



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet



E.ON:s transformatorflöde

*– en studie av återanvändningen av transformatorer i
projekt KRAFTTAG*

Datum: Lund 2007-02-19

Författare: Elisabeth Torssell
Therése Johansson

Handledare: Ola Johansson
Avdelningen för förpackningslogistik, LTH

Gert Kristensson
E.ON Elnät Sverige AB, Malmö

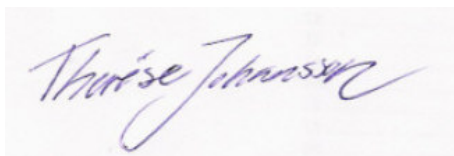
Förord

Detta examensarbete har skrivits under hösten 2006 och är den avslutande delen av vår utbildning till civilingenjörer i Industriell ekonomi vid Lunds Tekniska Högskola. Examensarbetet har utförts på E.ON Elnät Sverige AB i Malmö i samarbete med Avdelningen för förpackningslogistik vid Lunds Tekniska Högskola.

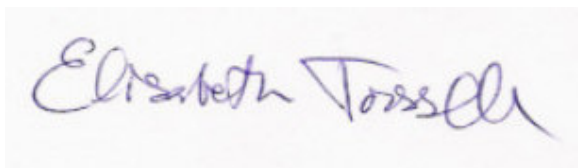
Vi vill rikta ett stort tack till Gert Kristensson, vår handledare på E.ON Elnät Sverige AB, som ställt upp under examensarbetets gång. Vi vill också tacka övriga personer på E.ON Elnät Sverige AB som hjälpt oss med att svara på frågor och dela med sig av sin kunskap. Vidare vill vi tacka övriga företag som ställt upp för oss, speciellt Transformator Service AB.

Slutligen vill vi rikta ett stort tack till vår handledare Ola Johansson på Avdelningen för förpackningslogistik som hjälpt och väglett oss under examensarbetets gång.

Lund den 1 februari 2007



Therése Johansson



Elisabeth Torsell

Sammanfattning

Problemformulering

Efter orkanen Gudrun i januari 2005 startade E.ON Elnät Sverige AB projektet KRAFTTAG, under vilket 17 000 km av det luftburna elnätet skall ersättas med jordkabel. Transformatorena i det luftburna nätet skall nedmonteras, eventuellt renoveras och sedan flyttas till nätstationer av kiosktyp för att anslutas till kabeln.

Fler nya transformatorer har köpts in än beräknat på grund av att flödet av transformatorer från det raserade elnätet till projekten där det nya nätet byggs, inte fungerar i dagsläget. Ombyggnationen inkluderar flera utomstående företag och många anställda inom E.ON vilket komplicerar helhetsbilden.

Syfte och målsättning

Examensarbetets syfte är att kartlägga och begripa flödet av transformatorer i dagsläget. Målsättningen är ta fram en rekommendation för hur E.ON skall öka återanvändningen av transformatorer.

Metod

Författarna har arbetat enligt systemsynsättet med både kvalitativ och kvantitativ data. Studien av E.ON:s försörjningskedja har skett i form av aktionsforskning mitt i händelsernas centrum, där datainsamlingen främst har skett genom intervjuer.

Rekommendationer

Författarna har identifierat fem problemområden och sammanställt möjliga åtgärdsförslag som tillsammans kan leda till ett ökat återanvändande av transformatorerna inom E.ON:s nät:

- *Cykeltiden är för lång* - innebär att tiden från att transformatorn nedmonteras tills den är redo att sättas in i det nya nätet är flera månader, vilket är betydligt längre än nödvändigt. Detta åtgärdas genom att reducera totaltiden i flödet för transformatorerna genom en rad förbättringsförslag.
- *Transformatorer skrotas i onödan* - på grund av för hårda och onyanserade skrotningskriterier i kombination med för låg maximal renoveringskostnad. Genom att uppdatera riktlinjerna och kostnaderna för renovering kan transformatorerna fortsätta att användas i stället för att skrotas.
- *Behov av riktlinjer och rutiner* - inom försörjningskedjan orsakar flera till synes onödiga problem. Om E.ON tar ett större ansvar och styr verksamheten kan ett effektivare transformatorflöde erhållas.
- *Kommunikation och informationsspridning är ett generellt problem* - vilket har försvårat samarbete i försörjningskedjan och önskade synergieffekter har därmed uteblivit. Åtgärderna som författarna föreslår syftar till ökad transparens i försörjningskedjan.
- *Behov av förändringar av strategi* - erfordras för att ovanstående fyra problemområdena skall kunna lösas. De strategiska förändringar som

rekommenderas innebär en förändring i hur parterna i försörjningskedjan ska behandlas av E.ON.

Abstract

Problem Statement

After the hurricane Gudrun in January 2005 E.ON Elnät Sverige AB started the project KRAFTTAG, where 17,000 km of the airborne power grid shall be replaced with cables underground. The transformers in the airborne power grid shall be dismantled, renovated if necessary and then conveyed to stations, of type kiosk.

Additional new transformers, more than planned, have been bought. This is due to the dysfunctional transformer flow from the demolished power supply to projects, where the new power supply is built. The general picture is complicated, since the reconstruction involves other companies and many employees at E.ON.

