat. En del i detta är ett uppgraderingsprojekt som utförts under de senaste åren. Projektet innebär en uppgradering från 300kV till 420kV på stamnätet och det har gjorts med AMS. Elisabet Aske är projektleddare på Statnett och har varit ansvarig för dessa AMS-projekt (Statnett, 2011).

4.2 Entreprenörer

Vattenfall services

Vattenfall Services levererar underhållstjänster till nät- och energibolag, industrier, kommuner, landsting och entreprenadbolag i hela Sverige. Vattenfall Services underhåller och bygger både elanläggningar och elnät. De utför även drift och underhåll av kraftanläggningar för el- och värmeproduktion samt genomför underhållsarbete åt industrikunder (Nordicnet, 2012). Arne Lundqvist har jobbat på Vattenfall sedan 1965. En gång i tiden arbetade han som montör men just nu arbetar han uteslutande med teknikfrågor och mest med AMS för Vattenfall Service för hela Sverige. De började med AMS 1974 i Sverige och han har arbetat med AMS till och från sedan 1975 (Lundqvist, 2011). Bengt Häggkvist arbetar som elarbetsansvarig på Vattenfall Services och utförde bland annat arbete med stolpbyte för Svenska Kraftnäts räkning under 2011(Häggkvist, 2011).

Eltel Networks

Eltel Networks är ett ledande entreprenörföretag i Norra Europa med specialisering på planering, byggnation och underhåll av nät för bland annat el- och telekommunikation (Eltel Networks, 2012). Sven Rosén är AMS-ingenjör och han har snart arbetat 32 år inom eldistribution och på Eltel Networks sedan 2010. Innan arbetade han på Fortum och har arbetat med AMS sedan 2006, då Fortum tog ett beslut att de skulle ha AMS som en av sina huvudarbetsmetoder. Idag är han ansvarig för AMS på Eltel networks. Tore Gunnarsson, arbetar på Sweco Energi guide men har tidigare arbetat som AMS- montör på Eltel Networks(Gunnarsson, 2011).

Infratek

Infratek är en leverantör som bygger, underhåller och säkrar kritisk infrastruktur (Infratek1, 2012). Affärsområdet Central infrastruktur omfattar tjänster inom det centrala nätet för kraftöverföring i Norden, inklusive transformatorstationer, kablar och linjer med högre spänning. De utför alltifrån planering, projektering, byggnation, underhåll och övervakning (Infratek2, 2012). Carl Barlev är AMS-ansvarig på Infratek och har tidigare arbetat med AMS på Nya Zeeland, som kommit längre i frågan än Norden. Tack vare honom har Infratek ett samarbete med den Nya Zeeländska underhållsentreprenören Electrix (Barlev, 2011).

4.3 Övriga aktörer

Elsäkerhetsverket

Elsäkerhetsverkets uppgift är att övervaka och bevaka att Sverige har en störningsfri el, det gäller både på kraftnätet och för produkter. Om en olycka eller ett tillbud skulle ske gör Elsäkerhetsverket en utredning. Klas-Göran Sundvall arbetar med standardisering på elsäkerhetsverket, men har innan han började där, arbetat med utbildningsplaner för AMS samt varit till Frankrike på kurs inom AMS (Sundvall, 2011).

STRI

STRI är ett forskningsbolag som bildades 1989 då ASEA och Vattenfall såg behov av ett forskningsbolag. Göran Olsson arbetar med elektriska och magnetiska fält och har en del erfarenhet av AMS. I de projekt de haft rörande AMS hade STRI främst kompetens i tre huvudfrågor som ligger i linje med deras verksamhet:

- Överspänningar, överspänningsskydd och begränsningen av överspänningar.
- Isolerande utrustning, materialkunnande och hur olika isolerande material beter sig i olika förhållanden.
- Elektriska och magnetiska fält (Olsson, 2011).

Svensk Energi

Svensk Energi är en medlemsorganisation med nätägare, elhandlare och producenter. Cirka 99 procent av nätbolagen är med och det är frivilligt medlemskap. Till största delen finansieras Svensk Energi av medlemsavgifter. Deras roll är att ta hand om medlemmarnas intressen, så som teknikutveckling men framförallt då påverkan på myndigheter. Tidigare kunde de bestämma mycket själva men numer är det mer krav från EU som styr. Sven- Olov Lång sitter på nätenheten som arbetar med nätfrågor. Det är där AMS kommer in i bilden och han är även med i en AMS-grupp som arbetar med framtagning av AMS-handboken (Lång, 2011).

Energi Norge

Energi Norge representerar cirka 270 företag som producerar, transporterar och säljer ström. Medlemsföretagen står för 99 procent av elproduktionen i Norge och det täcker 90 procent av nätkundernas elbehov (Energi Norge, 2012). Detta är den norska motsvarigheten till Svensk energi. Björnar Brattbakk arbetar med standarder och normer som rör AMS, på Energi Norge. Han är väl insatt i Norges regelverk inom alla arbetsmetoder (Brattbakk, 2011).

STF, Bjurforsskolan

STF Ingenjörsutbildning AB är Sveriges ledande företag inom teknikutbildning och främst vidareutbildning. De har ett brett utbud av kurser inom teknikområdet och målgruppen för utbildningarna är främst tekniker och ingenjörer. I huvudsak används inhyrda föreläsare som är specialister från näringsliv och högskolor i Sverige. I STF's nätverk finns närmare 2 500 föreläsare och varje år utbildas cirka 8000 personer vid cirka 900 kurstillfällen (STF, 2012). Bjurforsskolan har under en längre tid haft AMS utbildningar och det är det enda utbildningsanstalten som har AMS-utbildning idag (STF, 2012).

5 Drift

I detta kapitel förklaras driftavdelningens arbete med avbrott och hur bibehållen driftsäkerhet påverkar överföringskapaciteten.

5.1 Driftplanering

Driftavdelningens planering på Svenska Kraftnät är indelad i tre områden: norra, mellersta och södra Sverige. Den största händelsen är höstmötena då de samlar nätägare, producenter och entreprenörer för respektive område och går igenom arbeten och erforderliga avbrott för kommande år. Det är mycket viktigt att planera avbrotten noggrant då för många avbrott kan påverka både kunder och producenter negativt. På höstmötet schemaläggs planerade avbrott innan vårflo den börjar då det är önskvärt att under vårflo den få ut så mycket kapacitet som möjligt från den. Det blir sedan ett uppehåll under vårflo den och därefter kommer sommaravbrotten (Wårlin, 2012). Före höstmötet kommer det in önskemål om vilka arbeten som behöver göras det kommande året. De som arbetar med driftplanering har då ett möte med ansvariga för anläggningsförvaltning, där underhållsbehov tas upp. På höstmötet samordnas planerade avbrott på stamnätet med planerade avbrott på regionnätet. När de har kommit överens om vilka arbeten som ska ske görs en uppdatering. Efter det har driftplanerarna på Svenska Kraftnät ett möte med de nordiska kollegorna där önskemål tas upp och anpassas till Svenska Kraftnäts planer. I december har de fått ihop hela nästa år och sänder då planeringen till alla inblandade. Det finns även avbrott som inte påverkar driften lika mycket. Sådant kan fortfarande entreprenörerna planera in själva när det passar dem (Wårlin, 2012). I norra Sverige finns relativt många radiella ledningar, det kan vara svårt att komma överens om de avbrotten i och med att det inte finns någon annan väg för elen att ta vilket leder till att avbrott skapar en isolering. Det kan röra såväl produktion som last. Det finns även ibland problem med att planering sker så långt i förväg att nätägare och producenter som blir drabbade har glömt bort att det ska ske ett avbrott. Svenska Kraftnät måste dock fortfarande stå för kostnaden för den entreprenad de köpt in till arbetet (Wårlin, 2012). Det finns dock även händelser som sker under året som gör att avbrott blir aktuellt. Driftavdelningen brukar därför se till att ha en helg eller vecka emellan de stora avbrotten. (Wårlin, 2012). Det är svårt att säga exakt hur många avbrott som görs på stamnätet på ett år, men det rör sig om cirka 400 driftorder per år för hela Sverige. En del underhållsarbeten, som exempelvis frångiljarunderhåll, sker med sex års intervaller och ibland hamnar därför fler sådana ganska koncentrerat kring vissa år (Wårlin, 2012). Det som skiljer AMS-arbeten från konventionell metod, ur ett drift perspektiv, är framförallt att primäranläggningen inte måste tas ur drift och dessutom att automatik för återinkoppling måste tas ur. Man vill inte ha allt för mycket sådana här typer av arbeten eftersom det kräver att man måste ta ur mycket automatik i nätet. Driftavdelningen tar inte hänsyn till om ett AMS-arbete pågår genom att sänka gränser eller liknande utan de räknar med att det inte blir något fel. Det kan även bli något fel som

inte beror av AMS och som händer utanför deras geografiska område (Wårlin, 2012). Dock är det så att många arbetsmoment som måste ske för ett avbrott krävs inte om AMS väljs som metod istället. Om ett arbete ska ske med konventionell metod, alltså AUS, måste tid för avbrott hittas och ledningen ska fränkopplas och jordas (Gunnarsson, 2011). Det måste även skickas ut avbrottsaviseringar och göras förberedande kopplingar. Detta behövs inte med AMS och därför finns kostnader i driftavdelningens arbeten som kan minskas med AMS (Rosén, 2012).

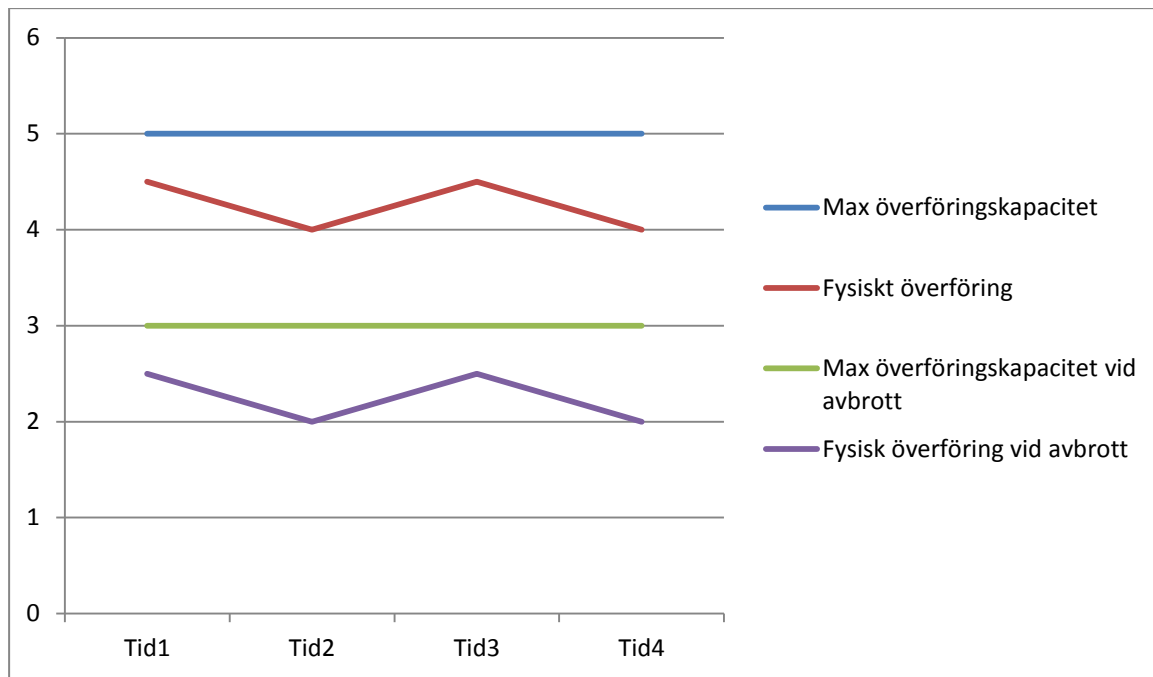
5.2 Driftsäkerhet

Driftsäkerhetsprinciperna grundas på (n-1)-kriteriet, vilket innebär att stamnätet ska klara ett fel på en enskild komponent utan att elleveransen påverkas. Stamnätsdriften ska vara återställd till normala gränser inom 15 minuter så stamnätet ska kunna hantera ett eventuellt nytt fel (SvKI1, 2012). I och med detta ska alltså kraftsystemet tåla det allvarligaste bortfallet av en enskild huvudkomponent, ledning, transformator, produktionsenhet, samlingsskena eller förbrukning, utan att elavbrott inträffar. Det finns dock undantag för vissa mindre delar av stamnätet som är anslutna med enkelledningar. Om det uppstår en situation som kräver det får Svenska Kraftnät beordra elproducenter att öka eller minska produktionen av el mot marknadsmässig ersättning. De kan även beordra nätägare att begränsa elanvändningen (SvK2, 2012 s. 37).

Begreppet *elsystemets tillförlitlighet* innebär tillräcklighet och driftsäkerhet. Tillräcklighet innebär förmågan att upprätthålla balans mellan produktion och förbrukning samt förmågan att överföra el mellan produktion och förbrukning. Driftsäkerhet är ett mått på elsystemets säkerhet och förmåga att uthärda plötsliga påfrestningar. Driftsäkerheten innebär även förmågan att hantera och motstå fel, förutsättningar för återuppbyggnad och tillgång till reserver. Dessutom ingår spännings och frekvenskvalitet i de fall det har betydelse för säker drift av elsystemet (Svensson, 2012), (SvKI1, 2012). Ett avbrott på stamnätet drabbar dock oftast inte kunden direkt eftersom en driftomläggning kan göras (Olsson & Andersson, 2007, s.46-51).

Det blir allt svårare att ta ledningar ur drift, det gäller även stationer. Problemet idag om man vill arbeta på en viss brytare är att man måste ta ledningar ur drift som är kopplade till samma samlingsskena, i värsta fall måste hela samlingsskenan tas ur drift. Detta är ingen önskvärd situation eftersom alla objekt i stationen då är anslutna mot endast en skena. Skulle det då bli fel på den samlingsskenan, medan det är avbrott på den andra, tappar man hela stationen. Det skulle finnas mycket att vinna på att slippa ta samlingsskenor ur drift. Om en samlingsskena tas ur drift på grund av ett arbete i stationen måste driften anpassas för att klara detta, vilket i regel innebär en begränsad överföringskapacitet (Selin, 2012). Det är däremot så att alla delar av nätet inte är lika kritiska (Olsson, 2011). Vissa delar av nätet är dock så pass kritiskt att det i framtiden kan bli svårt att ta dessa ur drift för längre underhållsarbeten. Denna aspekt är svår att värdera ekonomiskt men är otroligt viktig (Olsson & Andersson, 2007, s.46-51). Det så kallade (n-1)-kriteriet styr Svenska Kraftnäts planering och drift av stamnätet. Det inträffar cirka 200 fel på stamnätet varje år, åtta av dem är allvarligare än (n-1) men ger inte upphov till avbrott i elleveranserna. Fem fel årligen på nivån (n-1) orsakar avbrott i elleveransen men det är främst på radiella ledningar (SvKI1, 2012).

Vid avbrott behålls fortfarande (n-1)-kriteriet men i regel sänks överföringskapaciteten. Arbete med spänning innebär att det går att bibehålla överföringskapaciteten eftersom nätet är intakt. Dessutom innebär det tidvis högre driftsäkerhetsmarginaler när överföringen på nätet är relativt låg jämfört med överföringskapaciteten (Svensson, 2012).



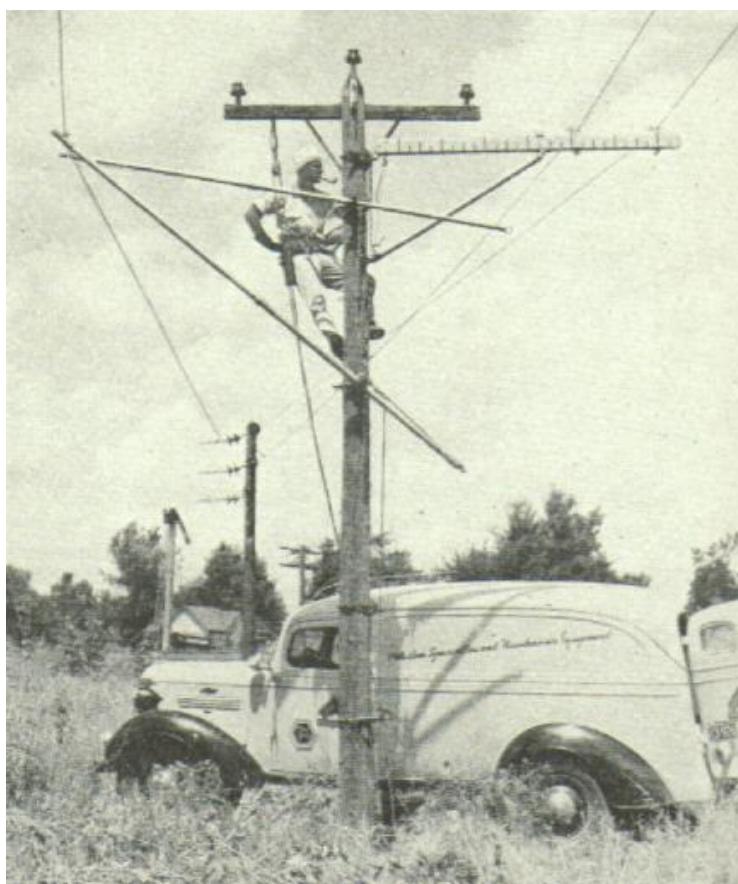
Figur 10: Överföringskapaciteten är olika om nätet är intakt eller om ett avbrott sker. Detta påverkar driftmarginalen, skillnaden mellan aktuell överföringskapacitet och överföring. X-axel är tid, Y-axel är kapacitet (Egen bild, 2012).

I Figur 10 visas ett teoretiskt exempel över hur överföringskapaciteten är större vid intakt nät jämfört med en avbrottssituation. Den översta linjen representerar den maximala överföringskapaciteten som kan lämnas till marknaden om nätet är intakt. Vid användning av AMS kan alltså mer kapacitet lämnas. Den röda kurvan visar hur mycket överföring som går genom snittet vid hög last. Om däremot avbrott behöver tas på grund av underhållsarbete måste den maximala överföringskapaciteten igenom snittet sänkas. Detta visas i den gröna linjen som är lägre än det intakta nätets linje (blå). Vid en sådan situation kan marknaden endast erbjudas den lägre kapaciteten och därför måste den fysiska överföringen ligga under maxgränsen. Det här innebär att det tidvis är högre driftmarginaler när överföringen på nätet är relativt låg jämfört med överföringskapaciteten. Jämför avståndet mellan den lila kurvan (aktuell överföring) med den blå linjen (överföringskapaciteten vid intaktnät) respektive den gröna (överföringskapaciteten vid avbrott).

Tidigare har det inte varit särskilt aktuellt med AMS i Sverige eftersom det går att genomföra ett planerat avbrott tack vare den maskade nätstrukturen. Det har blivit alltmer komplext att planera in alla erforderliga avbrott med bibehållen driftsäkerhet och beaktande av marknads efterfrågan på överföringskapacitet. Det finns nu problem med att få kapaciteten att räcka till och framförallt blir det problem om kärnkraften inte kan fungera som det är tänkt (Lundqvist, 2012). Marknaden är engagerad i uppkomsten av prisskillnader och bevakar därför överföringskapaciteten fortlöpande. Det kan komma att bli så att marknaden inte kommer att acceptera avbrott som leder till prisskillnader. Då är det inte längre avbrottsmöjligheter som styr, utan marknaden (Persson, 2012).

6 AMS-historien

Det första arbetet med spänning utfördes kring 20-30-talen (Lundqvist, 2011) och i Sverige är det heller inget nytt. Det har funnits sedan 50-talet då det gjordes för första gången i Sverige. Då gjordes ett jobb utanför Motala som var på 6 kV nätet. Samtidigt gjordes ett jobb på 110 kV nätet utanför Sundsvall. Det utfördes av montörer från Vattenfall där även montörer från USA medverkade (Lundqvist, 2011). Det gjordes även lyckade jobb mellan Umeå och Lycksele på 50-talet där det arbetades på 130 kV med isolerstång (Sundvall, 2011). Det som gjordes var att byta isolatorer på ledningarna (Häggkvist, 2011). När dessa arbeten utfördes var det engelsmän över till Sverige för att lära sig metoden och tog med sig kunskapen tillbaka till England (Lundqvist, 2011). Att fortsätta med metoden var dock inget som tilltalade Sverige just då, eftersom möjligheterna att genomföra ett planerat avbrott var relativt bra ställt mot kraven för arbetsmetoden (Lundqvist, 2011).



Figur 11: AMS-arbete i Sverige på 50-talet. (Andersson, 2006, s.7)

Vattenfall påbörjade 1974 åter ett arbete för att införa AMS i Sverige. De utbildade personal och skaffade utrustning (Lundqvist, 2011). Denna gång kom personal från England för att lära upp svenska montörer inom AMS (Häggkvist, 2011). Det gjordes bland annat prov med barhandsmetoden på 400 kV (Brofeldt, 2011), men det blev inte godkänt av myndigheterna som en säker metod då det var oklart hur det påverkade montörerna. Men i resten av världen hade det varit godkänt länge (Häggkvist, 2011). Vattenfall började på 70-talet främst införa AMS på regionnätet (40, 70 och 130 kV) mot bakgrunden av svårigheten att få tillräckligt många och långa avbrott för arbete utan spänning. En allvarlig olycka inträffade i Trollhättan 1976 som kom att ha en stor inverkan på arbetsmetodens framtid. Montören som skadades i olyckan jobbar dock fortfarande kvar inom Vattenfall och är en förespråkare av AMS.

Olyckan berodde inte på AMS som metod utan det berodde på ett avsteg från regelverket (Gunnarsson, 2011)(Lundqvist, 2011). Det sker cirka 80 olyckor i elbranschen per år men det räckte med en inom AMS för att lägga locket på för en fortsatt utveckling. Olyckan skapade ett motstånd till metoden och metodens användning trappades successivt ner och till slut var den i princip bara kvar i Motala. Där har AMS alltid funnits och mycket har berott på engagerade personer inom organisationen där. (Lundqvist, 2011) Innan olyckan inträffade var de flesta entusiastiska till arbetsmetoden men efter olyckan stannade utvecklingen av. Det gick inte att fortsätta på samma spår som tidigare och det dröjde ett långt tag innan metoden kom på tal igen. Inte förrän på 90-talet kom AMS-användningen igång igen. Med denna olycka i åtanke är det mycket noga att jobba säkert med AMS, så att det inte blir några fler olyckor (Lång, 2011). Det har alltså gjorts flera försök att introducera AMS i Sverige, men det har inte lyckats av olika skäl. Innan 1997 var det till och med förbjudet att arbeta med AMS utan dispens, detta för att metoden ansågs som farlig. Vid den tidpunkten fanns en del utrustning från de tidigare försöken med AMS hos Bjurforsskolan som då startade en utbildning i AMS. Tidigare hade Bjurfors utbildat montörer men inte så mycket inom AMS. De var några stycken från skolan som åkte över till Frankrike för att lära sig metoden. De tog även fram ett koncept hur man skulle arbeta, som fungerade som utbildningsmaterial. Även beskrivningar över hela idén med AMS togs fram samt vilka åtgärder man skulle vidta och hur man skulle tänka. Efter detta kunde de starta flera utbildningar kring AMS (Sundvall, 2011). Varför det skedde en förändring kring AMS 1997 berodde på att regelverket förändrades då och framförallt infördes en internationell standard i Sverige. I och med detta jämfördes arbetsmetoderna AMS, AUS och ANS, som det gjorts i de flesta andra länder tidigare. Detta har lett till nya försök i Sverige. Användningen av AMS i Sverige har gått i vågor (Gunnarsson, 2011). Efter 50-talet byggdes ledningsnätet ut och då försvann behovet av AMS. Det kom tillbaka igen på 70-talet för då klarade inte ledningsnätet av den ökande efterfrågan på el lika bra som tidigare. Men sedan byggdes det ut lite mer och då försvann behovet för AMS igen. Nu har behovet kommit tillbaka och det har blivit svårare att få avbrott eftersom marknaden kräver mer överföringskapacitet (Häggkvist, 2011).

7 Omvärldsanalys

Kapitlet beskriver omvärldens status på AMS-området. Denna information är en förutsättning för att kunna jämföra Sveriges förutsättningar med omvärlden. Arbete med spänning som underhållsmetod på högspänning används i stort sett hela världen. USA, Kanada, Australien och Frankrike är framstående inom området, men många andra länder har också kommit långt, exempelvis Japan, Ryssland, Nya Zeeland och flertalet Europeiska länder (Olsson & Andersson, 2007, s. 6).

7.1 Nya Zeeland

Det är i stort sett bara ett företag, Electrix, som utför AMS på Nya Zeeland. Det finns några få fler aktörer, men det är Electrix som utför den största delen av AMS-jobben. De har cirka 80 procent av AMS-marknaden och de arbetar nästan bara på region- och stamnät, alltså 110 och 220 kV. Tidigare fanns det fler företag som arbetade med AMS, men på grund av en dödsolycka som inträffade på sent 90-tal beslutades det, på ledningsnivå, att de skulle sluta arbeta med metoden. Electrix arbetar bara på ledningar och endast på 110 och 220 kV då de har mycket erfarenhet på dessa områden. De har ingen erfarenhet på andra spänningar och heller inte på nätstationer och kopplingsanläggningar (Barlev, 2011). TSO på Nya Zeeland är Trans Power. De äger stamnätet och största delen av det regionala nätet och de är både systemägare och systemoperatör. De ses som en huvudaktör inom energi i Nya Zeeland och

alla entreprenörerna får arbetsuppdrag från Trans Power. Electrix utför mycket mer AMS än vad som genomförs totalt i Norden. Vegetationen påminner mycket om Sveriges och Norges vegetation, nätet har lång och smal utbredning och är byggt över fjäll och fjord och på otillgängliga ställen. Därför har de utarbetat egna arbetsprocedurer, utformat och konstruerat egna verktyg och redskap samt metoder som passar deras förutsättningar (Barlev, 2011). Enda olyckan som Electrix har haft på 20 år är när de arbetade med ledande dräkt. Dräkten har ståltråd i sig för att få samma potential över hela kroppen. Den som använder den får ingen spänning genom kroppen utan bara kryptström genom dräkten. Dräkten har också en jordningsdel som kan sättas på ledningen, ofta två stycken, en på varje sida. I detta olycksfall användes bara en av dem och den andra var i fickan. Dock föll den ut från fickan och blåste in till stolpen. Då fick montören kortslutning genom dräkten och in mot stolpen och han fick brännskador från ljusbågen som uppstod. Skadorna kan liknas vid en svår solskada och är smärtsamt men inte dödligt. Nu har de utarbetat en metod så att liknande olyckor inte ska kunna undvikas (Barlev, 2011).

I Nya Zeeland används helikopter vid AMS-arbeten, då det är nödvändigt för att ta sig fram i terrängen. Electrix samarbetar med en helikopterfirma och har utvecklat arbetsprocedurer tillsammans med dem om hur olika jobb ska utföras. Ett exempel på arbete som utförs med hjälp av helikopter är byte av distansjärn (Barlev, 2011). I Nya Zeeland används ofta oisolerade kranar med isolerande rep som håller upp korgen eller personen istället för en isolerad kran. Detta motiveras med att vikten på en montör är mycket mindre än det som kranen tål. I dessa fall används längre rep än vad som är nödvändigt för att få isolation, så det blir god marginal. Så länge det görs beräkningar av säkerhetsavstånd och säkerheten följs kan man vara flexibel i metoderna anser de (Barlev, 2011).

Trans Power har delat upp landet i olika arbetsområden. På linjer har de delat upp landet i nio segment och nätstationer har de delat upp i tolv områden. Marknaden är mer utvecklad i Nya Zeeland och redan för 20 år sedan började de fundera över samma problem som Norden har idag. Ett problem var att entreprenörerna började utsättas för konkurrens, det fanns inte tillräckligt många beställare och kontrakten var väldigt korta. Från början var kontrakten på bara två och tre år, men nu har de ändrat till sex år och tre års option. De har alltså förlängt underhållskontrakten till att vara sex till nio år långa. I Nya Zeeland finns även en bra tillit mellan entreprenörer och nätägare samt bra förhållande dem emellan och en tydlig kommunikation. Det är vanligt att entreprenörer och beställare resonerar tillsammans om vad som behöver göras. Nätägarna vet då också vad priserna borde vara och lönsamheten är baserad på hur bra entreprenörerna utför jobben. De använder en KPI (Key Performance Indicator), vilket innebär målsättningar på hög kundtillfredsställelse, tillgänglighet av nätet och andra delar som har med kvalitet att göra. Förtjänsten är uträknad från vad de får för poäng i KPI och på så vis får entreprenören betalt för kostnaden plus en viss procent som är baserad på KPI (Barlev, 2011). För 20 år sedan fanns en del problem mellan kunder och nätägare. Vissa nätägare använde bara egna entreprenörer men kunde sedan låta andra aktörer komma in och arbeta på deras nät. Trans Power, som nätägare, försöker nu etablera en fungerande marknad. De har infört en regel att ingen entreprenör är tillåten att ha mer än 50 procent av underhållskontrakten. De har, som sagt, delat upp landet i nio delar på ledningar och tolv områden på stationer, de har 21 kontrakt totalt. Detta gäller bara underhållskontrakt, inte nya projekt. På grund av detta kan det hända att de måste ta en aktör med högre pris för att ha balans på marknaden. Problemet med att ge alla kontrakt till en aktör är att det blir bra priser på kort sikt men sedan har konkurrenterna gått i konkurs och då finns bara en aktör som kan ta ut högre priser. Eftersom kontrakten är så pass långa, sex till nio år, så har entreprenörerna möjlighet att investera i personal och andra resurser (Barlev, 2011). Trans

Power har ingen tydlig ekonomisk reglering som styr hur mycket avbrott de kan ha, men det finns en satt gräns på hur många timmar avbrott i elförsörjningen de får ha på ett år och om de inte ligger under den gränsen får de en anmärkning från staten. De önskar att vara långt under denna gräns för att vara på den säkra sidan.

I Nya Zeeland utförs AMS endast om det är naturligt och det bästa sättet att utföra arbetet på. Vissa arbeten, som distansjörn, passar bra för metoden och annars handlar det ofta om att de inte har möjlighet till avbrott. Det är cirka 15 procent av alla uppdrag som görs med AMS (Barlev, 2011). Processen med AMS har tagit tid i Nya Zeeland. Det är viktigt att få en fungerande marknad vilket kan uppnås med längre kontrakt och ett närmare förhållande mellan entreprenörer och nätägare. På så vis kan tillit skapas och ett bättre samarbete uppstå (Barlev, 2011).

7.2 Australien

Australiens nät är ett mycket stort nät jämfört med Sveriges elnät. Vissa delar av landet, exempelvis Queensland, har radiell matning. Där bor de flesta längs kusten och detta territorium är avlångt. Nätet där är designat att klara ett stort bortfall av någon försörjande del enligt (n-1)-kriteriet, men det är även vanligt med (n-2)-kriteriet. I de lite mindre territorierna är det ofta mer maskat nät och lika gäller de större städernas nät (Ekman, 2011). I STRI-rapporten om AMS redovisas användningen av AMS i Australien. De har sett att både isolerstångsmetoden och barhandsmetoden används. För att komma upp till fasledarna använder montörerna isolerande stegar eller isolerande rep som de hissas upp med. Det förekommer även att helikopter används för luftlandsättningar. När barhandsmetoden används är ledande dräkter obligatoriskt enligt nationella regler (Olsson & Andersson, 2007, s.9).

AMS i Australien är mer utvecklat inom ledningsarbete än det är på stationer. En orsak är att det är enklare och mer återkommande än stationsarbete. Dock är det så att stationer är en stor bidragande faktor till elnätets pålitlighet. Företaget Powerlink utför stationsarbeten med AMS för planerat underhåll, reparationer och för nya projekt. Detta arbete utförs med metoder och utrustning från Frankrike (Andersson, 2006, s.2). Powerlinks underhållspersonal utbildas i isolerstångsmetoden och barhandsmetoden. All utbildning på stationer tillhandahålls av franska EDF, se kapitel 7.5 (Andersson, 2006, s.23). Kompetensen måste upprätthållas varför utbildning genomförs årligen med bedömning av personalens kunskaper. Powerlink utför själva de flesta testerna men vart tredje år gör EDF bedömningen. För att personsäkerheten ska kunna säkerställas har facket gått in och begärt minst 30 procent barhandsarbete per år, just för att hålla kompetensen levande (Andersson, 2006, s.24). I Queensland har AMS varit den dominerande arbetsmetoden på distributionsnivå i över 20 år. År 2001 började de även med stationsarbete med AMS på transmissionsnivå (Andersson, 2006, s.6).

I Andersson & Olssons rapport om AMS har författarna undersökt företaget Trans Grid. De använder regelbundet AMS på spänningsnivåer mellan 65-500kV. Författarna har gjort en lista över exempel på arbeten som görs med AMS.

- Byte av isolatorer och andra delar
- Byte av skyddsspiraler
- Byte av linor och skarvar
- Byte av regler och stolpar

- Montage av flygmarkörer
- Silikoninfettning av isolatorer.

(Olsson & Andersson, 2007, s.9)

Ekman, som arbetar i elbranschen i Australien, har uppfattningen att Powerlink är ledande inom AMS i Australien. Det har egen underhållspersonal som utför AMS-arbetet på både ledningar och ställverk. De äger själva utrustningen och har allt inom den egna organisationen. Andra aktörer använder sig ibland av Powerlinks montörer. Alla nätägare har inte egen underhållsorganisation utan använder sig av entreprenörer eller andra elkraftorganisationers underhållspersonal. Dock har det varit svårt att få gehör för AMS då uppfattningen är att det kostar mer. Eftersom AMS kräver en viss mängd arbete för att upprätthålla kunskapen kan det vara svårt för vissa organisationer att ha egen personal. Detta medför att de får använda entreprenörer så som Powerlinks underhållspersonal. Då Ekman undersökte användningen av AMS i Australien såg han att det inte fanns tillräckligt stora drivkrafter för att AMS skulle börja användas. Dock ansåg han att AMS-användningen rimligtvis kommer att öka då kunder blir mer känsliga. Australien har i dag introducerat något som kallas MITC, Market Impact of Transmission Congestion. Detta syftar till att bötfälla aktörer som utför handlingar som leder till förändringar av spotpriserna (Ekman, 2011). Om ett avbrott där påverkar överföringskapaciteten så att priset påverkas kan de alltså bötfällas.

