

Elavbrott i Akalla - Kista

ER2005:14

Böcker och rapporter utgivna av Statens
energimyndighet kan beställas från
Energimyndighetens förlag.
Orderfax: 016-544 22 59
e-post: forlaget@stem.se

© Statens energimyndighet
Upplaga: 150 ex

ER 2005:14

ISSN 1403-1892

Förord

Energimyndigheten har låtit genomföra en studie av en serie strömavbrott i nordvästra Storstockholm, dess orsaker, konsekvenser och vidtagna åtgärder både av nätägaren och av större kunder. Studien syftar till att ge en helhetsbild av händelserna och att identifiera likheter och särdrag. Vidare är det viktigt att undersöka vilka lärdomar som har dragits och kan dras av de inträffade händelserna.

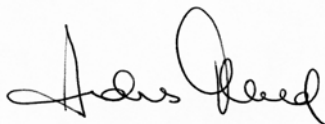
Energimyndighetens motiv till att låta genomföra denna studie är att söka förklaringar till de inträffade händelserna, vilka i förebyggande syfte kan utnyttjas i andra sammanhang. Slutsatserna från denna studie skulle kunna användas för att minska sannolikheten för, eller eliminera, ett upprepande inom detta område eller att förhindra att det inträffar på någon annan plats.

Studien försöker besvara följande tre huvudfrågor:

1. Vilka är orsakerna till de inträffade strömavbrotten? Finns det någon gemensam förklaringsgrund? Vilka likheter och särdrag kan identifieras? Såväl rent tekniska orsaker, orsaker som kan hänföras till underhåll, som organisatoriska orsaker ska undersökas.
2. Vilka åtgärder har vidtagits av nätägaren, abonnenter och lokala myndigheter med anledning av händelserna, inte bara åtgärder för att återställa funktionen utan även för att förhindra eller minska sannolikheten för ett återupprepande? Åtgärderna kan vara såväl tekniska, organisatoriska som ändrade rutiner i avsikt att förbättra det förebyggande riskarbetet.
3. Vilka blev konsekvenserna av störningarna på kort och lång sikt? Här avses att kortfattat spegla de tekniska och ekonomiska konsekvenserna. De akuta händelserna, som har beskrivits i tidigare studier och av media, sammanfattas och kompletteras med eventuellt kvardröjande effekter från tidigare händelser.

Arbetet är utfört av ÅF-Process AB på uppdrag av och i samarbete med Energimyndigheten.

Eskilstuna 2005-03-31



Andres Muld
Avdelningschef
Avdelningen för hållbar
energianvändning



Maria Malmkvist
Enhetschef
Avdelningen för hållbar
energianvändning

Innehåll

Sammanfattning	7
1 Inledning	11
2 Tidigare strömavbrott inom Akalla - Kista	15
2.1 Avbrottsrapporter	15
2.2 Analys av avbrott	16
2.3 Akut berörda abonnenter	17
2.4 Tidpunkt för avbrotten och avbrottens längd.....	17
2.5 Orsaker till avbrott	19
3 Analys av händelserna	23
3.1 Redovisade orsaker	23
3.1.1 Kabelfel.....	24
3.1.2 Kabelbränder.....	24
3.1.3 Grävfel	26
3.1.4 Handhavandefel	27
3.1.5 Övriga tekniska fel.....	27
3.1.6 Okända orsaker	27
3.1.7 Organisatoriska eller administrativa faktorer	27
3.2 Sammanfattning av möjliga förklaringar	30
3.2.1 Kabelbranden 2001-03-11	30
3.2.2 Kabelbranden 2002-05-29	30
Övriga avbrott i området.....	31
3.3 Elkvalitet	31
3.4 Förebyggande åtgärder från Fortums sida	32
3.5 Riskanalyser.....	33
4 Konsekvenser för kunder i området	35
4.1 Verksamheter inom området.....	35
4.2 Konsekvenser för näringslivet	36
4.3 Konsekvenser för de boende.....	37
4.4 Konsekvenser för kommunal service.....	37
4.5 Infrastruktur	38
4.5.1 Tunnelbanetrafiken	38
4.5.2 Vatten- och avloppsförsörjning	39
4.5.3 Övrig kommunikation.....	39
4.5.4 Vård och omsorg.....	39
4.6 Åtgärder	40
4.6.1 Åtgärder hos företagen.....	40
4.6.2 Reservkraft.....	41
4.7 Information från Fortum vid elavbrott.....	41
Information om vidtagna åtgärder	42

4.8	Omedelbara konsekvenser av strömavbrotten	42
4.9	Konsekvenser på längre sikt	44
5	Slutsatser	45
5.1	Analys av möjliga problem.....	45
5.2	Analys och åtgärder	45
5.3	Beredskap inför möjliga händelser	46
5.4	Behovet av omedelbar information.....	46
5.5	Information om driftstörningen och vidtagna åtgärder.....	47
5.6	Konsekvenser vid förändringar.....	48
6	Referenser	49
6.1	Intervjuer.....	50
Bilaga 1	Problemdefinitioner	51
Bilaga 2	Identiering av orsaker till avbrott	57
Bilaga 3	Sammanfattning av förklaringshypoteser	59
Bilaga 4	Sammanställning av åtgärder som vidtagits och när de genomfördes	61

Sammanfattning

Bakgrund och syfte

Akalla-Kistaområdet har kommit att framstå som ett område som drabbas av återkommande strömavbrott. Området har råkat ut för två omfattande och långvariga strömavbrott, vilka har kommit att prägla uppfattningen.

Energimyndigheten har velat få belyst om det ligger något bakom det missnöje som finns i området. Denna studie syftar till att belysa vad som har inträffat, varför det inträffade samt vilka konsekvenser avbrotten har fått.

Akalla-Kista är inte mer drabbat än andra

Bilden av Akalla-Kistaområdet, som speciellt drabbats av strömavbrott, behöver modifieras. Vid en jämförelse med Stockholm som helhet och även andra jämförbara tätortsområden i Sverige framstår inte Akalla-Kista som speciellt drabbat vad gäller *antalet* driftstörningar. Två omfattande strömavbrott inträffade dock under 2001 och 2002. De drabbade ett stort område och varade cirka 1½ till 2½ dygn. Den mediala effekten förstärktes av att fyra av landets största tidningar drabbades.

Orsaker till fel

De dominerande orsakerna till avbrott i området är fel på 11 kV¹-kabelnätet. Ett fel på detta nät medför normalt ett relativt kort avbrott för ett begränsat område som till exempel ett kvarter.

Komplexa orsakssamband, som samverkan mellan kabelfel och det förhållandet att kablar för flera spänningsnivåer samförlagts i tunnel, resulterade i brand och skador som fick omfattande konsekvenser och som tog lång tid att reparera. Försörjningen av station Hägerstalund sker via tre separata kabelförband, vilka olyckligtvis var förlagda i samma tunnel. Det medförde att värdet av reservkablarna reducerades helt.

Samförläggning av kablar i tunnlar är ett brukligt förfarande inom Stockholmsområdet. Övriga områden som är försörjda via samförlagda kablar har dock inte drabbats av lika omfattande elavbrott som Akalla-Kista. Vissa åtgärder efter de stora avbrotten 2001 och 2002 (liksom efter två händelser 1995) kunde ha vidtagits tidigare. Det gäller till exempel åtgärder för att separera och skydda kablar och byte av massakablar för 11 kV. På så sätt hade ett eller flera av de senare avbrotten kunnat undvikas. Det finns däremot inte stöd för uppfattningen att nätet på Järvafältet är underdimensionerat eller att det skulle finnas kvalitetsfel i nätet.

¹ 11 kV eller 11 kilovolt avser spänningen till transformatorkiosker inom kvarter.

Konsekvenser

Området har cirka 65 000 boende och 30 000 arbetsplatser. Eftersom i princip all ordinarie verksamhet avstannar så länge ett elavbrott varar, blev konsekvenserna av de två stora avbrotten under 2001 och 2002 omfattande för både företag och boende i området. För några av de större företagen har kostnaderna för uteblivet arbete uppskattats till flera miljoner kronor. Många verksamheter har sett över och investerat i avbrottsfri strömförsörjning till de viktigaste funktionerna i verksamheten. Betydligt färre företag har investerat i avbrottsfri reservkraft för att kunna upprätthålla all verksamhet även under ett långvarigt avbrott.

De två stora avbrotten under 2001 och 2002 visade att de kommunala förvaltningarna och bolagen var relativt väl förberedda för att kunna hantera omfattande elavbrott, mycket beroende på arbetet som bedrivits inför millennieskiftet. Viktiga funktioner, som vatten- och avloppsförsörjning och tunnelbanetrafik, fungerade förhållandevis bra tack vare tillgång till reservkraft respektive reservmatning av el. Såväl det fasta som mobila telefonnätet drabbades dock av störningar som orsakade problem med kommunikationen inom samt till och från området.

Avbrotten har lett till att verksamheter i området idag har en hög beredskap för elavbrott. Man har testat såväl beredskapsplaner som reservkraft och system för avbrottsfri strömförsörjning, så kallat UPS²-system och kunnat upptäcka och åtgärda eventuella brister.

Åtgärder som vidtagits av Fortum

Fortum har vidtagit ett antal åtgärder som rimligtvis utesluter ett upprepande av de tidigare händelserna. En viktig åtgärd är att matningen till Hägerstalsstationen numera sker via tre separerade kabelsystem (inte samförslagda i tunneln). Enligt de krafttekniker som deltagit i utredningen är inte området idag mer känsligt för elavbrott än andra områden i Stockholm. Andra exempel på åtgärder är byte av nätstationer och ändrad koppling i nätstationerna för att förhindra bakmatning vid kabelfel, förstärkt brandövervakning och omskarvning av skarvar.

Kundens ansvar

Även om strävan ska vara att minska risken för störningar till ett minimum, måste till slut kunden överväga om det finns behov av egna åtgärder för att säkra viktiga funktioner i den egna verksamheten. Man abonnerar inte på avbrottsfri el. Många företag har därför egen utrustning för att säkra exempelvis avbrottsfri datordrift under viss tid. Ofta handlar det om att kunna avsluta pågående arbete utan att förlora data. Vissa företag har skaffat egen utrustning för att kunna fortsätta driften oberoende av det yttre nätet.

Nivån på säkerhetsåtgärderna bör diskuteras med nätbolaget men även med andra kunder för att klarlägga om det finns samordningsmöjligheter.

² Uninterrupted Power Supply

Slutsatser av allmängiltig karaktär

Erfarenheterna av elavbrotten i Akalla-Kista visar på vikten av att nätföretagen konsekvent och systematiskt använder sig av problemanalyser, dels för att identifiera möjliga orsaker till driftstörningar och dels ta fram beslutunderlag till ledningen för åtgärder för att förhindra framtida elavbrott. En annan slutsats är vikten av att ge information i samband med elavbrott, dels under ett avbrott men också om åtgärder som görs för att förhindra framtida elavbrott.

- **Analys av möjliga problem – vad kan gå fel?**

Analys av möjliga problem (riskanalys) bör vara ett naturligt inslag i all planering inför nyinvesteringar. En sådan analys, i samband med att en samförläggning i tunnel planeras, hade visat på möjliga orsaker till fel som riskerade att få oacceptabla konsekvenser. De tre alternativa kablarna borde inte ha placerats tillsammans i tunneln utan att andra åtgärder hade vidtagits. Kablarna hade exempelvis kunnat förläggas i kanaler av betong, varigenom risken för brand hade kunnat elimineras eller åtminstone reduceras kraftigt. Någon av kablarna borde redan i utgångsläget ha fått en alternativ sträckning.

- **Analys av en inträffad händelse**

Efter en inträffad händelse är det nödvändigt att genomföra en analys av den inträffade händelsen, dess orsaker och konsekvenser samt vilka åtgärder som kan vidtas. Det är då viktigt att söka klarhet i vilka åtgärder som kan eliminera risken för ett upprepande, minska sannolikheten för ett upprepande och slutligen hur konsekvenserna av en liknande händelse kan reduceras. För att ta fram beslutsunderlag till ledningen för åtgärder som ökar leveranssäkerheten bör problemanalyser användas konsekvent och systematiskt. Det är sedan nätbolagsledningens uppgift att väga den ökade säkerheten mot de kostnader som åtgärderna medför. Redan efter den första branden borde riskerna med samförläggning ha varit uppenbara och åtgärder ha vidtagits som förhindrat ett upprepande. De första bränderna borde ha resulterat i konkreta åtgärdsplaner med tidsatta åtgärder.

- **Information när en händelse inträffar**

Allmänheten måste återkommande informeras via framför allt radio, speciellt lokalradio, men även television. Informationen kräver samverkan mellan nätföretaget, kommunen och räddningstjänsten.

Det är vidare nödvändigt att information till viktiga kunder såsom kommuner, stadsdelsförvaltningar och viktiga företag kan sändas ut så snart som möjligt. Distributionen bör ske på ett sätt som gör att nätbolaget kan vara generöst med antalet primära mottagare av informationen. Det bör vara möjligt att åstadkomma via exempelvis grupp-SMS utan att nämnvärt belasta driftcentralens personal. Det är eftersträvänsvärt att informationen kan sändas till flera mottagare inom kundernas organisation. På så sätt kan informationsmissar undvikas. I Akalla-Kista har många företag framfört kritik mot bristfällig information från Fortum vid elavbrott. Denna brist har ökat missnöjet med Fortum som nätägare.

- **Information om vidtagna åtgärder**

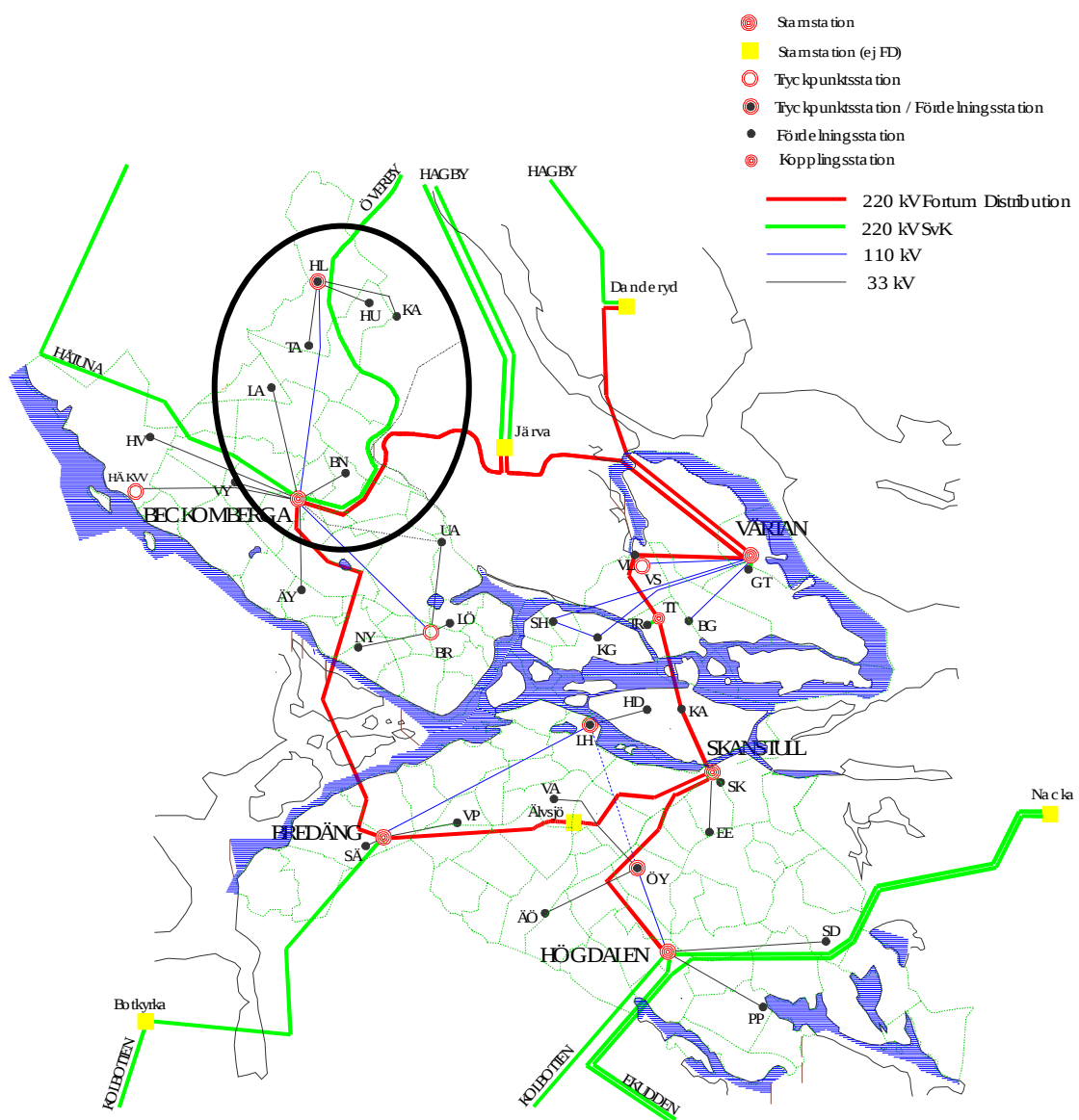
Efter en allvarlig driftstörning är det viktigt att företaget når ut med information om vad som hänt och framför allt med vad som gjorts för att förhindra ett upprepande. Denna information bör upprepas i takt med att beslutade åtgärder verkställs. Viktiga kunder bör besökas. Stor öppenhet är att rekommendera för att förtroendet ska kunna återställas. I Akalla-Kista finns ett stort misstroende mot Fortum som nätföretag, vilket till stor del är kopplat till att de flesta företag inte har fått tillräcklig information om vilka åtgärder som Fortum har vidtagit för att öka leveranssäkerheten. Samtliga kontaktade företag hade uppfattningen att Fortum inte vidtagit tillräckliga åtgärder.