7.3 USA

Det amerikanska transmissionsnätet består av tre sammankopplade system; the Eastern Interconnection, the Western Interconnection, och största delen av Texas. I de tre områdena finns 140 kontrollområden som hanterar lokal elverksamhet. Tillförlitligheten hanteras av 10 regionala råd. Idag finns det över 240 000 km högspänningstransmissionsledningar genom hela USA kopplade både till Kanada och Mexiko. Fram till 1996 var det bara allmännyttiga företag (public utilities) som fick använda transmissionsnäten, då stod NERC (North american electric council) för hantering av nätets tillförlitlighet. Men från och med 1996 beslutade FERC (Federal energy regulatory commission) att även andra företag och oberoende elproducenter skulle få tillgång till transmissionsnätet. Det är ingen stat som har kontroll över de regionala transmissionssystemen, därför har regeringen ett ansvar att identifiera och hantera flaskhalsar i det amerikanska elnätet (U.S. Department of Energy, 2002, s. 2-4). I USA används AMS regelbundet i spänningsområdet 115 kV till 765 kV. Olsson & Anderssons rapport om AMS från 2007 tar upp några exempel på utförda arbeten och de som nämns är:

- Isolatorbyte
- Reparation av faslinor
- Byte av faslina
- Underhåll och montage av avståndshållare och vibrationsdämpare
- Korrosionsskydd
- Byte av skarvar, både av pressade och av detonationstyp
- Byte av trästolpar, även delar

- Installation av stolpfrånskiljare
- Silikoninfettning av isolatorer

(Olsson & Andersson, 2007, s.23)

Quanta Energized Services (QES) är ett elentreprenörföretag i USA. De underhåller, uppgraderar och bygger om elledningar utan att påverka eltilförseln. De är ledande inom sin bransch i USA och har även utvecklat en robotarm kallad LineMaster. Genom kontinuerlig träning och arbete med barhandsmetoden och isolerstångsmetoden har de skaffat sig stor erfarenhet inom AMS-området (Quanta Energized services, 2012).

STRI-rapporten om AMS tar upp ett exempel då en faslina på 138kV byts ut. I detta fall var det entreprenören Quanta Energized Services som utförde arbetet (Olsson & Andersson, 2007, s.23). I USA används helikoptrar som ett vanligt förekommande hjälpmedel vid AMS och de används upp till 765kV systemspänning. Det är även vanligt med isolerade liftar i olika former (Olsson & Andersson, 2007, s.23). I USA får man i stort sett inte utföra underhållsarbeten om det inte görs med spänningen på. Det beror delvis på att det är vanligt med stämningar och bryts spänningen kan det leda till en stämning. Detta har bidragit till att de har utvecklats inom AMS och blivit duktiga på området. De har även mycket friledning som går längs med motorvägarna, vilket underlättar för AMS-arbete eftersom den är lätt att komma åt (Lundqvist, 2011).

7.4 Kanada

Kanadas stamnät består av 160 000 km högspänningsledningar. För att effektivt kunna transportera elektriciteten över de stora geografiska områdena behövs höga spänningsnivåer. Kanada är uppdelat i tre elnät: the Western grid, the Eastern grid och the Quebec grid. En del av nätet är även kopplat till USA:s elnät. I de flesta av provinserna och territorierna är det statliga funktioner som ser efter planering, byggnad och drift av transmissionen. En del provinser håller på att förändras på den fronten och går mot en mer avreglerad marknad. Denna förändring sker i varierad takt i olika delar av landet (Center for Energy, 2012). Kraftbolagen följer strikta underhållsprogram som består av regelbundna inspektioner och förbättringar av tekniken. Detta görs för att säkerställa att anläggningarna håller en hög säkerhetsnivå och systemintegritet (Center for Energy, 2012). AMS används regelbundet i Kanada inom spänningsområdet 120 kV till 765 kV. Mycket utveckling sker inom AMS-området och under konferenser inom området presenteras ny utrustning och prototyper som snart kommer att användas. I Olsson & Anderssons rapport om AMS nämns bland annat en radiostyrd robot som kan användas för avisning. Ytterligare en robot för att mäta resistans hos linskarvar presenteras i rapporten. Det skrivs även om en isolerad kranarm som kan användas upp till 765 kV (Olsson & Andersson, 2007, s.13-14).

Ett av nätbolagen i Kanada, Power Stroom, utför 80 procent av alla sina uppdrag som AMS. De har cirka 300 000 nätkunder. Power Stroom, som utför hälften av arbetena inom organisationen och resten för de över på entreprenörer, har 40 isolerade liftar (Barlev, 2011).

7.5 Frankrike

I Frankrike finns all verksamhet som rör elektricitet inom samma statliga organisation, EDF. Inom EDF finns en del i organisationen som hanterar transmission av el, RTE, som är systemoperatör för det franska transmissionsnätet. Det är ett statligt bolag som har till uppgift att driva, underhålla och utveckla högspänningsnätet (RTE, 2010, Activity report). Deras nät

består av 100 000 km ledning i spänningsintervallet 63kV – 400kV samt 46 ledningar till angränsande länder. Detta nät är det största i Europa och organisation har cirka 8 500 anställda (RTE, 2011 Info Frankrike, s.2). Nätets mer radiella karaktär innebär en drivkraft för AMS. De satsade redan på 60-talet på AMS och detta har gjort att nätets uppbyggnad och anläggningarnas utformning har anpassat för AMS (Sundvall, 2011).

AMS har använts i Frankrike under mer än 40 år. År 1960 startades en teknisk kommitté som godkände bland annat utbildningsprogram, träningscenter, verktyg, metoder och kontroll av laboratorium. År 1962 startades SERECT som är en expertenhet under RTE. SERECT:s uppdrag är bland annat att utveckla nya metoder, verktyg samt tekniska underlag till RTE och EDF. År 1964 utfördes det första experimentet med isolerstångsmetoden och 1965 startades utbildningen av det första AMS-teamet på 50-500kV. De första försöken med barhandsmetoden på ledningar utfördes 1975 och det första AMS-arbetet på stationer gjordes 1980. Redan fem år senare var AMS en vanligt förekommande metod inom stationsarbeten och 1990 blev helikopter en vanlig del i AMS-arbetet (Laugier & Adam, 2009 s.2). I Frankrike är AMS en vanlig metod och den används regelbundet i spänningsområdet 63 – 400kV. Inom EDF arbetar man med isolerstångsmetoden och barhandsmetoden på RTE:s ledningar och stationer. De har en egen organisation med egna montörslag (inhouse). De utbildar själva sin personal inom AMS och utbildningen är även något som de säljer till andra länder. Utöver EU-standarderna har Frankrike kompletterande regler som gäller där (Laugier, 2011). För att kunna lyfta montörer upp till de spänningssatta delarna används ofta helikopter vilket har använts i Frankrike sedan mitten av 50-talet. Av EDF:s totala helikopteranvändning kan cirka 80 procent hänföras till AMS-verksamhet. Om inte helikopter används är det vanligt att använda en plattform av isolermaterial. EDF har även mer specialanpassade plattformar som kan användas i ställverk (Olsson & Andersson, 2007 s. 10-11). År 2010 invigde RTE ett nytt AMS-center i östra Frankrike. På detta center har bland en metod utvecklats för att på ett säkert sätt kunna arbeta med AMS på högspänning i regn. Detta är första gången detta utförs någonsin i världen (RTE, 2010). När Lundqvist var och besökte EDF i Frankrike hade de 25 000 AMS montörer. EDF arbetar med isolerstångsmetoden upp till 1200kV och med barhandsmetoden upp till 800kV (Lundqvist, 2011).

Ett exempel på ett AMS-arbete som utförts i Frankrike är att de har bytt faslinor på en 400 kV ledning som matar el till Paris. Alla ledningar byttes med spänning på grund av svårigheterna att få avbrott (Lundqvist, 2011). Eftersom det bara finns ett företag i hela Frankrike, EDF, som hanterar energimarknaden är det enklare att bygga upp AMS-kompetens menar Lundqvist. Då kommer inte diskussionen om vad AMS kostar upp och ser mer till ett helhetsperspektiv (Lundqvist, 2011).

7.6 Norge

En mer ingående studie har gjorts över Norge då det finns många liknande faktorer mellan Sverige och Norge.

Norges elnät

Norges stamnät och regionalnät är uppbyggt i likhet med det svenska elnätet, ett maskat nät med redundans enligt (n-1)-kriteriet. Distributionsnätet är i tätorter uppbyggt i ringar med (n-1)-kriteriet när det gäller kablar och ledningar men det finns inte två transformatorer per nätstation. Det maskade nätet är det som räddar många städer då det finns en viss möjlighet till urkoppling utan att det får några synliga konsekvenser (Ödegård & Holene, 2011). Men det är inte på långa vägar alla delar i Norge som har det (Brattbakk, 2011). På landsbygden är

det mer radiellt nät, där är det ju också mindre effekt och färre kunder samt lite mer tålmodighet när det gäller att förlora ström (Ödegård & Holene, 2011). Norges stamnät består av 300kV ledningar. Detta beror på att det beslutades att spänningsnivån över 132kV-nivån skulle vara mellan 220kV och 400kV. De flesta av ledningarna är simplex (en lina per fas) (3800km) men det finns även duplex (två linor per fas) i både I- och V-kedjor (1200 respektive 450km) (Aske, 2011). Trots att stamnätet är maskat utnyttjas det maximalt idag, då exempelvis oljeplattformarna tar enormt stora kraftmängder nu när oljeplattformarna börjat med el istället för gas. Idag är det svårt att få tillräckligt med effekt i vissa områden i Norge. Den kapaciteten som byggdes på 60-talet räcker inte till idag och det har gjorts för få investeringar i stamnätet genom åren (Ödegård & Holene, 2011).

Entreprenörsmarknaden i Norge

Det finns sex entreprenörer som kan utföra AMS i Östlandsområdet i Norge. På västlandet och i syd finns det inte lika mycket kompetens. Anledningen till att det ser ut så är svårt att avgöra, andelen AMS är dock relativt liten del av verksamheten hos varje entreprenör (Ödegård & Holene, 2011). De entreprenörer som främst har kommit på tal under studieresan till Norge är Infratek och NTE entreprise AS. Hos de norska entreprenörerna finns kompetens på de högre spänningsnivåerna från 66 kV till 420 kV för såväl stationer som ledningar. Det har skett samarbeten mellan entreprenörer och Statnett genom flera forsknings och utvecklingsprojekt där nya metoder tagits fram som senare använts i anläggningsprojekt för Statnett. Det vanligaste är att entreprenörerna själva äger verktygen de använder. De gånger som de är inblandade i FoU-projekt är det dock vanligt att de får ekonomisk hjälp från de andra inblandade i projektet (Øksnes, 2011).

Uppgraderingsprojektet

Eftersom överföringskapaciteten i Norges stamnät tidvis är otillräcklig har det beslutats att det fordras en kapacitetsökning. Tanken är att utnyttja ledningarna som finns men höja spänningen från 300 till 420kV. Projektet startade 2003 och har pågått sedan dess med kontinuerliga arbeten varje år fram till idag men är ännu inte klart. Anledningen till att uppgradera de befintliga ledningarna istället för att bygga nytt är svårigheterna att få tillstånd för nybyggnation. Det är dock endast duplexledningarna som ska uppgraderas då det är svårt att uppgradera simplexledningarna utan att få problem med coronaeffekter¹. Dessa ska istället rivas och byggas upp i samma ledningsgata. De som hade arbetat med AMS och systemdrift menar att om det ska uppgraderas så många km ledning som planerat går det inte med fränkoppling, utan det krävs att ledningen kan vara i drift. Projektet innebär inte något arbete med barhandsmetoden på faserna utan endast användning av isolerstångmetoden. Det som i första hand görs är en förlängning av isolatorkedjor på master. Detta kan innebära att en del stolpar behöver höjas för att klara av avståndet till mark. Efter det ska de också montera på eller byta topplinorna till OPGW (Optical Ground Wire). Det senare är dock en oprövad metod och Statnett hoppas att Svenska Kraftnät kan utföra sitt topplinearbete innan, för att få ett referensprojekt. De har också behov av att byta distansjärn och planen är att de ska bytas fortlöpande. Även detta arbete planeras ske som AMS. Då det första arbetet utfördes 2004 fanns det inte specifika krav från Statnett hur arbetet skulle utföras, utan entreprenörerna löste uppgiften på olika vis. Detta arbete gjorde att Statnett insåg att de behövde satsa på forskning

¹ corona är en oönskad effekt för att det leder till effektförluster i högspänningsledningar, det är önskvärt med ett så lågt elektriskt fält på ledningens yta som möjligt, Källa: Elkraftboken

och utveckling för att hjälpa entreprenörerna att utvecklas inom området. I Uppgraderingsprojektet har Statnett använt tre olika entreprenörer. Detta för att de som statligt verk har krav på att försöka skapa en konkurrens i landet. Bakgrunden till detta är också att beskydda de norska entreprenörerna mot de i södra Europa. Det finns en problematik i att kompetensen i landet försvinner för att de blir utkonkurrerade. Det var 4-5 norska entreprenörer som skickade in anbud på detta arbete och tre som valdes ut. Kraven som ställdes inför uppgraderingen var att entreprenörer måste ha godkända montörer med certifikat på att de har AMS-utbildning. De skulle även lämna in förslag på metoder för uppdraget och demonstrera dessa på en urkopplad anläggning. Beträffande utrustningen fanns det krav på att den skulle tåla de aktuella spänningsnivåerna samt de mekaniska krafter som kan förekomma. Entreprenörerna som fick jobbet uppfyllde dessa krav samt var billigare än de övriga entreprenörerna. Av dessa tre entreprenörer fick den billigaste också större del av arbetet. Kravet på konkurrens komplicerar processen något då de olika entreprenörerna har olika procedurer. Dessa procedurer ska Statnett hålla reda på, samtidigt som de ska hålla dem hemliga för de andra entreprenörerna. De ska dessutom kontrollera att entreprenörerna verkligen gör som de har skrivit i anvisningen. Detta gör att det blir en trög arbetsprocess. Ett annat problem är att arbetet egentligen innehåller för få moment för att delas på tre entreprenörer. På den första ledningen som uppgraderades fick de tre entreprenörerna lämna anbud på olika sektioner av ledningen. Därefter delades ledningen in i 10 delar, cirka 40 master i varje sektion. Efter det lades ett pris på de olika sektionerna. De entreprenörer som var dyra fick bara två sektioner, en annan fick tre och den tredje och billigaste entreprenören fick fem sektioner. Dock gick den entreprenören som fick tre sektioner i konkurs så dessa sektioner delades upp mellan de kvarstående entreprenörerna (Aske, 2011).

AMS-historien i Norge

År 1974 blev det första övningscentret i Tranemark i Steinkjer byggt. Samtidigt började Nordtrendelag elverk forska på AMS och fick igång ett arbete med den första utgåvan av AMS-handboken. Men det var först på 90-talet som det kom igång på riktigt. I Trøgstad elverk arbetade Harald Thomassen och han fick information om att Hafslund (det överordnade nätbolaget på den tiden) hade AMS-verktyg som skulle räcka till hela Östlandsområdet (till ett värde av 400 000 NOK) men som de inte använde. När Hafslund ville stänga av en ledning i Trøgstadsområdet för att utföra ett underhåll på en 50 kV ledning sa Thomassen nej och berättade vad han visste. Då sålde chefen på Hafslund verktygen till Thomassen för 6000 kr om han slapp höra något mer om AMS. Thomassen accepterade detta och den händelsen var en avgörande faktor till att de kom igång med AMS i Trøgstad. De bevisade även för andra att AMS var att räkna med och köpte även in Skandinavians första isolerade skylift (Thomassen, 2011). Thomassen tog även med sina montörer till EDF i Frankrike för att lära sig AMS (Barlev, 2011). Fram till 1998 var det dock inte tillåtet att använda handskmetoden och barhandsmetoden i Norge av säkerhetsskäl. Men 1998 kom det nya föreskrifter från norska myndigheter. Inställningen hade då förändrats något och de ville inte begränsa AMS i Norge när andra länder tillät detta. Arbete över gränserna blev vanligare och då underlättade det om det fanns liknande regler (Brattbakk, 2011). Under 90-talet hade även Statnett satt igång med AMS men så kom det byggstopp och de avvecklade den egna entreprenörsverksamheten som blev urskilda till Statnett entreprenör som senare blev Eltel Networks (Aske, 2011). Att AMS inte tagit riktig fart i Norge beror inte på någon olycka som i Sverige utan att det kommer mycket annat i vägen som gör att AMS inte får uppmärksamhet i branschen. Dock tror Ödegård och Holene att AMS kommer vara standardmetod om 10-20 år (Ödegård och Holene, 2011).

8 Regelverk och utbildning

Följande kapitel beskriver det regelverk som behandlar AMS internationellt och nationellt. Det finns även en beskrivning av utbildningssystemet i Sverige inom AMS.

8.1 Regelverk

Nedan beskrivs regelverket kring AMS.

Lagar

Det 9:e kapitlet i ellagen(1997:857) lägger grund till det svenska regelverket om elsäkerhet. Regeringen meddelar bestämmelser om elsäkerhet med stöd av lagen om starkströmsanläggningar, om elmateriel och om behörighet för elinstallatörer. Bestämmelsen om starkströmsanläggningar finns i starkströmsförordningen (2009:22). Med stöd av förordningen har i sin tur Elsäkerhetsverket beslutat om föreskriften (Elsäkerhetsverket1, 2012). Det finns inte några detaljbestämmelser om elsäkerhet i ellagen utan i huvudsak endast en övergripande bestämmelse. Det innebär att utformning och lokalisering av elektriska anläggningar ska främja säkerhet mot person- eller sakskada eller störning i driften vid elektriska anläggningar. Därefter finns bemyndigande för regeringen att meddela vidare föreskrifter. Förordningarna är inte heller så detaljerade utan detaljföreskrifterna har regeringen överlåtit åt Elsäkerhetsverket att besluta (Elsäkerhetsverket2, 2012).

Standarder

Som EU-medlem deltar Sverige i EU:s lagstiftningsarbete tillsammans med övriga medlemsstater och måste därför följa en del regler. Vissa EU-regler är förordningar, som gäller direkt i alla medlemsländer för myndigheter, företag och medborgare. I medlemsstaterna har lagar och förordningar samma verkan och gäller exakt som de är skrivna. EU-direktiv är en annan typ av bindande bestämmelse men det är bara resultatet av direktiven och när de måste vara införlivade som är bindande, inte hur det görs (Elsäkerhetsverket2, 2012) Sedan finns det även något som kallas EU-standard. En standard är en teknisk publikation som används som en regel, riktlinje eller definition. De europeiska standarderna är normativa dokument publicerade av CEN (European comité for standardization). När en europeisk standard tillkännages blir den nationella motsvarande standarden återkallad (Europeiska kommittén för standardisering, 2012).

Det grundläggande internationella regelverket för drift och underhåll är EN-standard 50 110-1:2004, som även finns i nationella utgåvor. Den svenska standarden SS-EN 50:110 är en europisk standard som blivit en nationell standard. Tack vare denna EN- standard har de nordiska länderna ett i stort sett gemensamt regelverk för underhåll och Arbete Med Spänning (Olsson & Andersson 2007, s. 51). Standarden SS- EN 50:110-1 hanterar alla metoder, inte bara AMS, utan mer säkerhetsfrågor generellt. Det kan exempelvis vara vilka åtgärder som ska vidtas innan ett arbete påbörjas, organisatoriska frågor, elarbetsansvariges ansvar etc. Det finns inte speciellt specifika regler när det gäller AMS i standarden (Sundvall, 2011). I standarden SS-EN 50:110 anges att det bör vara minst två montörer på plats vid AMS högspänningsarbeten. Det är minimigränsen om standarden ska följas, elsäkerhetsverket säger dock att ett sätt att uppfylla kraven är att följa standard. Ett annat sätt är att hitta på en egen regel som man anser är lika säker. Elsäkerhetsverket säger bara till när något gått fel, det är upp till varje företag att göra riskbedömningen (Sundvall, 2011). I standardiseringsgrupperna globalt pratas det inte om arbete och metoder, utan om utrustning. Det diskuteras hur

verktygen ska byggas och provas så stängerna klarar av det de ska klara av. Det kan handla om olika typer av beräkningar exempelvis hur nära det går att komma ett metallföremål innan det slår över. Det är en gammal princip inom IEC att arbetsmetoder inte diskuteras, då det är arbetsmetoder som entreprenörer använder för att konkurrera med varandra. Därför standardiseras det inte (Sundvall, 2011).

Direktiv, riktlinjer, normer

Svensk Energi är en medlemsorganisation för nätägare, elhandlare och producenter. Deras roll är att tillvarata medlemmarnas intressen, så som teknikutveckling men framförallt påverkan på myndigheter. De tittar på bitar som kommit efter avregleringen. På nätenheten finns EBR (elbyggnadsrationalisering) som handlar om att rationalisera verksamheter. EBR bygger på tre ben, Teknik, Ekonomi och Hälsa Miljö. Ett exempel på rationalisering är att tidigare byggde alla med sina egna stolptyper, det visade sig då att det till sist fanns 40 olika raklinjestolpar och alla hade sin regel som smeden skulle fixa ihop. Då föddes tanken att normera så att alla hade samma stolptyp. Allt eftersom utökades detta till att inte bara gälla stolpar utan även kablar, transformatorer, stationer, kabelskåp osv. Under Hälsa Miljö finns elsäkerheten och där finns även AMS som en arbetsmetod. Inom EBR finns det en arbetsgrupp som handlar om AMS. Deras roll är att driva verksamheten framåt men framförallt att samordna när det gäller utbildning, ställa krav på utbildning, definiera material, definiera arbetsmetoder för att säkerställa ett säkert arbete. Ett material som arbetsgruppen tagit fram är ESA som innebär elsäkerhetsanvisningar där det beskrivs hur ett säkert arbete inom el ska genomföras. ESA är en EBR handling och ägs av Svensk Energi (Lång, 2011). ESA är ett minimikrav för montörers elsäkerhetsarbete, men entreprenörer påbjuds att skärpa säkerheten ytterligare om de finner det nödvändigt (Lundqvist, 2012). EBR är ett av branschens viktigaste verktyg för effektivisering och kvalitetssäkring av nätverksamheten (Lång, 2011).

När det kommer till bestämmelser om magnetfält har de bedömts enligt de riktlinjer som ges i ICNIRP² Guidelines och enligt EU's EMF³-direktiv. ICNIRP sammanställer material och EU beslutar om direktiven internationellt, nationella beslut är det numera strålsäkerhetsmyndigheten som tar. Det skulle komma ett nytt strängare EMF-direktiv 2004, men det flyttades fram till 2008 och ytterligare till 2012. Anledningen till framflyttningen var att förslaget från 2004 röstades ned då både medicinbranschen och kraftbranschen sa nej till de strängare reglerna (Olsson, 2011). ICNIRP gjorde ett nytt förslag för något år sedan som såg lite annorlunda ut, men dessa processer kan ta mycket lång tid då alla länder vill säga sitt i frågan. Sommaren 2011 kom det dock ett förslag från central ort. De senaste ICNIRP Guidelines är från 1998 och en ny och reviderad utgåva kan alltså förväntas komma under året 2012 (Olsson, 2011). I detta direktiv kommer det stå att varje land ska införa sina direktiv senast 2014. Finns det redan ett nationellt direktiv med en högre skyddsnivå ska inte EU-direktivet skriva över det nationella då enda kriteriet är att det uppfylls, inte hur det uppfylls och det får inte bli sämre (Olsson, 2011). Tidigare har det varit så att ICNIRP gav en rekommendation och EU anammade den så de var egentligen i sak lika, men nu verkar det vara lite mer omständigt (Olsson, 2011). Nu finns det alltså inget direktiv för arbetstagare, det är upp till varje land hur det hanteras om det inte finns nationella regler. Arbetstagare ska vara medvetna om att de exponeras, medan allmänheten inte behöver vara medvetna och ligger därför inte inom detta direktiv. För allmänheten finns det redan färdiga regler (Olsson, 2011).

² International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection.

³ Elektriska och magnetiska fält

Den allmänna uppfattningen hos de insatta aktörerna i studien är att direktiven för AMS är tillräckliga i dagsläget. Om regelverket höjs är det att gå emot det som händer idag, vilket är att regelverket blir allt mindre. Elsäkerhetsföreskrifterna har krympt på senaste år men det innebär inte att säkerheten sänks. Det är istället så att säkerhetsansvaret flyttats från regelverk till entreprenörernas riskanalyser. Eftersom det finns stort fokus på riskanalyser idag utvecklas de hela tiden och nya möjligheter öppnas. Å andra sidan, ju mer regelverk det finns, desto mer begränsningar blir det (Rosén, 2012). Det är inte alltid nödvändigt att det finns en regel/norm för allt utan att det viktiga är att analysera riskerna och försöka eliminera dem i varje enskilt fall (Lundqvist, 2011). Rosén tycker att när man jobbar med elektriskt arbete ska man göra en riskanalys, en åtgärdsplan och sedan ska åtgärdsplanen följas. Rosén är mycket trygg med sina montörer idag och anser inte att det behövs strängare direktiv som det ser ut nu, men hade han 800 montörer att hålla reda på skulle han kanske vara för ett stängare direktiv. Thomassen menar att föreskrifterna är bra, men de anger en lägsta tillåtna säkerhetsnivå. Han förespråkar högsta möjliga säkerhet till lägsta möjliga kostnad.

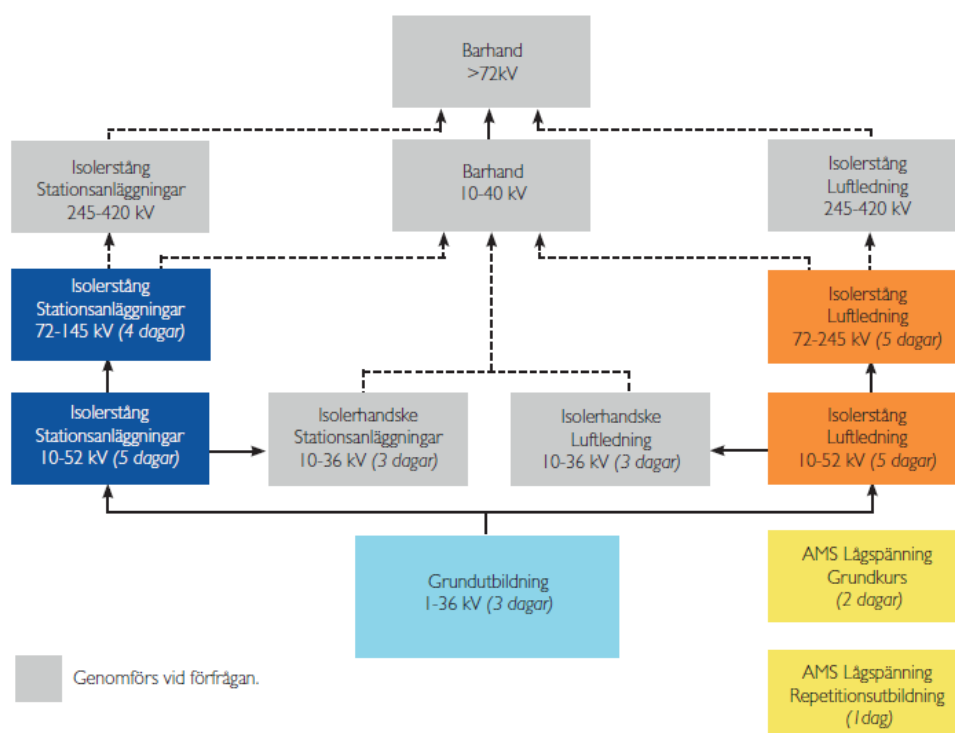
8.2 Utbildning och AMS-handboken

År 1986 kom det ut en AMS-handbok i Sverige. I den hade mångåriga, både egna och utländska, erfarenheter tagits till vara och anpassats till dåvarande förhållanden. AMS-handboken innehöll bland annat arbetsinstruktioner för högspänning med isolerstångsmetoden, säkerhetsanvisningar, verktygskatalog och skötselinstruktioner. (Svensk Energi, 1986, AUS-handbok). Våren 2012 ska det komma ut en ny upplaga av AMS-handboken. Det är AMS-arbetsgruppen på Svensk Energi som har arbetat fram den informationen som de finner är nödvändig för en fortsatt AMS-utveckling i Norden. Den nya handboken tar upp allt som har med AMS-arbete att göra, allt ifrån metoder till säkerhet. I den tidigare handboken finns bara isolerstångsmetoden beskriven men i den nya är alla tre metoderna likvärdiga och beskrivna. Informationen från första upplagan som fortfarande är aktuell är inarbetad i den nya handboken. Den nya handboken länkar till aktuella standarder och utrustning (Lång, 2011). I den nya handboken finns även kursplaner för dem som ska utbildas, med en struktur från 1kV till 400 kV uppdelat på olika metoder. Det finns dock fortfarande inte så mycket information om 400 kV, där barhandsmetoden kommer behöva utföras på många jobb. Anledningen till det är att marknaden inte är så stor ännu. I kursplanen finns dock rutorna med för att påminna om att det borde finnas mer information om AMS på högre spänningsnivåer (Sundvall, 2011). Inom AMS finns det ett nordiskt samarbete, framförallt med Norge. Detta yttrar sig främst genom samarbete inför den nya AMS-handboken och när det gäller utbildningsplaner. Detta ska underlätta arbete över gränserna i framtiden (Sundvall, 2011). Sverige började utveckla AMS-handboken först och sedan när samarbetet med Norge inleddes ville de ha samma upplägg på sin handbok. Det har gjort att Sveriges AMS-handbok och Norges AUS (arbete under spänning)-handbok kommer se till 90 procent likadana ut (Lång, 2011). Det som skiljer dem åt är bland annat historiken, regleringar och de ekonomiska incitamenten. Men det andra, som exempelvis metoder, är lika och det är viktigt att vi är samstämda i dessa frågor. Det finns cirka 200 arbetsprocedurer med i handboken, det är meningen att företag ska ha sin utgångspunkt i dessa procedurer och utveckla nya metoder (Ödegård, 2011). AMS-handboken är skriven dels för dem som har avsikt att arbeta med AMS, dels för att öka kunskapen hos nätägare (Lång, 2011). Det kan vara bra för nätägare att öka sin kunskap och få information hur de ska finna lönsamheten i det (Ödegård, 2011).

Vattenfall, i samråd med Svensk Energi och STF, har tagit fram en kursstruktur för AMS. Systemet som gällde tidigare var uppdelat i klass 1 och klass 2 utbildningar. Klass 1 var i regel

en 3 dagars utbildning som utbildade i arbeten som innebar att verktygen inte utsätts för någon mekanisk påkänning. Det ingick alltså inte mekanik och hållfasthet, detta är något som nu har ändrats. Utbildningen hanterade även höga kortslutningsströmmar men i den nya grundutbildningen är det mer fokus på ellära jämfört med tidigare. Den ljusblå rutan i figur 12 på följande sida, är alltså gamla klass 1 och allt annat är den gamla klass 2 utbildningen. Utbildningsplanen har framförallt tagits fram av Vattenfall. De är så stora inom branschen att de sätter regelverket (Lundqvist, 2011). Det nya systemet fungerar i princip likadant men kontroll av utbildningen ska underlättas. Bild 12 visar alltså att det första steget till att bli AMS-montör är en grundutbildning på lokalnät. Efter den utbildningen väljs inriktning, antingen stationer eller ledningar. Inom de olika områdena finns det sedan utbildningar i de olika metoderna på olika spänningsnivåer. Men som bilden visar måste montören ha genomgått utbildningar på lokal- och regionnät innan de kommer upp på överliggande nät. För att kunna arbeta för Svenska Kraftnät på stamnätet måste den sista biten på utbildningen med, vilket är att arbeta i stora stolpar. Det är mycket tunga lyft men elarbetsmomenten är den samma som tidigare i utbildningen. Det går inte att hoppa över steg och direkt upp till överliggande nät för då kommer inte elläran med som är med i de tidigare utbildningarna (Lundqvist, 2011).

Mellan utbildningar måste montören praktisera sina kunskaper innan denne kan gå vidare till nästa steg. Det är viktigt ur säkerhetssynpunkt att montörer upprätthåller sin kompetens, det går inte att jobba en dag i januari och sedan jobba en dag i december utan kompetensen måste upprätthållas kontinuerligt för att montören fortfarande ska betraktas som aktiv (Lundqvist, Gunnarsson, 2011). Lundqvist på Vattenfall menar att varje bolag för sig får ta ställning hur mycket arbeten som krävs för att vara aktiv (Lundqvist, 2011). Gunnarsson berättar att när han var verksam som montör var det praxis att montören tränade på det moment som skulle utföras för att vara uppdaterad, ett exempel var att träna på torsdagen om arbetet skulle utföras på måndagen efter. Då åkte hela teamet ut och tränade, både montörer och eventuella maskinister så allting skulle fungera vid skarpt arbete. Hade det varit ett arbete för en månad sedan kördes inget test innan arbetet, men det krävdes om det inte hade skett något riktigt arbete på några månader. Policyn de hade var att det skulle ske en uppdatering var sjätte månad (Gunnarsson, 2011). Figur 12 visar en bild över utbildningsupplägget. Det är främst de gråfälten som gäller för arbete på stamnätet, men som tidigare klargjorts måste alla stegen genomgåas för att utbilda sig på dessa nivåer.



Figur 12: Utbildningsplan AMS, (STF2, 2011, s.20)

Grundutbildningen är en tre dagars utbildning som kräver 90 procent rätt på skriftligt prov och väl genomförd praktik. Idag är utbildningar på överliggande nät inte så vanligt förekommande då det inte finns så mycket erfarenheter från Sverige på dessa nivåer (Lundqvist, 2011).

Bjurförsskolan har två kurser på lågspänning (<1kV) och elva kurser på högspänning (1kV-420kV). De utbildar ett femtiotal montörer per år på högspänningssidan, men det kan vara samma montör som går flera fortsättnings-utbildningar under ett år. Montörerna får lära sig att enkelt räkna på krafter i utbildningarna. Exempelvis kraftparallelogram samt horisontellt och vertikalt belastande krafter. Detta är för att kunna säkra att verktyg inte överbelastas vilket kan orsaka olyckor/tillbud. Det material som används på utbildningar är deras egna material som bygger på SS IEC och gamla "AUS" pärmen (EBR (VAST Vattenfall/Elverksföreningen)(Möller, stf, 2011). Tidigare har det funnits formella krav i föreskrifterna på att alla utbildningar ska vara kontrollerade av elsäkerhetsverket, men det gör det inte idag. I princip kan vem som helst starta en sådan utbildning (Sundvall, 2011).

Det är viktigt att det är rätt personer som går utbildningarna. För att bli en bra AMS-montör krävs det att montörerna är noggranna och inte slarvar (Lång, 2011). När nya arbetslag ska rustas ska endast montörer som är intresserad av att hålla på med den här metoden väljas ut. Finns det inte viljan att bli AMS montör ska personen inte gå utbildningen. När montörer väljs ut till AMS-utbildning är det bra att välja kreativa montörer som har förmågan att se möjligheter och har en mekaniskt och elektriskt bra grundplattform. Det krävs dock att de har ett bra bollplank för att utvecklas, som ibland bromsar av säkerhetsskäl men välkomnar nya idéer (Rosén, 2012). Det är även viktigt att montörerna är uppdaterade och kan sin sak. De ska vara lugna och låta arbetet ta den tid det tar (Gunnarsson, 2011). Det finns dock inga standardiserade krav för vilka som får gå en AMS-utbildning, det är upp till utbildningsledarna (Sundvall, 2011). När en montör blivit AMS-utbildad ska denne endast

vara det och hålla igång sin kunskap, inte blanda det med AUS-jobb. Annars riskerar montören att glömma bort vad den lärt sig och då är allt bortkastat (Rosén, 2012). Därför är det bättre att det är få montörer på ett företag som specialiserar sig på AMS (Gunnarsson, 2011).

Det som lärs ut på utbildningen är inte helt definitivt. Ett exempel är vilket antal montörer som ska utföra olika typer av jobb. Under utbildningen kan de praktiska momenten utföras med exempelvis tre montörer men det betyder inte att det är ett krav, det är upp till varje företag att bedöma. Det finns ingenting som säger att det måste användas ett visst antal montörer för ett visst jobb, bara det finns en motivering och metod som fungerar (Sundvall, 2011). I vissa arbeten kan det finnas krav på att en montör ska vara högre utbildad men att det räcker med att de andra två endast har grundutbildning. Det kan också finnas krav på att en montör måste genomgå ett visst antal utbildningar för att få bli elarbetsansvarig (Lundqvist, 2011). Hälsoaspekter tas upp i utbildningar men det är inte någon huvudfråga. Utbildningarna går ut på att undvika elektrisk fara för strömgenomgång och ljusbåge, dock inte magnetfält (Gunnarsson, 2011). Men de som utbildas är ändå medvetna om att det finns en osäkerhet kring elektriska och magnetiska fält (Sundvall, 2011).

När det kommer till utländska montörer som arbetar i Sverige finns det idag inget krav på att de ska ha gått någon svensk utbildning. Det kommer att vara certifikatsnummer på blocken i utbildningen som ska underlätta arbete över gränserna i Norden. Det är, precis som med AMS-handboken, framförallt Norge och Sverige som samarbetar. Danmark har inte kommit lika långt i inom AMS-området men uppger att de är intresserade av att följa arbetet. Finland har inte visat något större intresse att delta. Norges och Sveriges utbildningsplattformar är likartade, och resulterar i princip i samma utbildningsnivå. Det ska vara samma sak att få en utbildning i Norge eller Sverige (Lång, 2011). För att få arbeta i Sverige krävs certifierad utbildning men kostnaden för en sådan utbildning är liten jämfört med vad jobbet kostar, så det borde inte vara något hinder. Från elsäkerhetsverkets sida krävs det inte papper på utbildning i ESA. Det är beställaren som bestämmer det i så fall. Har beställaren i sina instruktioner att ESA ska följas, då ska entreprenören göra det. Sundvall tror inte det skulle vara några större problem för utländska entreprenörer att komma till Sverige och utföra AMS på en 400kV anläggning. ESA är inte så detaljstyrt när det gäller den typen av jobb. De utländska entreprenörerna får information om ESA någon timme för att bli informerade om svenska arbetsförhållanden (Sundvall, 2011).

9 Personsäkerhet

ESA anger tre likvärdiga metoder med avseende på säkerhet, AUS, ANS och AMS, för elektriska arbeten. Ändå är säkerhetsfrågan något som ofta diskuteras vad gäller AMS. På 50-talet var det inte tillåtet med AMS i Sverige av säkerhetsskäl medan utvecklingen av arbetsmetoden startade i andra länder. Historiskt har det funnits en uppfattning i Sverige att det finns säkerhetsproblem med metoden och därför har det inte skett en satsning på AMS (Thomassen, 2011). När Sverige sedan började utveckla AMS-metoden på 1970-talet hände den tidigare nämnda olyckan i Trollhättan, där en av montörerna brände sig svårt. Genom olyckan avstannade den fortsatta utvecklingen i Sverige. Det var dock inte AMS-metoden i sig som orsakade olyckan, det var ett felaktigt handlade från montörens sida. Av misstag medföljde ett ledande verktyg som förorsakade strömgenomgång varvid montören skadades svårt och förlorade en arm och ett ben (Brofeldt 2011). Olyckan återkommer i diskussionerna om AMS. De som arbetar med AMS hävdar dock att det egentligen är en säkrare metod då

AMS-montörerna är extra utbildade och har större fokus på säkerhet. Det har även inträffat många olyckor vid AUS-arbeten, när montören trott att det varit spänningslöst fast spänningen varit på. Författarna har valt att lyfta frågan genom att beskriva vilka risker som finns med AMS och vad som krävs för att uppnå ett säkert arbete med AMS samt hur detta kontrolleras.

9.1 Risker med AMS

Vid AMS finns alltid en viss risk för kort- eller jordslutning. Det ligger i arbetsmetoden att montörer som utför arbete med spänning befinner sig på eller nära spänningssatt anläggning. Vid ett fel (kort- eller jordslutning) nära en person uppstår följande farliga fenomen, oavsett arbetsmetod.

- Strömkrafter som kan slå sönder utrustning, t ex porslinsisolatorer som i sin tur kan flyga i väg med hög hastighet och därmed skada personer
- Ljusbåge som ger kraftig upphettning av omgivningen, vilket i sin tur kan ge brännskador
- Strömgenomgång, ström genom kroppen
- Tryckvåg som kan orsaka fall från hög höjd eller annan skada

(Messing, 2007, s.2)

När det gäller överspänningar förekommer det tre typer: åsköverspänningar, kopplingsöverspänningar och 50 Hz eller temporära överspänningar. Åsköverspänningarna är snabba medan kopplingsöverspänningar är långsammare. Beroende på hur arbetssituationen ser ut kan överspänningar bli olika farliga. Överspänningar kan bland annat ske om en omkoppling i nätet görs via en ledning som sitter på samma samlingsskena som en annan del där ett arbete ska ske på. Om en spänningsvåg uppstår på grund av omkopplingen kan denna ta sig via samlingsskenan och ut till det området där AMS-arbetet pågår. Det går dock att minska risken för att allvarliga olyckor ska inträffa genom att installera överspänningsskydd i form av gnistgap. Om en överspänning på nätet skulle uppstå leds den bort genom gnistgapen (Olsson, 2011).

En annan risk med AMS är fallolyckor. Om en montör hänger på en isolerad steg och linan skulle gå av faller montören ner i backen och kan då få allvarliga skador. Denna typ av olycka skulle kunna ske även med AUS, då montörerna i båda fallen är uppe och klättrar i stolpar, på ledningar etc. Men om en ledning skulle brista och spänningen är på så finns också risken för ljusbåge. En ljusbåge i samband med fall är något som absolut bör undvikas (Olsson, 2011).

Elektriska och magnetiska fält

AMS-arbeten medför exponering för elektriska och magnetiska fält. Storleken på fälten beror av ledningens typ, spänningsnivå och belastning och av avståndet till faslinorna. Avstånden till faslinorna blir vid underhållsarbete korta och fälten förhållandevis höga. Vid Arbete Med Spänning och framför allt med barhandsmetoden, kommer montören i direktkontakt med spänningsförande anläggningsdel. Ett yttre magnetfält ger upphov till cirkulerande strömmar i människokroppen och ett yttre elektriskfält ger upphov till strömmar genom kroppen till jord (Larsson & Olsson, 2009). Det elektriska fältet beror på spänningen, potentialskillnaden, medan magnetfältet beror på strömmen. Det elektriska fältet är lättare att hantera då det går att

avskärma sig ifrån, medan magnetiska fältet är svårare då det inte går att avskärma sig från på samma sätt (Gunnarsson, 2011). I omedelbar närhet av ledningar och apparater för transmissionsspänningar är det elektriska fältet högt. Det är betydligt högre än det insatsvärde på 10 kV/m vid 50Hz, som står i det nya EU-direktivet för yrkesmässig exponering för elektriska och magnetiska fält. Detta blir ett problem om man vill arbeta nära en spänningssatt del. Det går dock att lösa genom att använda en så kallad ledande dräkt. Dräkten ska användas om montören är invid ledaren. Standarden accepterar idag fältstyrkor på cirka 46 kV/m (Olsson & Andersson, 2007, s. 42-46). Tidigare har det magnetiska fältet inte varit en begränsande del vid AMS-arbete. Dock kommer nya EU-direktiv som kan ändra den bilden. I kommande direktiv och nationella föreskrifter har ett insatsvärde på 500 μT vid 50 Hz satts för magnetisk flödestäthet. Det finns ett gränsvärde för storleken på den inducerade strömtäthet som får uppstå i kroppen och detta är 10 mA/m². Det är framförallt strömtätheten i det centrala nervsystemet som är viktigt att beakta. Dock har studier visat att det krävs en högre magnetisk flödestäthet än 500 μT för att komma upp i gränsvärdet för strömtäthet i kroppens mer kritiska organ (Olsson & Andersson, 2007, s. 42-46).

Vid 50 Hz är det svårt att se direkt mänsklig påverkan av magnetisk flödestäthet mellan 10-1000 μT . Ett starkt fält är alltså över 1000 μT och där kan direkta effekter utläsas och härledas till fälten. Vissa studier har indikerat ett samband mellan långvarig exponering av magnetiska fält på 0,4 μT och leukemi hos barn samt hjärntumör hos vuxna. Det finns ett krav på så kallat årsmedelvärde på max 0,4 μT när en station eller ledning byggs i närheten av bostadshus (Olsson, 2011).

STRI har positionerat sig som experter inom elektromagnetisk strålning på höga nivåer. De kan påvisa direkta effekter vid höga och låga fält. Men det finns någonting däremellan som de vet mycket lite om, det är egentligen ingen i branschen har kunskap om det. Det är inte nödvändigtvis så att det finns risker med dessa, men de kan inte heller säga att det inte finns (Olsson, 2011). STRI har räknat mycket på 400 kV ställverk där det blir höga fältstyrkor. Det är något som de flesta personer som vistas i närheten av dem känner av. Men det finns ändå för lite kunskap inom området. Vanligtvis arbetar montörer mycket korta stunder i dessa höga fält och det är svårt att avgöra hur mycket de påverkas (Olsson, 2011).

Den samlade åsikten bland de intervjuade angående detta är att det inte går att bevisa något när det gäller påverkan av låga (medel) nivåer av elektriska och magnetiska fält. Det finns inga forskningsresultat som visar att det skulle vara farligare att utsättas för ett lågt fält under en längre tid än ett högt fält under kort tid (Sundvall, 2011). Det är framförallt magnetiska fält som verkar vara osäkert, att påvisa att detta kan påverka cancer är mycket svårt. Dels finns det för många faktorer att ta hänsyn till, dels måste undersökning ske under en hel livstid (Gunnarsson, 2011). I Frankrike har EDF testat sina anställda från första anställning tills de slutar och har aldrig kunnat påvisa ett samband mellan exponering och hälsa. Det enda de funnit är ett möjligt samband mellan exponering av magnetfält och barnleukemi (Lundqvist, 2011).

Det vetenskapliga underlaget för gränsvärden för magnetiska fält är, enligt arbetslivsinstitutets kriteriegrupp (1995), otillräckligt. Dock anser de att det borde vara möjligt att agera med någon försiktighetsstrategi. Det saknas kunskap om vilka doser som ska värderas och vilka egenskaper som kan innebära risker. Frågan är också om det skulle vara farligast med kort men kraftig exponering eller låg exponering under längre tid. Detta finns inte svar på idag men myndigheterna anser att det kan finnas skäl till viss försiktighet när det

gäller lågfrekventa magnetfält (Arbetsmiljöverket, 2012). Följande försiktighetsprincip rekommenderas av myndigheterna:

”Om åtgärder, som generellt minskar exponeringen, kan vidtas till rimliga kostnader och konsekvenser i övrigt, bör man sträva efter att reducera fält som avviker starkt från vad som kan anses normalt i den aktuella miljön. När det gäller nya elanläggningar och byggnader bör man redan vid planeringen sträva efter att utforma och placera dessa så att exponeringen begränsas. Det övergripande syftet med försiktighetsprincipen är att på sikt reducera exponeringen för magnetfält i vår omgivning för att minska risken att människor eventuellt kan skadas ” (Arbetsmiljöverket, 2012).

Göran Olsson som arbetat mycket med frågor kring elektriska och magnetiska fält tycker inte att man ska bli överdrivet rädd för fälten men tillägger att han är mer eftertänksam idag än han var för fem år sedan (Olsson, 2011).

Exempel

Exempel på hur människor kan påverkas av elektriska och magnetiska fält kommer från byggnation av 400kV ställverk i Strömma (2007) och Storfinnforsen (2011). Byggarbetare skulle bygga ett ställverk inuti ett redan existerande ställverk, en variant av arbete nära spänning. Byggarbetarna började i båda fallen känna av symptom som yrsel, trötthet och diffus värk. Detta var människor som tidigare hade arbetat nära spänning men inte känt av något. I ställverket var de exponerade för ett måttligt magnetfält men mer exponerade för ett högre elektriskt fält. I storfinnforsen som är en gammal station, byggd på 50-talet, så är det elektriska fältet högt, 10-20 kV/m beroende på position, där förekom även näsblod hos arbetarna. Det finns dräkter som kan ta bort cirka 95 procent av det elektriska fältet med dessa är både dyra (35 000 kr) och otympliga. De gjorde försök på detta efter ett tag i Strömma men det hjälpte inte så mycket, det kan vara så att det redan var för sent. Till saken hör även att det var ett mycket pressat tidsschema och arbetarna jobbade 12-timmarspass, fyra dagar i sträck (Olsson, 2011). Det är svårt att säga varför byggarbetare, som aldrig känt av något innan, plötsligt får symptom. En förklaring kan vara att dessa människor är exponerade på ett sätt som de inte varit tidigare och som det inte finns någon erfarenhet av. De jobbar i den här miljön så länge, i Storfinnforsen där jobbar de 12-timmarsdagar, arbetssituationen är inte bra rent allmänt, men så har den här branschen levt väldigt länge. Arbetet i Storfinnforsen drog ut mycket på tiden på grund av detta, men arbetet gjordes trots allt klart, men sedan ville inte entreprenörer ta fler sådana jobb på grund av incidenten (Olsson, 2011).

Dessa exempel belyser de olika typer av problematik som kan uppstå med elektriska och magnetiska fält men detta går ändå inte direkt att applicera på AMS- montörer. Det är inte samma problem för AMS-sidan idag då montörerna exponeras för fälten under kortare perioder. Byggarbetarna som arbetade i en station en längre tid var visserligen inte lika nära spänning som AMS-montörer är. Men det som ”räddar” AMS- montörerna är att de arbetar med AMS så liten del av tiden, cirka 20-25 procent av sitt arbetsår. De arbetar dessutom mycket begränsad del av dagen eller månaden på spänning, resten är planering, underhåll av utrustning, själva tiden man är vid spänning är kort (Olsson, 2011).

Väder

AMS metoden är väderberoende. Ingen typ av elektriskt arbete bör utföras vid åska, då ska arbetet avbrytas (Rosén, 2012). För AMS gäller även att inget arbete utförs under hård vind. Det lämpar sig heller inte att utföra metoderna när det regnar och blåser ute (Lundqvist,

2011). När det gäller isolerstångsmetod är det kopplat till om man använder kompletterande isolationsskydd eller inte. Används kompletterande isolationsskydd gör det inget att det är en gråmulen och blåsig dag. Om detta inte görs kan man känna i stängerna när det börjar fräsa i fingrarna. Då måste stängerna torkas eller så avbryts arbetet. De som jobbar med kompletterande isolationsbarriärer känner inget. Vid användning av isolerhandskmetoden får det absolut inte vara hög luftfuktighet. Känns det i ansiktet att det är fuktigt är det bara att avbryta. Men om det regnar går det att använda isolerstång med kompletterande isolationsbarriärer. Det går även utan dessa men då krävs mer torkning. Det är smutsen i vattnet som är ledande (Rosén, 2012).

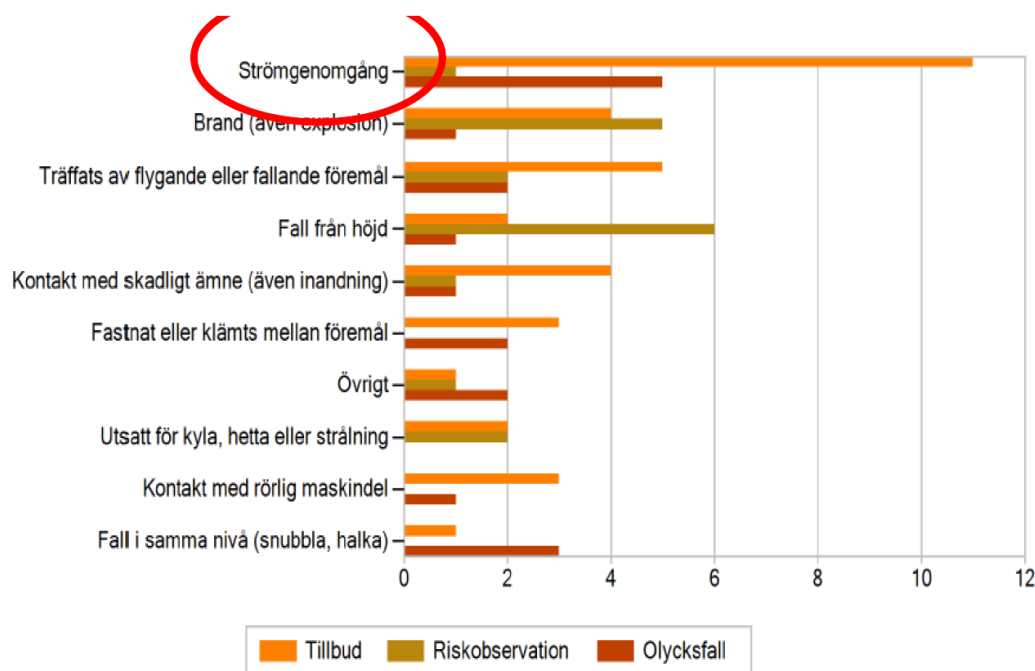
Men vad menas med fuktigt i luften, hällregn, duggregn, dimma? Det finns inte skrivet i några föreskrifter att det inte går att utföra AMS vid speciella förhållanden med avseende på mängden fukt eller regn. Det är upp till varje företag att bestämma hur de gör. Men det utförs alltid en riskanalys innan arbetets genomförande och Lundqvist anser att det inte ska stå krav i några föreskrifter utan att det ska vara upp till varje montör. De utför en riskbedömning och analyserar vilka risker som finns. Sedan försöker de eliminera riskerna, går inte det så ska inte jobbet utföras med AMS (Lundqvist, 2012).

I SS-EN 50 110 står det att det är essentiellt att kunna säkra positionen och stå stabilt. Vad gäller väder och vind är det en bedömningsfråga. Om det blåser mycket är det viktigt att kunna säkra sin position. Detta kan i vissa arbeten bli svårt om det blåser mycket (Rosén, 2012). Dock säger Lundqvist att de inte har stoppat ett arbete på grund av vind sedan 70-talet. Är det storm ska inga jobb utföras, varken AMS eller AUS, men att vind skulle vara ett hinder mot AMS stämmer inte, menar Lundqvist. Det svenska klimatet är utmanande för AMS i och med att det är en del regn och det är kalla vintrar (Brofeldt, 2011), men det finns flera länder i världen, som har mycket mer extrema väder än Sverige, som är framstående i AMS.

9.2 Olycksstatistik, olyckor och tillbud

I andra länder förstår de inte hur vi i Sverige resonerar kring olyckor och säkerhet. Här vill vi inte använda AMS för det anses som osäkert medan de tänker helt tvärt om. De som har minst antal olyckor är AMS-länderna. Varför det är så beror delvis på att de alltid förutsätter att det är spänningssatt och betar sig därefter och följer då de regelverk som finns. Det finns alltid en risk med AUS arbete att man tror att det är spänningslöst utan att det är det. Detta kan leda till mycket allvarliga olyckor (Lundqvist, 2011).

På elsäkerhetsverket för de statistik över alla olyckor som sker inom elbranschen. Dock har de inte delat upp statistiken i AUS, ANS och AMS, så det går inte att se vilken metod som är mest olycksdrabbad. Nedan visas ett diagram över de tio vanligaste skadeorsakerna för arbetsmiljöhändelser som inträffat inom Energibranschen under 2009.



Figur 13 Svensk Energi, 2009, De tio vanligaste riskerna för arbetsmiljöhändelser som inträffat i energibranschen under 2009, (Svensk Energi6, 2009).

När statistik studeras får hänsyn tas till att det säkert finns ett mörkertal bland olyckor (Brofeldt, 2011).

Det har skett många olyckor vid konventionella arbeten. Exempelvis vid ett AUS-arbete var det en man som brände ihjäl sig. Han sparkade bort jordningen när han skulle klättra och utsattes för induktion. Induktionsrisken har blivit lite större nu när ledningarna är mer belastade samt att man arbetar parallellt med ledning i drift. Det är därför väldigt noga med jordning (Brofeldt, 2011).

Det har inte skett så många allvarliga olyckor med AMS men intervjupersonerna berättar att det i vissa fall varit nära och eventuellt kunnat leda till ett tillbud. Ett exempel var när två montörer arbetade med slackar. Båda startade i varsin stolpe och de höll båda i den ledande delen av slacken. De stod med varsin stång och skulle fästa slacken på stång. Den ena gör det men inte den andra. I det här fallet var sedan den ena personen på väg att föra sin stång mot fasen medan den andra fortfarande håller i den ledande delen på slacken. I detta moment blev de tillsagda av den elarbetsansvarige på backen avbryta arbetet. Precis då hörde de en fräsande ljusbåge. Den ena montören blev spänningssatt men det var en fin sommardag och det hade varit en månads torka, stolpen var torr och fin, jordtaget som gick ner i stolpen gick ner i andra stolpen och det var en portabel, han var torr på benen och fötterna, så isolationen räddade hans liv. Det är ett exempel på när montören gjorde fel, om han hade följt instruktionen så skulle detta inte ha hänt. Men det är svårt att undvika mänskliga misstag (Thomassen, 2011).

Svenska Kraftnät har rutiner för hur hantering av olyckor och incidenter ska tas om hand om. Om det gäller allvarliga händelser eller incidenter ska dessa rapporteras till Elsäkerhetsverket omgående. Detta görs av driftcentralen och kopia skickas till berörd underhållsingenjör. Om det finns ett behov kompletterar underhållsingenjören, efter samråd med chef på anläggnings-

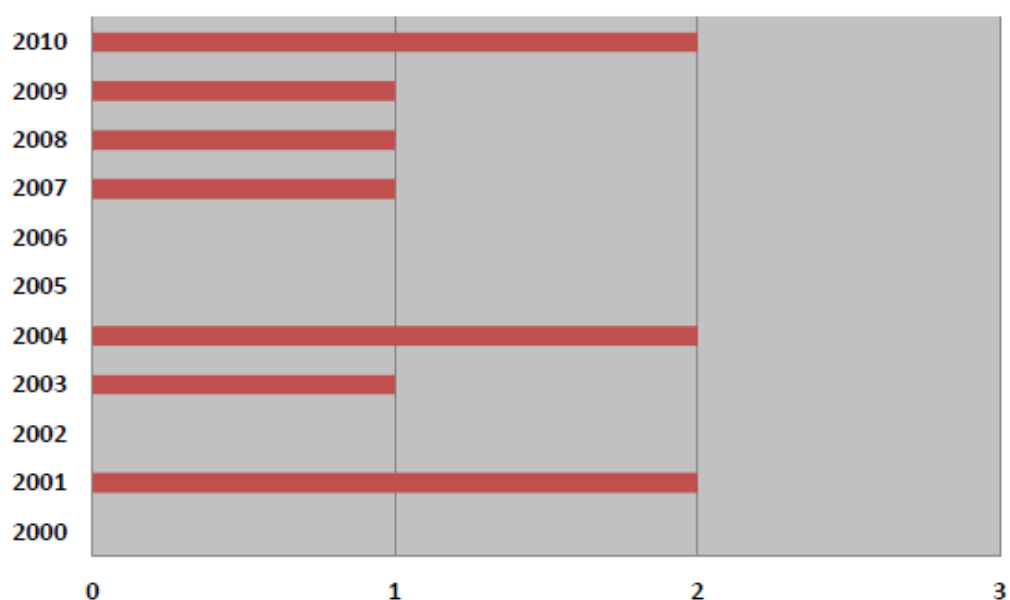
förvaltning, med en mer fullständig rapport till elsäkerhetsverket. Denna rapport ska undertecknas av chef på Anläggningar. Informationen kan ibland vara av sådan vikt att den sprids till alla underhållsingenjörer. Detta för att kunna förhindra att samma typ av incident upprepas. Om det beror på konstruktions- eller tillverkningsfel på anläggningsapparat eller liknande bör även informationen nå tillverkaren. Om en olycka med personskada eller dödlig utgång inträffar ska GD omedelbart informeras samt chefen för Anläggningar, chef för Anläggningsförvaltning och informationsansvarig. Andra anmälningspliktiga arbetsskador ska entreprenören själv anmäla till Arbetsmiljöverket (SvKI2, 2012).

Det är inte bara elnät och elförsörjning som drabbas av elolyckor och figur 14 visar en tabell över antal elolyckor som medfört sjukdagar inom olika sektorer.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Jordbruk och skogsbruk	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Industri och gruvor	18	9	12	8	7	18	28	13	12	17	18
Elnät, elförsörjning	11	13	7	6	17	11	12	17	14	13	8
Byggverksamhet	1	4	2	2	3	1	1	1	5	3	0
Handel, transport m.m.	6	9	7	5	5	4	4	5	4	9	14
Offentlig förvaltn. hälso- och sjukvård	7	3	4	3	6	6	10	6	5	5	3
Hushåll, bostäder	1	4	4	3	2	1	9	13	10	2	4
Elbanedrift (kommunikation)	1	1	1	0	2	2	1	4	4	7	0

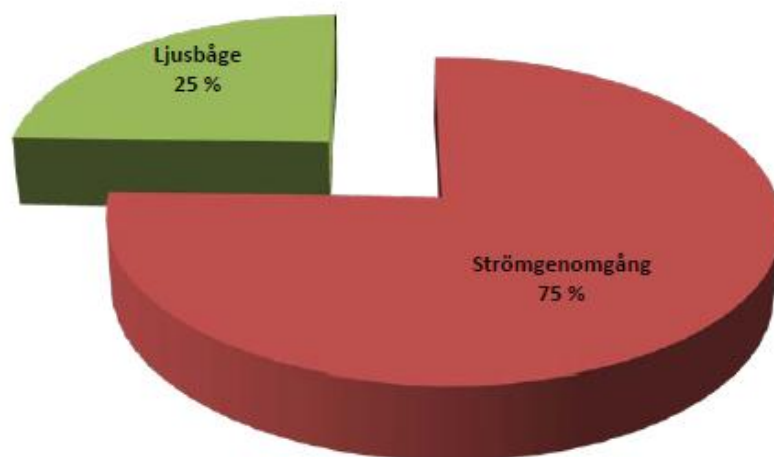
Figur 14: Elyrkesmän, antal elolyckor som medfört sjukdagar 2000–2010, fördelade på verksamhet vid olycksplatsen (Elsäkerhetsverket3, 2010).

Med detta i baktanke presenteras i figur 15 en sammanställning över dödsolyckor orsakade av el. Kom ihåg då att det är flera sektorer som är representerade.



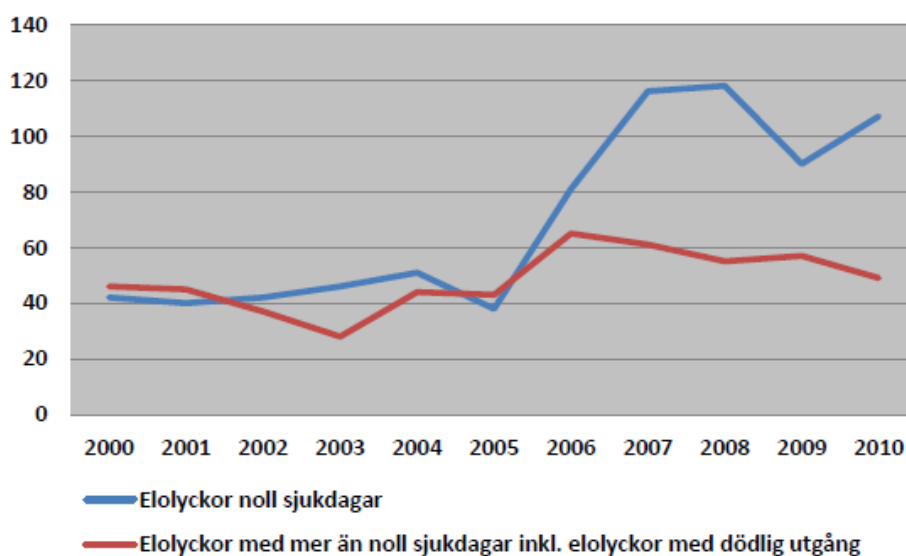
Figur 15: Elyrkesmän, antal elolyckor med dödlig utgång 2000–2010 (Elsäkerhetsverket3, 2010).

I figur 16 presenteras olycksfallstyp för olyckor mellan 2000-2010 för elyrkesmän där olyckorna har medfört sjukdagar. Återigen är det värt att poängtera att flera sektorer är representerade.



Figur 16: Elyrkesmän, summan av elolyckor som medfört sjukdagar 2000–2010, fördelade på olycksfallstyp (Elsäkerhetsverket3, 2010).

I figur 17 visas antalet elolyckor mellan 2000-2010 där data är uppdelad mellan de olyckor som inte orsakat sjukdagar och olyckor som har orsakat sjukdagar eller dödlig utgång.

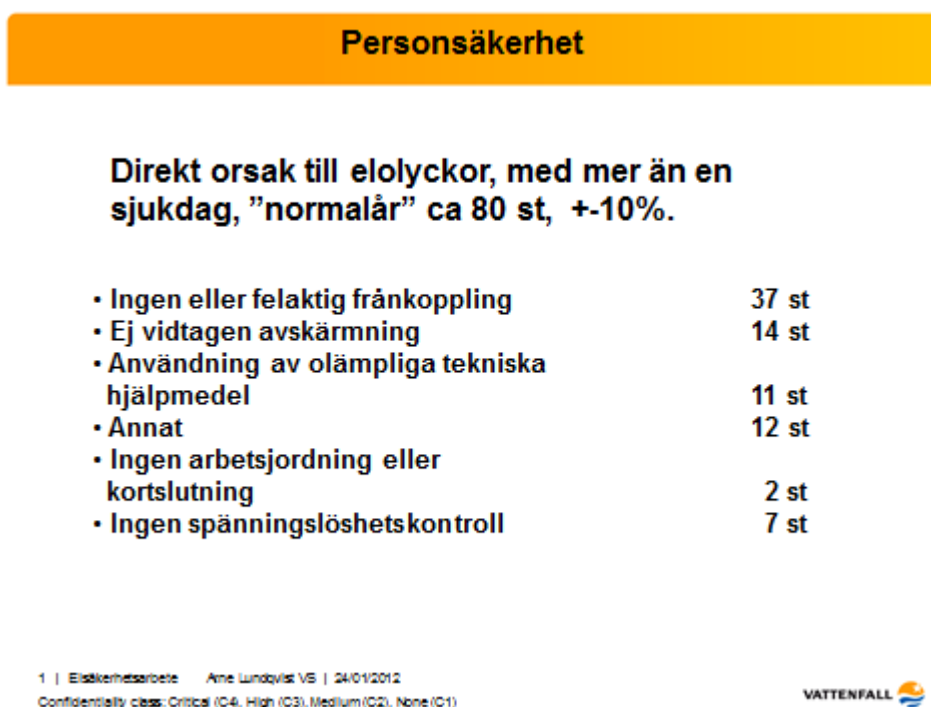


Figur 17: Elyrkesmän, antal elolyckor 2000–2010, fördelade på elolyckor med eller utan sjukdagar (Elsäkerhetsverket3, 2012)

Från den senaste grafen går det att se att antalet allvarliga olyckor har legat ganska stabilt kring 40-50 stycken per år. Däremot kan man se en trend till att det sker allt fler olyckor som inte leder till sjukdagar. Trenden innebär att antalet olyckor ökar, från drygt 40 stycken år 2000 till över 100 stycken år 2010.

Från övriga tabeller och diagram kan man utläsa att det förekommer allvarliga elolyckor varje år, vissa med dödlig utgång. Dock är det viktigt att poängtera att detta är data från flera sektorer och att det inte går att urskilja vad som gjorts som AUS och AMS inom elnäts- och elförsörjningssektorn. Dessa typer av olyckor ska självklart försöka elimineras och kanske kan mer användning av AMS göra att en högre säkerhetsnivå införs som kan påverka antalet olyckor. Det är självklart för tidigt att säga något definitivt om detta eftersom AMS inte hunnit få tillräckligt stort genomslag i Sverige ännu. Det har fått visst fäste på regionnät och i och med det kommer det kanske vara möjligt att i framtiden jämföra AUS och AMS med hänseende till olyckor.

I figur 18 visas en sammanställning av elolyckor från Vattenfall Services om direkta orsaker till olyckor.



Figur 18: Orsaker till elolyckor (Lundqvist, 2012)

9.3 Säkerhetskrav

Risker som finns har uppmärksamats och det är viktigt att veta vad som krävs för att metoden ändå ska kunna användas på ett säkert sätt. Dels finns anvisningar för hur montörerna ska förbereda och agera på plats för att förebygga en olycka, dels säkerhetskrav från arbetsgivare och beställare.

Personens ansvar

ESA har en tydlig metodbeskrivning hur arbetet ska gå till med AMS. För att minimera risken att kort- och jordslutningar uppstår ska arbetet planeras noga. (Messing, 2007, s.2) Innan

montören ska utföra ett AMS- arbete ska en grundlig riskanalys göras för att eliminera riskerna. Går det inte att eliminera riskerna ska inte arbetet utföras med AMS-metoden. Den elarbetsansvarige ska skriva ner riskanalysen och de andra montörerna på plats ska sedan skriva under att de tagit del och förstått. Detta kan förhindra många tillbud och olyckor. Normalt har de mallar om hur en riskhantering ska se ut då det ska göras för i varje arbete. Det är viktigt att montörerna upprätthåller sin kompetens genom övning och kontinuerligt arbete. En idé för att träna på detta är att utföra AMS-metoden trots att det egentligen är ett avbrottsjobb. Innan ett arbete finns också möjligheten att åka till Åsbro övningsanläggning i Hallsberg några dagar och träna innan det riktiga AMS-jobbet. (Gunnarsson, 2011) Vissa anser att montörer inte ska varva AMS-jobb med AUS-jobb, då detta kan vara förvirrande och en säkerhetsrisk om en förväxling görs (Rosén, 2012).

Organisationens ansvar

Sedan entreprenörerna avskiljdes från nätföretagen har det blivit svårare för nätföretagen att kontrollera säkerheten. Då entreprenörer hela tiden tvingas konkurrera om jobb och hålla ner priser finns det en risk att säkerheten inte får lika stor plats. Tillbud och olyckor har blivit ett branschbekymmer sedan entreprenörer blev egna. Det är mycket fokus på ekonomiskastyrmodeller idag och detta skapar en press hos entreprenörer att effektivisera sin verksamhet. Pressen skulle kunna leda till att priset går före säkerhet (Lundqvist, 2011) Detta fenomen är något som entreprenörsföretagen arbetar med att motverka genom förbättrad planering och utbildning av personal (Rosén, 2012). Men det finns också något beställarföretagen kan göra åt saken och det är att inte anlita entreprenörer som inte kan uppfylla säkerhetskraven (Thomassen, 2011).