- **Konsekvenser av förändringar**

Avregleringen av elmarknaden har lett till stora förändringar inom nätföretagen. Många har genomgått förändringar i arbetssätt och organisation, till exempel genom outsourcing av service och underhåll. Dessa förändringar riskerar att kontinuiteten i verksamheten blir lidande. Vidare kan en pressad ekonomisk situation på grund av företagsinköp och där avkastningskraven är i fokus medföra en senareläggning av reinvesteringar som inte upplevs som nödvändiga av alla. Det finns en risk att ett planerat underhåll i varierande omfattning övergår i ett händelsestyrt underhåll (behovsstyrt underhåll).

1 Inledning

Sverige hade länge varit förskonat från strömavbrott som har fått konsekvenser för stora delar av Sverige. Strömavbrottet i Sydsverige hösten 2003 blev därför en väckarklocka, som resulterade i ett förnyat intresse för det moderna samhällets sårbarhet. Det senast föregående tillfället Sverige drabbades av ett stort strömavbrott var 1983. Stockholmsområdet har drabbats av besvärande strömavbrott i samband med kabelbränder i tunnlar våren 1974 och våren 1989. Vid båda tillfällena uppstod ett fel på en 33 kV-kabel, vilket drabbade stadsdelarna Värtan respektive Kungsholmen.



Figur 1 Karta över Fortums Distributionsnät i Stockholm. Den ovala markeringen visar det berörda området. Källa: Fortum.

Omfattande lokala strömavbrott har på senare år varit återkommande nyhets-händelser i samband med höststormar och snöoväder. Dessa strömavbrott har framför allt varit skogsbygds- eller glesbygdsproblem och ofta kunnat härledas till besvärliga väderförhållanden i kombination med en eftersatt rójning längs ledningsgator. Åtgärder som kraftigt kan minska risken för fel innefattar rójning längs ledningsgator och byte till isolerade luftledningar. Båda åtgärderna genomförs, de är kostsamma men nödvändiga i ett allt mer elberoende samhälle. Boende i skogsbygder har fått vänja sig vid risken att bli utan el i samband med oväder och har ofta en beredskap för detta.

För boende i tätorter har inte samma problem uppstått då eldistributionen normalt sker via jordförlagd kabel eller via isolerade luftledningar. Möjligheterna till en utbyggd beredskap är dessutom små. Därför blir reaktionerna kraftiga då man drabbas av långvariga strömavbrott.

Akalla–Kistaområdet har de senaste åren drabbats av två stora elavbrott, vilka har fått stor uppmärksamhet. Det har i sin tur ökat medvetenheten och den upplevda känsligheten hos kunderna, abonnenterna, för alla störningar. De områden som berörs av denna utredning är alla belägna på Järvafältet: Akalla-Husby-Kista-Rinkeby-Tensta. I figur 1 har området och de fördelningsstationer som berörs markerats. Berörda fördelningsstationer är följande:

Beckomberga, varifrån området får sin el via 110 kV-kablar till **Hägerstalund (HL)**, varifrån 33 kV-kablar går till stationerna **Husby (HU)**, **Kista (KA)** och **Tensta (TA)**.

Från de senare leds 11 kV-kablar ut till nätstationerna, ”transformator-kiosker” i kvarteren.

Fel på ledningarna till Hägerstalund och stationen Hägerstalund drabbar hela stadsdelen, medan fel till eller i stationerna Husby, Kista eller Tensta drabbar delar av området. Fel i nätstationerna berör begränsade områden som ”kvarter”.

Tekniska fel kan aldrig helt undvikas. Strävan är dock att minimera sårbarheten och att förse näten med reservkapacitet (redundans³) så att enskilda händelser inte ska få ödesdigra konsekvenser. Det svenska högspänningsnätet är utformat och driftsplanerat så att en enskild händelse inte ska riskera elförsörjningen för stora delar av landet (N-1-strategin)⁴. Regionala nät har konstruerats efter i stort sett samma riktlinjer.

Samverkande faktorer kan dock leda till komplexa fel som kan få omfattande konsekvenser. Det går inte att helt gardera sig mot komplexa fel. Ett exempel på ett sådant fel kan vara kombinationen av tekniskt fel, besvärliga väderförhållanden

³ Redundans, reservkapacitet, överkapacitet.

⁴ Driftsplaneringen utgår från att elleveranserna ska kunna bibehållas även om en betydande komponent i nätet faller ifrån. Inom 15 minuter ska åtgärder ha vidtagits så att man åter når den ursprungliga säkerheten.

och handhavandefel. Den senare bidragande orsaken kan vara informationsbrist eller felbedömning av tillgänglig information.

På det lokala planet, 11 kV, finns det i stora delar av landet inte de reserver som krävs, exempelvis möjligheten att försörja området via två oberoende ledningar för att det lokala nätet ska ha samma feltolerans som det nationella nätet har. Abonnten drabbas av ett kortvarigt avbrott (<1 tim) tills manuell omkoppling har skett.

Tabell 1 visar en sammanställning där data för olika nätbolag jämförs⁵. Fortum Stockholm avviker på intet sätt negativt från Företag A till C, vilka representerar koncessionsområden omfattande tätorter. Företag D och E, vilka representerar skogsbygder, avviker framför allt vad gäller avbrottstiderna. Förklaringen är att långa strömbavbrott ofta drabbar områdena i samband med kraftiga höststormar och snöoväder.

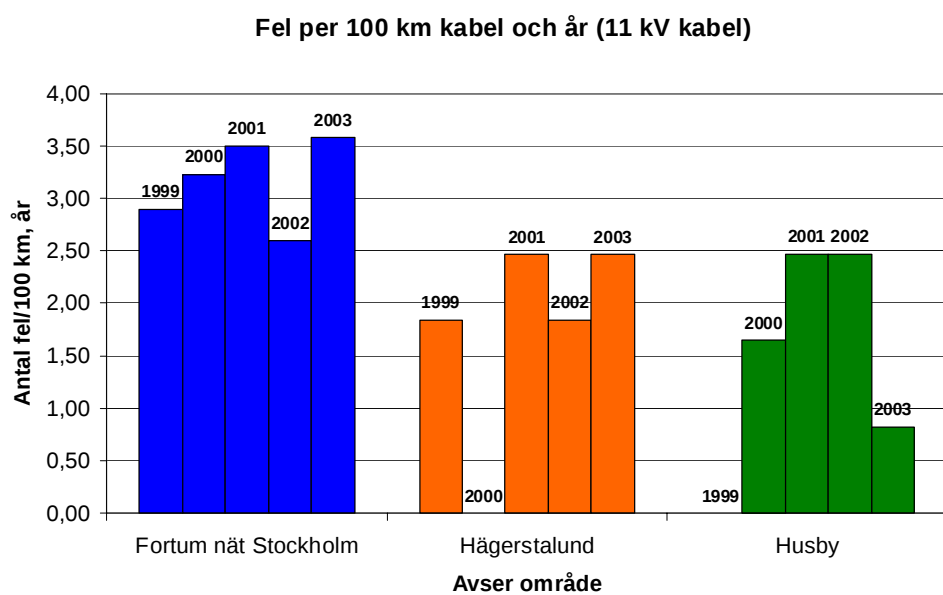
	Avbrottsfrekvens fördelad på oaviserade avbrott					Medelavbrottstid fördelad på oaviserade				
	2003	2002	2001	2000	1999	2003	2002	2001	2000	1999
Fortum Sthlm	0,27	0,22	0,28	0,54	0,13	25,5	13,7	12,0	11,0	7,0
Företag A	0,61	0,22	0,15	0,32	0,31	33,3	32,3	24,6	10,2	20,8
Företag B	0,40	0,59	0,35	0,23	0,27	21,4	17,1	11,4	8,0	11,0
Företag C		0,36	0,21	0,05	0,30		8,6	5,1	6,9	10,3
Företag D	1,36	1,30	1,80	1,48	0,31	169	100	1068	193	220
Företag E	2,74	0,35	2,37	2,37	3,42	814	201	315	287	772
Medelvärde	1,45	0,99	1,13	0,93	1,43	98,1	87,3	142,5	81,1	142
Kvartil 1	0,25	0,27	0,26	0,20	0,21	17,5	17,0	17,5	14,9	19,0
Median	0,62	0,58	0,68	0,60	0,61	44,7	48,0	54,3	45,0	60,0
Kvartil 3	1,29	1,28	1,51	1,29	1,41	124	102	132	110	158

Tabell 1 Jämförelse av avbrottsfrekvens (per år och abonnent) och medelavbrottstid för några olika nätföretag (minuter per abonnent). Källa: Energimyndigheten, tekniska nätdata.

I figur 2 redovisas registrerade fel på 11 kV-näten under perioden 1999-2003, dels för hela Stockholm, dels för områdena Hägerstalund och Husby. Uppgifterna är inte direkt jämförbara med dagens nätindelning, då vissa förändringar har skett. Bland annat har fördelningsstationen i Kista tillkommit på senare år.

Uppgifterna stöder i alla händelser inte åsikten att området på Järvafältet är speciellt drabbat av avbrott. Det är värt att observera att diagrammet inte visar något om avbrottens längd, och det är speciellt de långa avbrotten i samband med brand i tunneln vid Hägerstalund som dragit uppmärksamhet till området. Det är denna situation som den här rapporten ska analysera.

⁵ Uppgifterna rörande de sex nätbolagen samt statistiken är hämtad från Energimyndighetens hemsida www.stem.se. Uppgifterna rörande Hägerstalund, Husby och Tensta har erhållits från Fortum.



Figur 2 Fel inom Stockholmsområdet 1999–2003. Källa: Sammanställning från Fortum.

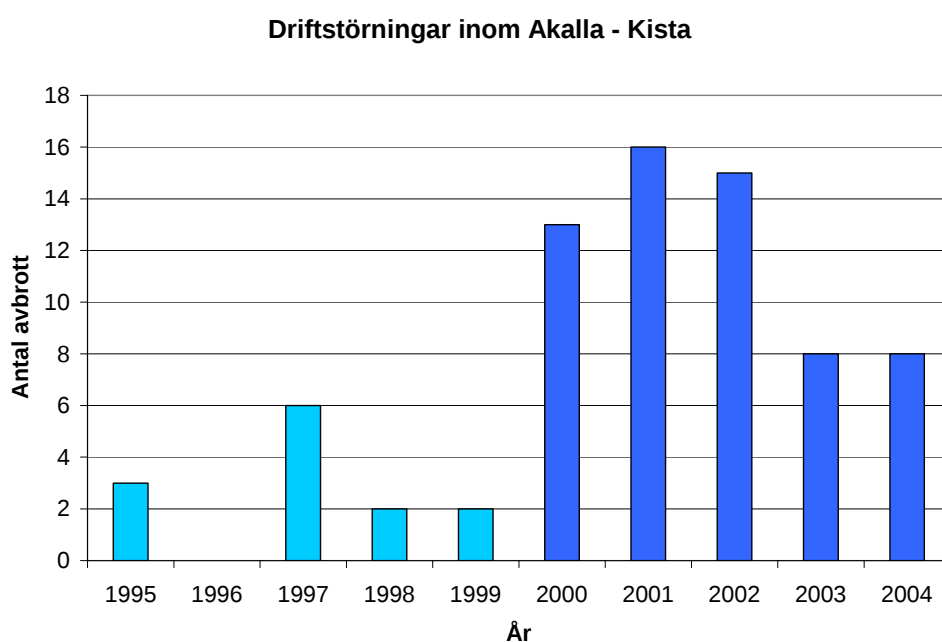
2 Tidigare strömbavbrott inom Akalla - Kista

Denna rapport omfattar de störningar som har drabbat elförsörjningen från fördelningsstationen i Hägerstalund och som innefattar stadsdelarna Akalla, Husby, Kista, Rinkeby och Tensta inom nordvästra Stockholm, fortsättningsvis kallat Akalla-Kista (figur 1).

Det är framför allt de två långvariga strömbavbrotten som drabbade området 2001-03-11 respektive 2002-05-29, som har fått såväl nyhetsmedia, det lokala näringslivet som innevånarna att reagera kraftigt på varje form av ytterligare störning.

2.1 Avbrottsrapporter

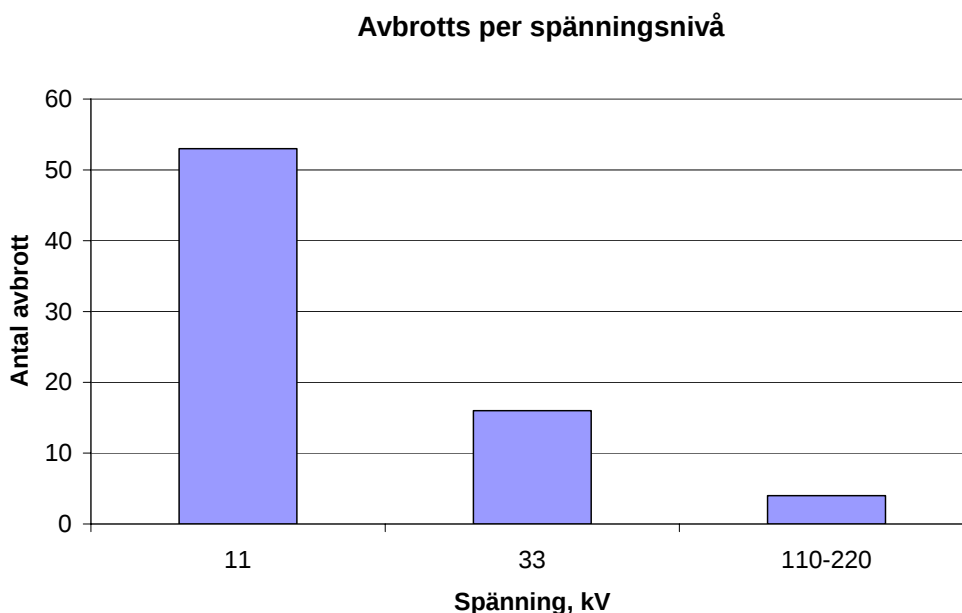
Avsikten var initialt att studera driftstörningarna under en längre period, åren 1990–2004. Det visade sig dock svårt att få tillgång till samtliga rapporter före 2000, då dessa inte har arkiverats på ett lättillgängligt sätt. Under 1999 började bolaget använda ett databasprogram från vilket rapporterna enkelt kan skrivas ut. Den nya rutinen uppskattas fungera fullt ut från år 2000. Underlaget för denna utredning baseras på sammanlagt 73 driftstörningsrapporter, av vilka 13 avser perioden före år 2000 (figur 3). Det är rimligt att anta att det finns eller har funnits betydligt fler felrapporter från perioden före 2000 än de som har redovisats.



Figur 3 Driftstörningar inom Akalla – Kista. Källa: Fortums driftstörningsrapporter.

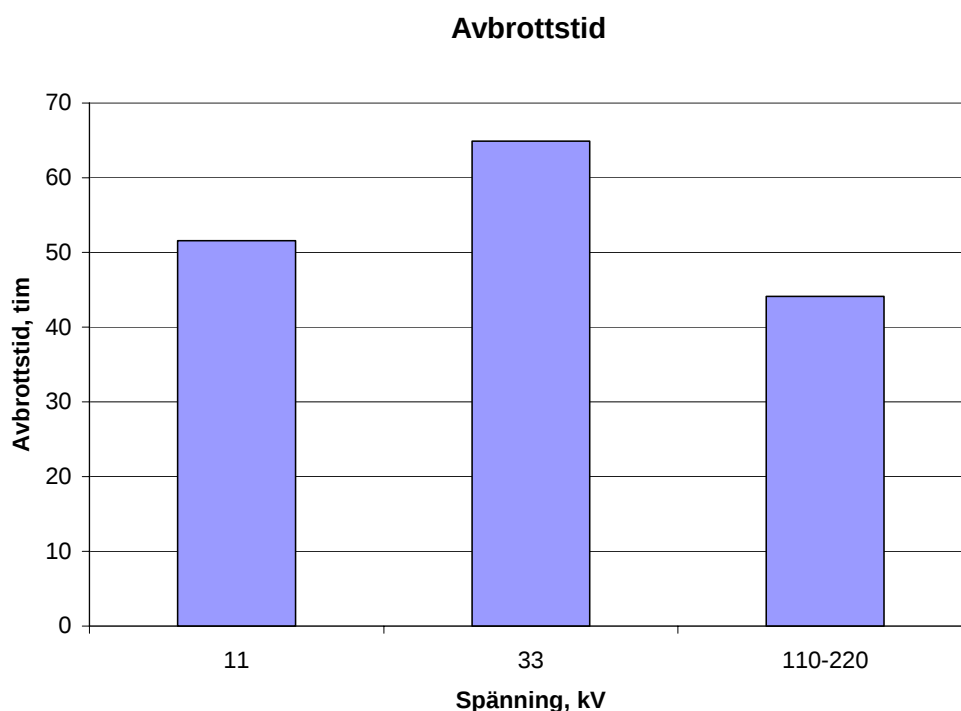
2.2 Analys av avbrott

Flertalet avbrott (53 st) avser 11 kV-nätet, dvs det lokala nätet från fördelningsstationerna inom området till de olika nätstationerna, ”transformatorkioskerna” (figur 4). Från de senare leds 400 V-kablar till fastigheterna inom området (med undantag för några storförbrukare vilka är högspänningsabonnenter). Betydligt färre avbrott (16 st) kan härledas till problem från 33 kV-förbindelserna mellan fördelningsstationerna och Hägerstalund. Slutligen kan endast 4 avbrott härledas till problem med överföringen från Beckombergastationen till Hägerstalund, eller till problem inom Beckombergaanläggningen.



Figur 4 Strömavbrott inom olika delar av elnätet. Källa: Fortums driftstörningsrapporter.

En helt annan bild (figur 5) framträder om i stället avbrottstiden fördelas på respektive spänningsnivå. Det speciella förhållandet att de tre högspänningskablar från Beckomberga till Hägerstalund var förlagda i samma tunnel innebär att någon reell redundans inte förelåg då brand utbröt. Avbrottstiden bestämdes i detta fall av det komplicerade reparationsarbetet för 110 kV-kablarna, medan den utlösande faktorn för avbrottet 2001-03-11 var brand i en skarv på en 11 kV-kabel. Vid fel på 11 kV-kablarna däremot kan man genom manuell omkoppling återställa elleveranserna inom cirka en timme (trafiksituationen påverkar hur lång tid det tar för servicepersonalen att nå nätstationen).