Det är helt klart att det ligger ett stort ansvar på varje enskild montör när arbeten ska utföras med AMS-metoden. Men frågan är om organisationerna bakom montören samt beställarföretaget även har ett ansvar i detta. Thomassen på Fortum säger att de alltid försöker vara noga med att kolla att även ledningen i företaget kan AMS. De gillar inte att det bara är montörerna som kan AMS. Det är en säkerhetsfråga då montörer inte alltid är i stånd att värdera sin egen säkerhet när det gäller AMS. Om ingenjörer inte kan, eller vet lite om AMS, tycker han inte att bolaget ska arbeta med AMS. För att låta montörer jobba med AMS för sig själva är inte bra. Han vill få fler ingenjörer att kunna något om AMS (Thomassen, 2011). Arne Lundqvist, Vattenfall Services, håller med om att det inte går att skicka ut tre montörer som själva ska ta beslut om lämplighet, om de inte är kapabla till det. De är duktiga på sitt men sådana beslut ska inte läggas på dem, då är det bättre att ha ingenjörer på företaget som tar sådana beslut. Men Lundqvist anser ändå att varje företag ska ta sitt eget ansvar vid den här frågan. Han menar att entreprenörföretaget ska få ta egna beslut när det gäller säkerheten. Det behöver inte vara lagstyrt utan det innebär att om det är ett upplägg som används mycket inom branschen kommer det att räknas som lag om det blir rättegång. Det behöver inte ens vara nedskrivet, det är något som är vedertaget för de flesta. Det går bra för entreprenörerna att fatta egna beslut så länge ESA följs, men det finns alltså även vissa delar inom branschen som räknas som, vilket har samma status. Han menar även att beställare inte ska ställa krav bara för att de kan utan han menar att entreprenörerna vet bättre än beställarna hur de ska utföra jobbet på bästa sätt (Lundqvist 2011). Sven Rosén på Eltel Networks har ofta en dialog med beställaren och han välkomnar synpunkter med känner inte att de behöver råd när det gäller säkerhet (Rosén, 2011). Olsson på STRI menar att montörernas arbetsgivare har det säkerhetsmässiga ansvaret. Det är naturligtvis bra om även beställaren tar sitt ansvar för säkerheten men det primära ansvaret ligger på entreprenörföretaget, så ser det ut juridiskt (Olsson, 2011).

Kontroll av säkerhet

Idag ser det ändå ut som att entreprenörerna har det största ansvaret vid AMS-arbeten och mycket ansvar ligger på montörer. Detta skapar dock en begränsad insyn för beställarföretagen. Detta är något som uppmärksammas i branschen och beställarföretagen försöker ändra på detta så deras insyn ska öka.

Elsäkerhetsverket har genomfört ett projekt under hösten 2011 med oannonserade besök på arbetsplatser. Det går till så att Elsäkerhetsverket ringer entreprenörföretagen och frågar var de utför arbeten för tillfället och sedan åker de till arbetsplatsen och kontrollerar säkerheten. Då är det visserligen någon på företaget som vet att de kommer, men annars är det svårt att veta var de befinner sig någonstans. Undersökningen kommer att innefatta fem besök hos olika entreprenörer sedan kommer en rapport skrivas. Hittar de något konstigt får företagen ett brev, enskilda företag kommer inte att hängas ut i rapporten. Det är svårt att få fram någon säkerhetsstatistik utifrån dessa besök då det är så få, det blir mer en känsla av hur det fungerar på arbetsplatserna. De har tidigare inte gjort någon oannonserad tillsyn på AMS och anledningen till att det görs nu är för att se hur tillståndet är i landet på AMS-arbeten. De vill komma fram till om det behövs extra tillsyn för AMS eller om det räcker det med att det ingår i all övrig tillsyn som de gör. Vanligtvis görs det annonserade besök då de samtalar med montörer, gör systemtillsyn och undersöker hur allt fungerar. Entreprenörerna de besökt har varit väldigt positiva, de ser inget problem med besöken (Sundvall, 2011). Entreprenörerna vill tävla på samma villkor och anser att detta är en del av utvecklingen mot säkrare AMS-arbete (Lundqvist 2011), (Rosén 2012).

Alla elolyckor ska rapporteras till Elsäkerhetsverket som sedan gör en utredning och skriver en rapport. Om Elsäkerhetsverket anser att företaget handlat mot föreskrifterna lämnas materialet till en åklagare som får bedöma och eventuellt driva fallet vidare (Sundvall, 2011). På AMS finns det inga tidigare rapporter men enligt statistiken sedan 2005, har det förekommit tre tillbud på AMS på högspänningssidan. De har inte gjort någon utredning på det, men har fått det inrapporterat och de har ställt vissa frågor. Men då har ingen kommit till skada, det har inte hanterats som det borde. Företaget själv anmäler tillbud. Det ska de göra, men det är klart att det finns ett mörkertal. Men det är nog väldigt ovanligt att någon kommit till skada och elsäkerhetsverket inte får reda på det. Men när det gäller tillbudena är det lite svårare (Sundvall, 2011).

Svenska Kraftnät anser att det i första hand är entreprenören som ansvarar för säkerhetsarbetet. Utifrån ESA ställs det krav på entreprenörerna att de ska ha en elarbetsansvarig på varje arbetsplats som ska vara ytterst ansvarig för säkerheten. Dessutom kontrollerar även Svenska Kraftnät själva säkerheten genom att det tas upp på byggmöten där de ställer frågor och kollar om det förekommit några incidenter. Dessutom kommer de och kontrollerar hur montörerna arbetar i fält, ställer frågor och kontrollerar arbetsprocesser (Meder, 2011), (Dufva 2011).

Fortum kontrollerar säkerheten på plats genom så kallade safety walks på AMS-jobb ute i fält. Där sker uppföljning av arbete med kompletterande barriärer. De gör både oannonserade och annonserade besök. På Eltel Networks fungerar Rosén som en kontrollant att säkerhetsrutiner följs. Om han inte är på plats och kontrollerar så ringer han och försöker ställa frågor på ett sådant sätt att det inte går att svara med standard svar utan att montörerna måste tänka till (Rosén, 2012). Lundqvist på Vattenfall Services tycker att nätägarna ska göra oanmälda besök på arbetsplatser, det är deras skyldighet enligt lag, att de ska göra platsbesök, så entreprenörer

får beställarnas hjälp att påverka montörer. Vi välkomnar deras hjälp, säger Lundqvist (Lundqvist, 2011).

Säkerhetskultur

Att säkerhetskulturen i allmänhet har blivit bättre med åren är något som det flesta är överens om, det gäller även AMS. Montörerna är idag mer medvetna, de är upplysta på ett helt annat sätt än på 60-talet, då var uppfattningen att det var häftigt att jobba med spänning. Eftersom det har hänt en del olyckor, framförallt den allvarliga olyckan på 70-talet, har montörer blivit mer försiktiga. Men även om det blivit bättre så förekommer det fortfarande slarv med säkerhet, speciellt bland äldre montörer (Brofeldt, 2011). Ibland måste montörer motiveras att sätta på sig hjälm. Det är både montörer och ovanifrån i organisationerna det slarvas, eller som inte tar sitt ansvar (Lundqvist, 2011). Montörer vill inte ha mer säkerhet än ledningen säger åt dem att ha och det tar lång tid att få dem att ändra på sig (Thomassen, 2011).

I allmänhet är inte montörer speciellt oroliga över risker med AMS eller elarbete över huvud taget (Olsson, 2011), (Thomassen, 2011), (Rosén, 2012), (Lundqvist, 2011). Personerna som jobbar med el är medvetna om riskerna. På något sätt ingår det i jobbet, det är farligt att jobba med detta. De måste vara medvetna om detta. De jobbar ju med risker hela tiden och måste göra bedömningar hela tiden, huruvida det är rimligt eller inte den risk som finns (Sundvall, 2011). Idag frågar inte nätägare/beställare om hur montörer förhåller sig till magnetfält (Thomassen, 2011). Men när nya arbetslag ska rustas bör montörerna tillfrågas av arbetsgivaren om vem som är intresserad av att hålla på med AMS-metoden. Det är den viktigaste förutsättningen, vill inte montören arbeta AMS ska denne inte göra det (Rosén, 2011). Entreprenörer är positivt inställda till AMS. Montörer tycker att det känns säkrare då det är mindre tidspress och de kan planera sitt arbete som de önskar, flexibla helt enkelt (Meder, 2011). Det är en högre säkerhetsnivå på AMS-montörer då de har mer utbildning där det fokuseras mer på säkerhet. Om en montör i gruppen har gått en AMS utbildning, höjs säkerheten i hela gruppen (Lundqvist, 2011). Rosén på Eltel Networks förespråkar en ifrågasättande kultur, han vill ha en dialog med montörerna hela tiden för att öka medvetenheten och på så sätt öka säkerheten. De som är oroliga ska få gehör och de ska ta till sig deras åsikter (Rosén, 2012).

9.4 Riskområdesberäkningar

I SS-EN 50 110, se tabell 1, finns värden som är framräknade under vissa förutsättningar. Förutsättningarna för varje arbetsmoment måste vara kända. Alltså krävs en kontroll att beräkningarna stämmer överens med det aktuella arbetet. I den nya standarden står detta inte lika bra som det gjorde i den tidigare versionen. Tidigare var det väldigt tydligt att det var framräknat under vissa förutsättningar. Räkningar sker enligt standard 6:14:72 och det kan därför vara bra att vara medveten om vägen från standarden till tabellen i SS-EN 50 110 (Olsson, 2011).

På de högre spänningsnivåerna anser både Sundvall och Olsson att det är lite svårare beräkningar av riskområden. Det är på dessa nivåer som gapfaktorer kommer in och det kan bli så långa gapavstånd att man kanske tvingas begränsa överspänningar istället (Olsson, 2011). Själva beräkningarna är inte avancerade men kunskapen om detta måste finnas på nätbolagen. Nätägarna själva måste veta hur stor den högsta tänkbara statistiska överspänningsfaktorn är. Det här måste man räkna fram genom att göra en systemstudie. När överspänningsfaktorn är fastställd beräknas riskområdet enligt standard 6:14:72. Riskavstånden avser att ge skydd vid överspänning. Att en överspänning skulle ske är

osannolikt men man måste vara beredd på det värsta (Olsson, 2011). Speciellt kopplingsöverspänningarna är svåra att förutse vilken väg de kommer ta. Det kan se ut som att överspänningen inte går den kortaste elektriska vägen mellan spänning och jord men det gör den. Dock är inte den vägen inte alltid den kortaste geometriska vägen. Detta fenomen kan innebära en stor risk om en montör befinner sig i närheten då det är oförutsägbart. Dock finns det sätt att skydda sig mot detta genom att använda gnistgap (Olsson, 2011).

Elsäkerhetsverket i Sverige kan godta andra värden än de som står i ESA, så länge det finns dokumentation på egna beräkningar. Men finns inte dokumentering är det de givna tabellerna i ESA som gäller. Dokumentation är ett sätt att tillvarata säkerhet (Thomassen, 2011).

10 Tekniska förutsättningar

Vid AMS-arbete är det inte bara personer och organisationen det ställs krav på, de tekniska komponenterna som rör AMS måste också fungera korrekt.

10.1 Statuskontroll av anläggningar

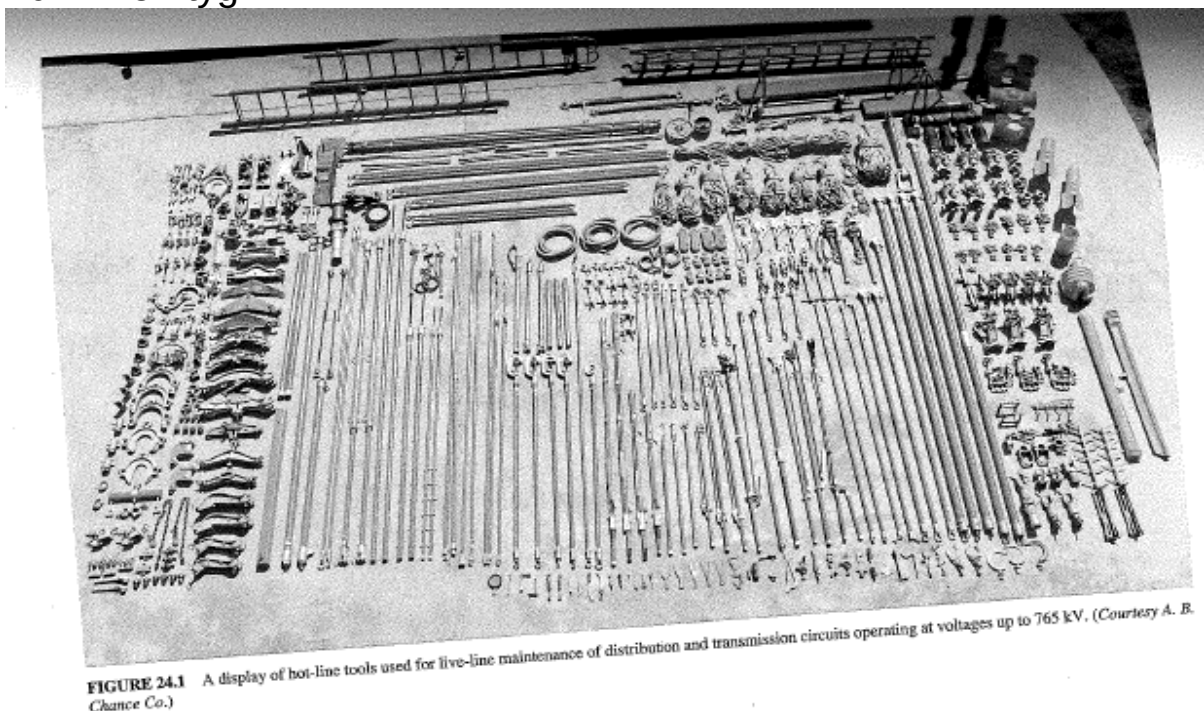
Svenska Kraftnät har avtal rörande underhåll och driftåtgärder av ledningar och stationer i stamnätet. Det finns flera avtal med olika entreprenörer, för närvarande fem stycken, som löper över 6 år, det senaste avtalet rör 2011-2016. Dessa entreprenörer ska se till att Svenska Kraftnäts ledningar och stationer fungerar som de ska. Ett exempel på underhåll är statuskontroll för att upptäcka om något är fel (SvKI3, 2012). Statuskontroll på stationer faller under underhållsavtalen medan statuskontroll på ledningar utförs av konsulter på uppdrag. Anledningen till att det ser ut så beror på kompetens. Vid kontroll av ledningsstatus anlitas konstruktörer och erfarna projektledare, medan entreprenörer har tillräcklig kompetens för att kontrollera status på stationer. Under åren som kommer ska det utföras ett stort projekt där stamnätets ledningar ska kontrolleras. De delas då upp i tre grupper; 40 år och äldre skall statusbedömmas inom 3 år, ålder 30-39 inom 4 år och ålder 1-29 år inom 5 år (Dahlström, 2012). Exempel på statuskontroll är termografering av ställverk, provning av brytare, och skarvkontroll på ledningar.

Att statuskontrollen utförs på bästa sätt är av stor vikt för AMS-arbetare, då de måste kunna lita på att anläggningsdelarna håller för arbete och betar sig som den ska. Detta gäller också vid AUS-arbete men efterverkningarna av trasiga/gamla komponenter kan bli något värre med AMS, då det exempelvis kan uppstå en överspänning (Olsson, 2011). Detta är något som entreprenörer sedan länge har varit medvetna om och hanterar på ett säkert sätt. Då detta är något som också gäller AUS finns det en tradition att kontrollera detta, men det finns också många fall av olyckor som skett på grund av brister i statuskontroll. Tore Gunnarsson beskriver problematiken med statuskontroll. Vissa ledningar kan vara spröda, det finns flera exempel på ledningsbrott från jobb som gjorts med AUS. Det är svårt att kontrollera sådant överallt, det går att röntga skarven men det finns mycket annat som kan falla. Det finns även risker för hackspettsbrott i stolpar, men det görs inga stolpjobb utan att veta status (Gunnarsson, 2011). När Gunnarsson var montör på Eltel Networks, hade de en regel att de aldrig skulle arbeta på en ledning klenare än cirka 6 mm², för det fanns risk att den hade överbelastats under lång tid. Då kunde det vara spröda, vara det klenare och om verktyg hängdes på fanns risken att de var upphettade (Gunnarsson, 2011).

För att undersöka status, elektrisk och mekanisk, på komponenter skickas de till laboratorium för testning. Det går att utföra mätningar på gamla järnledningar, annars plockas vissa bitar ner på en gammal järnlina och även den testas i laboratorium, för att se vilken hållfasthet den

har (Brofelt, 2011). Det finns en person på STRI som ständigt får titta på linskarvar för att de går sönder, det är inte ovanligt när de blir gamla, korrosion och varmgång förstör dem. Ett sätt att hantera problemet är att göra en bättre undersökning av skarven genom termografering. Om skarven får en förhöjd uppvärmning vid hög belastning är den inte tillräckligt bra. Det är även viktigt att veta status på isolatorkedjor om de ska underhållas. Om det finns trasiga isolatorer så är det viktigt att veta hur många. Status på isolatorkedjor kollas genom att sticka fram en ledande gaffel på en isolerstång och kortsluta en klocka i taget, gnistrar det när den trycks åt finns det spänning över den. Gnistrar den inte är isolatorn trasig (ledande). Det får bara vara ett antal trasiga isolatorer i en kedja för att den ska fungera som isolator (Olsson, 2011). Idag skickas dock inte komponenter på statuskontroll om det inte föreligger misstanke om att det är något fel på den. Det finns ingen rutin som säger att det ska utföras statuskontroll på en komponent inför ett AMS-jobb (Dahlström, 2012).

10.2 Verktyg



Figur 19: Olika typer av AMS-verktyg (Shoemaker & Mack, 1970, s. 24.3)

Det finns ett stort antal verktyg som används i AMS-arbete. Bilden ovan visar verktyg som används på spänningar upp till 765kV. Alla verktyg är stämplade för en viss arbetslast och spänningsnivå. Inför ett arbete avgörs vilka verktyg som ska användas och det är endast dem som tas med till arbetsplatsen (Gunnarsson, 2011). På en isolerstång kan olika verktyg med universalfäste sättas på beroende på vad som ska åtgärdas. Många typer av verktyg som utformades redan på 50-60-talen när AMS och används fortfarande, men det utvecklas också hela tiden nya verktyg vartefter det utvecklas nya metoder. Ett exempel på verktyg till isolerstång är en krok som används till att dra ut sprinten som sitter på isolatorerna. Ett annat exempel är ett verktyg som ser ut som en stor tandläkarspegel, den används när montörerna vill se saker som är svåra att se där de står (Gunnarsson, 2011). För att vara säkra på att verktygens isolations- och mekanisk hållfasthet för förekommande arbetslaster testas verktygen periodiskt (Gunnarsson, 2011). I ESA står det att verktygen ska testas var tredje månad men entreprenörerna menar att det räcker med var sjätte månad (Lundqvist, 2011)

(Rosén, 2012). Hur mycket verktygen testas beror även på hur mycket de används. Entreprenörer ska hålla register över verktygens besiktningar (Gunnarsson, 2011). En entreprenör berättar att de har ett schema över när och hur produkterna ska testas (Rosén, 2012). I England och USA finns det rutiner att testa verktygen med ”3 dm med 100 kV”-metoden en gång per år. Några sådana rutiner finns inte i Norden idag utan de testas på det sättet om det mobila isolationstestet visat på fel hos verktyget (Lundqvist, 2011).

Verktygen testas på lite olika sätt. När isolerstänger testas ska de först tvättas och avfettas och sedan registreras isolationen med en mobil isolationstestare (något som ser ut som ett strykjärn). Är värdet avvikande varnar apparaten för det och då måste stängerna skickas till Norge för noggrannare test (3 dm 100 kV) (Lundqvist, 2011). I Trøgstad, Norge, finns nordens enda testcenter för verktyg och det är hit verktyg skickas för de mer genomgående testerna (Barlev, 2011). Isolerade handskar testas med spänningstest och ”vattentest” för att se om det är hål i handskarna någonstans. Det finns dock problem med handskar då det är mer färskvara än exempelvis stänger och måste beställas oftare. De isolerade handskarna görs i USA men när en entreprenör i Sverige beställer åtta par handskar körs inte den ordern förrän de får in flera ordar. Det kan ta upp emot ett år innan handskarna kommer till Sverige. Det är bra att ha minst tre uppsättningar per montör, för bränner de hål i några par tar det ett år innan det kan fyllas på (Rosén, 2012). För att verktygen ska hålla är det viktigt att de rengörs och vaxas efter användning. Detta görs för att hålla smuts och fukt borta (Gunnarsson, 2011) (Lundqvist, 2011). Verktygens hantering i transporten är också viktig, verktygen ska läggas på särskilda ställ. Det ska inte vara metall mot stängerna utan det ska läggas lite filt eller skumgummi emellan så att de inte repas. Samma sak gäller vid transport ut i skogen, det finns långa rör som stängerna stoppas in i som skyddar. Väl ute i skogen finns det ställ som verktygen ska läggas på (Gunnarsson, 2011).

10.3 Reläskydd

På Svenska Kraftnät finns enheten nätdata och skyddssystem som bland annat arbetar med reläskyddsinställningar för säker felbortkoppling. De arbetar även med analys av störningar i kraftsystemet. Det inträffar 200-300 störningar per år, men de flesta beror inte på att det är något fel på reläskydden. Ofta beror störningar på åska vilket är svårt att göra något åt. Ibland kan det dock misstänkas att det är något fel på reläskydden men det kan vara svårt att avgöra om det var ett fel eller om det finns någon annan logisk förklaring. Är de osäkra skickar de ut en underhållsentreprenör för att testa skyddet. Om det går att utesluta så pass mycket att en viss utrustning måste vara felorsaken kan det hända att den byts ut men i många fall går det inte ens att ringa in varför det hände. Underhåll på reläskydd går in under underhållsavtal med entreprenörer och utförs periodiskt över året. Ibland kan extra underhåll utföras på ett skydd om det kommit in mycket störningar kring det och det är troligt att det beror på reläskyddet (Claesson, 2011).

Vid AMS-arbete är det extra viktigt att felbortkopplingen på reläskydden fungerar som den ska, då det kan få stora konsekvenser om något går fel och strömmen inte bryts direkt. Om AMS skulle börja användas i större skala på stamnätet skulle det kunna vara lämpligt att inför ett AMS-arbete göra en extra kontroll att skyddsinställningarna inte är väldigt gamla i sina beräkningar. Då nätets struktur ständigt förändras är det viktigt att kontinuerligt kontrollera reläinställningarna och utföra nya beräkningar. Görs stora förändringar i ett område utförs ofta kontroller i de angränsande områdena med omställningar om det behövs, men egentligen sprider sig dess förändringar långt ut i nätet, mycket mer än kanske bara den angränsande. Det har diskuterats att reläskydden bör kontrolleras inför ett AMS-arbete, då momentan fränkoppling är extra viktigt. (På stamnätet ska det vara momentan fränkoppling överallt,

medan det inte är det överallt i distributionsnätet). Idag görs ingen extra kontroll vid AMS-arbeten utan det förutsätts att det ska fungera om det inte funnits indikationer på att något är fel (Claesson, 2012). Vid vanliga störningar är det önskvärt att reläskydden löser vid en störning, men att de sedan återkopplar då de flesta störningar bara är tillfälliga. Det finns olika inkopplingsautomatiker och den snabbaste är SÅI (snabb återinkoppling) som kopplar in efter 700 ms. Det finns även automatiker som kopplar in lite senare, FÅI (Fördröjd återinkoppling) och på vissa äldre anläggningar DUBA (Driftupbyggnadsautomatik). Vid AMS-arbete är det dock viktigt att dessa mekanismer är avställda, då det inte är önskvärt att koppla tillbaka strömmen vid ett fel. Detta är något som driftplanering på Svenska Kraftnät hanterar (Gunnarsson, 2011).

10.4 Arbetarskydd

Det finns två huvudsakliga riskgrupper för montörer som arbetar med el, den ena är fallolyckor då de ofta arbetar på hög höjd och den andra är elolyckor. Arbetarskyddet utvecklas fortlöpande för en bättre säkerhet. Förr hade man en stödlina för klättring i trästolpar och för utförande av arbete i stolpar. Idag är fallskyddsutrustning obligatorisk och lagstadgad. Men alla områden stramas upp, så varför skulle just AMS stå kvar? undrar Olsson (Olsson, 2011). På Fenno-Skan projektet sattes det upp en lina nerifrån och hela stolpbenet upp men de går ju bara i stegpinnar. Säkerhetslinan löper med hela tiden, ramlar montören så låser den fast på en gång. Men de måste koppla loss sig när de kommer upp för att gå ut på regeln, då kan de inte ha säkerhetslinan på men då finns det ofta ett säkerhetsbälte som kan kopplas på regeln (Brofelt, 2011). Ett skydd mot fall måste finnas hursomhelst. Är en steg häktad på ledningen och brister faller montören ner om det inte finns en säkerhetslina uppåt (Olsson, 2011). Selar och säkerhetsbälten är alltså vägen till att minska fallolyckor men det som är extra viktigt när det gäller AMS är att skydda mot strömgenomgång samt elektriska och magnetiska fält. I vanliga fall används stänger och handskar beroende på vilken metod som används. Det kallas för fullgott isolationsskydd, sedan finns det även något som heter kompletterande isolationsskydd (Arne Lundqvist, 2012). Det kan exempelvis vara stövlar eller galoscher, men även isolerade stegar och plattformar att stå på (Thomassen, 2011). Det finns även ledande dräkter som kan begränsa exponering av elektriska fält. Dräkterna innehåller upp till 25 procent tunna rostfria trådar med en diameter av 8-16 mm. Resistansen på olika dräkter kan vara alltifrån 5 ohm till 100 kohm. Men vanligen har dräkten som helhet en resistans i storleksordningen upp till några hundra ohm (Larsson & Olsson, Elforsk, 2009). Harald Thomassen på Fortum är en stor förespråkare av kompletterande isolation. Kompletterande isolation kan rädda liv menar han. Det är isolation som skyddar människor. Självklart måste man ha potentialutjämnningar men man måste också isolera kroppen. Efter några ”nära ögat” tillfällen kom han till en punkt att han faktiskt tänkte sluta med AMS. Men så kom en ny idé när han började kolla på amerikansk litteratur att det då finns fullt med isolationsbarriärer. Han beslutade då att de ska fortsätta med AMS, men att från och med nu ska inte sådana arbeten utföras utan kompletterande isolation. Det ska finnas en extra barriär om det skulle hända något (Thomassen, 2011).

10.5 Utformning av anläggningar

En förutsättning för att utöka eller fortsätta med AMS-arbeten i stationer är att ställverken utformas så det går att komma åt komponenter på ett smidigt sätt. Förr byggdes ställverken ganska luftigt då det fanns mer mark till förfogande och därmed var det billigare. Idag är det svårt att få tillstånd till mark för ett bra pris och därför utformas ställverken på mindre yta vilket innebär att det blir svårare att komma åt komponenter vid underhåll med AMS. Det finns även andra saker som driver det mot att göra det mer kompakt, bl.a. finns idag apparater

som möjliggör kompaktare byggen. Frånskiljande brytare har blivit allt vanligare vilket gör att separata frånskiljare inte behövs längre och då kan stationsområdet göras mindre. Anledningen till att det är svårare att komma åt är för att det ofta är stänger som används (Olsson, 2011). När stationer byggs idag finns AMS till viss del i åtanke, exempelvis att de ska gå att koppla bort ett fack för att göra en skena spänningslös. Vid frånkoppling av ett objekt från en skena finns det förberedda slackar för att ta bort med spänning på. Det ska alltså gå att slacka ifrån utan att ta en skena ut drift. Den metoden används inte idag men ställverken är förberedda för den möjligheten i framtiden (Selin, 2012).

11 Arbeten med AMS

I det här kapitlet presenteras de arbeten som studien visat är möjliga i Sverige i dagsläget och om utförande av AMS-arbeten.

11.1 Möjliga arbeten

I STRI-rapporten om AMS framtogs listor över vilka arbeten som då gjordes som AMS och vilka arbeten som gjordes under avbrott på Svenska Kraftnäts anläggningar.

Med spänning i stationer

- Krafttransformatorer: Oljeprovtagning
- Termografering.
- Infettning av frånskiljarkontakter på 130 kV med isolerstång

(Olsson & Andersson, 2007 s.31)

Med spänning på ledningar

- Linor, topplinor: Montage av optofiber på topplina.

Avisning med rep

Kontroll av linskarvar med RobHot

- Montage av flygmarkörer
- Häng- och spännkedjor: Isolator kontroll med gnistbygel.

(Olsson & Andersson, 2007 s.31)

Utan spänning i stationer

- Krafttransformatorer: Revision av lindningskopplare
- Brytare. Revision. På 400 kV finns ofta reservbrytare, ej på 220 kV
- Mättransformatorer: Kontroll av 5–6 strömtransformatorer, sker i samband med annat arbete.
- Frånskiljare: Putsning, smörjning, resistansmätning.

- Frånskiljande brytare: Byte
- Avledare: Inget idag. Kontroll av stöträknare
- Jordningskopplare: Ej något planerat underhåll
- Övrigt: Kondensatorbatterier. Oljeläckage, ev byte av äldre kondensatorer. Slackning.

(Olsson & Andersson, 2007 s.32)

Utan spänning på ledningar

- Linor: Uppgradering, areaförstärkning, från Duplex till Triplex
- Häng- och spännkedjor: Isolatorbyte, byte av isolatorfästen för högre kortslutningseffekt.

- Topplinor: Byte till lina med optofiber
- Dämpare, distansjörn: Montage
- Skarvar, spännlinhållare: Resistansmätning med mätbrygga.

Flytt av skarvar vid vägkorsning.

- Stolpar: Smärre korrosionsproblem. Byte av trästolpar (220 kV). Har gjorts som AMS, men tar då cirka 25 procent längre tid.
- Slackning av påstick på 220 kV
- Optofiber: I samband med lindning av optofiber på topplina kan kortare avbrott

krävas p.g.a att lindningsroboten fastnat eller dylikt.

(Olsson & Andersson, 2007 s.32)

Sedan Olsson och Anderssons rapport kom ut, har flera av de arbeten som stått på AUS-listan utförts eller planerar att utföras som AMS. Byte av isolatorer på 220 kV har gjorts och det går nästan lika fort med AMS som AUS (Gunnarsson, 2011). I Norge uppgraderar man isolatorkedjorna från att klara 300 kV till 420 kV. Detta görs med AMS och det är den enda metoden de anser är rimlig i ett så omfattande projekt (Aske, 2011). Utöver isolatorbyte är byte av distansjörn och byte av stolpar genomförda moment på dessa höga spänningar. På 220 kV kan dämpare på både topplina och faslina bytas med AMS. Det kanske går att byta dämpare med isolerstångsmetoden, men det är långa avstånd, annars måste barhandsmetoden användas (Brofledt, 2011). På lägre spänningsnivåer kan i stort sett allt göras med AMS (Häggkvist, 2011). Vattenfall Services berättade att de har blivit allt skickligare inom AMS och att om de bara arbetar med isolerstång klarar de av 55-60 procent av alla förekommande arbeten som finns. Om de lägger till isolerhandskmetoden till isolerstångsmetoden täcker de 70 procent och om de kombinerar de tre metoderna kan de täcka 90 procent av alla jobb. Vattenfall kombinerar ofta metoderna och arbetar på olika spänningsnivåer, 12 kV - 400 kV (Lundqvist, 2011).

Byte av skarvar, distansjärn och dämpare är moment som utförs utomlands och som man inom en snar framtid troligen skulle kunna utföra i Sverige. På 220 kV nivån har stolpbyten utförts och det är då främst trästolpar som det handlar om. På 400 kV finns det i stort sätt inga trästolpar utan det är stålstolpar. Man byter inte stålstolpe för att den är direkt dålig, då byts snarare hela bocken och sätts på ett nytt ställe intill. Brofeldt har aldrig varit med om att man bara bytt ett ben på en 400kV (Brofeldt, 2011). Nu planeras ett topplinebyte på en av Svenska Kraftnätets ledningar och om allt går som planerat kommer det starta någon gång under våren 2012 (Dufva, 2011).

Mycket går att göra som AMS men det finns begränsningar. Ett exempel är ledningsbyten, som skulle kunna göras på sikt men som det finns väldigt rigorösa bestämmelser kring (Brofeldt, 2011). I Sverige är 220-440 kV ledningar utförda med duplex eller triplex. Nya 400 kV ledningar byggs med triplex som standard. Flera linor per fas försvårar utbyte av faslinor med spänning och också svårt att uppgradera från duplex till triplex. Denna typ av arbeten fordrar mycket omfattande förberedelser och särskilt stränga restriktioner. Dock skulle det vara av stort intresse att med möjlighet att genomföra dessa arbeten som AMS. I utlandet är det vanligare med enkellina vilket gör uppgradering enklare. Val av linarea och antal linor per fas har med teknisk-ekonomisk dimensionering, förluster och korona effekter att göra (Brofeldt, 2011) (Svensson, 2012). Utomlands har faslinor bytts vilket visar att möjligheten finns (Gunnarsson, 2011).

På vinterhalvåret brukar man undersöka status på anläggningar/ledningar med hjälp av termografering för att undersöka temperaturförhöjning i strömförande delar. Men på vintern kan man inte genomföra ett planerat avbrott och därför kan AMS vara en bra metod vid akuta behov, annars får det vänta till sommaren (Engman, 2011). Ett exempel på detta är ett AMS-arbete som utfördes i Korselbränna där en varmgång på en fränskiljande brytare fick åtgärdas genom att slackas förbi genom montage av en s.k. shunt. Slutlig avhjälpande åtgärd genomförs med avbrott under sommaren 2012 (Persson, 2012). Engman har föreslagit en typ av AMS-lösning för statusbedömning i stationer. Det går ut på att en HD-kamera fästs på en stång och på så vis kan man inspektera även om spänningen är på. Frågan är hur kameran tål spänningen och fälten men om detta blir en metod kommer detta underlätta arbetet av statusbedömningar. Det är inte ett elektriskt arbete men det är en skötselåtgärd som inte kan utföras utan avbrott (Engman, 2011).

Numera är det vanligare och vanligare med fränskiljande brytare, det finns en metod där man slackar loss, skruvar loss och tar ner en lina och det vill de kunna göra med AMS. Det står i alla förfrågningsunderlag att detta ska göras med AMS men det är aldrig någon som har presenterat någon metod för det. Därför görs det inte i praktiken utan de tar ett kortare avbrott gå upp och åtgärdar. Lindqvist hoppas att nästa steg är att kunna göra slackningar och det är inte helt orealistiskt att göra här även om det är några år bort (Lindqvist, 2011).

Rosén, AMS-ingenjör på Eltel Networks, vill inte svara på vad som går att göra med AMS, för om han nämner några arbeten som går att göra känner han att han begränsar sig. Han envisas att inte redovisa vad som är möjligt att göra som AMS. Det är grundläggande kriterier från 50:110 som gäller och han måste ändå kolla på varje enskilt fall. Det går att göra allting under förutsättningarna att man kan skapa avstånd och isolation (Rosén, 2012).

11.2 Utförande

Den stora skillnaden mellan att arbeta på lägre spänningsnivåer och stamnätetsnivåer är att det blir längre avstånd mellan faserna, det blir högre spänningar att ta hänsyn till och att man

måste kunna hantera större krafter, mekaniska krafter och elektriska krafter. På alla spänningsnivåer görs alltid en riskanalys innan AMS. Den är inte generell utan specifik för varje arbete (Häggkvist, 2011). Riskanalysen är den elsäkerhetsåtgärd som används och utöver den är det ESA som reglerar hur arbetet genomförs och vilka åtgärder som fordras. En bedömning görs alltid på platsen där arbetet ska utföras. För att avgöra status på objektet man ska arbeta på sker en okulärbesiktning. Det går även att prova isolatorer innan dessa byts. Allt detta är med i riskanalysen (Häggkvist, 2011). AMS-montörer är generellt väldigt stolta över att arbeta med AMS. De har mer utbildning vilket främjar säkerheten och säkerhetskulturen inom arbetsteamet är sådan att säkerhet är något som har högsta prioritet (Lundqvist, 2011). AMS fordra att man arbetar ihop, två eller fler. De gör inte saker samtidigt utan det är ofta så att en person exempelvis håller upp en stång medan den andra drar ur något eller tar ner något. För att kunna plocka ner exempelvis en isolator måste den andra montören hålla uppe linan. Så här fungerar det generellt i alla jobb som görs. Det finns alltid en montör på marken som övervakar arbetet för att förebygga olyckor. Det är ett intimt samarbete mellan alla i arbetslaget vilket är en grundläggande förutsättning (Gunnarsson, 2011). Innan ett nytt arbetsmoment eller ett arbete som inte utförts på länge är det vanligt att montörerna förbereder sig genom övning (Gunnarsson, 2011).

I Sverige är det inte så strikt med arbetsmetoder utan montörerna ska vara så pass säkra att de ska kunna titta på sitt objekt och då själva kunna fastställa arbetsmetod. Många gånger skiljer sig objekten från varandra och det är då bättre att för varje gång tänka till. Norrmännen är mer statiska och vill ha riktiga arbetsmetoder, utan föremål för diskussioner och frihetsgrader rörande arbetets utförande (Lång, 2011). Det används även standardarbetsmetoder i Sverige men det finns en risk att begränsas om enbart dessa följs. Det kan vara en bra grund och fungera som ett stöd i början. Dock vill Rosén inte se att detta begränsar arbetet (Rosén, 2012).

Det finns två typer av arbetsmetoder inom AMS: den amerikanska och den franska. Den amerikanska använder sig utav säkerhetsavstånd i exakta mm eller cm. Denna metod använder även engelsmännen. Den franska metoden använder skyddselement, SE. 1 SE är 10 cm i luft. På så vis måste man inte räkna i exakta mm eller cm utan behöver bara hålla kontroll över hur många skyddselement som gäller för arbetet. Denna metod används även i Sverige (Lundqvist, 2011).

När det pratas om AMS i Sverige är det framförallt isolerstångmetoden och isolerhandskmetoden som behandlas. Men när det kommer upp i 400 kV då måste barhandsmetoden användas (Brofeldt, 2011). Barhandsmetoden är fortfarande något kontroversiell i Sverige idag med tanke på risker med magnetfält och det är inte många montörer som kan metoden. Men detta görs i stor utsträckning i andra länder, Frankrike är framstående. När montören kommer in i magnetfältet upplevs ett dån och känslan av att vara i en annan värld infinner sig (Sundvall, 2011). Rosén på Eltel Networks säger att de inte är så långt ifrån att börja på barhand och att han är den första som kommer gå upp om hans montörer ska utbildas i barhandsmetoden. Det finns vissa montörer som påstår att de fått skador efter AMS-jobb med barhandsmetoden. En person som arbetade på Vattenfall när de började med barhandsmetoden på 70-talet fick problem med sina händer. Det är dock svårt att veta vad det berodde på, det går varken att utesluta eller bekräfta att det berodde på AMS-jobben (Brofeldt, 2011).

12 Ekonomiska aspekter

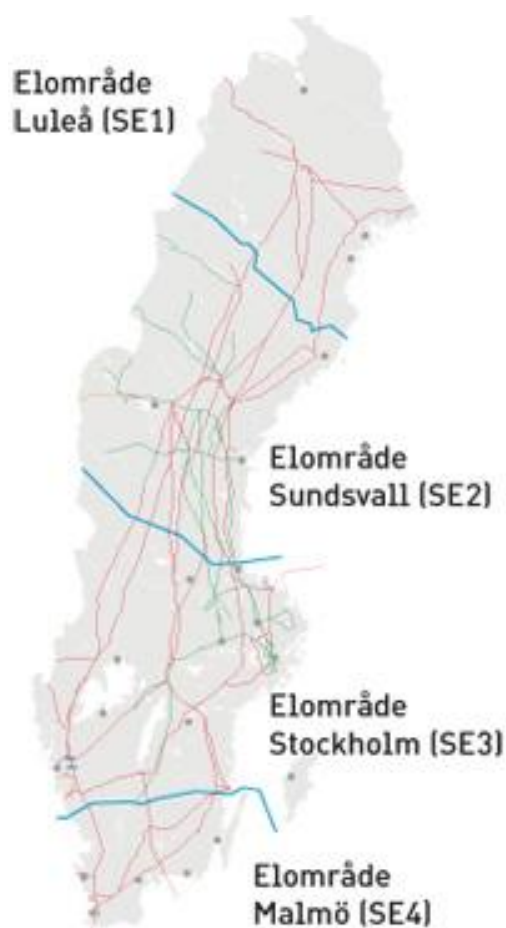
Kapitlet beskriver de ekonomiska faktorer som berörs och påverkar AMS-utvecklingen i Sverige.

12.1 Flaskhals och flaskhalsintäkter

I elnätet är det långa avstånd och en så kallad flaskhals i nätet innebär att ett snitt i nätet behöver begränsas, där det finns en överföringskapacitet som inte får överskridas för säker drift med hänsyn till fastställt mål för driftsäkerhet. Det är driftavdelningen som fortlöpande fastställer aktuell överföringskapacitet, dels i planeringsskedet, dels i realtid i den operativa driften. En flaskhals innebär att överföringen når nätet överföringskapacitet. Flaskhalsar uppträder såväl internt som vid landsgränserna. Avbrott på primäranläggningar i stamnätet innebär i regel att överföringskapaciteten blir lägre och att flaskhalsar inträffar vid en lägre efterfrågan. Därför eftersträvar man att genomföra planerade avbrott under perioder när efterfrågan på el och överföringskapacitet är lägre typiskt på sommaren, helger eller nätter (Kearsley, 2011).

Om en prisskillnad uppstår mellan två områden beror det alltså på en flaskhals. Skillnaden i pris beror dels av bristande överföringskapacitet mellan områdena, dels att produktionen i områdena har olika marginalkostnad (antagna bud till marginalkostnad). Skillnaden mellan vad importområdet får betala för el och vad exportområdet betalar kallas för flaskhalsintäkt, kapacitetsavgift (EI1, 2012, s.204). Europeiska kommissionen har bestämt att externa flaskhalsintäkter ska användas endast till att bygga bort flaskhalsar eller att mothandla bort dem (Kearsley, 2012).

För att hantera flaskhalsar ska, enligt EU:s regelverk, marknadsbaserade metoder användas. I Norden är det främst marknadsdelning och mothandel som används. Marknadsdelning innebär att elmarknaden delas in i mindre delmarknader. Dessa kan ha olika timpris på el, vilket beror på att de är anpassade till överföringskapaciteterna mellan delområdena. Vid mothandel betalas producenter eller stora förbrukare av el för att ändra sin produktion eller förbrukning. Det här kan vara nödvändigt för att undvika att överskrida överföringskapaciteten (SvK4, 2012).



Figur 20: Sveriges elområden beror av flaskhalsarna i nätet (SvK10, 2012)

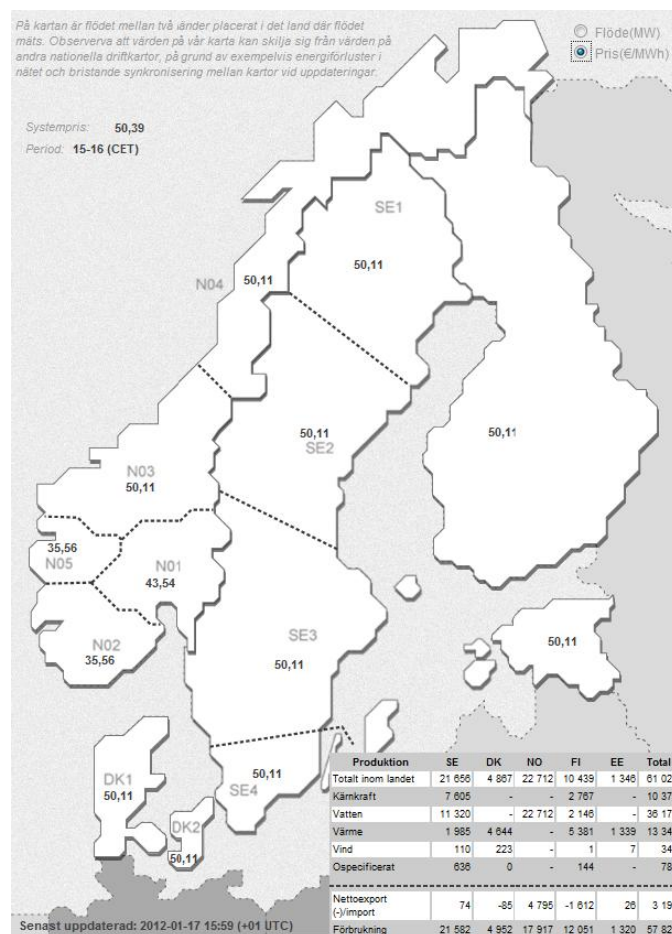
12.2 Elområden

Från och med den 1 november 2011 är Sverige uppdelat i fyra elområden (Sv11, 2012). Bakgrunden till indelningen är att Danmark ansett att Svenska Kraftnät har missbrukat sin dominerande ställning och på grund av detta anmält Svenska Kraftnät till EU-kommissionen. Innan införandet av elområden hanterades överföringsbegränsningar antingen genom begränsad export eller genom planerad mothandel (EI2, 2009-10-20). Elområdena syftar till en marknadsmässig hantering av elhandeln utan diskriminering mellan aktörer i olika medlemsstater inom EU. Områdena grundar sig på de fyra snittområden där flaskhalsarna i elsystemet finns. Elmarknaden är nu kopplad till dessa områden vilket ibland leder till olika priser i områdena (SvK11, 2012). Med elområdena blir det tydligare vad elen verkligen kostar. Områdena har egen balans mellan elens tillgång och efterfrågan vilket kan leda till olika priser i de olika områdena (Svensk Energi5, 2012). På det här sättet fås tydliga signaler om när kapaciteten inte räcker till (Engvall, 2012) och om var det behövs investeringar i nätet. Nya kraftverk behövs i underskottsområden eller flaskhalsarna behöver byggas bort. De investeringar som behövs för att åtgärda skillnaderna i prisnivå kommer från flaskhalsintäkter som skapas just där prisskillnader uppstår (Svensk Energi5, 2012). Den tydligaste följden av införandet av elområdena är att elområde 4, Sydsverige, och Själland i Danmark har fått samma elpriser. Det finns ett stort behov att utreda konsekvenserna av denna reform och det är därför viktigt att energimarknadsinspektionen nu fått i uppdrag att göra det (Odenhag, via Cisionwire, 2011). Det fungerar nu lika inom Sveriges elområden som det har gjorts till Sveriges grannländer sedan 1996 (Kearsley, 2011).

Avbrott i nätet som är orsakat av ett underhållsarbete kan komma att påverka i regel överföringskapaciteten mellan elområdena. Detta är inte önskvärt om det leder till betydande prisskillnader. Den kommande tiden står Svenska Kraftnät inför många investerings- och reinvesteringsprojekt där det eventuellt skulle kunna vara en stor fördel om dessa arbeten skulle kunna genomföras som AMS. Genom att slippa avbrott för dessa kan marknaden och samhället spara mycket pengar. Det kommer sannolikt bli dyrare för Svenska Kraftnät att bedriva projekten som AMS men om man räknar samhällsekonomiskt borde AMS innebära fördelar (Engvall, 2012).

12.3 Ett avbrotts kostnader

Ett stort problem när man tar avbrott på en ledning eller en station är alltså att man begränsar överföringskapaciteten i nätet. Om kapaciteten till marknaden begränsas kan priset komma att påverkas och blir högre i ett område som efterfrågar el från omgivande områden. Detta är en önskvärd signal till marknaden för att tydliggöra flaskhalsar. Om en höjning av priset kan undvikas finns det dock ett stort värde i att Svenska Kraftnät påverkar prisbilden i minsta möjliga mån. Prisskillnader är något som skulle kunna minska om AMS användes istället. Det går inte att tillämpa i alla avbrottsituationer, men vid de tillfällen som planeras innan driftdag kan AMS vara en bra metod för att minska påverkan på marknaden eftersom det inte begränsar överföringskapaciteten. Figur 21 visar en bild över Sveriges elområden med aktuellt timpris.



Figur 21: Elområden i Sverige, (SvK12, 2012)

AMS-arbeten kostar oftast mer än konventionell metod eftersom det kräver mer utbildning, mer personal, tar längre tid och kräver mer omfattande och dyr utrustning. Det blir därför svårt att motivera AMS om man inte jämför kostnaderna med vad kostnaderna är för ett avbrott (Olsson & Andersson, 2007, s. 46-51). Om det endast är arbetskostnaderna för att utföra arbetet med avbrott som jämförs med AMS, så är det dyrare med AMS. Dock är det viktigt att höja blicken och se till ett större perspektiv. Jämförs kostnaderna för att utföra arbetet med AMS med vad det faktiskt kostar att ta ett avbrott kan AMS i slutändan bli en billigare lösning totalt sett. Sett till samhällsekonomiska kostnader och ökade kostnader till marknaden kan avbrottets ekonomiska konsekvenser vara dyrare än AMS.

I och med elområdena blir det mer tydligt att avbrott kostar pengar om det görs i ett redan trångt snitt (Engman, 2011). Detta kommer leda till att det blir svårare att genomföra planerade avbrott eftersom det kommer kosta pengar för samhället. Chefen för Nätutbyggnad på Svenska Kraftnät anser därför att de ska försöka ha ett intakt nät och jobba smartare med kortare avbrottstider, kanske använda AMS som arbetsmetod (Kvarnefalk, 2011).

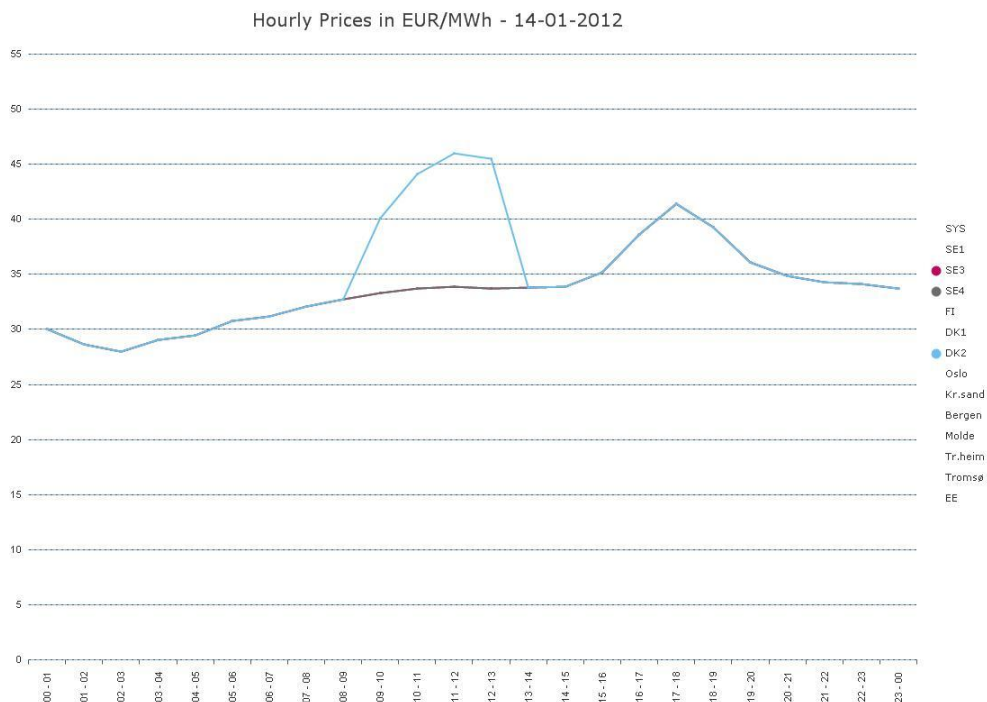
Kvarnefalk tror att för att AMS ska kunna konkurrera med konventionella metoder måste det sättas pengar på hur mycket avbrott kostar. Det kostar pengar att genomföra planerade avbrott och dessutom får man en lägre driftsäkerhetsmarginal under den tid som överföringskapaciteten inte utnyttjas fullt ut. Om driften säger nej till ett avbrott beror det på att avbrottet innebär en kraftigt förminskad säkerhetsmarginal, vilket borde prissättas. Om underhållet på en del i nätet konstant skjuts upp kan detta i längden sluta med att delen är i för dåligt skick. Då är risken att ett fel uppstår vid ett helt oplanerat tillfälle, vilket är ett väldigt dåligt scenario. Det är därför viktigt att försöka värdesätta avbrott och då se till fler kostnader än bara företagets (Kvarnefalk, 2011).

För att konkretisera ett avbrotts påverkan på elpriset kommer ett exempel att presenteras. I detta fall har ett avbrott skett vilket i sin tur minskade överföringskapaciteten. Detta påverkade marknaden och priset i de inblandade områdena. Denna problematik kommer förtydligas nedan i exemplet.

EXEMPEL- Arbete på frånskiljande brytare i 400 kV station den 14 januari 2012.

I exemplet har ett problem uppstått på en frånskiljande brytare i en 400 kV station vilket medför att en hel skena måste fränkopplas vilket leder till s.k. enskenedrift. Detta påverkar överföringskapaciteten och ur ett driftperspektiv är det ett oönskat läge då det sänker överföringskapaciteten i betydande grad för bibehållen driftsäkerhet. Underhållsarbetet som skulle utföras på den frånskiljande brytaren beräknades börja kl 08.00 och vara klart vid 13.00. Det rör sig alltså om ett avbrott på fem timmar. Den berörda stationen ligger i elområde fyra, SE4. På grund av avbrottet i SE4 kommer ingen export kunna ske till Själland, DK2. Nedan kan man se hur prisbilden var i de olika elområdena under avbrottets dygn.

Prisbilden lördagen den 14 januari 2012



Figur 22: Timpriset i Euro / MWh 14 januari 2012 (Nordpool spot, 2012)

Prisskillnaden mellan SE4 och DK2 syns tydligt mellan kl 8-13, precis den tid som avbrottet på skenan inträffade.

I nedanstående tabell visas flödena mellan de inblandade områdena och där kan man se att inget flöde sker mellan SE4 och DK2 under avbrottstiden mellan 08.00 och 13.00, det inringade området.

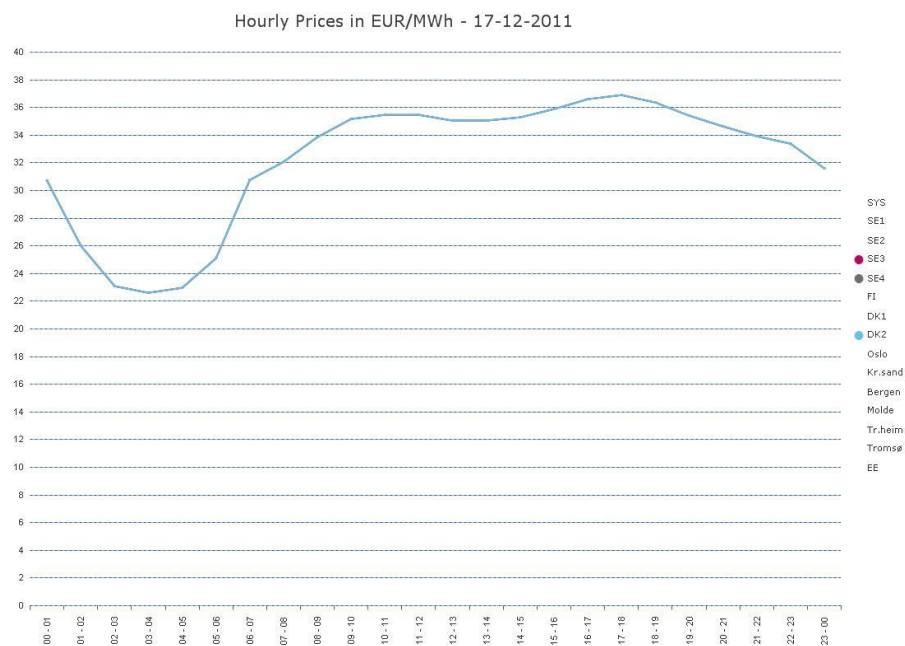
Flöden för den 14 januari 2012

Tabell 3: Tabellen visar flöden mellan de inblandade områdena den 14:e januari, (Nordpool spot, 2012)

Elspot flow [KEY] in [MWh/h]				
	SE3 > SE4	SE4 > SE3	SE4 > DK2	DK2 > SE4
14-01-2012				
00 - 01	24,6	0,0	0,0	1 018,0
01 - 02	21,1	0,0	0,0	965,5
02 - 03	182,5	0,0	0,0	811,0
03 - 04	672,6	0,0	0,0	616,7
04 - 05	403,6	0,0	0,0	725,0
05 - 06	797,9	0,0	0,0	441,0
06 - 07	676,8	0,0	0,0	333,6
07 - 08	1 467,3	0,0	0,0	597,8
08 - 09	2 671,9	0,0	0,0	0,0
09 - 10	2 787,2	0,0	0,0	0,0
10 - 11	2 883,6	0,0	0,0	0,0
11 - 12	2 928,9	0,0	0,0	0,0
12 - 13	2 914,4	0,0	0,0	0,0
13 - 14	3 763,7	0,0	0,0	0,0
14 - 15	3 924,5	0,0	754,0	0,0
15 - 16	3 912,4	0,0	758,5	0,0
16 - 17	4 383,5	0,0	932,6	0,0
17 - 18	4 676,4	0,0	1 116,8	0,0
18 - 19	4 550,4	0,0	1 060,7	0,0
19 - 20	4 414,1	0,0	959,5	0,0
20 - 21	4 135,1	0,0	846,8	0,0
21 - 22	3 927,5	0,0	885,3	0,0
22 - 23	3 843,6	0,0	834,1	0,0
23 - 00	3 735,6	0,0	742,5	0,0
Min	21,1	0,0	0,0	0,0
Max	4 676,4	0,0	1 116,8	1 018,0
Sum	63 699,2	0,0	9 490,8	5 508,6

För att kunna jämföra denna situation med hur det annars kan se ut en liknande dag, har information om lördagen den 17:e december 2011 tagits fram. Denna dag är ganska lik avbrottsdagen i pris och flöde före 8.00 och efter 13.00 och därför antas dessa värden kunna representera en sannolik bild av hur det skulle sett ut om avbrottet inte hade behövt ske. Nedan visas en bild över prisbilden den 17:e december 2011. Som man kan se följer priskurvan för SE4 och DK2 varandra hela dagen.

Prisbilden lördagen den 17:e december 2011



Figur 23: Timpriset i Euro / MWh (Nordpool spot, 2012)

Nedan visas en tabell över flödena mellan de aktuella områdena den 17:e december 2011. De flöden som sker mellan 08.00 och 13.00 är de som kommer antas för att beräkna en ungefärlig kostnad för avbrottet.

Flöden för den 17:e december 2011

Tabell 4: Tabellen visar flöden mellan de inblandade områdena den 17:e december 2011 (Nordpool spot, 2012)

Elspot flow [KEY] in [MWh/h]			
	SE3 > SE4	SE4 > DK2	DK2 > SE4
17-12-2011			
00 - 01	699,2	0,0	956,1
01 - 02	0,0	0,0	944,0
02 - 03	0,0	0,0	1 007,7
03 - 04	0,0	0,0	1 019,0
04 - 05	0,0	0,0	1 010,2
05 - 06	0,0	0,0	993,4
06 - 07	530,3	0,0	990,4
07 - 08	1 188,9	0,0	707,6
08 - 09	3 360,5	634,8	0,0
09 - 10	3 792,4	631,0	0,0
10 - 11	3 929,5	701,8	0,0
11 - 12	4 007,9	759,3	0,0
12 - 13	3 906,4	676,4	0,0
13 - 14	3 979,1	749,1	0,0
14 - 15	4 083,6	831,1	0,0
15 - 16	4 108,2	756,2	0,0
16 - 17	4 400,0	893,8	0,0
17 - 18	4 400,0	863,1	0,0
18 - 19	4 400,0	912,0	0,0
19 - 20	4 400,0	1 017,9	0,0
20 - 21	4 224,6	961,6	0,0
21 - 22	3 925,8	786,7	0,0
22 - 23	3 486,9	699,7	0,0
23 - 00	2 081,3	14,6	0,0
Min	0,0	0,0	0,0
Max	4 400,0	1 017,9	1 019,0
Sum	64 904,6	11 889,1	7 628,4

I detta exempel kan man se att det gick el från SE4 till DK2 lördagen den 17:e december mellan klockan 08.00-13.00, men att det blev helt avgränsat flöde till Danmark den 14:e januari. Detta visar att en dag utan ett avbrott på en viktig skena i elområde fyra, har större flöden än flödena i fallet med avbrott. Avbrottet kommer alltså bidra till en brist på el till ett lägre pris i de påverkade områdena och priset påverkas av det.

Ett avbrott kan alltså komma att orsaka högre elpriser och i och med detta kan man uppskatta kostnaden för avbrottet. Genom att se mycket överföringskapaciteten minskar och sedan se till prisnivån som blir på grund av avbrottet, kan en uppskattad kostnad beräknas. Det är svårt att veta vad elpriset kommer vara i framtiden, eftersom det beror av många faktorer. Dock är det ett alternativt sätt att skapa sig en uppfattning om kostnader för AMS och arbete med avbrott.

Kostnader för Danmark i det aktuella exemplet

Ett sätt att värdera avbrottet är att uppskatta det högre pris som, i detta fall, danska kunder tvingats betala för elen under de aktuella timmarna. Det största fokus för Svenska Kraftnät är elkundsperspektivet och därför är den ökade kostnaden, på grund av avbrottet, intressant att undersöka.

Tabell 5: Prisskillnader mellan DK2 och SE4 vid avbrott (Energinet, 2012)

Dato	Time	Elspot Pris, EUR/MWh		Produktion og forbrug, MWh/h	
		DK-Øst	Sverige (SE4)	DK-Øst: Bruttoforbrug	DK-Øst: Nettoforbrug
14-01-2012	1	30,07	30,07	1.391,4	1.339,7
14-01-2012	2	28,66	28,66	1.302,7	1.255,0
14-01-2012	3	28,02	28,02	1.262,0	1.216,0
14-01-2012	4	29,06	29,06	1.246,2	1.199,3
14-01-2012	5	29,47	29,47	1.248,5	1.201,6
14-01-2012	6	30,74	30,74	1.275,4	1.232,5
14-01-2012	7	31,21	31,21	1.341,9	1.298,2
14-01-2012	8	32,10	32,10	1.473,0	1.425,9
14-01-2012	9	32,76	32,76	1.614,8	1.569,3
14-01-2012	10	40,10	33,31	1.723,9	1.681,3
14-01-2012	11	44,10	33,71	1.781,2	1.743,9
14-01-2012	12	46,00	33,85	1.785,7	1.753,0
14-01-2012	13	45,50	33,71	1.752,3	1.718,0
14-01-2012	14	33,82	33,82	1.736,5	1.689,2

Under de fyra timmarna med prisskillnad (timme 10-13) hade Sjöland en bruttoförbrukning på 6905,6 MW. För att beräkna hur mycket mer denna förbrukning kostade på grund av prisskillnaderna används följande formel.

$$\sum_{10}^{13} \left(\left(\frac{\Delta pris}{MWh} \right) \times P \times h \right) = \text{ökad kostnad för Själland}$$

Tabell 6: Kostnad för de danska elkunderna blev 72567 Euro. (Egen tabell, 2012)

Skillnad i pris DK2 och SE4 EUR/MWh	Kostnad per timme EUR/MWh * MWh/h = EUR/h	Total ökad kostnad 4 h, EUR
6,79	11705,281	72567,821
10,39	18506,668	
12,15	21696,255	
11,79	20659,617	

I detta exempel antas det att alla kunder betalar efter det aktuella priset och tar inte hänsyn till om kunder har fasta elavtal eller inte. Utifrån dessa förhållanden blir kostnaden för avbrottet c:a 72568 Euro.

Flaskhalsintäkter i det aktuella exemplet

Flaskhalsintäkter är ett sätt att se hur mycket ett avbrott påverkar marknaden. För att uppskatta hur stora flaskhalsintäkter avbrottet resulterade i beräknades skillnaden i pris mellan SE4 och DK2, Δ Pris. Detta pris multiplicerades sedan med det flöde som kan antas skulle varit om avbrottet ej skett. Detta flöde uppskattas genom att se på den utvalda lördagen vid tidigare skede, då flödet i övrigt liknade denna lördag. Till sist summerades alla de priser/timme som beräknats och ett totalt belopp kan ges.

$$\sum_0^{24} \left(\left(\frac{\Delta pris}{MWh} \right) \times P \times h \right) = \text{avbrottets kostnad}$$

Kostnadskalkylering av avbrott den 14 januari 2012

Tabell 7: Kostnadskalkylering för avbrott den 14 januari 2012 (Erixon, 2012)

	Euro/MWh SE4 (med avbrott)	Euro/MWh DK2 (med avbrott)	Delta pris avbrott (Euro)	Flöde (MW) SE4>DK2 14 jan	Flöde (MW) SE4>DK2 17 dec	Kostnad (Euro) /Avbrottsstimme
00 - 01	30,07	30,07	0,00	0,0	0,0	0,00
01 - 02	28,66	28,66	0,00	0,0	0,0	0,00
02 - 03	28,02	28,02	0,00	0,0	0,0	0,00
03 - 04	29,06	29,06	0,00	0,0	0,0	0,00
04 - 05	29,47	29,47	0,00	0,0	0,0	0,00
05 - 06	30,74	30,74	0,00	0,0	0,0	0,00
06 - 07	31,21	31,21	0,00	0,0	0,0	0,00
07 - 08	32,10	32,10	0,00	0,0	0,0	0,00
08 - 09	32,76	32,76	0,00	0,0	634,8	0,00
09 - 10	33,31	40,10	6,79	0,0	631,0	4 284,49
10 - 11	33,71	44,10	10,39	0,0	701,8	7 291,70
11 - 12	33,85	46,00	12,15	0,0	759,3	9 225,50
12 - 13	33,71	45,50	11,79	0,0	676,4	7 974,76
13 - 14	33,82	33,82	0,00	600,0	749,1	0,00
14 - 15	33,91	33,91	0,00	754,0	831,1	0,00
15 - 16	35,18	35,18	0,00	758,5	756,2	0,00
16 - 17	38,61	38,61	0,00	932,6	893,8	0,00
17 - 18	41,41	41,41	0,00	1 116,8	863,1	0,00
18 - 19	39,31	39,31	0,00	1 060,7	912,0	0,00
19 - 20	36,12	36,12	0,00	959,5	1 017,9	0,00
20 - 21	34,85	34,85	0,00	846,8	961,6	0,00
21 - 22	34,27	34,27	0,00	885,3	786,7	0,00
22 - 23	34,17	34,17	0,00	834,1	699,7	0,00
23 - 00	33,76	33,76	0,00	742,5	14,6	0,00
Summa avbrottskostnad (Euro)						28 776,44

I detta exempel är det fyra timmar där prisskillnader finns. Dessa fyra timmar kostar totalt cirka 28 776 Euro.

I det här fallet skulle man alltså eventuellt kunna tänka sig att betala upp till cirka 28 776 Euro för att slippa påverka marknaden och skapa prisskillnader.

Förluster

Ett annat perspektiv att lyfta in i kostnadsjämförelsen är de ökande förlusterna som ett avbrott kan ge. Om en väg för elen stängs av kommer det behöva gå mer el genom de andra vägarna för att kunna leverera samma kapacitet. Ju mer de fungerande vägarna belastas desto mer kommer förlusterna öka (Gunnarsson, 2011)(Olsson och Andersson, 2007, s.49). Här kan tänkas att simuleringar av avbrottet kan ge ungefärliga siffror på hur mycket förlusterna kommer att öka i och med ett avbrott och då kan kostnaden beräknas genom att använda elområdets pris just för det tillfället. I STRI-rapporten om AMS har beräkningar gjorts på förluster, dock beräknades inte ökade belastningsförluster i transformatorer in dessa beräkningar. De tror att om detta görs kommer resultatet bli något mera fördelaktigt för AMS (Olsson och Andersson, 2007, s.49). Ökande förluster är inte energieffektivt och inte heller bra ur ett miljöperspektiv. Om man gör AMS ökar inte förlusterna vilket borde vara en stor fördel för metoden (Engman, 2011).

Mothandel

År 2010 uppgick Svenska Kraftnäts mothandelkostnaderna till 186 Mkr (SvK2, s.33). Mothandel sker vid överlast i nätet för att garantera kapacitet. Detta är ett sätt att arbeta med avbrott utan att marknaden känner av det, på så vis påverkas inte spotpriset. En del av mothandeln beror av att avbrott måste ske på grund av underhållsarbete. Motköpskostnader kommer alltid finnas men sedan kan man försöka minimera dem med flera olika åtgärder och AMS är en (Bäck, 2012).

Tanken finns hos Svenska Kraftnät att de vill reducera mothandelsskostnader. Avbrott planeras vid sådana tidpunkter där det är minst risk för att behöva mothandla, vid reduktion av mothandelsskostnaderna ytterligare genom AMS kan det vara en bra förtjänst (Bäck, 2012).

Den 7 mars 2009 skedde en incident som skapade ett avbrott. En presenning hade fastnat i en ledning och ledningen behövde därför fränkopplas under tiden presenningen plockades ner. De på Svenska Kraftnät tänkte då att detta borde vara ett relativt enkelt AMS-arbete. Om detta arbete hade kunnat utföras med AMS hade kostnaden för arbetet kunnat jämföras med motköpskostnaderna. I detta fall handlades kraft från Polen och Tyskland in mellan kl. 17.00-21.00, till en nettokostnad på 668 837 sek (Bäck, 2012).

12.4 Ekonomisk reglering

I Sverige finns en reglering av lokalnät och regionnät vad gäller avbrottstider. De får avdrag på intäktsramen om de har för mycket avbrott. Avbrotten på den här nivån leder ofta till kundavbrott och dessa regleras även på stamnätsnivå, dock leder de flesta avbrott på stamnätet inte till kundavbrott. De påverkar dock överföringskapaciteten och prisbildningen. Detta är något som regleras i Sverige idag (Kearsley, 2011). I stort sätt har myndigheten endast haft större synpunkter på Svenska Kraftnäts nättariff en gång och det var direkt efter avregleringen och det var på energiavgiften och berodde på förlustköp.

I Norge infördes år 2001 KILE (kvalitetsjustering av intäktsramen för icke levererad energi) (Svensk Energi5, 2012). KILE ska spegla den samhällsekonomiska olämpligheten att strömmen är borta. Det är en avgift till staten för att genomföra planerade avbrott på nätet (Ödegård & Holene, 2011). Det finns ett slags motsvarighet till KILE i Sverige, för regional och lokalnät, om än inte lika utvecklad som KILE. Precis som att Svenska Kraftnät inte påverkas direkt av reglermodellen så påverkas inte Statnett av KILE. De får ett straff om de kopplar ur eftersom de inte har redundans när de kopplar ur. Får Statnett ett fel i sitt nät som gör att underliggande nät får problem är det KILE-kostnader mellan dem (Ödegård & Holene, 2011).