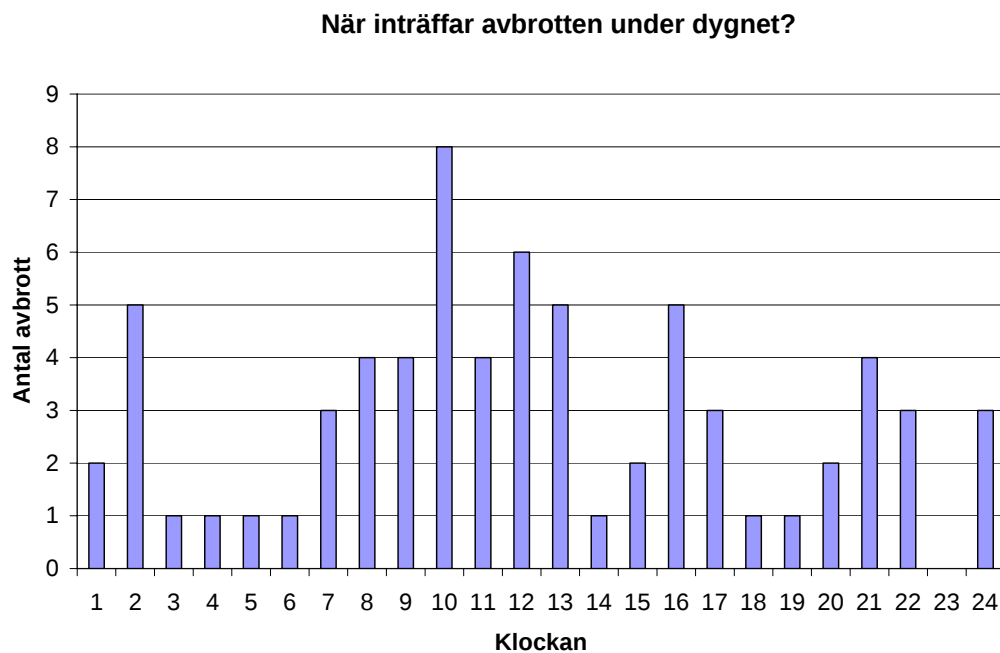
Figur 5 Sammanlagd avbrottstid per spänningsnivån och år.
Källa: Fortums driftstörningsrapporter.

2.3 Akut berörda abonnenter

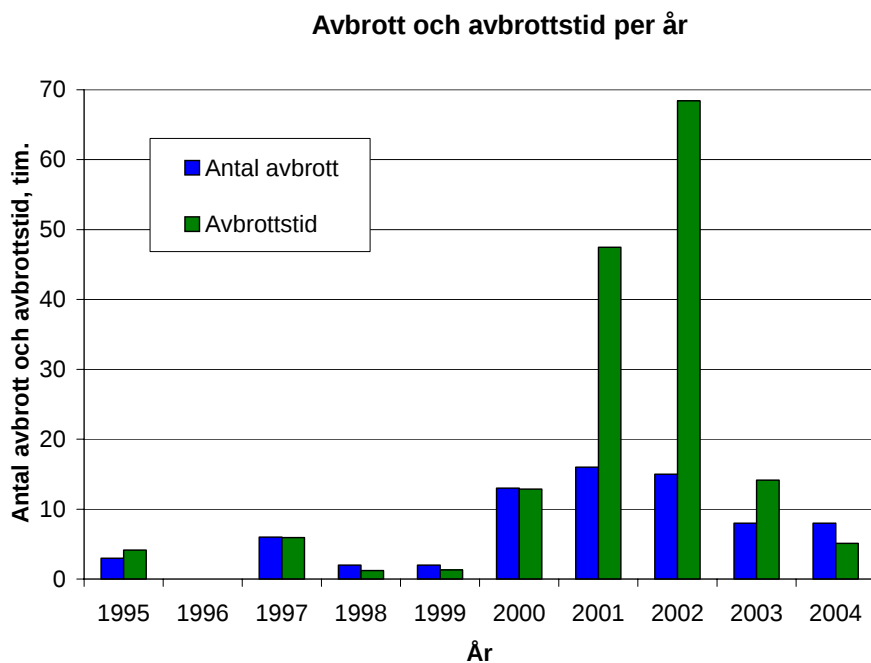
Ett avbrott som avsåg någon av 110 kV-ledningarna mellan stationerna Beckomberga och Hägerstalund kunde i värsta fall beröra hela området och dess näringsliv med cirka 65 000 (varav cirka 40 000 berörda) innevånare och 30 000 arbetande. Ett fel på en 33 kV-kabel berör en fördelningsstation och därmed en del av området (exempelvis Akalla eller Kista), medan ett fel på en 11 kV-kabel normalt drabbar en nätstation, ”transformatoriosk”, och därmed ett antal fastigheter inom något kvarter. Konsekvenserna av en driftstörning blir således dramatiskt annorlunda beroende på vilken spänningsnivå störningen inträffar.

2.4 Tidpunkt för avbrotten och avbrottens längd

Det är vidare intressant att undersöka om det finns något mönster när det gäller tidpunkten under dygnet då driftsavbrott inträffar. Av figur 6 framgår inte oväntat att driftstörningarna inträffar under hela dygnet med en övervikt för tider då aktiviteten i samhället är hög. Däremot är det svårt att utifrån fördelningen dra några långtgående slutsatser om orsakerna till de inträffade händelserna. Kunder är olika känsliga för störningar under dygnets olika timmar. Flertalet arbetsplatser störs mest under dagtid. Tidningstryckerierna är känsliga för avbrott från sen kväll till tidig morgon då tryckningen av dagstidningarna pågår. Privatpersoner störs speciellt på morgonen och eftermiddagen/kvällen, medan äldreboende, vårdhem med flera verksamheter är beroende av el dygnet runt.

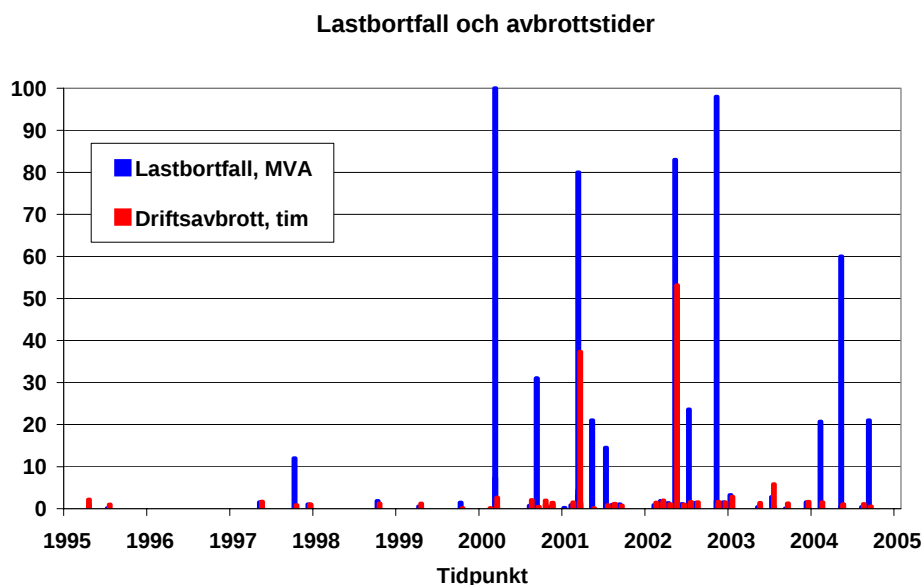


Figur 6 Avbrottens fördelning på dygnet 24 timmar.
Källa: Fortums driftstörningsrapporter.



Figur 7 Figuren visar hur antalet avbrott och sammanlagd avbrottstid fördelas under åren 1995 – 2004. Källa: Fortums driftstörningsrapporter.

Figur 7 visar antal avbrott liksom sammanlagd avbrottstid per år. De störningar som under 2001 och 2002 har medfört allvarliga skador på 110 kV-kablarna till Hägerstalund medförde en ökad avbrottstid, eftersom det tar betydligt längre tid att laga en PEX-kabel (modern kabel där isoleringen utgörs av tvärbunden polyeten) avsedd för 110 kV. Störningen drabbar dessutom ett större område. I detta sammanhang har inte någon viktning gjorts med avseende på hur många abonnenter som drabbats. Avbrottstid har definierats som den tid det tagit tills sista drabbade kund har fått tillbaka elleveransen.



Figur 8 Lastbortfall (MVA) och avbrottstider (tim). Källa: Fortums driftstörningsrapporter.

Figur 8 visar tydligt hur avbrotten i elleveranserna på de högre spänningsnivåerna får betydande konsekvenser i form av förlorad last (ansluten effekt). Det stora antalet störningar i 11 kV-nätet framstår endast som ett brus längs tidsaxeln då den förlorade elleveransen (uttryckt i MVA) blir liten, då endast begränsade områden som kvarter drabbas. Förhållandevis få verksamheter och innevånare drabbas av allvarliga konsekvenser. Genom att kunderna blivit känsligare för störningar i elleveranserna en tid efter de stora avbrotten, reagerar man omedelbart, men det är ofta svårt att i efterhand få en konkret bild av när och hur man har drabbats. En förlust av elleveranserna under upp till en timme får oftast få allvarliga konsekvenser men kan naturligtvis vara ytterst störande, eftersom i stort sett alla våra dagliga sysslor påverkas.

2.5 Orsaker till avbrott

För att göra analysen överskådlig är det rimligt att försöka sammanföra relaterade felorsaker i gruppen. Samtidigt får grupperingen inte drivas så långt att materialet blir otydligare som underlag för en analys.

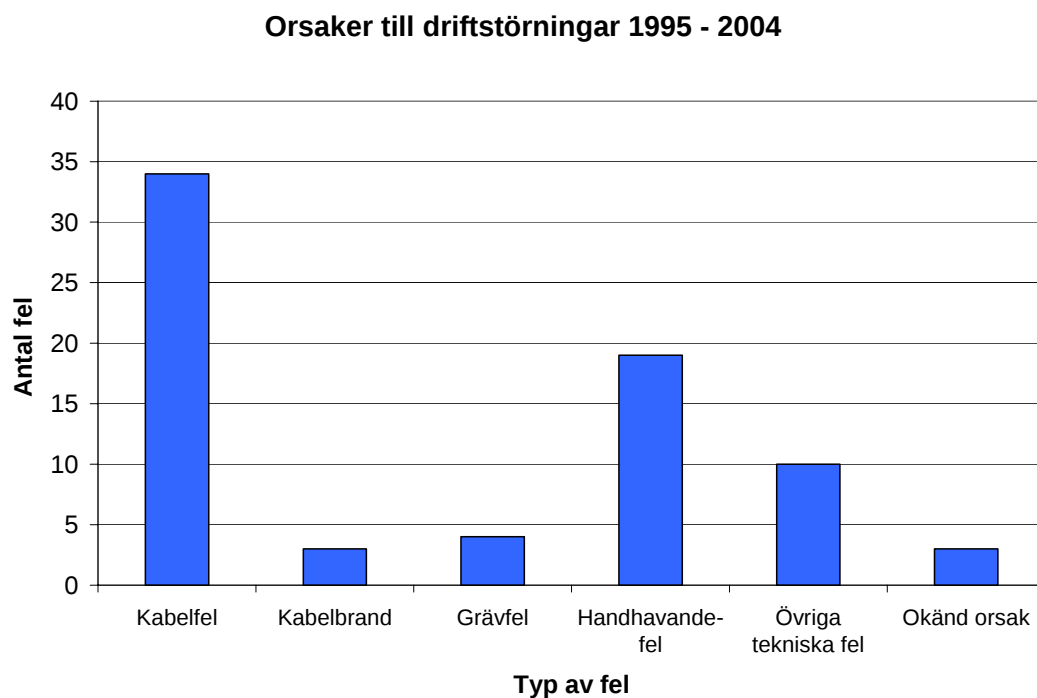
Under rubriken Kabelfel har sammanförts jordfel, kortslutningar samt vissa okända fel, där det har bedömts vara rimligt att anta att kortvariga övergående jordfel, så kallade transienta jordfel, inträffat. Se tabell 2. Felet kabelbrand är ett kabelfel som får mycket omfattande konsekvenser och som därför redovisas enskilt. Fel till följd av yttre påverkan, ”grävfel”, är ett exempel på fel som riskerar att uppstå inom ett område som befinner sig i kraftig förändring. Vissa kabelfel kan likaså vara konsekvenser av tidigare arbeten i gatan, vilka har medfört skador på kablar och vars konsekvenser inte har visat sig omedelbart. Grävfel kan ses som ett speciellt handhavandefel utifrån möjligheterna att begränsa eller eliminera felorsakerna.

År	Kabel-fel	Kabel-brand	Grävfel	Hand-havandefel	Övriga tekniska fel	Okänd orsak	Störningar per år, (%)
1995	1	1		1			3 (4%)
1996							
1997	3			1	2		6 (8%)
1998	2						2 (3%)
1999	1			1			2 (3%)
2000	4		1	5		3	13 (18%)
2001	7	1		4	4		16 (22%)
2002	7	1	3	3	1		15 (21%)
2003	5			1	2		8 (11%)
2004	4			3	1		8 (11%)
Antal (%)	34 (47%)	3 (4%)	4 (5%)	19 (26%)	10 (14%)	3 (4%)	73

Tabell 2 Orsaker till driftstörningar. Källa: Bearbetning av Fortums driftstörningsrapporter.

Under rubriken Handhavandefel har sammanförts dels fel där vidtagna åtgärder tydligt har visat sig utlösa driftstörningen, dels fel i kabelskarvar där kvaliteten på det genomförda skarvarbetet kan antas ha bidragit till störningen. Att skarva kablar är ett arbete som kräver gedigen kompetens och erfarenhet. Inom området förekommer två slags skarvproblem, dels skarvar mellan massakablar (isoleringen utgörs av oljeindränkt papper) och PEX-kablar, dels skarvar mellan PEX-kablar. De förra är besvärliga på grund av de båda kabeltypernas olika egenskaper, de senare är besvärligare ju högre spänningsnivån är och vad gäller 110 kV och däröver krävs medverkan av specialister (exempelvis genom serviceavtal med leverantör som garanterar inställelse av servicepersonal inom en stipulerad tid) som har erforderliga fackkunskaper.

Inom gruppen Övriga tekniska fel har sammanförts felorsaker som bedömts ha tekniska orsaker, icke relaterade till varandra eller till övriga orsaker. Okänd orsak är en restpost som kan ha fått sin förklaring, men det framgår inte av det material som har ställts till utredningens förfogande. Figur 9 visar grafiskt fördelningen på olika orsaker till driftstörningar.



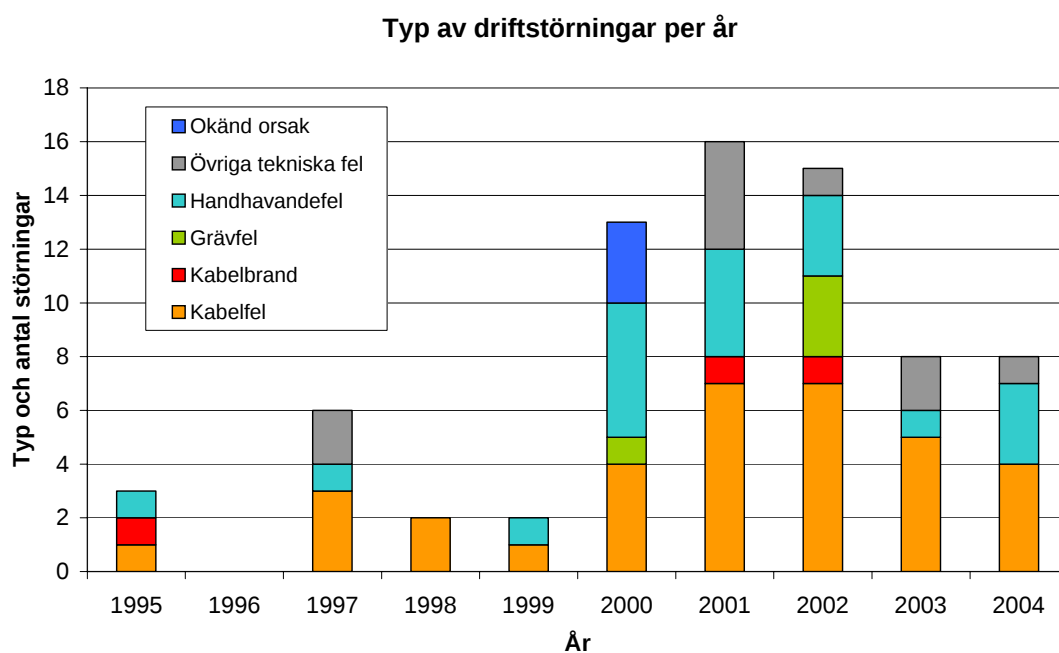
Figur 9 Orsaker till driftstörningar. Källa: Bearbetning av Fortums driftstörningsrapporter.

I tabell 3 redovisas driftstörningar fördelade efter felorsak för 11 kV-nät 2003. Resultatet avviker på ett dramatiskt sätt från uppgifterna rörande Järvafältet. Frånvaro av luftledningar innebär att väderberoende fel inte förekommer. Det är värt att notera att "Okänd orsak" anges i inte mindre än 24 procent av de drygt 15 000 redovisade driftstörningarna.

Felorsak	%
Åska	22
Övrigt väder	31
Åverkan	6
Material/metod	10
Personal	1
Överbelastning	1
Säkringsbrott	6
Okänd	24
Summa	100

Tabell 3 Driftstörningarnas fördelning på anläggningsdelar 2003, 11 kV-nätet. Källa DARWin, Driftstörnings- och avbrottsstatistik 2003, Svensk Energi.

I figur 10 redovisas antalet orsaker till störningar som har inträffat under åren 1995 till 2004 (med reservation för att vissa händelser inte finns redovisade under perioden 1995–1999) och vilka har redovisats i tabell 2.



Figur 10 Typ av driftstörningar per år. Källa: Bearbetning av Fortums driftstörningsrapporter.

3 Analys av händelserna

Avsikten med den tillämpade metodiken är att så långt som möjligt precisera vad problemet är. Det är även värdefullt att försöka precisera vad som inte kännetecknar problemet. Analysprocessen kan delas in i tre faser:

1. Identifiera möjliga orsaker till driftstörningen.

Definition av Problemet:	Problemet är:	Problemet är inte:
Hur?		
Var?		
När?		
Omfattningen?		

Med utgångspunkt från de insamlade uppgifterna definieras driftstörningen/avbrottet så långt det är möjligt:

2. Kan de identifierade möjliga orsakerna förklara de inträffade händelserna?
Om så inte är fallet sök ytterligare orsak(er).

Testa orsaker	Kan förklara:	Kan inte förklara:
Orsak 1		
Orsak 2		
Orsak 3		
Etc.		

Identifiera den mest sannolika orsaken och verifiera den logiskt.

3. Identifiera förebyggande åtgärder och säkerställ att vidtagna åtgärder inte skapar nya problem.

Driftstörningarna kan ha enstaka tekniska orsaker, men inte sällan beror de på olyckliga omständigheter som samverkat och givit upphov till en oväntad händelse som fått omfattande konsekvenser. Det finns inte belägg för att avbrotten inträffar vid en specifik tidpunkt under dygnet utan endast en ökad avbrottsfrekvens kan konstateras under den del av dygnet då aktiviteten är högst.

3.1 Redovisade orsaker

Det har i några sammanhang nämnts att en underdimensionering av nätet på Järnafältet skulle vara en orsak till de återkommande strömavbrotten. Denna förklaring avvisas av Fortum och förefaller styrkas tekniskt genom nätets uppbyggnad.

På 220 kV-nivån finns det ingen stamstation som matas enbart från ett håll. På 110 kV- och 33 kV-nivåerna matas de flesta från samma station, oftast via tre parallella kablar. Problemet med bristande verklig reserv berodde på att alla tre högspänningskablar till Hägerstalund låg tillsammans i samma tunnel. Det medförde att de två kabelbränderna 2001 och 2002, liksom de två bränderna 1995, i tunneln vid Hägerstalund fick så allvarliga konsekvenser. Problemet är i dag åtgärdat i och med att tre separat förlagda kablar inte kan skadas i en och samma händelse. Samförläggning är normalt, endast undantagsvis finns tunnlar med separat förlagda kablar.

3.1.1 Kabelfel

Med kabelfel avses fel på kabelsystem. Det övervägande antalet kabelfel avser fel där så kallad massakabel förekommer. Denna kabeltyp utnyttjades genomgående för 11 kV-nätet på Järvafältet. Förfarandet är inte unikt utan gäller för många områden som har byggts ut vid samma tid eller tidigare. Sedan slutet av 1980-talet använder Fortum enbart så kallad PEX-kabel. Denna kabeltyp har överlägsna egenskaper, speciellt efter att vissa initiala problem i samband med introduktionen har lösts.

Det har framskyttats i samtal med Fortum, men även med tidigare anställda medarbetare inom Birka Energi, att kabelkvaliteten inom området inte skulle vara fullgod. Uppgifter från Fortum, som redovisas i figur 2, stöder inte den teorin, även om frekvensen av kabelfel är hög. Berörd servicepersonal anser inte heller att det är någon överrepresentation av kabelfel som kan hänföras till kvalitetsbrister. Finns det någon förhöjd felfrekvens, beror det sannolikt på alla kabelflyttningar som har gjorts på grund av byggaktiviteterna inom Järvafältet.

Att ersätta all massakabel är både dyrt och låter sig inte göras med mindre än att åtgärderna samordnas med andra aktiviteter som kräver att gatorna grävs upp. Man passar på att byta kabel till PEX-kabel då gatan grävs upp av andra skäl. Stockholms Stad kräver att det sker en samordning av gatuarbetena. Akuta fel kan kräva att gatorna grävs upp.

3.1.2 Kabelbränder

I samband med att exploateringsplanen för Järvafältet togs beslöt Stockholms Stad att vatten, fjärrvärme, elkraftkablar samt tele- med flera kommunikationskablar skulle förläggas i tunnel där så var möjligt. Ett huvudargument för tunnlar var att få fram fjärrvärme utan att behöva förlägga dessa ledningar i mark på grund av den trängsel som uppstår med dagvatten och andra VA-installationer. Ägare till tunnarna blev fjärrvärmebolaget, i dag Fortum Värme. Ett förvaltningsbolag har hyrt ut tunnelutrymme till andra operatörer som Fortum Distribution, Telia, STOKAB med flera. En förvaltare har ansvarat för tunnelns drift och ett vaktbolag har skött tillsynen så att ingen obehörig skaffar sig tillträde till tunneln. Mycket starka argument talar för tunnelförläggning inom tätbebyggda områden. Luftledningarna förhindrar att dyrbar mark kan användas för produktion av bostäder, kontor med mera. Bilden kompliceras ytterligare av rädslan för elektriska fält.

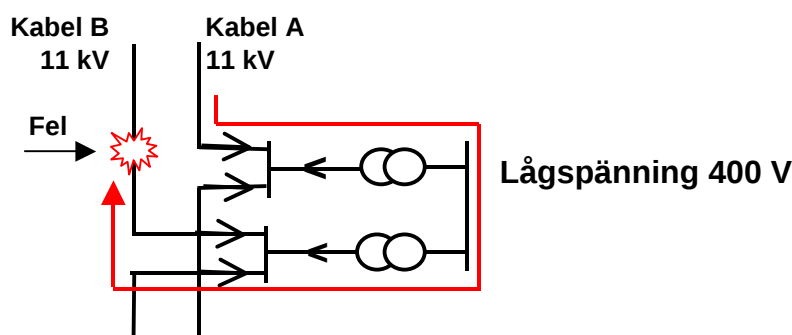
Kabelbränder kan inträffa som följd av kabelfel när kabeln ligger fritt med tillträde för luft, vilket är fallet då den förläggs i tunnel. En svag länk i ett massa-kabelförband är skarvar (massa-massa eller massa-PEX). Att utföra skarvar är ett kunskapskrävande hantverk som kräver erfarenhet. Kabelmaterialet är dessutom brandfarligt med oljeindränkt papper och ett ytterhölje av tjärimpregnerad jutefiber. Om skarven inte blir tillfredsställande utförd, finns risk för jordfel eller kortslutning. Normalt ska ett sådant fel inte leda till allvarigare konsekvenser än att ett reläskydd löser ut och att kabeln blir spänningslös. Därefter krävs att felet lokaliseras och repareras. Noteras bör att även andra kablar än kraftkablar kan underhålla en brand och således beröras i mer än ett avseende när konsekvenserna av en brand utreds.

Inom f.d. Stockholm Energis område hade man ett dubbelkabelnät, vilket enligt uppgift var tämligen unikt. Kortfattat innebar det att nätstationen matades via två parallella kablar (11 kV). Bortfall av en kabel skulle, under vissa villkor, kunna kompenseras med den andra i drift kvarvarande kabeln. Dubbelkabelnätet kännetecknas av att det ger hög tillgänglighet och korta avbrottstider då fel inträffar på en 11 kV-kabel. Detta kräver dock en högre investeringskostnad för nätstationer. Alternativet är ett slingkabelnät som inte har samma redundans som dubbelkabelnätet. Slingkabelnätet innebär att nätstationerna är kopplade till en slinga som i vardera änden matas från två olika kablar. Slingan är normalt öppen så att matningen sker från respektive 11 kV-kabel. Vid ett kabelfel i ett slingkabelnät blir cirka hälften av kunderna under den berörda nätstationen strömlösa tills manuell omkoppling har skett, vilket tar cirka en timme (beroende på trafiksituationen). Nätstationerna blir billigare genom att de enbart har en transformator mot två för dubbelkabelnätet (tabell 4) samtidigt som ställverket blir enklare med färre kopplingsapparater.

Fördel/Nackdel, kännetecken	Dubbelkabelnät	Slingkabelnät
Ursprunglig koppling (<2003)	Dyra nätstationer och dyrt kabelnät. Hög tillgänglighet och korta avbrottstider vid fel på 11 kV-kabeln	Billigare nätstationer och kabelnät. Felsökning och inkoppling av nätstation kan ta flera timmar vid kabelfel (kräver att en serviceman gör manuella omkopplingar)
Ändrad koppling sedan 2003	Samma nätstationer men manuell omkoppling vid kabelfel, vilket uppskattningsvis tar under 1 timme. Dubbelkabelnätets tänkta fördelar utnyttjas ej helt	Numera byggs endast slingkabelnät

Tabell 4 Dubbelkabelnät och slingkabelnät.

I Akalla-Kistaområdet har 11 kV-nätet till nätstationerna varit utformat som ett dubbelkabelsystem enligt ovan. Det har visat sig att dubbelkabelsystemet har varit en bidragande orsak till att brand uppstod i tunneln till Hägerstalund. Förklaringen är att kopplingssättet medger att ström matas bakvägen, från lågspänningssidan till den skadade kabeln (trots att kabelns förbindelse i fördelningsstationen är bruten). Den bakmatade strömmen är liten i jämförelse med en kortslutningsström och kan därigenom undgå upptäckt under en tid, vilket gör att den energi som tillförs skadestället är tillräcklig för att brand i kabelmaterialet kan uppstå.



Figur 11 Schematisk beskrivning av bakmatning vid ett dubbelkabelsystem via lågspänningssidan i en nätstation.

Genom att tre 110 kV kabelförband till Hägerstalund liksom 33 kV- och 11 kV-kablar från Hägerstalund (förutom tele- och andra kommunikationskablar) var förlagda tillsammans i tunneln blev konsekvenserna av felet i en övergångsskarv omfattande. Kabelfelen i tunneln vid Hägerstalund utvecklades så olyckligt att samtliga kablar i tunneln skadades, något som krävde flera dygn att åtgärda. En av de bristfälligt reparerade skarvarna på en 33 kV PEX-kabel havererade igen 2002-05-29 med ett nytt omfattande och långvarigt avbrott som resultat. Nätstationerna har nu öppnats på lågspänningssidan så att bakmatning inte kan ske. Därigenom har en av orsakerna till att de omfattande strömavbrotten eliminerats. Det sker dock till kostnaden av att avbrottstiden ökar till cirka en timme för vissa abonnenter, vilka får sin elleverans via den berörda nätstationen.

3.1.3 Grävfel

Grävfel är en typ av fel som framför allt drabbar områden där en omfattande byggaktivitet råder. Området har drabbats av ett mindre antal grävfel, men de har drabbat 11 kV-nätet (och lägre spänning) och de drabbade områdena är följaktligen begränsade till motsvarande kvarter. Felen är dessutom avhjälpna inom en timme vad gäller kunderna. Själva grävschadan tar längre tid att reparera, men det sker utan att kunderna blir störda. Grävschador torde i de allra flesta fallen gå att hänföra till den mänskliga faktorn, som ett handhavandefel, och det kan vara människor från olika organisationer och inte nödvändigtvis nätägaren som är ansvariga.

3.1.4 Handhavandefel

Under denna rubrik har vi valt att hänföra dels enstaka rent felaktiga åtgärder som resulterat i ett strömavbrott, dels orsaker som går att hänföra till felaktiga eller bristfälliga rutiner eller bristfällig dokumentation. Ett specialfall av handhavandefel är komplicerad skarvning av PEX-kabel, där det krävs såväl speciell kunskap som erfarenhet för att resultatet ska bli tillfredsställande. Det visade sig att det fanns brister i utförandet av skarvarna efter branden 2001-03-11, något som resulterade i branden 2002-05-29 då en 33 kV PEX-kabelskarv havererade, sannolikt i kombination med otillräcklig sanering efter branden 2001. Vid reparationerna efter branden i maj 2002 upptäcktes att det med stor sannolikhet fanns brister i montaget, vilket medförde att 22 skarvar därefter fick göras om för att kvalitetskraven skulle vara uppfyllda. Kompletterande instruktioner till servicepersonalen och kontraktering av experter från ABB med kort inställetid ska såvitt möjligt eliminera ett upprepande.

3.1.5 Övriga tekniska fel

Teknisk utrustning drabbas av fel eller fungerar inte alltid som det var tänkt. Tillräckliga reserver eftersträvas för att enstaka fel inte ska få oacceptabla konsekvenser. Enstaka fel inträffar, som exempel kan nämnas att en ljusbågsvakt löste ut då den kopplades in, utan att någon tillfredsställande orsak kunde finnas. Det förefaller inte finnas några systematiska fel bland de orsaker som benämns tekniska fel.

3.1.6 Okända orsaker

Ett strömavbrott får inte ha en ouppklarad orsak. Att de tidigt utgivna driftstörningsrapporterna inte anger en känd orsak har sannolikt medfört en fördjupad utredning med syftet att klarlägga vad som har hänt. Denna senare utredning har möjligen inte direkt kopplats till en specifik händelse utan kanske till flera likartade händelser. Åtgärder kan därför ha föreslagits och åtgärdats inom ramen för det dagliga arbetet. Efter samtal med representanter för Fortum har i denna utredning antagits att vissa okända fel vid närmare studium kan ha orsakats av svår upptäckta fall av transienta jordfel. Som tidigare har redovisats i tabell 3 anges okända fel i 24 procent av fallen för 11 kV-näten, en siffra som anses otillfredsställande hög.

3.1.7 Organisatoriska eller administrativa faktorer

Frågan om underhåll och översyn kan likaså ses som en typ av handhavandefel. I samband med de två omfattande strömavbrotten finns det skäl att diskutera vissa aspekter som har koppling till underhåll och hur underhåll och översyn planeras liksom när reinvesteringar görs:

1. Riskanalys/konsekvensanalys för samförläggning av kablar i tunnel (för många ägg i en korg)
2. Revisioner eller översyner

3. Kompetens och erfarenhet att genomföra krävande kabelskarvar
4. Reinvesteringar

Som nämnts ovan, finns det skäl att genomföra en riskanalys/konsekvensanalys för att se vad som kan göras beträffande tunnelförläggning av kablar utan att avskriva hela idén. Det är framför allt tre faktorer som borde ha föranlett tidigare åtgärder:

- Alla tre förbindelserna mellan Beckomberga och Hägerstalund borde inte ha förlagts i samma tunnel.
- Åtgärder borde ha vidtagits för att separera och skydda kablarna.
- Ett byte av massakabel för 11 kV borde ha övervägts och genomförts tidigare.

Översyn och revision av reläskydd, jordfelsskydd och annan utrustning sker med viss regelbundenhet (varje eller vart annat år). Med tanke på den diskussion som förekommer i rapporter borde sannolikt dessa översyner ha skett med kortare intervall och resulterat i tidigare revisioner.

Avregleringen av elmarknaden har initierat ett omfattande yttre såväl som inre förändringsarbete inom nätbolagen. Förändringarna har ofta benämnts marknadsorientering, men frågan är om inte en korrektare beskrivning är att fokus har förskjutits från teknik (ett teknisk synsätt) till fokusering på lönsamhet. Konkurrensutsättningen nödvändiggör att ökad vikt läggs vid ekonomi, vilket i viss mån sker på bekostnad av tekniken.

Avregleringen fick till konsekvens att ett stort antal mindre energiföretag har köpts upp och att det vuxit fram tre stora multinationella aktörer på den svenska marknaden. Uppköp av energibolag har ofta skett till priser som accentuerat behovet av att tjäna mera pengar. Det ligger nära tillhands att se organisationsförändringar och omprövningar av investeringsbudgetar som naturliga konsekvenser av de nya bolagens behov av att förränta ett större kapital.

Organisationsförändringarna avser i de flesta fall att öka effektiviteten, vilket är lovvärt, men samtidigt leder det i allmänhet till en övertalighet och neddragning av personalstyrkan. I dessa sammanhang tappar man ovedersägligen viss kapacitet, men även *erfarenhet* och *förtroghetskompetens*⁶. Formell kompetens kan ersättas genom nyanställningar något senare. Förtrogenhet och erfarenhet förvärvas betydligt långsammare, även om förutsättningarna läggs till rätta för detta.

Inom branschen finns dessutom en trend att gå mot styrt underhåll i stället för att utföra underhåll inom en viss tid. Det innebär att man byter/renoverar utrustning vid behov i stället för efter en viss tid. Denna förändring leder till att kunderna noterar störningar på grund av oplanerade avbrott.

⁶ Mats Engwall, Handelshögskolan, personlig kommunikation; Perby, Maja-Lisa, (1997) "Konsten att styra en process", Carlssons förlag Stockholm.

Då organisationen förändras, från att ha funktioner inom företaget/divisionen till att införa en beställare-/utförareorganisation, där de två funktionerna förläggs till olika företag, sker sannolikt flera förändringar av arbetet, såväl önskade som inte önskade⁷.

När fokus riktas mot beställare-/utförareuppgifterna flyttas med nödvändighet uppmärksamheten bort från andra uppgifter liksom till viss del även från innehåll i det som beställs och levereras. Beställaren kan sannolikt uppleva förändringen som positiv, men det ställs samtidigt nya krav på beställaren som riskerar att hamna i underläge gentemot utföraren som besitter kompetens i frågorna. Utföraren upplever lätt förändringen som ett uppbrott och att det blir ett motsatsförhållande till de forna kollegorna/kamraterna⁸.

Standarduppgifter lämpar sig väl för "outsourcing", medan återkommande uppgifter och uppgifter med osäkert innehåll sannolikt bäst lämpar sig att genomföras internt. Uppgifter som är vitala för verksamheten och som utförs bra tillhör kärnverksamheter som företaget behöver behålla för att upprätthålla sin kompetens⁹. Sanningen att "man får vad man mäter" innebär att uppgifter renodlas och att servicen förlorar en del av sitt innehåll som under de nya förutsättningarna blir "överarbete", vilket inte självklart ersätts av beställaren.