13 Svenska Kraftnät

I följande kapitel har studien riktat in sig mot Svenska Kraftnät. Kapitlet beskriver vilka AMS-projekt som gjorts, vem som bestämmer över metodval och deras inställning till AMS.

13.1 Exempel på AMS-arbeten och projekt som gjorts på stamnätet

I följande kapitel beskrivs några av de AMS-arbeten som Svenska Kraftnät har gjort eller ska genomföra.

Stolpbyte AL2

AL2 är en 220 kV ledning som går mellan Stalon och Korselbränna, norr om Strömsund. På ledningen utfördes stolpbyten under sommar/höst 2011. Arbetet utfördes som AMS vilket var en förutsättning från början, då det var en omöjlighet att få ett så långt avbrott. Från början var det 21 stolpbyten men i praktiken blev det ett 50-tal stolpar. Om detta skulle ha gjorts med AUS-metoden istället hade det behövts göra ett mycket långt avbrott (det tog cirka 2 månader). Ledningen är svår att få avbrott på då den är radiell. Längs ledningen finns det vattenkraftstationer som vid avbrott blir inestängda, vilket gör att de inte kan producera el.

I projektet med stolpbyten på AL-2 stod det redan i en tidig projektplan att arbetet skulle genomföras som AMS. Det var en förutsättning i upphandlingen, det var inte entreprenören som valde metod utan Svenska Kraftnät visste att de skulle utföra arbetet utan avbrott (Meder, 2011). Anna Meder, NL, var projektledare och ansvarade därmed för projektet och de som var inblandade i det. Entreprenörer var i detta fall Vattenfall Services. Det var även andra som var med i processen, bland annat en miljökonsult som utförde miljökonsekvensbeskrivning inför projektet. Under projektets gång har en mer erfaren projektledare deltagit som teknisk rådgivare. Kontakt mellan projektledare och entreprenör har förekommit genom telefonmöten och möten i fält var femte vecka. På mötena avhandlades framdriften, svårigheter samt eventuella ändringar utifrån kontraktsunderlaget. De har även utfört platsbesök för att kontrollera olika arbetsmoment. I det här fallet lika mycket för att inspektera entreprenörer som att lära sig om AMS, då Svenska Kraftnät inte har genomfört så många AMS-projekt. Hur stort behovet är att inspektera på plats beror mycket på projektets intensitet och hur stort förtroende som finns för entreprenören. I detta fall var det en entreprenör som de har goda erfarenheter av och som Meder fått ett stort förtroende för. På byggmöten tar de ändå upp säkerhet, ställer frågor och kollar om de haft incidenter, de har även kontroll av det praktiska arbetet i fält så. Det skiljer sig inte i själva projektledningen mellan AUS/AMS, men då AMS är en metod som Svenska Kraftnät har liten erfarenhet av borde fler inspektioner vid arbetet genomförts menar Meder. Men det handlar mer om att det är en ny metod egentligen inte att det är just AMS, det skulle inte behövas en högre säkerhetskoll om metoden var etablerad (Meder, 2011).



Figur 25: Foto från ett annat stolpbyte som Vattenfall utförde 2002 (Lundqvist, 2002)

De arbeten som utfördes var byte av stolpar, isolatorkedjor och vibrationsdämpare. Ledningen går över fjäll och det tar lång tid att förflytta sig från stolpplats till stolpplats. Att etablera sig och att sedan bara kunna göra en stolpe per dag tar tid och nästa dag går åt till förflyttningar till nästa stolpe (Meder, 2011). Det här jobbet skulle egentligen varit klart i somras men det drog ut på tiden. När arbetet förbereddes utsågs ett visst antal stolpar som skulle bytas men under arbetets gång hittades fler stolpar som behövde bytas. Anledningen till detta var att de fann myrbon i stolparna som försvagade stolpens hållfasthet. Eftersom de arbetat med AMS-metoden gjorde det dock ingenting att det dragit ut på tiden, då det inte påverkar driften. Det har varit tre arbetslag som har arbetat med AMS på det här projektet och alla har varit mycket nöjda, då de tycker det är ett bra sätt att arbeta på. Det har inte heller varit några incidenter på hela projektet, vilket visar att säkerhetsarbetet skötts på ett bra sätt. Entreprenören är positivt inställd till AMS. Vid diskussioner med montörerna har det framkommit att de tyckt att det känns säkrare, de kan planera sitt jobb för det är mindre tidspress, säkrare och flexiblare (Meder, 2011). Tiden för projektets genomförande, projektets resurser etc. är dock i regel bestämd genom en kontraktsumma. Även om det inte finns någon tidspress från beställarens sida så finns det ekonomiska incitament för entreprenörföretaget att bli klar på utsatt tid.

Entreprenörerna skiljer sig lite från varandra vad gäller AMS. En entreprenör har en stöttande organisation för montörer med AMS-planerare som är ansvariga för procedurer och sitter på kontoret och håller reda på alla verktyg, medan en annan helt saknar hela den biten. En tredje har valt att ha en extra platsansvarig med AMS-bakgrund som montör som är ansvarig för procedurer och säkerhet (Meder, 2011).

Av upphandlingsunderlagets (anbudsförfrågans) kravspecifikationen framgick att det fordrades erfarenhet från tidigare liknande projekt, att montörerna var utbildade klass 2 (högre än AMS-grundutbildning), samt att de hade erfarenhet och vana. Fler krav än så ställdes inte och det är ganska vagt säger Meder (Meder, 2011). Det är möjligt att de nästa gång skulle kunna ställa något extra krav, att alla AMS-procedurer ska vara inskickade för påseende eller att de ska visa procedurer för hur de underhåller sina verktyg (Meder, 2011). En av entreprenörerna hade gjort två AMS arbeten som de kunde referera till, ett med en stolpe och ett med tre stolpar. Inför arbetet krävdes likvärdiga referenser och i det här fallet med 21 stolpar var tre stolpar för liten volym. Det är frustrerande för entreprenörer som vill ha arbeten men inte har referenser. Det är svårt komma in på marknaden om de aldrig får visa att de kan. Det ligger i allas intresse att det blir konkurrens på dessa projekt men framförallt måste säkerheten prioriteras (Meder, 2011). För där kravspecifikationerna är vaga blir de tvungna att ta entreprenören med lägst anbud fast de känner på sig att de tullar på säkerhet. De kan egentligen bli dyrare i slutändan för de lägger ett lågt pris i början sedan tar de ut extra tillägg. Men utan krav i prekvalificeringen kan de inte tas bort genom urvalskriterierna. De är så luddiga att nästan alla uppfyller dem. Den som avgör vilken entreprenör som får jobbet är projektledaren tillsammans med inköpsfunktionen. Traditionellt är det bara lägsta pris som avgör tillsammans med några skall-krav, exempelvis erfarenhet från ett visst antal liknande jobb de fem senaste åren erfarenhet och vana. Något som också skulle kunna vägas in i bedömning är erfarenheter från entreprenören i tidigare projekt. Dessa krav skulle kunna läggas till kravspecifikationen i syfte att främja säkerheten (Meder, 2011).

Topplinebyte CL4

CL4 är en 35 mil lång 400 kV ledning som går från Betåsen till Bäsna, över snitt 2 där topplinan ska bytas. Ida Dufva började som projektledare på Svenska Kraftnät 2009 och blev då tilldelad detta projekt. Det skulle genomföras på våren 2010 men så sköts det upp. Det är

mycket svårt att få avbrott på den ledningen då den redan begränsar överföringskapaciteten mellan snitt 1 och 2 (Dufva, 2011).

Inför topplinebytet på CL4 kom det uppkom en diskussion i styrgruppen om de små möjligheterna för avbrott. Då kom det upp från projektsidan att det kunde vara lämpligt att utföra AMS i någon form på detta projekt (Engvall, 2011). Det var nog inte en medveten tanke från Anläggningsavdelningen att detta skulle vara ett AMS-arbete, utan det kom som förslag i ett senare skede i processen. I och med detta projekt tillsattes en AMS-grupp på Svenska Kraftnät med representanter från Driftavdelningen, Nätteknikavdelningen och projektledare. De träffade olika entreprenörer, intervjuade dem, bjöd in dem så att de fick komma in och berätta om de hade något sätt att utföra arbetet på. Det den gruppen fann var att det fanns entreprenörer som kan utföra det och det finns metoder och liknande som de tyckte kunde vara säkert att göra det på, även om det skulle innebära ett högre pris för entreprenaden. De gav då direktivet till ansvarig projektledare att köra igång bytet som AMS. Detta var något som inte hade gjorts i Sverige innan och det uppkom en del problematik, då det var en del saker som skilde jämfört med AUS-projekt (Dufva, 2011).

Problem med första försöket

Något som uppdagades i detta projekt att väderrisken var tvunget att hanteras, då vädret har en stor påverkan på AMS-metoden. Det får inte regna, det får inte vara för fuktigt, det får inte blåsa för mycket. Eftersom det inte går att lita på att det blir bra väder, skulle det kunna bli ett utdraget arbete, vilket skulle kunna leda till att det blev dyrare (Dufva, 2011).

En annan sak som skilde i upphandlingen var att de gjorde en prekvalificering, vilket inte alltid görs vid projekt. Eftersom det var ett särskilt projekt ville projektledaren först se utbudet av entreprenörer och kunna ha en urvalsprocess. Kraven i prekvalificeringen var erfarenhet av minst 20 mil topplinebyte med ledningen i drift och referenser. Det var fyra entreprenörer som lämnade anbud, men en kom in för sent med betydande handlingar så den ströks. En annan hade inte gjort detta innan och kunde inte bli prekvalificerade och de hade inte någon samarbetspartner heller som de kunde visa på hade erfarenheten, så de ströks de också. Då hade de bara två kvar (Dufva, 2011). I februari 2011 togs ett investeringsbeslut hur mycket detta fick kosta. De visste att det skulle bli dyrare och räknade med dubbelt så dyrt som ett AUS-jobb eller lite till. Men när ena entreprenören skickade in ett jättebilligt anbud förstod de att de inte hade tänkt sig den här metoden, utan de hade tänkt sig ett vanligt topplinebyte, som vid avbrott. Då ströks de också från diskussionerna eftersom tiden var begränsad. Sedan visade det sig att det fjärde anbudet var högre än investeringsbeslutet och därför kunde projektet inte gå vidare utan nya beslut. Det skulle kanske kunnat gå att ta ett nytt investeringsbeslut med ett styrelsemöte i slutet på maj med det drog ut på tiden så projektet lades ner (Dufva, 2011). Kvarnefalk menar att de inte var riktigt mogna vid tidpunkten för projektet. Det blev för många frågor som fordrade snabba svar vilket ledde till osäkerhet (Kvarnefalk, 2011).

Nytt försök

Problematiken med avbrott kvarstår och därför ska det göras ett nytt försök att byta topplina på CL4 med AMS-metoden våren/sommaren 2012. På försöket 2011 var det en sträcka på 16 mil som skulle bytas. I det nya projektet har projektet delats upp så sträckan har minskats till fyra mil. Sedan kommer det att finnas möjlighet till ytterligare fyra mil om det första delprojektet avlöper väl. Detta kommer öppna möjligheter för entreprenörer som inte har

någon erfarenhet på längre sträckor. Även väderaspekten blir mer lätthanterlig då de kan se vad vädret har för inverkan på fyra mil i stället för 16 mil (Dufva, 2011).

Prekvalificeringen sändes ut under hösten 2011 och i december kom ansökningar in. Det är planerat att bli av till sommaren med start i maj. Entreprenörerna får från maj till oktober att utföra arbetet på och i och med det ges dem en större frihet att planera upp utifrån väder och sådant (Dufva, 2011). I den nya kravspecifikationen kallas arbetet för topplinebyte med ledningen i drift. Det är alltså inte definierat att det ska vara AMS som arbetsmetod, det får entreprenören definiera själva. Ett topplinebyte är rent teoretiskt ett ANS-arbete, då de inte arbetar direkt på spänningsförande ledning. Kravet som ställs på entreprenörer är att de måste ha gjort ett visst antal mil topplinebyte, med ledning i drift. Då detta är något som inte gjorts i Sverige innan är det vanligt att entreprenörer anlitar utländska underentreprenörer. Det accepterar Svenska Kraftnät men ställer krav på svensktalande personal, det ska finnas svensktalande personal på plats för att kunna kommunicera med driften (Dufva, 2011). I CL4-projektet upphandlades en projektör som kontrollerade förfrågningshandlingarna, tittade över ledningen och räknade på att stolparna skulle hålla för den nya topplinan. De tog även in en konsult som kan tittade på kvalitet och arbetsmiljö och miljöfrågor i projektet. De är också med och ställer frågor ute i fält, små revisioner egentligen. Även i detta projekt tog projektledaren mycket hjälp av teknikstöd från NT (Dufva, 2011).

Temperatursensorer

Detta arbete var en montering av temperatursensorer på brytare i en 400 kV station i Hagby, Täby kommun. Detta var från början ett FoU-projekt men numera faller det under underhållsbudgeten. Ansvarig för detta projekt är Tommie Lindqvist som arbetar på NT. Infratek är underhålls-entreprenörer för arbetet, då de hade underhållsavtal på den stationen. Lindqvist undersökte vilka stationer som kunde vara lämpliga och sedan blev det den i Hagby. De har även satt upp sensorer i en station i Kilforsen, där är det Vattenfall som har avtal. Egentligen skulle vem som helst kunna göra detta för arbetet är enkelt, men då det är AMS fordras montörer med AMS-kompetens. Infratek trodde nog att det skulle vara ett krångligare arbete som skulle ta längre tid, men det tog knappt en dag (Lindqvist, 2012).



Figur 26 och 27: Till vänster montering av temperatursensor med isolerstångsmetoden, till höger temperatursensor och specialtillverkat verktyg (Egen bild, 2011)

Det finns flera anledningar till att det här projektet genomfördes. Bland annat berodde de två stora elavbrotten i Sverige, 2003 och 1983, på överhettade kontakter i fränskiljare. De hade termograferats med en IR-kamera, som är standardtekniken nu. Men den kräver hög last vid mätningen för att kunna avslöja varmgångar och om det inte är hög last ges mätning med låg noggrannhet. Det kopplat till de stora konsekvenser som överhettade fränskiljare kan få gjorde att de var tvungna att hitta på något annat (Lindqvist, 2012).

Ett direkt tillämpningsområde kan vara om man har en fränskiljare som sitter på ledningar mot kärnkraftverk. Vid termografering kan den visa på eventuell övertemperatur men då är det inte rimligt med avbrott i produktionen i ett kärnkraftverk för att kontrollera den. I detta fall kan istället temperatursensorn användas som kontinuerlig övervakning. Fördelen är att den loggar ungefär var 10:e minut så det går att gå tillbaka och titta på värde. Det är stor skillnad i noggrannhet jämfört med den äldre metoden. Temperatursensorerna kan även användas för att få bättre tillförlitlighetsmodeller för att kunna modellera de apparater som inte går att mäta på över huvud taget (Lindqvist, 2012). Det var STRI som tog fram strategin, idén och prototypen, sedan har företaget Curator stått för själva produktutvecklingen. Det är Curator som äger produkten nu, de har i princip fått den i gåva mot att de ska utveckla den och får kanske stöd från InEnergy för att utveckla produkten. Svenska Kraftnät har regelbundna möten med dem, där de kan lämna synpunkter. Lindqvist är primärt med som kravställare även om han har annan input också. Det var inte ett medvetet val att utföra detta som ett AMS-arbete, det har mer kommit upp på slutet vid diskussioner om metoder och i teorin så är det här faktiskt AMS. Det diskuterades aldrig om möjligheterna att genomföra planerade avbrott då det inte var möjligt, det fanns i kravspecifikationen från början. Det fanns aldrig någon diskussion om att genomföra ett planerat avbrott då det inte är någon idé att sätta upp en sensor om det kräver avbrott. Det är så pass svårt att få fränskiljaren ur drift så om det skulle bli aktuellt med avbrott utförs underhållet direkt istället (Lindqvist, 2012).

STRI har tagit fram en metodbeskrivning för hur arbetet ska utföras, sedan tog entreprenören fram arbetsbeskrivning. Entreprenören hade ingen erfarenhet på 400 kV, men det var inget hinder i detta fall då det var ett så pass enkelt arbete. Att det skulle bli ett AMS-arbete bestämdes av STRI i samråd med Svenska Kraftnät då det var ett FoU-projekt.

Grundkonceptet var att ha en temperatursensor som sätts upp med en isolerstång. Idén var att det skulle vara ett lätt jobb så de skulle kunna använda en isolerstång. Konstruktionen av verktyget ägs av Svenska Kraftnät och när entreprenörerna ska använda det lånar Svenska Kraftnät ut det (Lindqvist, 2012). I dagsläget finns inga planer på att sätta upp fler temperatursensorer. Problemet med den är att den bara mäter temperatur i precis den punkt den sitter. Fördelen med termografi är att få en överblick, ofta blir det varmgångar i anslutningar och det missar sensorn, så det ska främst ses som ett komplement till termografering (Lindqvist, 2012).

Andra exempel

Det finns även andra exempel på AMS-arbeten, där Anläggningsförvaltning själva tagit beslut om underhållsmetod. Ett exempel var ett underhåll på en 220 kV station i Korselbränna då det var varmgång vid en led på en platta vid en fränskiljande brytare. Varmgången upptäcktes under termografering och avdelningen Anläggningsförvaltning ville ha ett avbrott för att åtgärda felet. Driften meddelade svårigheterna med avbrott eftersom hela facket skulle tas ur, men förvaltning ansåg att åtgärd fordrades omgående. Då det inte var aktuellt med avbrott skedde det en dialog och AMS kom då på tal (Persson, 2012). Vattenfall sa att de kunde göra det med AMS och lämnade kostnadsförslag på det. Nu har det gjorts en provisorisk åtgärd där

felet slackades förbi, felet kvarstår men nu går strömmen en annan väg och fungerar som vanligt. Till sommaren, när det är lite lugnare, kommer plattan tas bort och åtgärdas (Persson, 2012). Vattenfall fick jobbet då de hade underhållsavtalet på stationen i fråga. Det krävdes inte någon offentlig upphandling då den totala kostande för arbetet blev cirka 80 000 kr, är det dessutom ett akut arbete behöver de inte gå genom lagen om offentlig upphandling inom energi. Avdelningen Anläggningsförvaltning såg detta som akut då det hade kunnat hända att plattan hade bränts av och fallit ner. Beslutet huruvida det är akut är en dialog mellan entreprenörer och underhålls-ingenjören, men även chefen för förvaltning är involverad i dessa beslut. Det kanske hade hållit till sommaren men de ville inte chansa (Persson, 2012).



Figur 28 och 29: Till vänster visas varmgång detekterad med värmekamera, till höger visas samma område med vanlig kamera (J-O Persson, 2011).

Det har även utförts förebyggande underhåll med AMS på stationer. Förebyggande underhåll innebär exempelvis smörjning eller motionering av komponenten. När detta gjordes för några år sedan var det mest för att smörja leder och inte för att motionera. I framtiden skulle det kunna tänkas att förebyggande underhåll görs i större utsträckning genom exempelvis förbislackning av fränkskiljare, så det går att öppna fränkskiljaren och underhålla den. Förebyggande underhåll är inte lika bra som vanligt underhåll men det är bättre än ingenting (Persson, 2012).

13.2 Beslutande av metodval

Det är en komplex fråga vem det är som bestämmer metodval, då det är flera personer och enheter som är involverade i beslutandeprocessen om projekt. Det är svårt att peka direkt på en person eller funktion som gör det här, utan det är en form utav iterativt samarbete (Bergius, 2011). Trots att det är enheten Anläggningar som tar fram underlaget till beslut är det inte de som brukar föreslå metod för arbetet. De vill snarare bara ha någonting gjort och att det ska vara klart inom en viss tid och till en viss kostnad. Det är, enligt dem, upp till Nätutbyggnad att bestämma metod (Engvall, 2011). Det ser lite annorlunda ut om underhållsingenjörerna bedömer att de kan ta hand om åtgärderna. Då är det upp till Förvaltning att själva bestämma metod för arbetet och ofta blir val av metod en kostnadsfråga (Persson, 2012). Om Svenska Kraftnät är ensamma på anläggningen kan de självklart bestämma metod själva men om flera aktörer är inblandade beror metodvalet av vad de inblandade parterna enas om (Engvall, 2011).

På Nätutbyggnad anser de att valet av metod är ett gemensamt beslut mellan dem och Anläggningsavdelningen. Det beror lite på vad det är för jobb. Metodvalet sker också i hänseende till och i diskussion med driften. Detta är viktigt för att se om det finns möjlighet

att få avbrott eller inte (Kvarnefalk, 2011). Ett exempel på arbete där det nu beslutats att AMS ska användas har kommit till just för att det är svårt att ta ett så långt avbrott som jobbet skulle ta. Det är viktigt för Nätutbyggnad att sådana kriterier kommer in tidigt i investeringen så att man inte behöver räkna om kostnaderna för projektet och ändra investeringen på grund av ett sent beslut om AMS. Det har vid ett antal projekt beslutats, från Nätutbyggnad, att använda AMS i projekt för att inte vara beroende av avbrott och kunna göra arbetet över hela året (Kvarnefalk, 2011). Anledningen till att Förvaltning kör lite mindre projekt är att de själva kan vara med och påverka vilken metod det blir. Men det är en kostnadsfråga också (Persson, 2012). Driften har inga pengar direkt men har ansvar för planering av avbrotten. Nätförvaltning är kravställare som framför önskemål till driften om avbrott på en sträcka vid en viss tidpunkt. Driften avgör då om det går att möta förfrågan och underrättar om det passar med avbrott eller ej. Dock är det Nätförvaltning som måste betala vilket kan leda till konflikt. Men om driften kan visa att ett avbrott kommer att kosta en viss summa för att exempelvis gasturbiner måste köras igång, då kan kostande bli mindre med AMS (Persson, 2012). Är det helt omöjligt att få avbrott och det finns ett akut fel som måste åtgärdas snarast är AMS ett bra alternativ (Persson, 2012).

Det finns ett ledningssystem för projekt men inget extra för AMS, utan det är samma mallar som för andra projekt. Speciella krav kan läggas till oavsett vilken metod som används. Det är projektledare och inköpare som lägger till det och sista ordet har projektledaren. Vid utformning av förfrågningsunderlag är inköparen bara så involverad som projektledaren kräver, om det inte är ett väldigt stort projekt. För de små projekten hjälper inköparen endast till på förfrågan från projektledaren. Som stöd för upphandling finns även jurister att tillgå vid behov (Dufva, 2011). I en förlängning när AMS har blivit en mer etablerad metod kommer det bli mera tydligt hur beslutsprocessen ska gå till. Bergius tror att det blir det ekonomiska övervägandet som kommer att kunna avgöra i många fall. När marknaden får en större kostnad kommer valet att komma därifrån. I och med det kommer driften att kunna påverka vilken metod det ska vara i olika projekt. Men då är det viktigt att komma ihåg att någon måste bedöma om AMS går att tillämpa för aktuella arbeten (Svensson, 2012). Besluten om metod uppstår då någonstans i samarbetet projekt/driften när detta ska försöka vävas ihop (Bergius, 2011).

13.3 Inställning till AMS och kunskap om AMS

Det finns en samlad tro om att det är fullständigt nödvändigt att börja med AMS för att kunna underhålla och bygga ut stamnätet i den takt som behövs de närmaste åren (Engvall, 2011). Men hittills har Svenska Kraftnät hellre tagit avbrott då de inte är van vid AMS-metoden. Kvarnefalk tror det är ett tankesätt som måste förändras och det är en process som kräver att de också ser till ett större perspektiv. Det måste ses mer ur ett systemperspektiv, för Svenska Kraftnät och samhället kanske det är bättre att de gör AMS. De ska inte bara tänka på vad som är bäst för sina projekt eller deras arbetsdag (Kvarnefalk, 2011). Elsäkerhetsansvarige på Svenska Kraftnäts åsikt om AMS är ungefär samma som det står i ESA, att det är en arbetsmetod med samma säkerhetsnivå som övriga arbeten. Han menar att de använder den alldeles för lite på Svenska Kraftnät (Bergius, 2011). Han tror dock att de inte kommer komma undan i framtiden, de måste ta steget in i AMS- metodiken om det över huvud taget går ihop för dem. Sedan får de försöka hantera de eventuella säkerhetsmomenten på bästa möjliga sätt (Bergius, 2011). Lindqvist på NT tror inte att AMS är något direkt kontroversiellt hos Svenska Kraftnät men att de kanske inte ska göra som USA, men själva metoden är inte kontroversiell (Lindqvist, 2012).

Engvall menar att Svenska Kraftnät har rätt lite samlad kunskap om hur det faktiskt kan, bör och ska gå till vid AMS. Det blir för mycket frågor som dyker upp, bland annat kom hög luftfuktighet upp som ett problem. Det behövs en samlad kunskap och fakta på hur det egentligen ser ut. Det ligger mycket pengar i det här om det skulle gå att genomföra och därför tror han att de skulle kunna lägga en hel del resurser i att gräva djupare i frågan. Det går inte att bara ha en generell princip med en inriktning mot hur verksamheten ska agera. Det krävs en beräkning på vad det innebär samhällsekonomiskt (Engvall, 2011). Selin, på nätutveckling, håller med att det skulle behövas mer kunskap. Han tycker själv att han har för lite kunskap om AMS (Selin, 2012). Bäck på balanstjänsten anser sig inte heller vara speciellt insatt i just AMS. Han har dock råkat ut för några störningar under året och funderat på om det hade kunnat lösas på något annat sätt (Bäck, 2012).

Kvarnefalk tror att det finns en ganska bra kunskap idag om AMS men att det finns mycket tveksamheter (Kvarnefalk, 2011). Persson menar att de inte vet var de ska ställa kraven och det är oklart vad som är möjligt samt vad det kommer att kosta. Det skulle vara bra att känna till vad som är möjligt. Men frågan är om Svenska Kraftnät behöver ha resurserna eller om det går att stämma av med entreprenören och fråga dem vad som är möjligt och inte (Persson, 2012).

14 Polycys, strategier och initiativ hittills

I följande kapitel beskrivs polycys, strategier och initiativ angående AMS hos Svenska Kraftnät och några andra organisationer.

14.1 Svenska Kraftnät

Någon övergripande policy för användningen av AMS finns inte på Svenska Kraftnät i dagsläget. Det finns ingen tydlig policy eller klara rutiner kring hur denna övergripande fråga ska hanteras utan det är upp till avdelningscheferna att samarbeta om inriktning. Anledningen till att det inte finns tydliga riktlinjer är delvis att Svenska Kraftnät har varit en relativt liten organisation som har vuxit på kort tid. Ju mer organisationen och investeringsportföljen växer desto viktigare blir det att skriva ner riktlinjer och förankra dessa i hela organisationen (Bergius, 2011). Det finns heller inga specifika mallar att följa inom AMS-projekt. Den här typen av projekt är ganska nya och det krävs några projekt innan man vet vad som specifikt ska in i mallarna för dessa. Inom projekten kan speciella krav läggas in och detta görs ofta i AMS-projekt. Det är projektledarna och inköparna som bestämmer kraven (Meder, 2011).

Under 2008 beslutade Svenska Kraftnäts elsäkerhetsråd att det skulle tas fram en policy för AMS. För att ta fram underlag till denna policy tillsattes en arbetsgrupp. Arbetet omfattade en bred kartläggning av området samt att föreslå strategier för arbete inom området (Wikström, 2007). Många gånger som AMS lyfts upp har det i slutändan resulterat i att det inte blir av för att det blir för dyrt eller liknande. Det tycks alltid finnas skäl att inte gå vidare med AMS (Bergius, 2011). I beslutet om FOU-plan 2011-2013 nämns AMS under kategorin effektiv nätutbyggnad. Detta gäller bland annat ett projekt som innefattar temperaturmätning på fränkskiljare. Mycket av forskningen inriktas mot AMS och det är främst genom STRI som de vill hitta metoder. Där det inte finns utrustning att köpa i dagsläget måste detta utvecklas av Svenska Kraftnät själva. Det rör sig mycket om utvecklingen av apparater och instrument för att fastställa status utan att genomföra ett planerat avbrott. Det finns inget uttalat mål om att minska antalet avbrott men ingen säger det helt tydligt men eftersom det stora problemet men med hänsyn till möjligheterna till avbrott och avbrottens konsekvenser så är det självklart. Det

är självklart för alla, även i nyinvesteringsprojekt, då de är beroende av att underhållet inte fordrar så mycket avbrott (Lindqvist, 2012).

Det har gjorts en del initiativ till att uppmärksamma AMS-metoden inom organisationen. När Kvarnefalk var underhållschef såg han till att det spelades in en film där ett AMS-arbete utfördes. Det gjordes för att ha en demofilm som visade att detta faktiskt går att göra. Det var han som drev den frågan för han såg större och större problem för underhållet att man inte kunde få avbrott. Filmen togs emot väldigt positivt med nu måste man ta nästa steg och verkligen utföra fler arbeten (Kvarnefalk, 2012). Det startades även en nordisk grupp där de beslutade att om ett land hade ett intressant AMS-projekt i norden skulle de bjuda in de övriga nordiska länderna. På så vis skulle man kunna lära av varandra (Kvarnefalk, 2012). Kvarnefalk hade även under sin tid som underhållschef god kontakt med Lundqvist, som är AMS-expert på Vattenfall services och en av de mest drivande inom AMS i Sverige. De hade många idéer och bland annat diskuterades möjligheterna till ett nordiskt intyg (Kvarnefalk, 2012). Tyvärr är det många av dessa initiativ som fallit mellan stolarna då de inblandade redan har fullt med andra arbetsuppgifter och inte kan prioritera detta.

Anläggningsavdelningen som bland annat ansvarar för nätutveckling tänker lite på AMS i utformningen av nya anläggningar. Det finns förberedda slackningspunkter som är monterade på frånskiljande brytarna. Det ska gå att slacka ifrån dessa utan att ta hela skenan ur drift. Men detta har inte använts i så stor utsträckning, det kanske beror på entreprenörerna (Selin, 2012).

Svenska Kraftnät var även medbeställare av STRI-rapporten som hade som syfte att sammanfatta status för AMS inom norden (Olsson, 2011).

14.2 Fortum

2004 tog Fortum ett ganska kontroversiellt beslut då de valde att återigen lyfta in utföranderesurser, som skulle motsvara cirka 80 procent av det egna behovet. På så vis hade de egen utförandepersonal när de 2006 beslutade att AMS skulle bli en av huvudarbetsmetoderna. Detta beslut togs för att hålla nere avbrottstiderna för kunderna. AMS var för Fortum en viktig parameter för att ytterligare kunna korta ner avbrottstiderna. Rosén arbetade då på Fortum och blev ansvarig för fältdelen. Han rekryterade montörer, utbildade dem och såg till att skaffa utrustning. När Fortum hade fått en fungerande AMS-verksamhet outsourcade de denna, 2010, till Eltel Networks, även Rosén flyttade och ansvarar numera för AMS. Idag har Fortum inga egna montörer alls (Rosén, 2012). I och med att ett beslut tagits i ledningen att AMS ska vara en av huvudarbetsmetoderna försöker de beställa så mycket som det går med AMS. Det är dock en process som tar tid eftersom det innebär en del nya moment. Fortum använder sig av vad de kallar safety walks då de kollar upp kunskapen om AMS. Thomassen är mycket noga med att även ledningen ska kunna AMS. Han gillar inte tanken att bara montörer ska kunna AMS. På Fortum anser de att det är viktigt att använda kompletterande barriärer och detta kollar det upp genom att vara ute i terrängen och göra kontroller. De gör både oannonserade och annonserade besök (Thomassen, 2011).

14.3 Statnett

Statnett eftersträvar en strategi för AMS men är inte riktigt där än. Det finns en policy att de ska använda så mycket AMS som möjligt i uppgraderingsprojekten (spänningshöjning från 300 till 400 kV), då det är svårt att få avbrott vid sådana projekt. Om spänningsuppgraderingsprojekten skulle få en ledning fränkopplad i tre månader blir inga av de andra underhållsjobben gjorda. Vid radiellt matat nät är det ännu mer motiverat att ha AMS eftersom det annars blir elavbrott. Men även om det finns en policy så blir det ganska

lösa riktlinjer. Policyn uttrycker att de skall i mest möjliga grad använda AMS, men det blir lite för vagt menar Aske. Det bästa hade varit att bara använda fränkoppling när det inte går att använda AMS men i praktiken är det tvärtom. Det är antingen full export, full import och hög förbrukning vilket gör att det är mer utnyttjat idag i överföringsnätet och därmed svårare att genomföra planerade avbrott. Statnett utesluter inte att fränkoppling kommer behövas i stor utsträckning i framtiden, men anser att det ena inte behöver utesluta det andra. Det som är intressant att ta reda på är hur mycket AMS som går att göra. En mix mellan AMS och fränkoppling är det Statnett hoppas mest på (Aske, 2011).

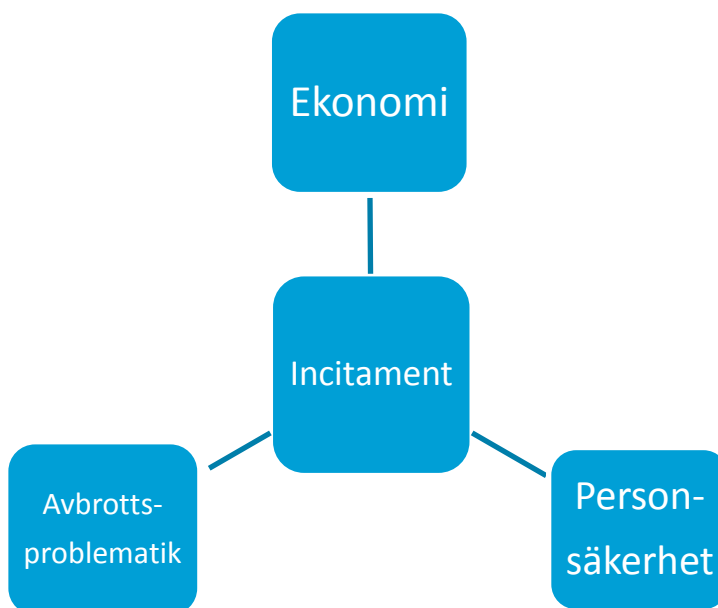
I Uppgraderingsprojektet som Statnett utför nu har de haft en aktiv tanke på att stimulera konkurrens mellan entreprenörer. De har därför delat in arbetena i mindre delarbeten som entreprenörerna får konkurrera om. De vill att det minst ska vara tre entreprenörer per arbete och de med lägst pris är de som får flest delarbeten (Aske, 2011). Godkännandet och ansvaret för AMS-kvaliteten ligger hos nät drift och därför söker de någon som kan arbeta med detta. Den personen ska då sätta sig ner och se över vad som kan göras och inte göras med AMS i projekten. Den AMS-ansvarige skulle då vara med i både projekteringen och själva projektet (Aske, 2011).

14.4 Hafslunds nett

På Hafslund finns ingen uttalad strategi från ledningshåll att de alltid ska använda AMS, men det finns en positiv inställning till metoden som gör att de ändå försöker utföra många arbeten med spänning. På underhållssidan utförs mycket AMS då de anser att mycket underhåll går att göra med spänning. Oftast när ett underhållsarbete ska utföras får entreprenörerna skicka in anbud för både AMS och fränkopplat. De har alltså i dessa fall inget krav i prekvalificering att det måste vara ett AMS-arbete, utan Hafslund avgör vilken metod de vill använda utifrån vilka anbud de får in. Efter varje jobb utvärderar de om de gjorde rätt val av metod med AMS eller fränkoppling. Val av metod beror även på kostnader och när beräkningar görs läggs det till en KILE-kostnad vid urkoppling. Det finns inga AMS-krav utöver prekvalificeringskravet att entreprenörerna ska kunna arbeta på nätet, det krävs bara att entreprenören har kontroll och behärskar metoden (Ödegård & Holene, 2011). De flesta (cirka 70 procent) av de planerade arbeten Hafslund har är dock små arbeten med en KILE-kostnad på under 5 000 NOK. Det beror alltså på vilken typ av arbete det är huruvida det finns direkta ekonomiska incitament för AMS eller ej. Generellt när de anställer entreprenörer vid både AMS och fränkopplat konkurrerar de på pris. De har två stora leverantörer som har mycket av marknaden, men försöker utöka leverantörsmarknaden för att få fler i konkurrensen. Det kan göras på många sätt, de har nu valt att dela upp jobben i mindre delar så att en liten entreprenör kan ta på sig ett uppdrag utan förlora på det ekonomiskt. En entreprenör ska vara ganska stor för att ta åt sig arbeten för 10-15 miljoner NOK men för att ta på sig uppdrag för 1,5-2 miljoner NOK kan även en mindre entreprenör lämna anbud (Ödegård & Holene, 2011). På Hafslund stoppas arbeten som kommer över en KILE-kostnad på 75 000 nkr. Det gör ju att de tar en värdering om AMS ska använda istället eller om arbetet ska flyttas till natt eller helg (Ödegård & Holene, 2011).

15 Incitament

I följande kapitel har incitament för användning av AMS sammanställts.



Figur 30: Incitament för AMS (Egen bild, 2012)

15.1 Ekonomi

Det finns flera ekonomiska aspekter som kan ses som incitament.

Minska flaskhalsar/prisskillnader

Flaskhalsar är en begränsning. När efterfrågan på överföring av el blir större än överföringskapaciteten i flaskhalsen uppstår prisskillnad mellan områdena, det bildas s.k. prisområden. Vid avbrott på primäranläggningar, ledningar och stationer, sjunker överföringskapaciteten och flaskhalsen inträffar vid en lägre efterfrågan på överföring. För att förhindra att prisskillnaden blir större än vad den behöver vara kan AMS användas i vissa fall istället för avbrott. Tidigare i rapporten beskrevs några exempel för värdering av prisskillnader. I exemplet visades att danska kunder fick betala cirka 72 568 euro mer under de fyra aktuella timmarna. Sådan påverkan på marknaden bör undvikas i största möjliga mån och därför bör AMS värderas och jämföras mot kostnaden för elmarkanden som kommer uppstå på grund av ett avbrott.

Mothandel

Det finns inte ett direkt orsak-verkan förhållande mellan AMS och mothandel men det finns ett långsiktigt resonemang som kan föras. Idag försöker Svenska Kraftnät arbeta för att reducera mothandelskostnader genom god planering av avbrott men då det är mycket nybyggnationer som kräver avbrott blir det mindre och mindre plats för underhållsavbrott. Det handlar om att om arbeten skulle kunna utföras med AMS och därmed slippa avbrott. Eftersom avbrott är svåra att få kan det dröja länge innan ett underhåll kan bli av. I vissa fall kan detta leda till ett oplanerat avbrott för att något havererar. I dessa situationer kan

mothandel behövas för att klara av effektbehovet (Bäck, 2012). I dessa situationer kan kostnaden för att göra ett underhållsarbete som AMS jämföras med mothandelskostnaderna som skulle kunna uppstå vid ett avbrott.

Marknadens förväntan

Svenska Kraftnät faller inte under reglermodellen som energimarknadsinspektionen har tagit fram för att kontrollera avbrott på nätägares nät i Sverige. Men sedan elområden med separata prissättningar infördes har begränsningarna i nätet blivit tydligare för marknadens aktörer. Detta innebär att det finns en naturlig kontroll och ett incitament att försöka undvika avbrott då det kan leda till överföringsbegränsningar i nätet. Det är något som Svenska Kraftnät sedan många år arbetar med men AMS skulle kunna innebära mindre olägenheter på grund av reducerad överföringskapacitet.

Minska förluster

Svenska Kraftnät är, i och med de energiförluster som uppstår vid överföringen av el på stamnätet, bland de största elförbrukarna i Sverige. Om det blir ett avbrott på en ledning eller en station i stamnätet tvingas elen ta en annan väg och detta medför ännu större förluster i de fungerande komponenterna. Varje år köper Svenska Kraftnät förluster för storleksordningen cirka 1 mdkr per år (cirka 3 TWh). Om det skulle kunna gå att utföra AMS i större utsträckning skulle det gå att reducera förlusterna och motsvarande kostnader. Dessutom innebär det ett miljömässigt incitament att minska förlusterna.

15.2 Avbrottsproblematik

Elektriska arbeten för investeringsprojekt och underhåll av åldrande anläggningar fordrar fler och längre avbrott samtidigt som elmarknadens efterfrågan på överföringskapacitet ökar. Detta innebär ett incitament för att kunna genomföra fler arbeten som AMS.

Svenska Kraftnät har (n-1)-kriteriet på sitt maskade nät, detta göra att det inte blir elavbrott hos kunder om det blir avbrott på någon del av stamnätet (Mål för driftsäkerhet på stamnätet). Vid avbrott behålls fortfarande (n-1)-kriteriet men i regel sänks överföringskapaciteten. Arbeta med spänning innebär att det går att bibehålla överföringskapaciteten eftersom nätet är intakt. Dessutom innebär det tidvis högre driftsäkerhetsmarginaler när överföringen på nätet är relativt låg jämfört med överföringskapaciteten (Svensson, 2012).

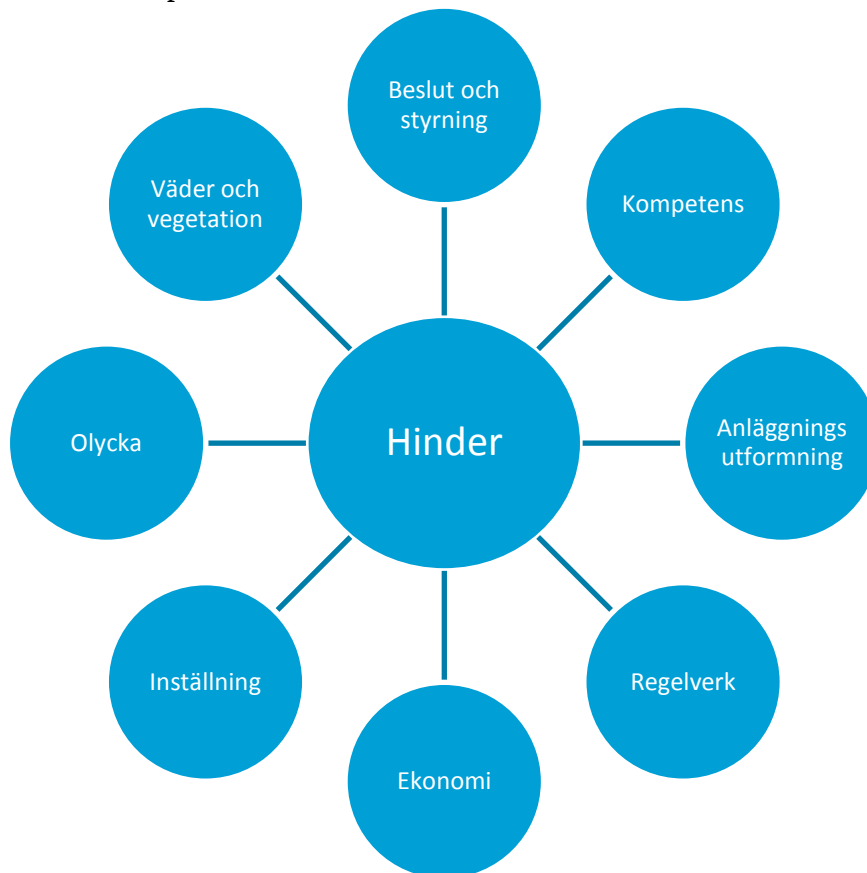
15.3 Personsäkerhet

Det är svårt att utifrån statistik över olyckor och tillbud avgöra om AMS är en säkrare metod för elektriska arbeten. Det har skett 3 olyckor med AMS under de senaste 10 åren, jämfört med flera hundra på AUS. Dock utförs det mycket mer arbeten med AUS per år och det har genom åren varit AUS som varit den helt dominerande metoden. Elsäkerhetsansvariga myndigheter har idag ingen uppdelning i olycksstatistik på AUS och AMS.

Men faktum är att de montörer som är AMS-utbildade tycker att det är en säkrare metod, dels för att de blivit mer utbildade i säkerhetsfrågor, dels därför att arbetet innebär mindre tidspress. AMS uppmärksammas som en metod med högre säkerhetskrav där det finns en högre medvetenhet om risker bland montörer. Inom AMS är det av yttersta vikt att utföra en gedigen riskanalys och eliminera de risker som kan uppstå.

16 Hinder

Utifrån studien har hinder till varför AMS inte slagit igenom i Sverige kartlagts och presenteras i detta kapitel.



Figur 31: Hinder som identifierats under studien (Egen bild, 2012).

16.1 Beslut och Styrning

På Svenska Kraftnät finns ingen strategi hur de ska förhålla sig till AMS (Engvall, 2012). Detta är ett hinder eftersom ingen vet vem frågan tillhör och ingen vet vad som egentligen gäller. Just nu är AMS inget som prioriteras av cheferna och detta är ett hinder för att metoden ska börja tillämpas. Det skulle behövas att cheferna prioriterade AMS (Selin, 2012). Det är viktigt att det finns en AMS-strategi och att den är förankrad i ledningen och organisationen. Om inte, blir det lätt att det blir upp till varje projektledare att värdera om AMS ska användas eller ej i sina projekt. Då blir projektledarens kunskap och inställning avgörande för om metoden kommer användas eller om konventionell metod föredras (Øksnes Stein, 2011). Om ett beslut fattas om AMS på ledningsnivå är det sedan viktigt att beslutet genomsyrar hela organisationen och att alla blir införstådda med vad det innebär (Thomassen, 2012). Det är viktigt att komma ihåg att det inte spelar någon roll om personalen inom organisationen är villiga att arbeta med en ny metod om inte ledningen är beredda att ta ställning för metoden. Ett strategiskt beslut kan inte fattas från botten i organisationen utan det är upp till ledningen att ta tag i frågan (Lindqvist, 2012). Att ett generellt beslut inte har tagits angående AMS är ett stort hinder för metoden och det beror nog främst på att ett sådant beslut måste ha ekonomiska skäl (Lång, 2011).

Det finns heller ingen på Svenska Kraftnät som har till uppgift att arbeta med AMS-frågan. Det räcker inte att ha några som arbetar med detta på sidan av sina vanliga arbetsuppgifter, för då prioriteras aldrig frågan (Lindqvist, 2012). Det skulle behövas personer inom organisationen som driver frågan framåt och som har detta som ansvarsområde (Lundqvist, 2012).

Om Svenska Kraftnät vill kunna ha AMS som en alternativ metod är det viktigt att de kan bidra med en viss volym arbeten. Om inte kommer inte entreprenörerna kunna upprätthålla kompetensen på dessa spänningsnivåer och det blir även svårt att skapa konkurrens mellan fler entreprenörer om arbetena knappt räcker till ett bolag (Lång, 2011). Det kommer förmodligen kosta lite mer pengar initialt att få i gång AMS i större utsträckning på stamnätsnivå. Det kostar mycket för entreprenörerna att utbilda sig på den här nivån och det kan även vara så att de vill ha betalt för att skaffa specifik utrustning. Men om detta är något som ses som en nödvändig metod i framtiden måste entreprenörer stimuleras för att få i gång marknaden redan nu (Selin, 2012). Det är alltså viktigt att hjälpa till och stötta entreprenörerna i startskedet, men det svåra kan bli att inte hjälpa någon entreprenör mer än någon annan. För att entreprenörerna ska tjäna på att tillhandahålla dessa typer av tjänster måste de ha all typ av utrustning och utbildning som krävs men då måste de även vara säkra på att de får arbeten, annars förlorar de på det ekonomiskt (Brofeldt, 2011).

16.2 Kompetens

I dagsläget finns kompetens upp till 220 kV i Sverige, på högre nivåer (400 kV) är det främst barhandsmetoden som används och det finns ingen utbredd kompetens inom den metoden i Sverige (Häggkvist, 2011) (Persson, 2012). Det har hittills varit dåligt med efterfrågan på AMS-arbeten på stamnätet och därför har inte entreprenörerna investerat i kompetens som inte efterfrågas. De vågar inte satsa på dessa typer av investeringar om de inte vet att de kommer få arbeten (Gunnarsson, 2011). Detta leder till en ”moment 22”- situation där entreprenörer inte vill investera i den kompetens som krävs innan de vet att de får arbeten, samtidigt som Svenska Kraftnät inte vill satsa på AMS och beställa dessa typer av tjänster innan de vet att det finns kunniga entreprenörer inom området (Bergius, 2011) Ett problem som uppstår på grund av att lite AMS används på stamnätsnivå är att kompetensen inte underhålls. Om AMS ska bli en vanligare metod att arbeta med är det viktigt att montörer till så stor del av arbetstiden får arbeta med just AMS-metoderna. Men för att detta ska vara möjligt måste fler AMS-arbeten beställas. Det är alltså upp till nätägaren att besluta sig för om de vill använda AMS eller inte och om de vill det måste de se till att kontinuerligt beställa dessa typer av arbeten (Lång, 2011).

Ett stort hinder är alltså att det inte finns kompetens i Sverige på de högsta spänningsnivåerna. För att det ska kunna ta fart måste krävs mycket kompetens in i företagen. Det finns mycket kompetens på spänningsnivåerna utomlands och det är därför inte säkert att Svenska Kraftnät inte skulle välja en utländsk entreprenör om de utför ett AMS-arbete (Sundvall, 2011).

Det är dock inte bara entreprenörerna som måste skaffa mer kompetens för att få i gång AMS på stamnätsnivå. Nätägarna behöver också utöka sin kompetens inom området för att kunna bli en bättre beställare. Hittills har pengar snarare lagts på att bygga ut och skapa redundans i nätet än att satsa på AMS. Mycket kan göras med AMS och omvärlden har kommit långt. Därför är det viktigt att följa utvecklingen inom området. En konferens som samlar de främsta länderna inom AMS heter ICOLIM och är ett bra forum för att få en inblick i utvecklingen och vad som är möjligt med metoden (Rosén, 2012).

16.3 Utformning av anläggningar

Ett hinder för AMS är att det blir vanligare att nya stationer byggs allt kompaktare. På så vis riskerar AMS-möjligheter att byggas bort. Tidigare kunde luftigare stationer byggas, men nu är läget mer resultatstyrt och det bidrar till att stationerna blir allt mindre (Engman, 2011). Det behöver inte generellt vara så att allt görs större för AMS, men vad man kan fundera på är kanske om man kan skapa lite mer yta just kring exempelvis de frånskiljande brytarna. Detta är inget som tillverkarna gör utan direktiv från branschen. AMS utförs för att det är något fel någonstans och tillverkarna vill inte påstå att deras apparater kommer gå sönder. Därför är det beställarna som behöver tänka på att inte bygga bort AMS-möjligheter (Olsson, 2011). Det måste vara en faktor som vägs in när Svenska Kraftnät planerar sina anläggningar och det måste vara med på ett väldigt tidigt skede på nätutredningsstadiet (Engvall, 2012).

16.4 Regelverk

Ett hinder för AMS är att avbrott på stamnätet inte infaller under Energimarknadsinspektionens avbrottsreglering, då dessa avbrott sällan ger avbrott i elleverans till kunden, utan endast påverkar överföringskapaciteten. Detta gör att det inte finns någon påtryckning från myndigheterna på stamnätsägare att hålla avbrottsfrekvensen nere (Kearsley, 2011).

16.5 Ekonomi

Ett stort hinder för AMS är att metoden i dagsläget är dyrare än konventionella metoder. Det kostar mer initialt att utbilda personal och köpa in verktyg och utrustning. Dessutom tillkommer besiktningsskostnader och underhållskostnader. Dessutom står det i SS-EN 50110 att om det åtgår två man att göra jobbet måste det finnas en som övervakar. Så om det ska göras ett arbete som kräver tre personer rent tekniskt så blir det fyra man för det krävs att en övervakar. Detta bidrar till att metoden kräver fler mantimmar (Rosén, 2012)(Selin, 2012). Problemet är att de ekonomiska incitamenten med AMS hittills inte tydliggjorts. Det har framställts som en metod som är mycket dyrare per timme och som tar längre tid, men det finns ingen modell för att jämföra kostnaderna för AMS och AUS (Bergius, 2011). Att göra ett arbete med AUS innebär alltid ett avbrott på den aktuella delen och avbrott ska alltid undvikas (Lindqvist, 2012). Sveriges stamnät är väldigt redundant och klarar ofta att någon del fränkopplas utan att det leder till helt utesluten elleverans (Lång, 2011). Det har därför varit relativt lätt att få avbrott på ledningarna (Brofeldt, 2011). Det har hittills inte funnits något sätt att jämföra kostnaderna för ett avbrott med AMS hos Svenska Kraftnät (Bergius, 2011). Detta beror på att det inte tagits hänsyn till samhällsekonomiska kostnader vid jämförelse mellan AMS och AUS. Avbrott har hittills fått kosta och det sätts ingen prislapp på hur mycket det egentligen rör sig om (Engman, 2011).

Ett problem som också framkommit är att eftersom det inte finns ett övergripande ekonomiskt synsätt hos Svenska Kraftnät blir AMS mindre efterfrågat. De olika avdelningarna har sina enskilda budgetar som måste gå ihop och eftersom AMS blir en dyrare metod, endast sett till projektkostnaderna, vill ingen ta kostnaden för en dyrare metod. Det finns dock en start till att tänka i ett större perspektiv och Anläggningsförvaltning har bett driften ta fram kostnader för avbrott för att kunna se om det eventuellt kan vara billigare att utföra arbetet med AMS jämfört med att genomföra det som ett planerat avbrott (Persson, 2012).

16.6 Inställning

Att AMS inte tagit fart i Sverige och framförallt på stamnätsnivå beror mycket på kultur och tradition (Engvall, 2012). Svenska Kraftnät har en ambivalent inställning till AMS. Å ena

sidan hörs röster som undrar varför det inte görs projekt med AMS när det inte går att få avbrott. Å andra sidan har de en tendens att ifrågasätta säkerheten med metoden och påpekar påstådda problem med säkerheten. Dessa kommentarer kommer nästan per automatik och de reflekterar egentligen inte över vad som är sanning och vad som bara kommer automatiskt (Bergius, 2011). De som har arbetat med AMS-frågan känner att de alltid arbetat i lite motvind. Det har varit svårt att få det att ta fart. Många de mött har varit tveksamma och bara sett problem med metoden (Lång, 2011). Många vill hellre arbeta som de alltid gjort, alltså att genomföra planerade avbrott. Detta är ett tankesätt som måste förändras och det är en process där det är viktigt att se till ett större perspektiv (Kvarnefalk, 2012). Engman berättar att han föreslagit AMS som ett alternativ på Svenska Kraftnät flera gånger, men tyvärr inte fått så bra bemötande kring detta. Det är många som hellre arbetar som de alltid har gjort och detta gör att det är trögt att få in nya metoder (Engman, 2011). Även Rosén anser att det är en konservativ bransch som skulle behöva ändra inställning till förändring och nya metoder (Rosén, 2012).

Thomassen anser att ett problem för AMS-utvecklingen är att det finns för många ingenjörer med 30 års erfarenhet som inte vill ändra arbetssätt (Thomassen, 2011). Det blir problem för AMS att slå igenom om personer med mycket makt eller inflytande är negativa till metoden, utan att egentligen veta så mycket om den. De kan faktiskt klara av att förstöra utvecklingen för en metod om deras åsikter får fäste i organisationen (Øksnes Stein, 2011). Det spelar ingen roll om ledningen beslutar att AMS ska bli en självklar metod om det finns personer längre ner i organisationen som motverkar beslutet. Det är därför viktigt att ledningen förstår omfattningen av ett sådant beslut och ser till att det genomsyrar hela organisationen (Thomassen, 2011). Enligt Kvarnefalk är styrelsen medvetna om AMS och tycker det är bra. Styrelsen ansåg att det var positivt att de tittade på andra sätt, trots att det inte gick att visa att de tjänade pengar på det. I princip hela ledningsgruppen och styrelsen var ganska positiv till att andra metoder värderas. Han tror kanske att det är bland tekniker och projektledare som det kan finnas mer motstånd. Det är ett nytt tänk och ett nytt sätt att jobba. De tycker att det blir för dyrt. Ibland är inte motståndet på chefsnivå. När det är mycket att göra är det svårt att hinna plocka in nya sätt att jobba på och nya metoder (Kvarnefalk). Lindqvist däremot tycker att det är ett beslut på högre nivå som krävs för att det ska ta fart. Teknikerna vill lösa problem och är generellt positiva till nya saker. Han håller dock med Kvarnefalk i att det råder brist på tid och att nya arbetsmetoder lätt nedprioriteras till förmån för ännu viktigare uppgifter. Han upplever att det kanske finns både skeptiker och positiva till AMS men att det inte finns tid att vara för eller emot, det blir snarare en ickefråga. Så kommer det fortsätta vara tills frågan lyfts upp på en hög nivå (Lindqvist, 2012).

En annan aspekt som många skeptiker trycker på är personsäkerheten och hälsorisker vid AMS. Det är viktigt att få bort denna stämpel och kunna presentera AMS-arbeten på det sätt som de bör presenteras. Det går att visa på att det bedrivs mycket AMS i världen och att det där inte är några konstigheter. Ett problem metoden har är, att ur ett driftperspektiv, anses den inte alltid som pålitlig. Visst att ledningen är i drift, men de litar inte helt på att ingenting kommer gå fel och därför tar de till säkerhetsmarginaler då AMS används. Det är som att det är en större risk för att delen ska lösa ut vid AMS-arbete (Engvall, 2012). Detta är inte alltid fallet, men tendensen till resonemanget finns. De resonerar alltså att AMS är mindre driftsäkert, men om detta var fallet skulle AMS aldrig användas. Personsäkerheten för montörerna ska inte vara mindre vid AMS och därför håller inte resonemanget. Vad gäller hälsorisker med AMS är det fråga om eventuella risker med exponering av elektriska och magnetiska fält. Det har funnits personal som hävdat att de mått dåligt under AMS och AMS arbeten men det går inte att bevisa att det har berott på fälten. Det måste tas på allvar, men det

är svårt att bevisa att det är AMS som är orsaken. Svenska Kraftnät tar denna fråga seriöst (Engvall, 2012). I Norge tog de fram rutiner om hälsoundersökningar av AMS-montörer varje halvår. Kvarnefalk tror detta är en god idé när AMS används, eftersom det då blir en uppföljande kontroll. Svenska Kraftnät ska hela tiden i planeringsfasen göra en bedömning över vilka risker som finns i arbetet (Kvarnefalk, 2012).

16.7 Väder och vegetation

Ett hinder som uppmärksammas en del på Svenska Kraftnät är vädrets påverkan på AMS. Oavsett vilken metod som används är det viktigt att alltid se upp för åska, då ska arbetet avbrytas direkt. Vid användning av isolerstångsmetoden beror väderkänsligheten på om kompletterande isolationsskydd används eller inte. Används kompletterande isolationsskydd gör det inget att det är en gråmulen dag. Om detta inte görs känns det i stängerna när det börjar fräsa i fingrarna. Då måste stängerna torkas av eller arbetet avbrytas. De som jobbar med kompletterande isolationsbarriärer känner inget trots det gråmulna vädret. Vid användning av isolerhandskmetoden får det absolut inte vara hög luftfuktighet (Rosén, 2012). Däremot är det mer osäkert med AMS om det blåser för då kan inte montören säkra sin egen position och det kan komma saker farandes. I SS-EN 50:110 står det att det är ett måste att kunna säkra positionen och stå stabilt. Vad gäller väder och vind är det en bedömningsfråga som entreprenören själv får avgöra. Vissa entreprenörer arbetar inte i regn medan andra gör det till viss del (Rosén, 2012). Problemet med väder belystes framförallt för Svenska Kraftnät när en ny topplina skulle monteras, entreprenören ville då inte arbeta om luftfuktigheten var för hög (Persson, 2012).

Det svenska klimatet är utmanande för AMS i och med att det är en del regn och det är kalla vintrar (Brofeldt, 2011), men det finns flera länder i världen som har mycket mer extrema väder än Sverige och som är framstående i AMS. Sveriges terräng kan vara en begränsande faktor för AMS eftersom det är svårare ta sig fram med skylifts och liknande utrustning som krävs (Brofeldt, 2011). Dock har även länder som Nya Zeeland utmanande terräng och de är mycket mer framstående inom AMS än vad Sverige är (Barlev, 2011).

16.8 Olycka

En hindrande faktor för AMS har varit den olyckliga start metoden fick. Olyckan som skedde på 70-talet kom att påverka mycket och bromsade upp utvecklingen i landet (Lång, 2011). Trots att detta är 40 år sedan är det något de flesta minns eller har hört om. Ryktet om AMS som en farlig metod grundar sig mycket på denna olycka och många skeptiker refererar till den för att visa på vad som kan hända. Dock är montören som skadades fortfarande aktiv inom elbranschen och förespråkar fortfarande AMS som arbetsmetod.

17 Möjliga åtgärder för implementering av AMS

Följande kapitel tar upp de förslag på aktioner som kan göras för att kunna implementera AMS på Svenska Kraftnät. Det bygger mycket på att övervinna de hinder som identifierats i det tidigare kapitlet.

17.1 Samarbete

Det tas upp i studien att det blivit en ”moment 22”- situation mellan entreprenörer och beställare. Båda parter, beställare och leverantör, önskar en utveckling inom AMS-området men ingen tar aktivt tag i att detta kommer till stånd. En förutsättning för att en entreprenör ska göra investeringar inom området är en bedömning av framtida möjligheter till förtjänster

genom uppdrag (Gunnarsson, 2011). Engvall anser att det vore intressant att göra ett samarbete med entreprenörer (Engvall, 2011). Kvarnefalk är medveten om att det är viktigt att beställaren informerar entreprenörer att de ska satsa på AMS. Det fordras en fortlöpande dialog mellan parterna. Om beställaren inte säger till i tid kanske inte entreprenören hinner med vad gäller utrustning och utbildning (Kvarnefalk, 2012). Det måste alltså finnas ett kontinuerligt samarbete mellan entreprenör och beställare och inte stressa fram det utan skynda långsamt (Kvarnefalk, 2012). Selin på Anläggningar Nätutveckling har känslan att en stimulering av åtgärder för att få entreprenörer att komma i gång är nödvändig (Selin, 2012). Persson på AF har haft diskussioner med entreprenörer om möjligheterna att utföra vissa arbeten som AMS. Härigenom gjordes ett försök att väcka frågan för en diskussion och att ge signaler att det kommer mer AMS. Det är möjligt att entreprenörer kan utföra alla möjliga arbeten men det är svårt att veta om det inte diskuteras med entreprenören (Persson, 2012). Engvall säger att det kanske är Svenska Kraftnät som måste initiera en dialog med fler entreprenörer och se hur de tillsammans kan få AMS att komma i gång (Engvall, 2012).

Det kan även finnas en poäng att samarbeta med andra nätägarföretag för att få igång en marknad. Det gäller att få nätägarrepresentanter och driftrepresentanter att samarbeta (Rosén, 2012). Det måste finnas intresse i hela branschen för att en utveckling ska ske (Selin, 2012). Regionnätsföretagen kommer nog att gå lite i bräsch i Sverige, för att det är ännu svårare att få avbrott där (Persson, 2012). Lindqvist menar att det är intressant att regionnätbolagen som ”bara räknar pengar” tycker att det är en bra metod eftersom metoden ofta får kritik för att vara dyr (Lindqvist, 2012).

Från omvärldsanalysen kan samarbete mellan entreprenörer och nätägare visa på att det lönar sig. I Nya Zeeland har tilliten mellan entreprenörerna och nätbolagen gjort det möjligt att samarbeta och utveckla metoderna inom AMS. Det finns kunnande och erfarenhet inom området i andra delar av världen som kan omsättas för arbetsmetoder på anläggningar i det svenska stamnätet. Svenska Kraftnät borde eftersträva en dialog med utländska entreprenörer för att tillägna sig deras kompetens och kunnande (Engvall, 2012). När andra länder utför arbeten är det en möjlighet att komma in och lära sig (Kvarnefalk, 2012).

17.2 Främja konkurrens

En annan viktig aspekt är att försöka få in mer entreprenörer på marknaden, detta gynnar både beställaren ekonomiskt och förutsättningarna för utvecklingen av AMS. Idag vill Svenska Kraftnät att entreprenörer ska ha erfarenhet från liknande arbeten men utbudet är begränsat. Hur får entreprenörer en fot in på marknaden om de saknar dessa erfarenheter? Det bästa vore att använda entreprenörer som kan dokumentera att de kan men Sverige har inte kommit så långt och utvecklingen måste börja någonstans (Thomassen, 2011). Thomassen menar att exakta erfarenheten inte alltid behövs. Exempelvis ett tungt jobb på 20kV nätet kan vara lika komplicerat som något på 300kV. Skillnaden handlar egentligen främst om mekaniska krafter. Thomassen menar att Svenska Kraftnät bör se till så fler entreprenörer kan AMS. Fortum har erfarenheter av entreprenörer som utfört arbeten utan detaljerad erfarenhet där resultatet var utomordentligt. Genom detta skapades ytterligare en aktör på marknaden som behärskade det arbetsmomentet. Han menar att entreprenörer växer av nya utmaningar.

Kvarnefalk berättar att de haft diskussioner om hur det ska få fler entreprenörer att komma på banan (Kvarnefalk, 2012). Statnett har haft som policy att ha tre entreprenörer på sitt senaste uppgraderingsprojekt av stamnätet. Rosén på Eltel Networks anser att detta är bra och ser AMS som en marknad med stor volym och många möjligheter. Han ser det snarare som att entreprenörer ska samverka med varandra än att motverka varandra (Rosén, 2012). Persson

menar att AMS är lite på gång nu i och med topplinebytet. Går de första 4 milen bra kanske de kör 10 nästa gång och då kanske det finns fler entreprenörer som förstår att det finns en marknad (Persson, 2012).

17.3 Jämförelse av kostnader

Alla tillfrågade i studien är överens om att ekonomiska incitament måste tydliggöras för att AMS-utvecklingen ska ta fart (Kvarnefalk, Engvall, Persson, Lång, Bergius, Rosén). Idag menar kritiker att AMS är mycket dyrare än konventionell metod. Det är möjligt att det är sant men det går inte att avgöra om det aldrig gjorts en jämförelse av kostnader. Idag ses AMS-metoden som dyrare då det ofta krävs investering i utbildning och verktyg som läggs på beställarens nota i slutändan. Men då har inte kostnaden för vad avbrottet innebär för elmarknaden tagits med i beräkningen. Dessutom finns ingen samhällsekonomisk värdering av avbrottet (Kvarnefalk, 2012). Kvarnefalk tror att om metoderna ska kunna konkurrera med varandra måste avbrott börja värderas ekonomiskt med en helhetssyn som inkluderar mer än entreprenadkostnaden (Kvarnefalk, 2012). I förlängningen skulle det kunna tas investeringsbeslut där också AMS kan komma med i räkningen. Då kan det innebära att det blir dyrare, men å andra sidan ger AMS mindre begränsningar i nätet (Engvall, 2012). Om det skulle finnas ett bra sätt att göra en samhällsekonomisk värdering av avbrott skulle det vara möjligt att gottskriva de högre kostnaderna (Engvall, 2011). Engvall menar att det är viktigt att exemplifiera hur mycket marknaden skulle kunna tjäna på att undvika avbrott. Elområdena, och prisskillnader skulle kunna vara till hjälp men då det infördes i november och det inte varit någon avbrottsperiod så har påverkan inte kunnat tydliggöras (Engvall, 2012). Persson tror att driften kommer att kunna synliggöra detta i framtiden. I denna studie har exempel på hur avbrott kan värderas tagits upp. Dessa modeller är inte fullständiga men ger en fingervisning av vad ett avbrott kan kosta. En tydligare och mer omfattande ekonomisk modell skulle kunna göra den ekonomiska jämförelsen mellan AMS och AUS än mer givande. På regionnät finns ett tydligare ekonomiskt incitament då de faller under reglermodellen som reglerar dem att ta för mycket avbrott. Svenska Kraftnät har inga sådana regleringar då avbrott stamnätet inte påverkar kunden direkt. På regionnätsföretagen blir det därför helt annat driv (Rosén, 2012), (Lång, 2011).

17.4 Referensprojekt

Projektledare och tekniker behöver få erfarenhet från AMS-projekt för att lära sig (Kvarnefalk, 2011). Ett antal väl genomförda projekt kan hjälpa till att visa att metoden är bra och kan fungera som referensprojekt inför kommande projekt (Bergius 2011). Framgången är att försöka hitta lämpliga projekt och testköra det så att AMS-arbeten kan fasas in i verksamheten på ett bra sätt (Kvarnefalk, 2012). Ett sätt att på lång sikt försöka fasa in AMS är att bestämma sig för att vid något arbete, investering eller underhåll, ska AMS utföras. Det är då viktigt att det finns en rimlig tidplan så det finns tid för utbildning. Då kan dessa fungera som referensprojekt (Selin, 2012). Det behövs alltså bra exempel på hur bra det går att använda metoden och det är viktigt att lyfta fram dessa projekt och synliggöra dem i organisationen (Engvall, 2011).

17.5 Beslut

I hinder framhävdes att det finns en otydlighet inom Svenska Kraftnäts organisation om vem som egentligen ska avgöra om det kan bli ett AMS-arbete eller ej. Om detta klargjordes skulle det underlätta för hela organisationen. Det framkommer av studien att de flesta anser att ett tydligare direktiv eller beslut från ledningen fordras. För att en ny metod ska bli aktuell på

företaget är det viktigt att ett sådant beslut förankras i ledningen och att det blir vedertaget att verksamheten ska satsa på AMS-metoden (Aske, Ödegård & Holene, 2011).

Lindqvist på nätteknik menar att det är GD/stab/styrelsen som ska ta tag i detta och det inte bara upp till enhetscheferna. Men frågan måste drivas uppåt för att komma upp på agendan. Mer AMS-arbete skulle kunna drivas från enhetschefsnivå, upp till avdelningscheferna och övertyga dem som i sin tur kan ta det vidare (Lindqvist, 2012). Selin på nätutveckling tror inte att initiativet kommer komma från GD. Initiativet kommer förmodligen komma från driften eller nätförvaltning då det är ur ett driftperspektiv och förvaltningsperspektiv som AMS får en direkt påverkan (Selin, 2012). Förvaltningschefen menar att det till viss del kan ligga på honom att ställa krav på att utföra vissa arbeten som AMS. Men tycker även att det bör komma lite mer tryck från driften. Bäck på driften tror att det måste finnas en dialog mellan nättekniksidan och driften. Vad som vore bra var om det gick att skapa en gemensam syn om AMS på Svenska Kraftnät (Bäck, 2012). Det är viktigt att försöka hitta en gemensam nämnare mellan de olika avdelningarna och se att detta är ett ämne som löper över avdelningsgränserna (Rosén, 2012).