Uppdelningen på beställare, Driftavdelning å ena sidan och Service respektive Teknik och Miljö som utförare å den andra sidan, kan vara en förklaring till att vissa åtgärder inte har vidtagits eller att reinvesteringar inte har skett på det sätt som, med facit i handen, förefaller vara det lämpliga.

Under 2004 har Fortum valt att delvis återföra vissa utförarefunktioner till driftavdelningen. Det kan tas som kvitto på att en fullständig uppdelning på beställare/utförare inte har varit ändamålsenligt ur operativ synpunkt. En av de "hemsourcade" verksamheterna är CST Kundservice, där syftet är att få en tydligare kundrelation.

Att inte reinvesteringar eller byte av utrustning och kabel på Järvafältet har genomförts i större omfattning kan jämföras med de stora störningar av elleveranser som inträffar i skogslänen i samband med snöoväder. Eftersatt röjning längs ledningsgator är en bidragande orsak till dessa störningar. En investering i isolerade ledningar (eller jordkabel) reducerar risken för störningar av detta slag. Den typen av investeringar pågår på flera ställen. Det har således funnits och finns andra legitima satsningar att genomföra. De senaste åren har dessutom varit ekonomiskt turbulenta för energibolagen.

⁷ Ekwall, Mats (2003), No project is an island, Research Policy.

⁸ Kadefors, Anna (1997) Beställar-entreprenörrelationer i byggandet, Chalmers, Göteborg.

⁹ Williamsson, Olivier (1985) The Economic Institutions of Capitalism, Free press, New York.

3.2 Sammanfattning av möjliga förklaringar

3.2.1 Kabelbranden 2001-03-11

Följande samverkande faktorer bidrog till det allvarliga avbrottet:

- Kabelfel, fel på skarv, 11 kV massakabel, kabeln brandfarlig.
- Bakmatning från lågspänningssidan på nätstation tillför energi nog för att brand kan uppstå. Spänningskänsliga skydd hade kunnat känna det bakmatade jordfelet och kopplat ifrån kabeln momentant. Ett sådant förslag presenterades efter de två bränderna 1995 vilka hade samma orsak.
- Kabeln förlagd i tunnel varför brand kan utvecklas.
- Samförlagda kablar: 3st 110 kV-förbindelser till Hägerstalund (samtliga), 3 st 33 kV-förbindelser till fördelningsstation Tensta, 2 st 11 kV-kablar till nätstation samt telekablar, gör att konsekvenserna blir mycket allvarliga och reparationstiden lång, eftersom skarvning av 110 kV PEX-kablar är synnerligen tidskrävande.

3.2.2 Kabelbranden 2002-05-29

Följande samverkande faktorer bidrog till det allvarliga avbrottet:

- Kabelfel, bristfälligt gjord PEX-skarv, 33 kV, efter branden 2001-03-11.
- Kabeln förlagd i tunnel, varför brand kunde utvecklas.

Samförlagda kablar: 3st 110 kV-förbindelser till Hägerstalund (samtliga), 2 st 33 kV-förbindelser till fördelningsstationen i Tensta och 2 st 11 kV-kablar till nätstation samt telekablar gör att konsekvenserna blir mycket allvarliga och reparationstiden lång. I bilaga 4 sammanfattas hur olika möjliga orsaker (enligt bilaga 2, vilka analyserats i bilaga 3) kan samverka och förklara ett antal av de inträffade händelserna på Järvafältet.

Tyvärr blev inte vissa av de föreslagna åtgärderna genomförda omedelbart efter de tidigare bränderna. En sammanställning av föreslagna och genomförda åtgärder redovisas i kapitel 3.4 och i bilaga 4.

Den viktiga slutsatsen av analysen är att de två stora avbrotten är resultatet av en olycklig samverkan mellan flera faktorer. Den gemensamma nämnaren för de två allvarliga avbrotten är samförläggning av kablar i Akallatunneln, vilket möjliggjorde att brand kunde utvecklas.

De samverkande faktorerna kan uttryckas som:

- Massakablar har en högre felfrekvens än moderna PEX-kablar.
- Skarvar och ändavslut är svåra att utföra.
- Skarvar av PEX-kabel är likaså komplicerat att utföra.
- Tunnelförläggning av speciellt högspänningskablar har klara fördelar inom bebyggda områden, men samförläggning av kablar innebär en risk för dramatiskt förvärrade konsekvenser då en brand kan uppstå.

- Parallellkabelsystem innebär normalt kortare eller kraftigt minskade konsekvenser vid ett kabelfel, men det förelåg en risk för bakmatning, via lågspänningssidan, genom en av nätstationens transformatorer. Detta ökar kraftigt risken för brand när kabeln är förlagd i tunnel.
- Massakabel såväl som vissa kabelskarvningsmetoder ökar risken för kabelbrand i tunnlar.

Organisatoriska faktorer och ökade lönsamhetskrav kan ta fokus från underhåll, och reinvesteringar kan medföra att åtgärder inte blir genomförda med högt ställda kvalitetskrav eller att åtgärder som bör genomföras försenas för att undvika ett upprepande av en driftstörning.

3.2.3 Övriga avbrott i området

En dominerande del av avbrotten inom området utgörs av kabelfel på massakablar. Byggaktivitet inom området kan ha påverkat kablarna negativt. Denna kabeltyp är sedan slutet av 1980-talet ersatt av driftsäkrare PEX-kabel vid nyinvesteringar. Utbyte av befintlig massakabel sker då åtgärden kan samordnas med andra gatuarbeten.

3.3 Elkvalitet

Vid intervjuerna med företagsrepresentanter har flera kunder tagit upp spänningsdippar och så kallade spikar som ett problem i området. Med spänningsdippar menas tillfällen när spänningen i elnätet tillfälligt sjunker. Skillnaden mellan avbrott och spänningsdippar är att vid avbrott upphör sinuskurvan helt och det blir spänningsslöst, medan spänningsdippar ger deformationer av sinuskurvan under en kortare tid. Spänningssänkningen kan variera mellan 90 och 1 procent av normalspänningen under en kort tid, vanligen mellan 10 ms¹⁰ och 1 minut.

Trots kort varaktighet innebär dippar ett stort problem för vissa typer av utrustning. Det är främst styrsystem, datorer och annan elektronisk utrustning. I dag har de flesta verksamheter mer störningskänslig utrustning, vilket har lett till att problemet med spänningsdippar ökat.

Spänningsdippar förorsakas huvudsakligen av kortslutningsfel i elsystemet eller i elanvändarnas anläggningar. Fel i stora elförbrukande utrustningar, kopplingar i nätet samt åska är de vanligaste orsakerna till dippar. Spänningsdippar förorsakade av stora egna utrustningar svarar för en ganska stor del av störningarna. Exempelvis kan start av stora motorer och inkoppling av transformatorer orsaka spänningsdippar.

Spänningsdippar är dock en elkvalitetsfråga och ligger utanför denna studie. Sedan 2002 finns krav på god elkvalitet i ellagen, men idag finns det ännu inga detaljerade bestämmelser för vad det innebär. Energimyndigheten har tagit fram

¹⁰ ms förkortning för millisekund, dvs 1/1000 sekund.

förslag till föreskrifter för god elkvalitet¹¹, som för närvarande behandlas av regeringskansliet.

Energimyndigheten framför i rapporten att man anser att elkvalitetsproblem på elnäten i första hand bör lösas genom dialog mellan elanvändare och nätföretag. För att finna en god lösning behövs i de flesta fall någon form av kontroll av elkvaliteteten, till exempel genom mätning eller simulering. Energimyndigheten föreslår att elanvändare ska kunna begära att nätföretaget eller annan oberoende aktör genomför en kontroll när elanvändaren upplever brister. Om nätföretaget inte accepterar att utföra kontroll, ska Energimyndigheten kunna förelägga att kontroll genomförs (efter prövning av enskilt fall).

Elkvalitetsproblemen i Akalla-Kista bör kunna lösas genom samarbete mellan de elkunder som upplever problem och Fortum. Fortum bör kontrollera elkvaliteten för dessa kunder. Enligt uppgifter till ÅF pågår redan ett sådant samarbete.

3.4 Förebyggande åtgärder från Fortums sida

De händelser som framför allt givit Akalla-Kistaområdet dåligt rykte när det gäller elförsörjningen är, som nämnts tidigare, de två kabelbränderna 2001 respektive 2002 i tunneln vid Hägerstalund. Inom området inträffade även två bränder i tunneln under 1995.

Fortum har genomfört en rad åtgärder efter dessa händelser. I vissa fall kan *ett upprepande helt elimineras*, vilket är att föredra, men det är inte alltid möjligt vare sig teknisk eller ekonomiskt. Vissa åtgärder har framför allt haft som syfte att *minska sannolikheten* för att en liknande olycka ska kunna inträffa igen, medan andra åtgärder primärt har syftat till att *reducera konsekvenserna* av en möjlig framtida olycka. Bilaga 4 visar en sammanställning av de åtgärder som har vidtagits efter de fyra händelserna.

En viktig åtgärd är att matningen till Hägerstalundsstationen numera sker via tre separerade kabelsystem. Det innebär att området idag inte är mer känsligt för allvarliga elavbrott än andra områden i Stockholm. Andra exempel på åtgärder som har genomförts är utbyte av äldre nätstationer och omkoppling i nätstationerna för att förhindra bakmatning vid kabelfel (se vidare avsnitt 3.1.2). Vidare har man infört förstärkt brandövervakning, genomfört omskarvning av skarvar, separering av kabelförband, periodisk termofotografering av alla skarvar i tunneln. Fortum Distribution fattade hösten 2004 beslut om ett projekt som innebär att man påskyndar utbytet av massakabel i Akallatunneln till moderna PEX-kablar under de närmaste åren.

De åtgärder som har vidtagits utesluter ett upprepande av de händelser som resulterade i de omfattande avbrotten 2001 och 2002. Däremot kan det inte uteslutas att mindre lokala avbrott inträffar. Genom samspel av olika olyckliga

¹¹ God elkvalitet, Slutredovisning av regeringsuppdrag 2003-10-27, Energimyndigheten, ER 24:2003.

omständigheter kan det heller aldrig helt uteslutas att ytterligare omfattande strömbavbrott inträffar. Vår fantasi och ekonomiska realiteter förhindrar oss dessvärre att vidta förebyggande åtgärder för alla eventualiteter.

3.5 Riskanalyser

Med tanke på samhällets sårbarhet i händelse av uteblivna elleveranser bör det vara en självklarhet att riskanalyser/sårbarhetsanalyser genomförs på ett tidigt stadium, redan när samlokalisering av olika kabelsystem och fjärrvärme/fjärrkyla övervägs. Speciellt viktigt blir detta då reell redundans saknas i det fall en allvarlig störning inträffar i en sådan tunnel.

Det finns uppenbara fördelar med ett tunnelsystem i jämförelse med markförläggning av kablar eller luftledningarna genom tätbebyggda områden. Tunnelförläggning föreskrevs redan i generalplanen och områdesplanerna inför byggstart inom området. Inga alternativa lösningar till samförläggning i tunneln omnämns i plandokumentet, inte heller eventuella risker med denna lösning. Det borde redan då ha vidtagits åtgärder för att separera olika kablar och därigenom minska eller eliminera risken för den typ av allvarliga avbrott i elleveranserna som drabbat området vid flera tillfällen. En åtgärd som kunde ha vidtagits var att placera kablar i separata betongkanaler eller med annan brandskyddande separering för att på så sätt ha förhindrat att ett fel kunde få konsekvenser för andra kablar i tunneln. En sådan åtgärd kostar pengar och medför dessutom sannolikt sämre kylning av kablarna. Det senare får konsekvenser för hur kabeln kan belastas och för dess livslängd.

Genom att inte tillförlitliga reservledningar fanns till området blev konsekvenserna av händelserna i tunneln mycket allvarliga för boende, näringsliv och samhällsfunktioner. Det faktum att el fanns inom angränsande områden gör att ordet katastrof bör undvikas.

En fråga som bör övervägas är om inte återkommande riskanalyser bör genomföras då sannolikt förutsättningarna ändras med tiden. Nya aspekter på sårbarheten kan bli aktuella i takt med att ett område byggs ut eller på grund av nya erfarenheter rörande sannolikheten för haverier med den aktuella nätlösningen.

4 Konsekvenser för kunder i området

För att belysa konsekvenserna av elavbrotten i området har en rad olika verksamheter intervjuats. Följande företag och verksamheter har intervjuats:

- Kista, Rinkeby och Spånga-Tensta stadsfördelsförvaltningar
- Ericsson
- Skanska
- IBM
- Svenska Bostäder
- Företagarföreningarna i området (representant för flera föreningar)
- Tidningstryckarna
- DNEx
- Aftonblandet
- Svenska Dagbladet
- Tele 2/Comviq
- Microsoft
- Stockholm Vatten
- Nokia
- SL
- Stockholms läns landsting (SLL)
- Stockholms Stadsbyggnadskontor
- Stockholms Stads controller

4.1 Verksamheter inom området

Södra Järfvafältet är en av de mest tätbefolkade delarna av Stockholm. Där bor cirka 65 000 människor. Närmare 95 procent av de 25 000 bostäderna återfinns i flerbostadshus. Dessutom arbetar cirka 30 000 i området, varav 20 000 i Kista. Totalt finns cirka 1 200 arbetsplatser. Störst andel av de förvärvsarbetande finns inom bygg- och tillverkningsindustrin (cirka 9 000) och i finansiell verksamhet (7 000). I området arbetar även många inom handel och kommunikation (cirka 6 000) och vård och omsorg (drygt 1 000).

Några exempel på större företag som är verksamma i området är Ericsson, IBM, Comviq/Tele2, KTH - IT-universitetet, Microsoft, Nokia, Sandvik. Det finns också cirka 50 dagligvarubutiker i området.

I området verkar tre stadsdelsförvaltningar; Kista, Rinkeby och Spånga-Tensta. De ansvarar bland annat för 8 servicehus, ett femtiotal förskolor, 40 skolor och 7 vårdcentraler.

4.2 Konsekvenser för näringslivet

Det är främst de två stora avbrotten under 2001 och 2002 som har haft påtagliga konsekvenser för företagen. Konsekvenser av övriga korta avbrott, som uppgått till mellan 2-4 per år i genomsnitt, har inte omnämnts vid merparten av intervjuerna. Vidare saknar de flesta av de kontaktade företagen uppgifter om hur många elavbrott som drabbat dem under åren. Därför beskrivs endast konsekvenserna av avbrotten under 2001 och 2002 i den följande texten. Kort beskrivs även konsekvenser av spänningsdippar, trots att detta är en elkvalitetsfråga och ligger utanför denna utredning, då flera av företagen tagit upp detta som ett problem i Akalla-Kista.

Den allvarligaste ekonomiska konsekvensen för de flesta företag vid de två stora avbrotten var att verksamheterna inte kunde bedrivas i 1,5 dagar (2001) och 2,5 dagar (2002), vilket medförde stora kostnader för uteblivet arbete. Kostnaderna varierade för de olika företagen beroende på storlek och typ av verksamhet. För de större företagen har kostnaderna för uteblivet arbete uppskattats till flera miljoner kronor vid respektive tillfälle. Ett företag har beräknat kostnaderna till flera tiotals miljoner kronor per avbrott, medan andra har uppskattat kostnaderna till mellan 1-5 miljoner kronor per avbrott. Kostnaderna omfattade även inköp av reservkraft och UPS, hyra av vakter, eventuella skador på utrustning, utläggning av produktion på annan ort med mera. Även för de mindre företagen var konsekvenserna stora. Enligt företagarföreningarna uppgick kraven från handelsföretagens i centrumbyggnaderna på Fortum till 4-5 miljoner kronor.

För Ericsson, som har drygt 30 fastigheter i Kista, innebär ett elavbrott som varar längre än 30 minuter stora konsekvenser. Det beror på att batterierna i UPS-systemen som kopplats in för exempelvis brandlarm och sprinklersystem inte räcker längre. Det får som följd att personalen inte kan vara kvar i fastigheterna av säkerhetsskäl. Ericsson har också ett hundratal hissar i fastigheterna som måste kontrolleras vid strömavbrott. Tidigare fanns även en produktionsanläggning i Kista som var känslig för elavbrott.

För några verksamheter är avbrottsfria elleveranser helt avgörande för verksamheten. Det gäller exempelvis IBM, som har dataservrar för andra företag. Det har lett till att bolaget har investerat i reservkraft för alla företagets datasalar. Beroende på reservkraften har avbrotten inte medfört några allvarligare konsekvenser för IBM.

Andra konsekvenser av strömavbrotten var att känslig utrustning hos elkunderna slogs ut på grund av strömavbrottet. I dagligvarubutikerna förstördes matvaror. Ej fungerande larm- och låssystem ledde till att många företag tvingades anlita vakter som bevakade fastigheterna.

Några av verksamheterna är även känsliga för mycket korta avbrott, millisekund, så kallade spikar eller spänningsdippar. Det gäller exempelvis tidningstryckerierna, Ericsson och IBM. För tidningstryckerierna leder en spänningdipp till att pappersbanorna i tryckpressarna går av, vilket leder till ett avbrott i arbetet på cirka en timme, då pappersbanorna måste rensas och sättas om. Då tryckningen

och distributionen av framför allt morgontidningarna sker under stor tidspress, kan även spänningsdippar förorsaka stora störningar för tidningsutgivningen, med stora ekonomiska konsekvenser som följd. Ericsson är också känslig för korta elavbrott, eftersom det finns känslig mätutrustning, datorer och annan utrustning på testlaboratoriet som kan slås ut av spikar. Mot bakgrund av detta anser dessa företag att spänningsdippar är ett stort problem (skillnaden mellan dippar och avbrott definieras i kapitel 3.3) och att spänningsdippar är ett problem i Akalla-Kista.

4.3 Konsekvenser för de boende

Enligt Fortums uppgifter drabbades omkring 16 000 hushåll av avbrotten 2001. Avbrottet 2002 skedde på samma plats som 2001 och omfattade i princip samma område och elkunder. Konsekvenserna vid båda avbrotten var omfattande. En rad viktiga samhällsfunktioner fungerade endast i begränsad omfattning eller inte alls, såsom trafikreglering, mat- och andra varuleveranser, mobil och fast telefoni, vatten och avloppsfunktioner, data, värme till bostäder, låsnings- och säkerhetssystem med olika larmfunktioner, skolverksamhet, TV och radio. Även tunnelbanan stod stilla under flera timmar.

Av Stockholms Stads utvärderingar framgår att inga allvarigare incidenter inträffade. Avsaknaden av värmeförsörjning blev aldrig något allvarligt problem, då väderleken var mild vid tidpunkten för de båda elavbrotten.

Vattenförsörjningen fungerade någorlunda tillfredsställande, eftersom hjälppumpar kunde försörja med vatten ända upp till 8:e våningen i höghusen. De boende hittade olika lösningar för att ordna matlagning. Dessutom ordnade stadsdelsförvaltningarna med samlingsplatser där det fanns möjlighet att värma mat.

Många av de boende upplevde emellertid en stor oro under avbrottet. Man hade inte kunnat föreställa sig att ett sådant långvarigt strömavbrott skulle kunna inträffa i en storstad som Stockholm. För rörelsehindrade personer blev konsekvenserna stora, då de inte kunde ta sig ut från sina lägenheter utan hissar eller bärhjälp.

De övriga avbrotten har oftast varit så kortvariga att de inte har ansetts medföra några nämnvärda konsekvenser för de boende i området. För utsatta grupper är redan ett kort avbrott ett problem.

4.4 Konsekvenser för kommunal service

Stockholms Stad har utvärderat konsekvenserna av avbrotten 2001 och 2002. Utvärderingarna visar att stadens förvaltningar och bolag var relativt väl förberedda för att kunna hantera dessa omfattande elavbrott. Kontinuitetsplaner hade tagits fram i samband med millennieskiftet, som hade klargjort organisation och ansvarsfördelning vid ett beredskapsläge. För de flesta verksamheter förefaller arbetet ha fungerat utan större problem. Staden sammankallade en samordningsgrupp med representanter från berörda kommunala förvaltningar och

bolag, SOS Alarm, Polisen, SL/Connex, Landstinget och Försvarsmakten. Gruppen träffades vid flera tillfällen för avrapportering. Samtliga berörda anser att samordningen fungerade bra i staden.

Ett problem som uppstod var att telefonväxlar slutade att fungera vid båda avbrotten, vilket innebar bristande information till och från stadsdelsförvaltningarna.

För att lugna medborgarna behövde stadsdelsförvaltningarna gå ut med information om vad som hade hänt och när elen skulle kunna komma tillbaka, var det fanns värmestugor och möjlighet att värma mat fanns med mera. Stadsdelsförvaltningarnas personal fick därför åka runt i området och sätta upp anslag i trappuppgångar och informera på plats. Ett annat problem i informationsspridningen var också att den mångkulturella befolkningen i området gjorde att det fanns behov av information på flera språk än svenska.

Förskolor och skolor hölls öppna i möjligaste mån och den verksamhet som var möjlig att bedriva utan el bedrevs. Många boende föredrog att vara i gemensamma lokaler bland andra människor framför att sitta ensamma i sin lägenhet under avbrottet.

Avsaknaden av reservkraft var också ett problem, främst under 2001, då man inte hade kännedom om var reservkraft fanns tillgänglig. Problem med ickefungerande ellås och säkerhetssystem vållade också bekymmer. Stadsdelsförvaltningarna fick anlita vaktbolag för att skydda fastigheterna från inbrott. De flesta verksamheter har framfört att rutiner och informationsflöde fungerade bättre under avbrottet 2002 jämfört med 2001.

De kortare avbrotten under senare år har inte inneburit några nämnvärda konsekvenser för stadsdelsförvaltningarna.

4.5 Infrastruktur

4.5.1 Tunnelbanetrafiken

Vid avbrottet 2001 stod tunnelbanetrafiken stilla i flera timmar under det första dagen. Efter cirka 10 timmar kunde trafiken starta igen beroende på matning av ström från innerstaden. En konsekvens blev emellertid reducerad trafik efterföljande dygn, fram till dess att strömmen kom tillbaka.

Vid avbrottet 2002 återupptogs tunnelbanetrafiken redan efter några timmar. Vidare har det förekommit två elavbrott under 2003 och 2004 som har inneburit stopp i trafiken, men de varade som längst i en timme. Vidare inträffade ett längre stopp av trafiken under 2003 på grund av ett fel på SL:s matningskablar mellan Vanadis och Solna. Det var primärt inte en störning på matningen från Järvafältet, utan SL tror att den belastning som dessa kablar utsattes för vid tidigare störningar har påskyndat bildningen av fel på SL:s kablar.

Sammantaget kan konstateras att tunnelbanan klarar strömavbrotten bättre än vad samhället i övrigt gör. Det beror på att varje tunnelbanestation har reservkraft för försörjning av belysning, hissar, signalsystem med mera. För tågtrafiken finns ett dubblerat och oftast dubbelsidigt matat högspänningsnät (33 kV), som innebär flexibilitet i matningsalternativ. Vid avbrottet 2001 användes exempelvis SL:s högspänningsnät för att strömförsörja tidningstryckeriet i Akalla. SL och Connex har sedan en längre tid en organisationsplan för strömavbrott och liknande händelser. Tillgången till reservkraften gjorde dock att ingen krisplan behövde sättas i verket.

4.5.2 Vatten- och avloppsförsörjning

Det mest kritiska för Stockholm Vattens del vid avbrotten 2001 och 2002 var att få ut reservkraftsaggregaten och koppla in dem till de avlopps- och vattenpumpstationer som var berörda. Det var emellertid inte så många av Stockholm Vattens anläggningar som berördes av avbrotten. Ett stort antal abonnenter hade problem med vattentrycket under avbrottet, främst på de högsta våningarna i husen. Stockholm Vatten hade ett bra samarbete med Birkas jourgrupp. Vattenförsörjningen fungerade därför förhållandevis bra under avbrotten. Kostnaderna för avbrottet under 2001 har uppskattats till 700 000 kronor, vilket bestod av ett tidiga relagt utbyte av rörstöd i Akallatunneln.

4.5.3 Övrig kommunikation

Såväl det fasta som mobila telefonnätet drabbades av störningar under strömavbrotten 2001 och 2002. Stadsdelsförvaltningarnas telefonväxlar fungerade exempelvis inte under strömavbrotten och delar av det mobila nätet slutade att fungera. Det var dock mindre störningar i telekommunikationen under 2002 än 2001.

Även Microsofts e-postserver för Norden slutade att fungera under avbrottet 2001.

Övriga kommunikationer inom Landstingets ansvarsområde drabbades inte i någon nämnvärd omfattning av avbrotten 2001 och 2002.

4.5.4 Vård och omsorg

Primärvård, hemsjukvård och geriatrik drabbades av de två stora avbrotten, men enligt uppgifter från Stockholms läns landsting inträffade inga allvarigare händelser. Stockholms läns landsting följde sin katastrofplan, som enligt den tjänsteman som ansvarade för beredskapen vid avbrottet 2001 fungerade väl. Under det första dygnet var arbetet inriktat på att sprida information om vart patienter som behövde vård skulle vända sig. Ingen verksamhet kunde bedrivas på vårdcentralerna i det aktuella området under avbrotten. Eftersom det rörde sig om ett geografiskt begränsat område var det relativt lätt att dirigera om patienter till annan vård. SLL (genom CAK – Centrala avdelningarna för Ambulanssjukvård och Katastrofmedicinsk planering) och SOS Alarm deltog i kommunens

samordningsarbete. Huvuddelen av informationsspridningen under avbrottet sköttes dock inte av landstinget utan av de ansvariga på vårdcentralerna.

4.6 Åtgärder

4.6.1 Åtgärder hos företagen

Alla intervjuade företag har sett över systemen för avbrottsfri drift för alla viktiga funktioner i verksamheterna. De har också kontrollerat att rutiner och beredskapsplaner hålls uppdaterade. Flera företag har valt att investera i reservkapacitet efter elavbrotten. Såväl Microsoft, Tele2/Comviq som NOKIA har investerat i reservkraft för att förhindra avbrott i verksamheten. Även mindre affärsverksamheter i centrumanläggningarna har köpt mindre dieselaggregat för att klara vissa funktioner vid ett elavbrott.

Några av företagen anser dock att det inte är ekonomiskt möjligt att investera i reservkraft. Det gäller till exempel Ericsson som har drygt 30 fastigheter i området att försörja med el. Det gäller även tidningstryckerierna, som behöver reservkraftaggregat med hög effekt för att klara att hålla tryckpressarna igång.

IBM har haft tillräcklig reservkapacitet för att kunna ha avbrottsfria elleveranser till sina datahallar i över tio år och har uppgivit att inga ytterligare åtgärder har vidtagits. Nyligen ersattes företagets reservkraftanläggningar med tre nya dieselmotorer, med UPS-system integrerat, till en kostnad av cirka 25 miljoner kronor.

För stadsdelsförvaltningarnas del har en viktig åtgärd varit att inventera tillgångarna på reservkraft. Spånga-Tensta har sett över möjligheterna att köpa upp reservkraft från företag. Kista har verkat för att räddningstjänsten bör vara ansvarig för reservkraft. Problemen med att telefonväxlarna slutade att fungera under de båda avbrotten har lett till en översyn av desamma för att undvika att telefonväxlarna slutar fungera.

Stockholm Vatten har införskaffat material till nödvatten. I övrigt fanns redan tidigare beredskap för elavbrott och några ytterligare åtgärder har därför inte vidtagits.

Flera företag har undersökt möjligheterna att driva en stämningsansökning gentemot Fortum för att få ersättning för den skada som elavbrotten har orsakat. Några av de större företagen har dock gjort bedömningen att det inte är möjligt att få ersättning med gällande bestämmelser i ellagen, medan andra har för avsikt att driva ersättningsfrågan vidare. För näringsidkare finns inga regler i ellagen om ersättning vid strömavbrott utan ordinarie skadestandsregler gäller. Näringsidkaren har, enligt de allmänna avtalsvillkoren (Nät 2000N och H), rätt till ersättning för person- eller sakskada om nätägaren handlat vårdslöst. Rena förmögenhetsskador (till exempel utebliven vinst) eller följdskador vid sakskador ersätts dock inte.

Fortum har inte betalat ut någon ersättning till näringsidkare för 2001 års avbrott, då avbrottet inte har bedömts ha orsakats av vårdslöshet från Fortums sida. För avbrotten 2002 har Fortum betalat ut totalt 7 miljoner kronor i skadestånd till näringsidkare. Dessutom har Fortum återbetalt 25 miljoner kronor till samtliga drabbade elkunder inom området. Detta har skett med utgångspunkt från Fortums egna ersättningsregler som innebär att 50 procent av den fasta avgiften återbetalas vid avbrott längre än 48 timmar.

4.6.2 Reservkraft

I en studie från FOI¹² 2004 har diskuterats vad som kan anses vara acceptabla elavbrott och olika strategier för säker elförsörjning. Tretton verksamhetstyper som bedöms vara samhällsviktiga identifieras. Av dessa bedöms konsekvenserna bli oacceptabla redan inom 6 timmar för vård och omsorg, kommunalteknisk verksamhet och mobiltelefoni. För värme och el för hushåll samt akutsjukvård bedöms konsekvenserna bli oacceptabla inom 24 timmar. Resterande verksamheter drabbas allvarligt inom ett par dygn. Gränsen för vad som är acceptabelt beror också på orsaken till störningen, liksom på hur stort område som har drabbats (lokalt, regionalt eller nationellt). Tilläggas bör att årstiden likaså har en avgörande betydelse för hur allvarliga konsekvenserna blir av ett strömavbrott.

I studien beskrivs fyra strategier för att öka säkerheten i elförsörjningen:

- Ökad tillgång till reservkraft
- Ökad möjlighet att prioritera användare genom tekniska styråtgärder
- Ökad robusthet i elsystemet
- Snabbare återställande av elsystemet

I fallet Akalla-Kista är det framför allt åtgärder inom kategorin ökad robusthet som kunde ha reducerat risken för allvarliga störningar. Lokal kraftproduktion skulle likaså ha kunnat mildra konsekvenserna av strömavbrotten. De övriga två strategierna hade däremot varit mindre framgångsrika för att begränsa konsekvenserna av strömavbrotten inom området.

4.7 Information från Fortum vid elavbrott

Hur väl Fortum nått ut med informationen om strömavbrotten till elkunderna varierar. De företag som har någon anställd som har personlig kontakt med personal på Fortum förefaller ha fått god information, medan andra företag fått begränsad information. Särskilt i inledningsskedet av ett strömavbrott har många företag framfört kritik mot bristande information från Fortum. Det har inte gått att få kontakt med någon personal på Fortum, och man har heller inte kunnat få information om hur länge man tror avbrotten varar. Många har dock framfört att man fått bättre information efter det stora avbrottet 2001.

¹² FOI-R .1163 SE, Frost Christina, Barck-Holst Svante, Ånäs Per, Lökvist Anderssen: Acceptabla elavbrott; Fyra strategier för säker elförsörjning.

Stadsdelförvaltningarna och de kommunala bolagen anser att informationen från Fortum vid de stora avbrotten har fungerat väl, särskilt under 2002 års avbrott. En förklaring är att Fortum (dåvarande Birka Energi) vid båda tillfällena deltog i stadens samordningsarbete.

Flera av företagen och verksamheterna önskar dock att få direktinformation vid elavbrott, vilket Fortum inte har kunnat erbjuda annat än till ett fåtal av elkunderna. När en av stadsdelförvaltningarna begärde att få ett direktnummer till Fortum vid elavbrott för att snabbt kunna få information och därmed kunna planera för att klara äldreomsorg och dylikt, blev de hänvisade till det allmänna företagsnumret.

Det borde vara möjligt för Fortum att ge direktinformation till elkunderna. Genom att utnyttja möjligheten exempelvis till grupp-SMS är det möjligt för Fortum att i en nära framtid informera om strömavbrott även med beaktande av att informationen om ett avbrott utanför kontorstid måste skötas via en driftcentral med endast en à två medarbetare. Fortum behöver inte begränsa antalet personer som önskar information utan kan lämna antalet öppet för kunden att bestämma.

Andra möjligheter till informationsspridning är via en hemsida på internet. För såväl arbetande som boende finns även möjligheten att ringa någon utanför det drabbade området och söka information.

Information om vidtagna åtgärder

Många företag har också fört en dialog med Fortum för att få information om vilka åtgärder som Fortum har vidtagit och vidtar för att minska risken för elavbrott i området. Alla initiativ till informationsmöten förefaller ha kommit från elkunderna. Utskick av nyhetsbrev angående åtgärder eller risk för avbrott har endast skickats ut till några få av de intervjuade företagen och verksamheterna och i första hand i samband med åtgärderna efter branden 2001. Det samlade intrycket är att Fortum inte har varit tillräckligt intresserade av att ge information om vilka åtgärder som har vidtagits. Det har resulterat i att ingen av de intervjuade företagen anser att Fortum vidtagit tillräckliga åtgärder för att öka leveranssäkerheten i området.

Vid intervjuer med stadsdelförvaltningarna och stadsbyggnadskontoret föreföll frågan om Fortums åtgärder för att minska risken för framtida avbrott inte vara särskilt aktuell. De kände exempelvis inte till om Stockholms Stad driver frågan om säkrare elförsörjning i området.

4.8 Omedelbara konsekvenser av strömavbrotten

Den mest påtagliga konsekvensen av strömavbrott är att i princip all ordinarie verksamhet avstannar så länge ett strömavbrott varar. Att så blir fallet beror inte minst på den ökade automatiseringen och datoriseringen i samhället. Det ökade datorberoendet har medfört att manuella rutiner saknas i de flesta verksamheter. Reservkraftaggregat och utrustning för avbrottsfri strömförsörjning, så kallat

UPS-system, krävs för att hålla igång de processer eller funktioner som alltid måste fungera. Dessa reservsystem leder till ökade kostnader men begränsar de ekonomiska konsekvenserna av både kortvariga och långvariga avbrott.

De ekonomiska konsekvenserna av elavbrott varierar mellan såväl olika kundkategorier som inom en kundkategori. Tidpunkten för avbrotten på dygnet och året är också avgörande för hur stora konsekvenserna blir. Merparten av de intervjuade företagen har inte velat lämna ut uppgifter om kostnader för elavbrott. För de företag som har lämnat uppgifter varierar kostnaderna mellan någon eller några miljoner för avbrotten 2001 och 2002. Ett företag har angivit kostnader på flera tiotals miljoner kronor för de båda stora avbrotten. För övriga elavbrott som skett vid andra tidpunkter har inga företag kunnat redovisa kostnadsuppgifter. Enligt Fortums egna beräkningar uppgick de samhällsliga kostnaderna för samtliga elavbrott i det berörda området år 2001 till 129 miljoner och 2002 till cirka 200 miljoner kronor. Övriga år, när avbrottstider och lastbortfall har varit betydligt lägre, har kostnaderna uppskattas till mellan 50 000 och 4 miljoner kronor. Beräkningarna baseras på Svensk Energis uppgifter om kostnader för elavbrott från 1994¹³. Det bör påpekas att Svensk Energis avbrottskostnader inte kan användas okritiskt för avbrott som är längre än 4 timmar, då de kan leda till väsentligt högre kostnader. Vidare utgår kostnadsbedömningarna från en undersökning som gjordes för över tio år sedan. Svensk Energi har under 2003 uppdaterat bedömningen i rapporten "Elavbrottskostnader 2003"¹⁴. I denna rapport konstaterar intervjuade personer att avbrottskostnaderna ökat inom de flesta verksamheter. Totalt har de ökat med 40-130 procent för elkunder i tätort sedan 1993¹⁵.