17.6 Verktyg

Något som kan vara en tröghet i AMS-utvecklingen är tillgång till verktyg. Det har diskuterats hur beställaren skulle kunna underlätta för entreprenörer i den frågan. Det finns några olika tänkbara scenarier. Det första är att beställaren köper verktyg som tillhandahålls åt entreprenören för dennes arbeten åt beställaren. Men detta scenario kan vara problematiskt i avseende till offentlig upphandling. Det skulle även kunna vara tvärtom, att entreprenören köper in verktyg mot garanterade arbeten. Svenska Kraftnät har haft denna typ av avtal inom andra områden, att om entreprenörer köper in utrustning så blir de lovade att de ska få användning av den ett visst antal gånger per år, annars får de betalt ändå. Det skulle gå att lösa ändå, på kontraktsmässiga vis förutsatt att marknaden finns. Det kräver alltså en garanti på tillräckligt många arbeten och att entreprenörer får avkastning på sina investeringar. Ett annat scenario är att köpa in verktyg och hyra ut till entreprenörer men detta medför även ansvar för underhåll av verktyget (Persson, 2012). Det sista scenariot är att ha gemensamma utvecklingsprojekt där verktyg utformas efter beställarens behov, detta kan dock behöva involvera andra parter, exempelvis teknik konsulter eller forskare.

Problematiken med alla scenarier är att bestämma vilken budget verktygsinvesteringen ska tas från. Det skulle säkert kunna nyttjas i underhållet men även på projektsidan (Persson, 2012). Det borde inte vara omöjligt att bidra med utrustning, men det behövs mer kompetens och drivkraft. Dessutom fordras strategiska beslut (Lindqvist, 2012).

17.7 Nordisk marknad

I och med utbildningsplanen blir det nu liknande utbildningar inom AMS-området med en nordisk certifiering. Denna typ av kvalitetssäkring är viktig för då blir det möjligt för nordiska montörer men även andra länder som genomgår utbildningen att genomföra arbeten i Sverige. Det är viktigt för en beställare att ur ett säkerhetsperspektiv försäkra sig om att anlita montörer är godkända för arbeten i Sverige, även om de är utländska (Kvarnefalk, 2012).

Olsson menar att det helt klart finns en marknad för AMS i Norge i och med spännings-uppgraderingen. Svenska entreprenörer kanske kan röra sig till Norge för att skaffa sig erfarenhet. De kan, i och med den gemensamma utbildningen, konkurrera på en nordisk marknad (Olsson, 2011).

17.8 Drivande personer

I branschen idag finns det ett antal drivande personer inom AMS. Dessa personer finns på olika håll inom branschen och behövs för en fortsatt AMS-utveckling då de dels besitter mycket kunskap inom området och dels är drivkrafter. På Svenska Kraftnät finns en arbetsgrupp för AMS men arbetet har avstannat sedan det inställda topplinejobbet. Det är viktigt att utrusta organisation för en förändring. Det är lätt att bara lägga fram ett beslut, men när alla redan har mycket att göra måste det anställas en person till för att kunna arbeta med AMS (Lindqvist, 2012). Rosén anser att Svenska Kraftnät borde anställa personer som är intresserade av metoden och som ser möjligheterna (Rosén, 2012). När Kvarnefalk var underhållschef var han mycket drivande inom AMS (Kvarnefalk, 2012). Det är viktigt att drivande personer inom AMS finns på rätt positioner.

17.9 Utformning av stationer

Det är av stor vikt att utforma stationer som möjliggöra arbeten med AMS (Kvarnefalk, 2012). Det finns en tendens idag att bygga stationer kompakt (Olsson, 2011). Även om det är svårt att bygga luftigt så finns det även andra enklare sätt att utforma stationer idag. Det kan exempelvis vara att vända på en komponent för att göra det lättare att komma åt. Idag beaktas denna fråga till viss del, exempel underlättats utformningen för frånslackning av brytare, dock tillämpas detta endast i liten omfattning idag. Att möjligheten finns bör uppmärksammas mer. Det finns klassiska jobb, topplina osv. men det skulle kunna gå att utföra andra jobb i stationer ex slacka från vissa brytare som det är fel på. Det är nu det ska undersökas och inte när det redan är klart och någon kommer på att AMS-underhåll hade varit möjligt (Lindqvist, 2012). Det är därför viktigt att redan i planeringsfasen fundera över upplägget på stationer och se till att de kan underlätta för AMS.

17.10 Satsa på små jobb

Flera länder har kommit långt inom AMS-området. Frankrike och USA är några länder som är framstående och utför avancerade arbeten på högre spänningsnivåer. Men att försöka komma upp till deras nivå, genom att hoppa över 50 års utveckling och ignorera skillnader i organisation, marknad och nät, är inte realistiskt. Men det betyder inte att Sverige inte kan utveckla AMS, men det måste göras på ett sätt som passar Sverige idag.

Det är vid underhållet som de små jobben finns och metoderna kan vara ganska enkla och därför fungera med AMS som metod (Kvarnefalk, 2012). Lindqvist menar att Svenska Kraftnät bör satsa på lågt hängande frukt, exempelvis köpa in en isolerad lift för att kunna utföra mycket enkla arbeten (Lindqvist, 2012). Engman menar att införandet av ett beslut att utveckla metoden måste presenteras på ett sätt som tilltalar Sveriges situation. Det måste föras in stegvis i organisationen och projekten, det går inte att börja på 400 kV på en gång utan ta det ”lättare” först. Det kan verka avskräckande när filmer från USA visas när montörer hissas ner från helikopter och därför är det viktigt att AMS blir presenterat på ett sätt som känns rimligt här i Sverige (Engman, 2011).

17.11 Kontroll av säkerhet

Svenska Kraftnät som innehavare ska stödja kontrollen av säkerheten genom besök på arbetsplatser. Det är deras skyldighet enligt lag, att de ska göra platsbesök, så entreprenörer får hjälp att påverka sina montörer (Lundqvist, 2011). Fortum har infört en policy att om entreprenörer vill ha uppdrag hos dem så ska de använda kompletterande isolation. De ska

vara kritiska med elsäkerhet och på så sätt skapa konkurrens mellan flera entreprenörer (Thomassen, 2011).

17.12 Kunskap

Det som skulle behövas för att AMS skulle bli mer aktuellt för Svenska Kraftnät är dels bättre kunskap och att det finns fungerande tillämpningar. I dagsläget blir det mer frågor än svar när AMS ska diskuteras (Engvall, 2012). Hittills har AMS inte diskuterats så mycket på Svenska Kraftnät och det har inte förekommit några direkta utbildningar om AMS. Rosén menar att det är viktigt att höja kompetensen även hos beställare. Oavsett om det är i ett utförarföretag eller ett förvaltarföretag borde medarbetarna ha hög kompetens. De måste inte gå en lika omfattande utbildning som montörer utan en grundutbildning anpassad för nätägare (Rosén, 2012). Tillfrågade på Svenska Kraftnät ställer sig positiva till en utbildning. Projektledarna har inte så mycket teknikstöd så det vore vettigt med mer information. Skulle en entreprenör tas in som teknikstöd i samband med projekt skulle det inte blir en objektiv upphandling (Persson, 2012).

Det är ofta okunskap om metoden som leder till skepticism och denna underliggande skepsis kanske går att nyansera genom en bra utbildning. De flesta på Svenska Kraftnät tror att det blir mer AMS i framtiden och skulle säkert vara intresserade av att veta mer (Lindqvist, 2012). Utöver en utbildning på Svenska Kraftnät finns det även andra forum för inhämtning av mer information i ämnet. Svenska Kraftnät bör följa teknikutveckling i världen inom AMS (Engman, 2011). ICOLIM är exempel på ett viktigt forum för inspiration och kontakter inom AMS (Kvarnefalk, 2012).

17.13 Underhållsavtal

Det har visat sig att det är viktigt med utformning av kravspecifikation inför projekt. Det måste ställas andra krav än pris för att ge AMS en chans mot AUS som vanligtvis blir en billigare metod. Det är även viktigt att vara tydlig i kravspecifikationen vad det är som önskas då detta inte går att ändra på i efterhand. De mest uppmärksammade AMS-projekten har varit de stora projekten på ledningar men det finns även andra arbeten som skulle gå att utföra på stationer, som är mindre och som kan göras av entreprenörer som redan har underhållsavtal på stationen. I fall där akuta åtgärder fordras för avhjälpande underhåll och det är svårt att få avbrott skulle det vara bra att kunna utföra underhållet med AMS. Då hade det varit praktiskt om underhållsentreprenörer som har avtal på stationerna behärskar AMS. När förvaltning tog fram de nya kraven för underhålls- upphandlingen fördes en diskussion om AMS skulle vara ett krav. Men eftersom alla entreprenörer inte hade samma kompetens avstod man från dessa krav med hänsyn till konkurrensförhållanden. De visste inte hur mycket AMS det skulle bli så visste de inte hur avgörande AMS-fråga var (Persson, 2012). Om detta skulle vara ett krav skulle det eventuellt kunna sätta press på entreprenörer att utbilda sig.

18 Diskussion och slutsatser

Syftet med detta examensarbete har varit att kartlägga förutsättningar för Svenska Kraftnät att i större utsträckning använda underhållsmetoden AMS.

Ett faktum är att det är svårt att få avbrott idag och det skulle kunna avhjälpas om AMS skulle användas. Eftersom avbrott inte har prissatts hittills har det dock inte funnits några ekonomiska incitament. I denna studie har några exempel lyfts fram hur ett avbrott på stamnätet skulle kunna värderas. Detta är inte någon genomarbetad modell utan mer ett exempel på hur det skulle kunna se ut vid värdering av avbrott. Studien visar ändå att det finns ett värde i att kunna undvika avbrott och därför torde det finnas ett intresse att använda AMS i större utsträckning på stamnätet. Studien har dock visat att AMS är en icke-fråga på Svenska Kraftnät. Det finns varken några förespråkare eller något tydligt motstånd inom verksamheten och ingen har tid att ta tag i frågan. Det har inte heller tagits något beslut på högre nivå huruvida det är en metod som de vill satsa på. Det kan visserligen utläsas av intervjuer att de flesta i verksamheten tror att en utveckling mot mer AMS är nödvändig, men det är mycket oklart hur detta ska ske. Det har tidigare gjorts mindre ansatser att undersöka förutsättningar för AMS genom AMS-gruppen, som tillsattes inför topplinebytet, samt en rapport som togs fram av STRI där förutsättningar utomlands jämfördes med nordiska förhållanden. Dessa ansatser har dessvärre inte givit något större genomslag. Denna rapport har tagits fram för att vara en generell kartläggning av branschen ur Svenska Kraftnäts perspektiv. Studien visar föga förvånande att Svenska Kraftnäts organisation har en stor betydelse för utveckling av AMS på stamnätet. Det som främst behövs för att AMS ska kunna utvecklas inom Svenska Kraftnät är:

- Tydliga beslut från ledningen
- En kunskapshöjning på företaget för att råda bot på skrönor
- Avgöra vem som ska ta beslut om metodval vid underhåll
- En person som ska fortsätta driva frågan genom hela organisationen och som har detta som sin främsta arbetsuppgift.

Svenska Kraftnät befinner sig just nu i startfasen inom AMS. I nuläget finns det en viss oklarhet i vem som egentligen bestämmer om det ska bli ett AMS-projekt på Svenska Kraftnät. Även om en del projekt har startats upp och lyckats är det mycket som behöver klaras upp innan metoden blir etablerad. Historien visar att det behövs eldsjälarna för förändring över huvud taget men också AMS. Det behövs alltid eldsjälarna i början, men ju fler som blir informerade desto mindre behövs eldsjälarna. I en förlängning, när en AMS-utveckling fortskridit, kommer metoden inte vara lika kontroversiell och det kommer vara klarare vem som ska ta beslut om metod. Då kommer fokus att behöva skiftas från ”om” till ”hur”. Det är vitalt att skapa och behålla bra relationer med entreprenörer och andra nätbolag. Men det är även viktigt att Svenska Kraftnät som beställare har kontroll på sin verksamhet. Det ultimata skulle vara en kombination av en förtroenderelation med entreprenörer och ett fungerande kontrollsystem för att garantera ett tillförlitligt säkerhetsarbete. Svenska Kraftnät bör verka för att upprätthålla en förtroendegivande ställning i Sverige, därför är det viktigt att ha kontroll över sin verksamhet, dels gentemot regeringen men också mot marknaden och svenska medborgarna. Om en olycka skulle ske på stamnätet blir Svenska Kraftnät ansvariga

och då måste organisationen kunna visa på att allt som gått att göra gjorts för att förebygga olyckan. Ett utvecklat samarbete med Norge inom denna fråga skulle kunna vara värdefullt inom några olika områden. Ett närmare samarbete med Statnett inom frågan skulle kunna generera i mer kunskap och nya idéer då Statnett gjort en del större AMS-projekt. Om Svenska Kraftnät även skulle ta in norska entreprenörer skulle det kunna främja konkurrens vilket i förlängningen skulle kunna leda till en AMS-utveckling inom Nordiska entreprenörföretag. Ett nordiskt samarbete skulle även kunna ge en ökad möjlighet att påverka vid diskussioner med EU.

I Rapporten har även nätägare på regionnivå intervjuats. Deras situation är mer pressad då de faller under energimarknadsinspektionens avbrottsregleringsmodell, och har därför tydligare ekonomiska incitament. Deras avbrott kan även leda till direkta kundavbrott. Detta har gjort att regionnätsföretagen har kommit längre inom AMS-utvecklingen än Svenska Kraftnät. Det kan även ha att göra med att regionnäten har lägre spänningsnivåer och det är lättare för montörer att utbilda sig för att arbeta på deras nät. Att regionnätsföretagen kommit längre inom AMS är något som Svenska Kraftnät kan dra nytta av. Om nätägarna på regionnivå beställer fler jobb så resulterar det i att det finns fler entreprenörer som är AMS-utbildade och därmed är steget inte lika stort till AMS på högspänning.

Omvärldsanalysen visade att det är svårt att direkt jämföra Sverige med något av de framstående länderna inom AMS. Ofta ser historien, förutsättningar både i avseende på nät och på samhällsstruktur annorlunda ut. Det som ändå kan utläsas av omvärldsanalysen är att förutsättningarna för att åstadkomma en ökad användning av arbetsmetoden torde förutsätta en medveten och omfattande satsning från beställarens sida. Beställaren har de finansiella förutsättningarna för utveckling, utbildning och framtagning av verktyg och utrustning. Det är helt klart att resten av världen är långt före Sverige inom AMS. Det borde därför vara i Svenska Kraftnäts intresse att följa utvecklingen i världen inom området och interagera mer med utländska AMS-användare. Sverige borde delta i den internationella konferensen ICOLIM och på så vis hålla sig uppdaterade inom AMS.

En förändring inom AMS på stamnätsnivå är inget som kan hastas fram. Det kommer ta tid, som det gjort i andra länder, men det är ingen omöjlighet. Men för att det ska vara möjligt måste de som motarbetar AMS få mindre plats i besluten. Thomassens kommentar att det är ingenjörer med 30 års erfarenhet som är problemet för AMS är oroväckande. Dessa personer har ofta makt att påverka flera i sin omgivning och kan bromsa metodens utveckling. Den främsta lösningen till detta problem tros vara utbildning. Om den generella kunskapsnivån om AMS höjs inom företaget finns det hopp om att fler kan tänka sig att bryta gamla mönster och ge AMS en ärlig chans. Men som det sagts tidigare, detta är inget som kan hastas fram. Det gäller att tänka långsiktigt och skynda långsamt för att få med hela organisationen i förändringen.

19 Förslag på vidare studier

Under studiens gång har vissa aspekter av AMS dykt upp som det inte finns utrymme att utveckla vidare. En av dessa är en vidare utveckling av den ekonomiska jämförbarhetsmodell av avbrott som påbörjats i denna studie. En utveckling av denna skulle kunna vara till hjälp när man ska värdera AMS mot AUS.

Ett annat förslag är att undersöka vilka delar av nätet som är mer kritiska och avbrottskänsliga. Dessa delar skulle kunna vara mer aktuella med AMS eftersom de spelar större roll vad gäller överföringskapaciteten.

Ett ytterligare förslag är att närmare undersöka Svenska Kraftnätets arbetsgång med AMS och se över vilka rutiner som finns kring detta eller som borde finnas. Ett exempel på undersökningsområde är det alarm om AMS som Drift centralen får.

Ett sista förslag på vidare studier är att se till framkanten inom AMS-teknologin. Det finns flera länder som utvecklar robotar för AMS-arbete och bland annat är Japan framstående.

20 Källförteckning

Litteratur

Andersson, 2006, Vattenfall *Investigation of Live Substation Work: Customer and market impact from live substation work on transmission and distribution level in Queensland, Australia compared to Sweden*

Axelsson & Lindström, 1992, *Hitta rätt med Kartlägg – modell för snabbfotad förändring med fötterna i verksamheten*, Studentlitteratur Lund

Dalen, 2008, *Intervju som metod*, första upplagan, Gleerups Utbildning AB, Malmö.

Larsson & Olsson, Elforsk, 2009, rapport 09:99, *Arbete i höga elektriska och magnetiska fält, luftledning 70 – 400 kV*

Laugier & Adam, 2009, paper-604, *Live working – the French experience*

Messing, Gothia power åt Elforsk, 2007, rapport 07:34, *Arbete med spänning, felbortkoppling*

Olsson & Andersson STRI, 2007, *Tekniska och ekonomiska förutsättningar för arbete med spänning för det nordiska stamnätet*, Ludvika

Svenska elektriska kommissionen, 2005, *Skötsel av elektriska anläggningar* utgåva 2

Schavemaker & van der Sluis, 2008, *electrical power system essentials*, Wiley, England

Shoemaker & Mack, 1970, *A lineman's and cableman's handbook*

Svensk Energi1: Svensk Energi, 2005, *ESA Arbete nära spänning*

Svensk Energi2: Svensk Energi, 2005, *ESA Grund*

Svensk Energi3: Svensk Energi, 1986, *AUS-handboken*

Wikström, 2007, Svenska Kraftnät, *Utkast rapport AMS*

Mailintervju

Ekman f.d Andersson J, 2011 16 november 2011, jekman@powerlink.com.au

Øksnes S, 2011, 9 november 2012 (ämnansvarig AUS, NTE Entreprise AS), stein.oeksnes@nte.no

Laugier, M 2011, 27 december 2011 RTE, michel.laugier@rte-france.com

Telefonintervju

Hans Dahlström, underhållsingenjör Svenska Kraftnät, 2012-02-09

Bengt Häggkvist, Elarbetsansvarig Vattenfall Services, 2011-11-22

Arne Lundqvist, AMS-ansvarig, Vattenfall services, 2012-01-24

Johan Svensson, chef på driftplanering, Svenska Kraftnät, 2012

Personliga intervjuer

Sorterade efter datum

Intervjuperson	Organisation	Roll	Datum
Sven- Olov Lång	Svensk Energi	AMS-handboken	2011-10-31
Göran Bergius	Svenska Kraftnät	Elsäkerhetsansvarig	2011-11-09
Anna Meder	Svenska Kraftnät	Projektledare	2011-11-11
Ida Dufva	Svenska Kraftnät	Projektledare	2011-11-11
Arne Lundqvist	Vattenfall Services	AMS-ansvarig	2011-11-14
Tore Gunnarsson	Sweco	Erfarenhet från AMS-genomförande	2011-11-16
Klas-Göran Sundvall	Elsäkerhetsverket	Standardisering	2011-11-18
Bengt Häggkvist	Vattenfall Services	Elarbetsansvarig	2011-11-22
Harald Thomassen	Fortum	AMS-mentor	2011-11-23
Göran Olsson	STRI	Elektriska och magnetiska fält	2011-11-28
Roger Kearsley	Svenska Kraftnät	Marknad	2011-12-06
P-O Engman	Svenska Kraftnät	Underhållsingenjör	2011-12-07
Göran Brofeldt	Svenska Kraftnät	Underhållsingenjör	2011-12-07
Carl Barlev	Infratek Norge	AMS-ansvarig på Infratek	2011-12-12
Kjell Ödegård	Hafslunds Nett	Styrelseledamot i Energi Norges AUS-grupp	2011-12-13
Jens Holene	Hafslunds Nett	Investeringsprojekt	2011-12-13
Elisabet Aske	Statnett	AMS-projektledare	2011-12-13
Björnar Brattbakk	Energi Norge	Standarder och normer	2011-12-14
Sven Rosén	Eltel Networks Sverige	AMS-ingenjör	2012-01-04
Rosmarie Claesson	Svenska Kraftnät	Kontrollanläggningar	2012-01-10
Tommie Lindqvist	Svenska Kraftnät	Teknikstöd	2012-01-10

Christer Bäck	Svenska Kraftnät	Balanstjänst, mothandel	2012-01-11
Mikael Engvall	Svenska Kraftnät	Chef Anläggningar	2012-01-12
Olof Selin	Svenska Kraftnät	Nätutveckling	2012-01-12
Anders Wårlin	Svenska Kraftnät	Driftplanering	2012-01-16
Rikard Persson	Svenska Kraftnät	Enhetschef förvaltning	2012-01-16
Malin Werner	Svenska Kraftnät	Kommunikationsdirektör	2012-01-17
Per Kvarnefalk	Svenska Kraftnät	Chef Nätutbyggnad	2012-01-17

Föreläsning

Bergqvist, M 2011 Föreläsning 2, Elektriska nätet som system, 2011-09-09

Internetsidor

U.S. Department of Energy, 2002,(DOE), *National transmission grid study*,
<http://www.ferc.gov/industries/electric/gen-info/transmission-grid.pdf>, 2012-02-22

Utsikt Nät AB, helägt dotterbolag till Tekniska Verken i Linköping AB, 2012-02-22,
http://www.utsikt.se/utsikt/elnat/sa_fungerar_elmarknaden/elens_vag_hem_till_dig/

Svenska Kraftnäts hemsida

SvK1: <http://www.svk.se/Energimarknaden/El/Stamnatet/>

SvK2: http://www.svk.se/PageFiles/43449/SvK_arsredovisning2010WebbUppslag.pdf

SvK3: <http://www.svk.se/Om-oss/Var-verksamhet/Stamnatet/>

SvK4: <http://www.svk.se/Energimarknaden/El/Stamnatet/Flaskhalshantering/>

SvK5: <http://www.svk.se/Energimarknaden/El/Elomraden/>

SvK6: http://www.svk.se/Global/02_Press_Info/Pdf/Faktablad/faktablad_kort_om.pdf

SvK7: <http://www.svk.se/Om-oss/>

SvK8 <http://www.svk.se/Om-oss/Organisation/>

SvK9<http://www.svk.se/Om-oss/Var-verksamhet/Systemansvar--/>

SvK10, <http://www.svk.se/Energimarknaden/El/Elomraden/> 2012-02-22

SvK11, <http://www.svk.se/Publicerat/Faktablad/elomraden>, 2012-02-22

SvK12: <http://www.svk.se/Energimarknaden/El/Kraftsystemet/>

Svenska Kraftnäts intranät

SvKI1: Regeringsbeslut, (2009) *Mål för driftsäkerhet på stamnätet*
<http://info.svk.local/Avdelningar/Drift1/Systemdriftavtal/>, 2012-02-22

SvKI2: <http://info.svk.local/sidor/UH-rutiner/Arbetsmoment/516-Person--och-driftsakerhet/>, 2012-02-22

SvKI3: <http://info.svk.local/Aktuellt/Nyheter--Press/Allmanna/Drift-och-underhallsavtal-basunderhall-ar-nu-undertecknade-for-aren-2011->, 2012-02-22

Quanta Energized services, 2012-02-22,
<http://www.quantaservices.com/entities/electricpower/Pages/QuantaEnergizedServices.aspx>

Center for Energy, 2012-02-22
<http://www.centreforenergy.com/AboutEnergy/Electricity/Transmission/Overview.asp?page=6>

RTE, Franska TSO:n

Chenu & de Villèle, 2011, RTE & UFE, 2011 *Transparency of the French Electricity Market, Results and innovations*

RTE , 2010, *Activity report 2010*, http://www.rte-france.com/uploads/Mediatheque_docs/Presentation_RTE/Rapport_activite/2010/An/RA_RTE_2010_RA_web_UK.pdf

Fortum, 2012-02-22 <http://www.fortum.com/en/corporation/frequently-asked-questions/pages/default.aspx>

Statnett 2012-02-22
http://www.statnett.no/Documents/Om_Statnett/Finans/%c3%85rsrapporter/Statnett%20%c3%85rsrapport%202010%20NORSK%20-%20ENDELIG%20OG%20OFFENTLIGGJORT%2020110406.pdf

Energi Norges hemsida 2012-02-22

<http://www.energinorge.no/omenerginorge/>

STF 2012-02-22

STF1: http://www.stf.se/stf_utbildningsforetag/

STF2: http://www.stf.se/Global/Kurskatalog%202011_webb.pdf

Nordicnet, 2012-02-22

<http://www.nordicnet.se/foretag/Vattenfall-Services-Nordic-AB/122187/>

Eltel Networks , 2012-02-22

<http://www.EltelNetworks.com/sv/Svenska/Nyheter/Eltel-skriver-tva-nya-avtal-med-Fortum/>

Infratek , 2012-02-22,

Infratek1: <http://infratek.se/omoss/>

Infratek2: <http://infratek.se/organisation/>

Sweco, 2012-02-22

<http://www.sweco.se/sv/Sweden/Om-Sweco/>

Elsäkerhetsverket

Elsäkerhetsverket1: <http://www.elsakerhetsverket.se/sv/Lag-och-ratt/>, 2012-02-22

Elsäkerhetsverket2: <http://www.elsakerhetsverket.se/sv/Lag-och-ratt/Radsforordningarochdirektiv/>, 2012-02-22

Elsäkerhetsverket3: Elsäkerhetsverket, 2010, *Rapport elolyckor 2010*

Europeiska kommittén för standardisering, 2012-02-22

www.cen.eu

Arbetsmiljöverket

Arbetsmiljöverket 1: http://www.av.se/dokument/publikationer/adi/adi_477.pdf, 2012-02-22

Arbetsmiljöverket 2: <http://www.av.se/Aktuellt/kunskapsoversikt/sakerhetskultur/> 2012-02-22

ABB 2012-02-22

<http://www.abb.se/cawp/seabb361/2d15bfc06420a186c12572510030282c.aspx>

Utbildning.se, portal för kompetensutveckling, 2012-02-22

http://www.utbildning.se/Relaeskydd_I_grundkurs_153017.htm

Energimarknadsinspektionen, 2012-02-22

EI1: http://www.ei.se/upload/Tillsyn/Ex%20ante%20eln%C3%A4t/SOU_2007__99.pdf,

EI2: <http://www.ei.se/For-press/Pressmeddelanden/EI-ser-positivt-pa-forslaget-att-Sverige-delas-in-i-fyra-elprisomraden/>, 2009-10-20

Svensk Energi, 2012-02-22

Svensk Energi4: <http://www.svenskenergi.se/sv/Aktuellt/Nyheter/Elomraden-infors-for-att-pa-sikt-byggas-bort/>, 2012, 02-23

Svensk Energi5:

<http://www.svenskenergi.se/upload/N%C3%A4tverket/Rapport%20%20OPEX%20.pdf>, 2012-02-23

Svensk Energi6:

<http://www.energinorge.no/getfile.php/FILER/KALENDER/Foredrag%202010/AUS-semiar%202010/Dag%202%20-%200900%20L%E5ng.pdf>, 2012-02-23

Cisionwire, nyhetsportal, 2012-02-22 <http://www.cisionwire.se/skanska-energi-ab/r/stort-behov-att-utreda-konsekvenserna-av-elomraden,c9201469>

Nordpool spot

<http://nordpoolspot.com/>, 2012-02-22

Energinet

<http://www.energinet.dk/DA/El/Engrosmarked/Udtraek-af-markedsdata/Sider/default.aspx>,
2012-02-22

21 Bilaga 1 Organisation

Avdelningar som primärt berörs av en AMS-utveckling

I detta avsnitt kommer de avdelningar som främst berörs av AMS att förtydligas för att öka förståelsen kring studien.

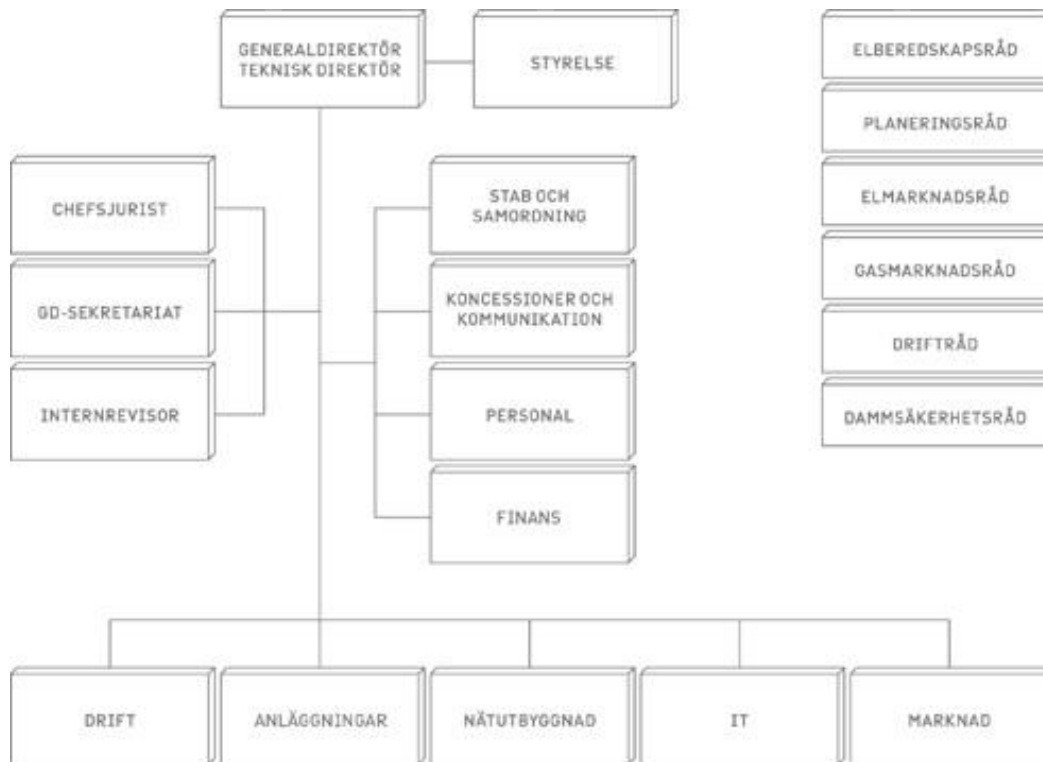


Bild 1: Organisationsschema Svenska Kraftnät (källa: <http://www.svk.se/Om-oss/Organisation/>)

Drift

Driftplanering ansvarar för planering av nätdriften. Enheten består i huvudsak av avbrottshantering, nätanalys, kapacitetsbestämning, driftorder (skriftlig förebild för kopplingar), driftinstruktioner och driftsäkerhetsfrågor. *Balans tjänsten* är en annan enhet på driften och de ansvarar för att kraftbalansen i landet upprätthålls på kort sikt, alltså den automatiskt verkställande (inom 30 sekunder) reglering mellan tillförsel och förbrukning som håller elnätets frekvens på 50 Hz. De har även uppgiften att upprätthålla krav på reglerstyrka och störningsreserv. *Driftcentralen* är en enhet som är bemannad dygnet runt som bland annat hanterar spänningsreglering på nätet, kopplingar i nätet, fränkoppling av anläggningsdelar vid underhållsjobb och återuppbyggnad efter störning på stamnätet, larmhantering och styrning av HVDC-länkar. Enheten utbildning och utveckling ansvarar för intern och extern driftutbildning, driftrelaterade elberedskapsåtgärder samt krishantering (<http://info.svk.local/Avdelningar/Drift1/Organisation/>).

Anläggningar

Enheten *Nätutveckling* har bl.a. ansvaret för investeringar i stamnätet, bedömer kapacitetsgränser och kapacitetsbehov genom systemanalyser samt utför kraftbalansanalyser (<http://info.svk.local/Avdelningar/Natteknik/Organisation/Natutveckling/>). *Nätförvaltning* ansvarar för underhåll av stationer och ledningar i stamnätet. Inom detta område ingår bland annat även fastighetsförvaltning, investeringsbeslut för reinvesteringar och ansvar för anläggningsdokumentation (gör inte enheten anläggningsdokumentation det?). (<http://info.svk.local/Avdelningar/Natteknik/Organisation/Forvaltning/>) Enheten *Skyddssystem och nätdata* ansvarar för att stödja utrednings-, projekt- och underhållsverksamheten med teknisk kompetens och resurser. De stödjer även underhållsverksamheten och Driftavdelningen genom att analysera inträffade störningar, bl.a. genom fellägesbestämningar (<http://info.svk.local/Avdelningar/Natteknik/Organisation/Kontrollanlaggning/>).

Nätutbyggnad

Nätutbyggnads uppdrag är att driva anläggningsprojekt på ett kvalitetssäkrat och effektivt sätt samt att se till att rätt tekniska krav ställs på SvK:s anläggningar. Enheterna *Stationer* och *Ledningar* ansvarar för projekt som rör investering och beredskap. De arbetar bland annat med förstudier, projektledning och projektutveckling (<http://info.svk.local/Avdelningar/N2/Organisation/Investering/>). Enheten *Teknik* ansvarar för tekniskt stöd till utredningar, projekt och underhållsverksamhet samt för avdelningens forskning och utveckling. *Kontrollanläggning* ansvarar för att stödja utrednings-, projekt- och underhållsverksamheten med kompetens inom reläskydd- och kontrollanläggningsområdet (<http://info.svk.local/Avdelningar/N2/Vad-gor-vi/>).

Marknad

Avdelningen Marknads uppgift är att främja en öppen, fri svensk, nordisk och europeisk el- och naturgasmarknad. *Enheten Marknadsdesign* ansvarar för analyser, utredningar och utveckling av regelverk för att säkra en fungerande internationell och nationell marknad. *Marknadsstöd* ansvarar för administration av avtal med kunder, exempelvis nätägaravtal, balansansvarsavtal och nyttjandeavtal. De arbetar även med avräkning som innebär beräkning av en aktörs åtaganden när det gäller volymer och kostnader baserat på ett på förhand avtalat avräkningspris (<http://www.svk.se/general/Modulen-Genvagar/Faq/?l=A>). De ser även över tarifferna på stamnätet och utlandsförbindelser samt handlar upp el för att täcka överföringsförluster. Enheten ansvarar också för framtagning av fakturaunderlag för balanstjänst (el och naturgas), stamnät, Ediel⁴ (<http://info.svk.local/Avdelningar/Marknad/Organisation/>) och elcertifikat (<http://info.svk.local/Avdelningar/Marknad/>).

⁴ Ediel är el- och naturgasbranschens EDI-system (Electronic Data Interchange) som används för elektroniskt informationsutbyte mellan aktörerna på den nordiska energimarknaden. Här hanteras all information som inte sker i realtid, exempelvis rapportering av mätvärden och handelsvärden. (<http://www.svk.se/Energimarknaden/El/Ediel/>)