De allvarligaste konsekvenserna på kort sikt är att samhällsviktiga funktioner, såsom värme-, vatten- och avloppsförsörjning och telekommunikationer inte fungerar. Ett elavbrott som inträffar under vintertid kan leda till allvarliga konsekvenser. Vatten- och fjärrvärmeledningar kan frysa sönder, avsaknad av värme-, vatten- och avloppsförsörjning kan förorsaka stora problem i synnerhet för äldre och rörelsehindrade personer. Inget av de avbrott som drabbat Akalla-Kistaområdet har dock inträffat vid kall väderlek. Vidare orsakar eldrivna hissar, lås- och larmsystem stora praktiska problem vid ett strömavbrott.

Det är också tydligt att det finns stora svårigheter att nå ut med information till de berörda vid ett elavbrott. Det beror på att den personal inom nätbolaget som har information om vad som har hänt normalt sett är upptagen med arbete för att få elen tillbaka och därmed sällan är tillgänglig för att ge information. Det är heller inte alltid möjligt att i ett tidigt skede ge svar på vad som har hänt och framför allt

¹³ Svenska Elverksföreningen 1994, Avbrottskostnader för elkunder.

¹⁴ Elavbrottskostnader 2003, Svensk Energi, Artikelnummer: 30316.

¹⁵ Ökningen för olika kundkategorier fördelas enligt följande:

Hushåll	+60 %
Jordbruk	+80 %
Handelstjänster	+130 %
Mindre industrier	+50 %
Större industri	+40 %

Avbrottskostnaden för elkunder inom tätort beräknas 2003 till 20 kr/kW + 105 kr/kWh (mot 1994 9 kr/kW + 45 kr/kWh). Uppskattningen bör betraktas som överslagsberäkningar.

inte när de tror att problemet ska vara löst. Elavbrott innebär i allmänhet att de normala kommunikationsvägarna fungerar dåligt eller inte alls.

Samtidigt bör det noteras att inga allvarligare incidenter inträffade under de två stora avbrotten 2001 och 2002 som ändå varade i flera dygn. Stadsdelsförvaltningarna, de kommunala bolagen och de boende verkar ha funnit acceptabla lösningar för vatten- och avloppsförsörjning, möjlighet till att värma mat, kommunikationer, även för äldre och rörelsehindrade personer. Representanter för stadsdelsförvaltningarna nämnde att den analys liksom de förberedelser och krisplaner, som tagits fram i samband med millennieskiftet kom väl till pass när de nu ställdes inför en allvarlig störning. Även om inte problemet var identiskt kom analystekniken väl till pass. Erfarenheterna från avbrottet 2001 underlättade arbetet 2002. Man visste exempelvis att vaktbolagstjänster för att bevaka skolor och äldreboende behövdes och aktuella telefonnummer hittades snabbt. Övning ger färdighet, även om inte övning på det exakta scenariot som inträffat skett.

4.9 Konsekvenser på längre sikt

De avbrott som varit i området har medfört att både företag, kommunala verksamheter och allmänheten har en hög beredskap för strömavbrott. De stora avbrotten 2001 och 2002 har inneburit att verksamheter och företag har varit tvungna att testa sina beredskapsplaner och reservkraftsutrustningar och kunnat upptäcka fel och åtgärda dem. Flera har också valt att investera i system för avbrottsfri elförsörjning, framför allt för datorer, och reservkraft. För stadsdelsförvaltningarnas del har dock tillgången till reservkraft minskat på senare år, som en följd av privatiseringen av de kommunala energibolagen.

Flera företagare anser att avbrotten har påverkat företagens vilja att etablera sig i området negativt, och då i synnerhet verksamheter som är beroende av säker tillgång till elleveranser.

De stora avbrotten har också lett till ett stort misstroende gentemot Fortum som nätägare och en stor irritation vid elavbrott, även om frekvensen för elavbrott under de två senaste åren inte varit högre än i andra områden i Stockholm.

5 Slutsatser

Allmängiltiga slutsatser har medvetet eftersträfvats, slutsatser som har ett värde utanför de specifika situationer som studerats i denna utredning. Det har varit möjligt att dra konkreta slutsatser och att fatta välgrundade beslut med utgångspunkt från det omfattande material som förelagat om de inträffade driftstörningarna.

5.1 Analys av möjliga problem

Det finns anledning att genomföra en systematisk analys av vilka möjliga problem som kan uppstå. Denna analys av möjliga problem bör genomföras återkommande så att egna och andras erfarenheter (positiva och negativa) kan vägas in och ett så bra beslutsunderlag som möjligt kan erhållas.

En sådan framåtsyftande problemanalys utgör en viktig del i arbetet med översyn av planer och beredskap. Vi ser stora fördelar med att förlägga allehanda kablar och rör i tunnlar under tätortsområden. Samtidigt slås vi av de risker som det innebär att så mycket av stadens vitala försörjning sammanförs i dessa tunnlar.

Hade ett systematiskt riskanalysarbete i samband med projekteringen av tunnarlarna genomförts, hade åtgärder som kraftigt begränsat riskerna kunnat vidtas. Vissa orsaker hade kunnat elimineras, medan effekterna av andra kunnat reduceras kraftigt. Ett exempel på en teknisk lösning med potentiellt omfattande konsekvenser vid en olycka är att förlägga alla tre högspänningskablar till Hägerstalund i tunneln i nära anslutning till varandra. Värdet av reservkablar reducerades helt. En kabelförbindelse hade kunnat förläggas i jord, alternativt hade kablar kunnat förläggas i betongkanaler i tunneln för att undvika att en kabelbrand kunnat sprida sig till övriga kablar.

5.2 Analys och åtgärder

Efter att en betydande driftstörning har inträffat och de akuta problemen lösts finns det starka skäl som talar för att göra en analys av de just uppkomna problemen och undersöka hur ett upprepande kan undvikas. I det utredningsmaterial som tagits fram i samband med driftstörningarna finns det underlag som krävs för en analys av problemet. En mera formell hantering av detta material med syftet att presentera ett beslutsunderlag borde ha resulterat i konkreta och tidsatta åtgärder. En sådan utredning bör utmynna i en sammanställning av åtgärder som kan:

- eliminera ett återupprepande, eller att liknande händelser inträffar i framtiden samt vad dessa åtgärder skulle kosta att genomföra,
- minska sannolikheten för att liknande händelser ska inträffa igen samt vad dessa åtgärder skulle kosta att genomföra,

- minska konsekvenserna om liknande händelser skulle inträffa i framtiden och vad dessa åtgärder skulle kosta att genomföra.

Det blir därefter nätbolagets uppgift att besluta om vilka åtgärder som ska vidtas och att besluta om när dessa åtgärder ska vara genomförda. Att återställa nätet till vad det var före händelsen är sannolikt inte tillräckligt om man vill värna driftsäkerheten. Om högspänningskablar separerats enligt avsnitt 5.2 ovan, hade det eliminerat risken för ett avbrott av samma omfattning som vid kabelbranden 2001-03-11. Om en brand inträffat, hade den fått betydligt mindre konsekvenser då Hägerstalsstationen kunnat försörjas via kvarvarande högspänningskabel.

5.3 Beredskap inför möjliga händelser

Utöver analysen som ytterst syftar till att driftstörningar ska kunna undvikas ska beredskapsförberedelser göras så att konsekvenser av stora och oförutsedda händelser kan minimeras.

Utgångspunkten för allt problemanalysarbete måste vara att i möjligaste mån eliminera risken för oacceptabla händelser och att därefter minska sannolikheten för att de ska inträffa liksom konsekvenserna av inträffade händelser. Sannolikt ska delar av detta arbete ske i nära samverkan med kunderna.

Den tekniska organisationen ska öva sin beredskap inför möjliga händelser. Här ligger att se till att nödvändig kompetens finns eller att kunna förvärva den genom tillfredsställande serviceavtal. Vidare måste nödvändigt reservmaterial finnas eller kunna införskaffas med kort varsel om behov skulle uppstå. Även här kan serviceavtal vara en lösning.

Informationstjänsten måste övas och listor med kontaktpersoner hållas aktuella. Här fordras en rutin för regelbunden uppdatering. Uppgiften är synnerligen grannlaga då kunderna önskar information om hur länge störningen kommer att pågå, något som driftcentralen i allmänhet inte kan överblicka vid ett sådant tillfälle. Personalen vid driftcentralen är hårt pressad med att försöka få en klar bild av störningen samt att vidta åtgärder för att eliminera eller minska konsekvenserna av störningen. Samtidigt är driftcentralen den enda källan som kan tillhandahålla primär information. Informationsarbetet måste så långt det är möjligt automatiseras för att lösa konflikten

5.4 Behovet av omedelbar information

I ett samhälle som är så beroende av tillförlitliga elleveranser som vårt och där dessutom känsligheten för brister i elkvalitet ökar är det synnerligen viktigt att information når ut till alla oroliga kunder. Informationsbrist kan upplevas som minst lika frustrerande som strömavbrottet i sig. Det visar erfarenheterna från Akalla-Kista, där många elkunder framfört kritik mot att Fortum inte tillhandahåller tillräcklig information vid elavbrott. Den bristande informationen har skapat ett stort missnöje hos många elkunder.

Sannolikt bör alla intresserade representanter för olika verksamheter erbjudas att få ta del av den information som finns. Initialt är kunskapen begränsad om vad som hänt och hur länge störningen kan beräknas vara. Dessutom är personalen i driftcentralen mycket begränsad och har viktiga uppgifter med att söka återställa elleveranserna.

Informationsspridningen kan genomföras på olika sätt. Flera informationsvägar kan säkert användas, men såväl TV som Internet fungerar normalt inte för de abonnenter som är direkt drabbade. Radio, speciellt P4, med hjälp av OJJE-systemet¹⁶ kan vara utmärkta informationskanaler, speciellt som mottagning kan ordnas via batteridrivna radioapparater eller bilradio och således kan bidra till att meddelandena kan uppfattas inom drabbade områden. En möjlighet är att via mobiltelefon och exempelvis *Telia SMS i datorn* delge ett stort antal mottagare korta meddelanden. Ett sådant system kan tillfredsställa driftcentralens behov av att inte vara uppknuten vid telefoner med mera. Uppdateringar kan ske så snart information finns eller upprepas med vissa intervaller för att inte mottagarna onödigtvis ska börja söka information via andra vägar. Fördelen med en lösning som grupp-SMS är att man kan inte behöver begränsa mottagarna till en eller ett fåtal individer inom en verksamhet utan man kan tillåta ett stort antal mottagare. Risken för att informationen inte når fram på grund av att den eller de tilltänkta mottagarna inte går att nå minskar ju fler som är mottagare.

Allmänheten får informeras via allmänna media som radio och television. Rutiner krävs likaså för hur telefonväxlar ska bemannas för att i görligaste mån kunna svara på oroliga kunders frågor.

Informationsuppgiften är känslig då alla kunder önskar precisa uppgifter om hur länge störningen kommer att vara, något som är närmast omöjligt att besvara på ett tidigt stadium innan vad som hänt är helt klarlagt och konsekvenserna kända.

5.5 Information om driftstörningen och vidtagna åtgärder

Ur nätoperatörens synpunkt är det synnerligen viktigt att återställa förtroendet hos kunderna genom att informera om vad som hänt och vilka åtgärder man vidtagit för att förhindra ett upprepande. Den informationen bör sannolikt upprepas i takt med att beslutade åtgärder har genomförts. Det finns anledning att undersöka hur informationen har uppfattats för att om så krävs komplettera eller förtydliga informationen. I Akalla-Kista finns det idag ett stort missnöje med Fortum som nät-ägare, vilket till stor del är kopplat till att många elkunder inte har fått tillräcklig information om vilka åtgärder som vidtagits för att öka leveranssäkerheten i

¹⁶ Ett samarbetsprojekt rörande händelseinformation mellan SOS-Alarm och Sveriges Radio sedan 1997. I korthet innebär det att när ett larm av händelsekaraktär når SOS-Alarm via 112 så sänds det vidare elektroniskt till sändningsledningen centralt inom Sveriges Radio. Där bearbetas informationen i OJJE-systemet för att bli tillgängligt för de lokala SR-kanalerna, inklusive WEB- och DAB-digitalradio. OJJE-systemet har fått namn från de båda radioprofilerna Ove Joanson och Jan Engdahl.

området. Det har lett till att de flesta (de som kontaktats i utredningen) inte anser att leveranssäkerheten är tillräckligt god och att många inte är medvetna om att åtgärder vidtagits som medför att den har förbättrats avsevärt sedan bränderna 2001 och 2002.

”Efter”-informationen bör präglas av stor öppenhet för att skapa förtroende. Viktiga större kunder måste besökas för att etablera en dialog inför framtiden. Denna typ av vård av kundernas förtroende har med all sannolikhet stor betydelse för företagets renommé.

5.6 Konsekvenser vid förändringar

Vid omfattande förändringar av arbetssätt och organisation, speciellt om viss övertalighet uppstår, finns risk för att kontinuiteten blir lidande i delar av verksamheten. Det är därför viktigt att noga följa service-, teknik- och underhållsfunktionerna, då det annars finns risk för att förtrogenheten med anläggningarna och deras funktion blir lidande. Vid ”outsourcing” är det viktigt att bevaka att man inte omedvetet förlorar ett mervärde i det service- och underhållsarbete som har utförts. Risk finns att värdefulla insatser inte blir beställda för att de inte var uppenbara för beställaren. I en renodlad beställare-utföraresituation får man bara det man beställt.

En pressad ekonomisk situation på grund av företagsinköp och där avkastningskraven är i fokus riskerar att skjuta på reinvesteringar som inte upplevs som nödvändiga av alla. Det finns en risk att ett planerat underhåll i varierande omfattning övergår i ett händelsestyrt underhåll (behovsstyrt underhåll).

6 Referenser

- Crismart, The 2001 Kista Blackout: Corporate Crisis and Urban Contingency, 2003
- Energimyndigheten, God Elkvalitet, ER 24:2003
- FOI (Totalförsvarets Forskningsinstitut), Acceptabla elavbrott? Fyra strategier för säker elförsörjning, 2004
- Fortum (Birka Nät AB), Kabelbranden i Akallatunneln söndagen 11 mars år 2001, 2001
- Fortum (Birka Nät AB), Haveriutredning, Brand i Akallatunneln 11 mars 2001, 2001
- Fortum (Birka Nät AB), Utredning av driftstörning 51/2001, kabelbrand i Akallatunneln, med avseende på kontrollutrustningsfunktioner, 2001
- Fortum (Birka Nät AB), Utredning av driftsstörning 68/2002, reläskyddsfunktioner i samband med tunnelbranden den 29/5 2002, 2002
- Fortum (Birka Nät AB), Händelser branden i Akallatunneln 020529, 2002
- Fortum (Birka Nät AB), Alternativ för ny matning av Tp Hägerstalund
- Fortum (Birka Nät AB), Birka Näts uppgift är att leverera el – säkert, miljöanpassat och utan avbrott
- Fortum (Birka Nät AB), Elnätet i Stockholm
- Fortum (Birka Nät AB), Kabelbrand i Akallatunneln 29 maj 2002, 2002
- Fortum Distribution, Driftstörningar i Tp Hägerstalund, 2004
- Fortum Distribution, Fortsatta arbetet vid Fortum Distributions fördelningsstation Hägerstalund, 2004
- Fortum Distribution, Sammanställning av driftrapporten 1995-2004,
- Widlund, David, Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, Stockholms Stads krisledning
- SINTEF, Vurdering av mulige årsaker til kabelbrannen i Akalla-tunnelen, 2002
- SINTEF, Redogjørelse av noen vesentlige poeng i forbindelse med Sintef Energiforskning sine undersøkelser av Akalla kablene, 2004
- Stockholms Brandförsvär, Allvarliga störningar i nordvästra Stockholm i samband med kabelbrand den 11 mars 2001, 2001
- Stockholms Brandförsvär, Stadens insats för ledning, samordning och information i samband med kabelbrand och elavbrott den 29 maj, 2002
- Stockholms Stad, Generalplan för Kista, Husby och Akalla, Pl 7160, 1969
- Stockholms Stad, Områdesplan för Akalla arbetsområde, Pl7373, 1976
- Stockholms Stad, Områdesplan för Kista, Pl 7300, 1973
- Stockholms Stad, Områdesplan för Husby och Akalla, Pl7225, 7240, 1972
- Stockholms Stad, Kista, Husby, Akalla – en resumé för planerare, politiker och kritiker, 1981
- Svensk Energi (fd Svenska Elverksföreningen), Avborttskostnader för elkunder, 1994
- Svensk Energi, Elavbrottskostnader 2003, 2004
- Svenska Kraftnät, Ett Robust Elförsörjningssystem

6.1 Intervjuer

Aftonbladet, Örjan Folkesson
DN.EX, Peter Israelsson
DN.EX, Rolf Almqvist
Ericsson, Joakim Blomkvist
Ericsson, Imran Bukhar
Ericsson, Per G Malmberg
Fortum Distribution, Anita Björnström, Human Resources
Fortum Distribution, Cecilia Markusson, Processes and Strategies
Fortum Distribution, Jan Thomas Persson, SEKO-ordf
Fortum Distribution, Anders Östlund, nätplanering och underhåll
Fortum Distribution, Ingmar Karlsson, Drift Stockholm
Fortum AB, (fd) Thomas Bruce
Företagarföreningarna i Husby, Tensta och Rinkeby, Salam Kurda
Handelshögskolan i Stockholm, Mats Engvall
IBM, Per-Erik Janheim
IBM, Johan Hanson
IBM, Niklas Sundman
Kista Stadsdelsförvaltning, Rune Lagerkvist, Christer Wohlfart
Microsoft, Björn Mosell
NOKIA; Johanna Adrian
Rinkeby Stadsdelsförvaltning, Per Granhällen
Spånga-Tensta Stadsdelsförvaltning, Kenneth Eriksson
Stockholms läns landsting, Eva Sellenius
Stockholms Stad, Stadsbyggnadskontoret, Agneta Larsson
Stockholms Stad, Boris Almsköld, Controller
Stockholms stad, Stadsbyggnadskontoret, Elisabeth Söderström
Storstockholms lokaltrafik, Bror Lundgren
Svenska Dagbladet, Johan Hammar
Svenska Kraftnät, Christer Olsson
Svenska Bostäder, Claes Tornerhjälms
SKANSKA, Anders Karlsson,
Stockholm Vatten, Stefan Rosengren
Tidningstryckarna, Peter Ihre
Tele2/Comviq, Jonas Averstad
ÅF-Energi & Miljö AB, Leif Backéus

Bilaga 1

Problemdefinitioner

Möjliga orsaker	Problem-definition	Problemet är	Problemet är inte
1.0 Kabelfel, massakabel	Hur	Avbrott på 11 kV massakabel	Spikar, dippar, svaj, eller brand, ej heller övrig utrustning som skydd, brytare etc. Modern PEX-kabel
	Var	Jordförlagd massakabel inom Järvafältet	I tunnel, luft, mer sällan andra områden.
	När	Dygnet runt, något mer vid höglast	Händelse vid specifik tidpunkt
	Omfattning	Drabbar "kvarter", ca 1000 ers. Ca 1 timmes avbrott	Stadsdel, enstaka abonnenter.
1.0.1 Kabelfel, kvalitetsfel, mark	Hur	Avbrott på 11 kV massakabel,	Spikar, dippar, svaj, eller brand, ej heller övrig utrustning som skydd, brytare etc. Modern PEX-kabel
	Var	Jordförlagd massakabel inom Järvafältet	Avviker inte från massakabel inom andra områden enl. Fortum.
	När	Dygnet runt, något mer vid höglast	Händelse vid specifik tidpunkt
	Omfattning	Jordförlagd massakabel inom Järvafältet	Avviker inte från andra områden i Stockholm
1.0.2 Kabelfel (jordfel) samt bakmatning	Hur	Den primära orsaken är ett jordfel (kortslutning) som leder till att kabeln kopplas ifrån automatiskt i fördelningsstationen. Nätstationen matas med alternativ kabel. Genom att 400-voltssidan är gemensam inom nätstationen kan energi matas bakvägen till skadestället och resultera i varaktigt överslag till manuell omkoppling sker i nätstationen	Samma primära orsak men 400-voltssidan är öppnad så att bakmatning inte kan ske.

fortsättning

Möjliga orsaker	Problem-definition	Problemet är	Problemet är inte
fortsättning	Var	Markförlagd kabel	Markförlagd kabel
	När	Till 2002/2003	2004
	Omfattning	Kan leda till spänningssvaj eller i västa fall att även den andra kabeln löser med strömlöshet inom nätstationens område	Strömavbrott under ca en timme för den del av nätstationens abonnenter som är anslutna till den drabbade ledningen
1.1 Kabelfel, kabelskarv, och ändavslut	Hur	Kortslutning, jordfel på 11 V massakabel	Spikar, dippar, svaj, eller brand, övrig utrustning som skydd, brytare etc. Modern PEX-kabel
	Var	Vid skarv eller ändavslut i jordförlagd kabel, kabel inom Järvafältet	Ej i tunnel, luft, mer sällan andra områden.
	När	Sannolikt dygnet runt, något mer vid höglast	Händelse vid specifik tidpunkt
	Omfattning	Drabbar "kvarter", ca 1000 pers. Ca 1 timmes avbrott	Stadsdel eller enstaka abonnenter
1.2 Kabelfel tunnelförläggning	Hur	Avbrott och brand på 11 V massakabel	Spikar, dippar, svaj, övrig utrustning som skydd, brytare etc. Modern PEX-kabel
	Var	Enstaka tunnelförlagd kabel inom Järvafältet	Jordförlagd kabel, eller andra kabeltyper.
	När	Dygnet runt, något mer vid höglast	Händelse vid specifik tidpunkt.
	Omfattning	Drabbar "kvarter", ca 1000 pers. Ca 1 timmes avbrott	Stadsdel, enstaka abonnenter
1.3 Kabelfel, kabelbrand, samförlagda kablar	Hur	Avbrott och brand på 11 kV massakabel m fl kablar	Spikar, dippar, svaj, övrig utrustning som skydd, brytare etc. Modern PEX-kabel
	Var	Flera samförlagda kablar i tunnel inom Järvafältet eller tunnlar inom andra områden	Ej jordförlagd kabel, mer sällan andra områden

fortsättning

Möjliga orsaker	Problem-definition	Problemet är	Problemet är inte
fortsättning	När	Dygnet runt, något mer vid höglast	Händelse vid specifik tidpunkt
	Omfattning	Drabbat "stadsdel", ca 20 000-50 000 pers. Flera dygns avbrott Samförläggning ökade tidigare dramatiskt konsekvensen av en brand då alla tre 110 kV-kablarna från Beckomberga till Hägerstalund gick i samma tunnel som vissa 11 kV- och 33 kV-kablar	Enstaka abonnenter. Får allvarliga konsekvenser, om än lindrigare inom områden där fördelningsstationen kan matas från annat håll
1.3.1 Kabelfel (jordfel) samt bakmatning, tunnelförlagd kabel	Hur	Den primära orsaken är ett jordfel (kortslutning) som leder till att kabeln kopplas ifrån automatiskt i fördelningsstationen. Nätstationen matas med alternativ kabel. Genom att 400-voltssidan är gemensam inom nätstationen kan energi matas bakvägen till skadestället och resultera i en ljusbåge som tänder kabelmaterialet	Samma primära orsak men 400-voltssidan är öppnad så att bakmatning inte kan ske
	Var	Tunnelförlagd kabel	Tunnelförlagd kabel
	När	Till 2002/2003	2004
	Omfattning	Kan leda till brand. Om kabeln är samförlagd med andra högspänningskablar kan ett långvarigt avbrott drabba stadsdelen	Strömavbrott under ca en timme för den del av nätstationens abonnenter som är anslutna till den drabbade ledningen
2. Kabelfel, PEX-kabel	Hur	Skarv av PEX-kabel för 33, 110 kV, Brister i kvalitet och kontroll	Arbetet genomfört med tillfredsställande kvalitetssäkring/kontroll
	Var	Tunnelförlagd kabel	Jordförlagd kabel utan samförlagd i tunnel

fortsättning

Möjliga orsaker	Problem-definition	Problemet är	Problemet är inte
fortsättning	När	Skarvning efter brand i tunnel under stark tidspress.	Planerad skarvning (utan stress)
	Omfattning	Drabbar stadsdel eller del av stadsdel om alternativ försörjning saknas	Liten omfattning om alternativ finns
3 Mindre uppmärksamhet på underhåll	Hur	Omorganisationer kan leda till förlust av förtroghetskunskaper (erfarenhet) och kapacitet. Möjlig konsekvens av outsourcing som ger övertalighet. En organisation med rena beställare-utförareroller ställer krav på beställarna. Fokus på lönsamhet innebär mindre uppmärksamhet på exempelvis underhåll	Inte i organisationer som upplever utveckling, expansion och nyanställningar
	Var	Service/Teknik (och Miljö) organisationen	Ej inom beställarorganisationen eller exempelvis marknadsavdelningen
	När	Ca 1997 (start 1997-01-01) och framåt	Inte vid specifikt tillfälle utan i vågor efter förändringar
	Omfattning	Avser Birka Service, resp. Birka Teknik och Miljö, senare Fortum Service och Fortum Teknik och Miljö	Ej driftavd och marknadsavd om kan uppleva ökad uppmärksamhet
3.1 Förlust av förtrogenhet, erfarenhet, försenar åtgärder	Hur	Omorganisationer kan leda till förlust av förtroghetskunskaper, erfarenhet och kapacitet. Möjlig konsekvens av outsourcing som ger övertalighet. En organisation med rena beställare/utförareroller ställer krav på beställarna. Fokus på lönsamhet innebär mindre uppmärksamhet på exempelvis underhåll	Inte i organisationer som upplever utveckling, expansion och nyanställningar

fortsättning

Möjliga orsaker	Problem-definition	Problemet är	Problemet är inte
fortsättning	Var	Service/Teknik (och Miljö) organisatione	Ej inom beställar-organisationen eller exempelvis marknadsavdelningen
	När	Efter 1997	Inte vid specifikt tillfälle utan i vågor efter förändringar
	Omfattning	Avser Birka Service, resp. Birka Teknik och Miljö, senare Fortum Service och Fortum Teknik och Miljö.	Ej driftavd och marknadsavdsom kan uppleva ökad uppmärksamhet
3.2 Begränsningar för re-investeringar pga krav lönsamhet	Hur	Avreglering leder till mer konkurrens, dyra uppköp av marknadsandelar och fokus på lönsamhet (mer av ekonomiska frågor, mindre teknik) . Viss övergång från planerat underhåll till incidentbaserat underhåll i avsikt att reducera kostnader. Restriktivitet vad gäller reinvesteringsar. Målet är ökad effektivitet, dock ”Man får vad man mäter”	Fokus på leveranssäkerhet och reinvesteringsar
	Var	Hela Fortums (och andra nätägares) operativa verksamheter	Enstaka områden
	När	Ca 2002	1990 eller 2004
	Omfattning	Hela Sverige? Kan finnas regionala skillnader.	Enbart Akalla-Kistaområdet
4 Byggaktivitet	Hur	Omfattande schakt och anläggningsverksamhet, m fl. markarbeten ökar risken för kabelskador	Färdigbyggt område
	Var	Områden som Järvafältet där vidare utbyggnad pågår	Färdigbyggt område
	När	1997-2002	2004
	Omfattning	Under byggnadstiden	Ej efter att området är färdigexploaterat

Bilaga 2

Identifiering av orsaker till avbrott

Testa orsaker	Kan förklara:	Kan inte förklara:
1.0 Kabelfel, massakabel	Flertalet kabelfel, massakabel 11 kV	PEX-kabel, m fl fel
1.0.1 Kabelfel, kvalitetsfel, mark	Ev. överrepresentation av massakabelfel	Frånvaro av motsv fel inom andra områden med massakabel
1.0.2 Kabelfel (jordfel) samt bakmatning, 11 kV	Vissa kabel-/jordfel vid dubbelkabelsystem	Kan inte förklara fel vid slingkabelsystem
1.1 Kabelfel, kabelskarv, och ändavslut	Problem med skarv (massa-massa, massa-PEX) och ändavslut på massakabel	Kan inte förklara samma fel med PEX-kabel
1.2 Kabelfel tunnelförläggning	Möjligen kortslutning eller jordfel med massakabel	Knappast fel på PEX-kabel (undan-tag vid skarv)
1.3 Kabelfel, kabelbrand, samförlagda kablar	Brand på grund av kabelskarv då flera kablar samförlagts i tunnel	Fel vid jordförlagda kablar
1.3.1 Kabelfel (jordfel) samt bakmatning, tunnelförlagd kabel	Jordfel, kortslutning i 11 kV massakabel vid dubbelkabelsystem då bakmatning leder till brand	Jordfel, kortslutning i 11 kV massakabel i tunnel vid slingmatning eller markförlagd kabel
2. Kabelfel, PEX-kabel	Bristfällig skarv	Mindre sannolikt om kvalitetssäkringen är tillfredsställande
3 Mindre uppmärksamhet på underhåll	Visst eftersatt underhåll eller brister i utförande pga. out-sourcing, ev brister i kompetens	Sannolikt inte i organisationer i balans
3.1 Förlust av förtrogenhet, erfarenhet, försenar åtgärder	Problem på grund av förlorad förtrogenhet möjligen på grund av outsourcing. Vissa åtgärder får vänta	Problem med organisationer i balans
3.2 Begränsningar för reinvesteringar pga krav lönsamhet	Problem då lönsamheten är svag. Beslut får vänta pga. återhållsamhet med investeringsmedel.	Problem då investeringar inte är ett problem
4 Byggaktivitet	Problem under byggperioder	Problem i färdig-exploaterade områden

Bilaga 3

Sammanfattning av förklaringshypoteser

Möjliga orsaker, enligt bilaga 2 och 3	Kabelfel	Kabelbrand	Grävfel	Handhavandefel	Övriga tekniska fel	Okänd orsak
1.0 Kabelfel, massakabel, allm.	Sannolik orsak	Bidragande orsak	Möjlig orsak			(Möjlig orsak)
1.0.1 Kabelkvalitet massakabel, mark	Möjlig orsak					(Möjlig orsak)
1.0.2 Kabelfel (jordfel) och bakmatning	Möjlig orsak					
1.1 Kvalitet på kabelskarv och ändavslut	Sannolik orsak	Sannolik orsak		Sannolik orsak		
1.2 Kabelfel, Tunnelförläggning	Möjlig orsak	Förutsättning				
1.3 Samförlagda kablar i tunnel, omfattande konsekvens		Förutsättning				
1.3.1 Kabelfel (jordfel) i tunnel och bakmatning		Bidragande orsak				
2 Kabelfel, Skarv på PEX-kabel	Möjlig orsak	Möjlig orsak				
3 Mindre uppmärksamhet på underhåll		Möjlig bidrag. orsak		Möjlig bidrag. orsak	(Möjlig bidrag. orsak)	(Möjlig bidrag. orsak)
3.1 Förlust av förtrogenhet, erfarenhet, försenar åtgärder		Möjlig bidrag. orsak		Möjlig bidrag. orsak		
3.2 Begränsningar för reinvesteringar pga krav på lönsamhet		Möjlig bidrag. orsak		Möjlig bidrag. orsak	Möjlig bidrag. orsak	
4 Byggaktivitet	Möjlig orsak		Sannolik orsak			

Bilaga 4

Sammanställning av åtgärder som vidtagits och när de genomfördes

Förklaring till beteckningar i tabellen:

E: för åtgärd som *elimineras* ett upprepande av en händelse på samma sätt eller i samma utsträckning

S: för åtgärd som minskar *sannolikheten* för ett upprepande av tidigare händelser

K: för åtgärd som begränsar *konsekvenserna* av en händelse

Händelse som motiverar åtgärd	Förslag till åtgärder	Åtgärderna genomförda
Kabelbrand i tunnel 1995-04-22; Utlösande orsak var fel i skarv mellan massa- och PEX-kabel (11 kV)	1. Inventering och kontroll av samtliga skarvar av detta slag i tunnlar 2. På sikt bör all brandfarlig massakabel bytas ut	S E, Hösten 2004 fattades beslut om ett projekt att påskynda utbyte av massakabel i Akallatunneln mot moderna PEX-kablar
Kabelbrand i tunnel 1995-07-07;	1. Automatiskt brandlarm med adresserbara rök-detektorer installerat. 2. Sektionering införs i tunneln. 9 brandcells-begränsande vägg-partier utförda i brandteknisk klass EI 60, med dörrar/dörrstängare som aktiveras av branddetektorer 3. Samtliga 11 kV övergångsskarvar är brandskyddsmålade 4. Ovanför kraftkablarna placeras brandskyddsskiva som skydd för teleledningarna	K,1999 K K K

Händelse som motiverar åtgärd	Förslag till åtgärder	Åtgärder genomförda
Kabelbrand i tunnel 2001-03-11; Utlösande orsak var fel på 11 kV övergångsskarv, typ Raychem	1. Kontroll av och åtgärder eventuell felaktig riktningsfunktion för 33 kV bakeffektskydd 2. Rätta felaktig relä-indikeringsblankett och reläsammanställningar för 30 kV jordfelsskydd 3. Prov av 110 och 220 kV jordfelsskydd 4. Förtydliganden av några texter på händelseskrivare så att de tydligare beskriver händelserna På kort sikt: 5. Eliminering av bakmatade jordfel genom att en transformator kopplas ifrån i alla nätstationer som matas via tunnelförlagda kablar. 6. Fyra nätstationer byts mot modernare osektionerat 11 kV ställverk, övriga liknande nätstationer åtgärdas inom 1 år 7. Utredning om utförda skarvar är att se som permanenta eller om ytterligare åtgärder krävs. En 110 kV skarv har bytts, två 11 kV massakablar har bytts ut. 8. Kortläsare installeras på vissa tunnelingångar för att underlätta vid akuta händelser (slipper hämta nyckel).	K, 2001/2002 K, 2001/2002 K, 2001/2002 K, 2001/2002 E, 2001-03-28 E, 8 ställverk bytta 2002-03 E, försenad S utförd

Händelse som motiverar åtgärd	Förslag till åtgärder	Åtgärderna genomförda
Fortsättning. Kabelbrand i tunnel 2001-03-11; Utlösande orsak var fel på 11 kV övergångsskarv, typ Raychem	På längre sikt: 9. Anslutning av Hägerstalund till Svenska Kraftnäts 220 kV-ledning 10. Projektering av två 110 kV kabelförband som läggs skilt från Akallatunneln 11. Lokalt planerad kraftproduktion 12. Två separata kabelvägar till Husby fördelningsstation 13. Kabelförbanden separeras ytterligare i tunneln 14. Reparationsavtal med ABB ang PEX-skarvar 15. Larm vid vid stopp i brandövervakningsdatorn	K Övervägs, kostn. <100 Mkr E, >2002-05-29 Ej genomförd E, våren 2003 K, genomfört K, hösten 2001 K, genomfört

Kabelbrand i tunnel 2002-05-29; Utlösande orsak var fel i skarv på PEX-kabel 33 kV	1. Brandskyddsförstärkning av alla skarvar (11 kV och högre spänning) 2. Periodisk termografering av alla skarvar i tunneln 3. brandskyddsmålning av kablar med yttermantel av hampa och tjära 4. Omskarvning av PEX-skarvar som gjordes innan ABBs instruktion (22 st) 5. Förstärkt brandbevakning tills alla skarvar är bytta 6. Komplettering med konsoler vid brandplatsen för stöd/förläggning av kablar. 7. Besiktning av kabelförläggningar (undanröja lokala brister)	S, 2002 S, juni 2002 S, 2002 S, hösten 2003 S, omgående S, hösten 2002 S, hösten 2002, hösten 2003
---	---	--