Purpose

The purpose of this master thesis is to map and understand the existing transformer flow. The objective is to make a recommendation on how to increase the level of E.ON's transformer recycling.

Method

The authors have worked with a system approach, including both qualitative and quantitative data. The study of E.ON's supply chain is based on action research at E.ON's sites, where gathered data has been received from interviews.

Recommendations

The writers have identified five problem areas and come up with possible actions, which together can lead to an increased recycling of E.ON's transformers:

- *The cycle time is too long* - means that the time from when each transformer is being dismantled until it can be utilized again in the new power grid is several months, which is much longer than necessary. The total time of the transformer flow can be reduced by a number of suggested actions.
- *Transformers are being scrapped unnecessarily* - due to rough and superficial scrap criteria in combination with a too low maximum renovation cost. Thus, by upgrading the guidelines and the costs for renovation, more transformers can be recycled instead of being scrapped.
- *Needs of guidelines and routines* - in the supply chain cause several avoidable problems. A more efficient transformer flow can be achieved if E.ON takes a superior responsibility and focus on this area.
- *Communication and information sharing is a common problem* - which has obstructed the cooperation in the supply chain and potential synergy effects have not occurred.
- *Needs of changes in the strategy* are required in order to solve the four problem areas above. The recommendations related to the strategy imply a modification in the way that the partners in the supply chain are being treated.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	1
1.1	BAKGRUND	1
1.2	PROBLEMFÖRMULERING	1
1.3	SYFTE.....	3
1.4	MÅLSÄTTNING	3
1.5	MÅLGRUPP.....	3
1.6	FOKUS OCH AVGRÄNSNINGAR.....	3
1.7	BEGREPPSDEFINITIONER	3
1.8	RAPPORTENS DISPOSITION.....	4
2	BESKRIVNING AV E.ON OCH DESS VERKSAMHET	5
2.1	E.ON.....	5
2.2	SYDSVENSKA KRAFTAKTIEBOLAGET BLIR E.ON SVERIGE.....	5
2.3	E.ON ELNÄT SVERIGE AB	5
2.4	DISTRIBUTIONSNÄT.....	6
2.5	TRANSFORMATORER	7
3	METOD	8
3.1	VETENSKAPLIGA FÖRHÅLLNINGSSÄTT	8
3.1.1	<i>Positivism</i>	8
3.1.2	<i>Hermeneutik</i>	8
3.1.3	<i>Examensarbetets vetenskapliga förhållningssätt</i>	9
3.2	METODSYNSÄTT	9
3.2.1	<i>Analytiskt synsätt</i>	9
3.2.2	<i>Systemsynsätt</i>	10
3.2.3	<i>Aktörsynsätt</i>	12
3.2.4	<i>Examensarbetets metodsynsätt</i>	12
3.3	KVALITATIVA OCH KVANTITATIVA METODER	13
3.3.1	<i>Examensarbetets kvalitativa och kvantitativa förhållningssätt</i>	14
3.4	DATAINSAMLING.....	14
3.4.1	<i>Primärt material</i>	14
3.4.2	<i>Sekundärt material</i>	15
3.4.3	<i>Examensarbetets datainsamlingsmetod</i>	15
3.5	FORSKNINGSMETODER	16
3.5.1	<i>Aktionsforskning</i>	16
3.5.2	<i>Fallstudier</i>	17
3.5.3	<i>Examensarbetets forskningsmetod</i>	17
3.6	RELIABILITET OCH VALIDITET	18
3.6.1	<i>Säkerställandet av examensarbetets validitet och reliabilitet</i>	19
3.7	EXAMENSARBETETS ARBETSGÅNG.....	19
4	TEORI	21
4.1	LOGISTISK REFERENSRAM	21
4.1.1	<i>Lagerformer</i>	21
4.1.2	<i>Lagerföringskostnader</i>	22
4.1.3	<i>Lagerhållningskostnader</i>	22
4.2	FÖRSÖRJNINGSKEDJA	22
4.3	MOTIV TILL UTVECKLING AV FÖRSÖRJNINGSKEDJA	22
4.4	EFFEKTIVISERING AV INTERORGANISATORISKA PROCESSER	23
4.4.1	<i>Förenkling och rationalisering</i>	24
4.4.2	<i>Informationsutbyte</i>	27
4.4.3	<i>Omkonfigurering</i>	29
4.4.4	<i>Samverkan</i>	30
4.5	FÖRÄNDRINGSPROCESSEN	30
4.5.1	<i>Kotters åtta steg</i>	30
4.5.2	<i>PDCA</i>	31

4.6	FUNKTIONER AVDELADE MED MURAR.....	32
4.7	FÖRÄNDRINGAR I EFTERFRÅGAN.....	33
4.7.1	<i>Bullwhipeffekten</i>	33
4.7.2	<i>Demand Management</i>	34
4.8	LEVERANTÖRSSTRATEGIER	34
5	EMPIRI	36
5.1	FLÖDESKARTLÄGGNING	36
5.2	E.ON LAGER.....	39
5.2.1	<i>Förändrad roll efter årsskiftet</i>	39
5.2.2	<i>Transformatorkoordinators roll</i>	39
5.3	OMBYGGNAD	40
5.3.1	<i>Projekt</i>	40
5.3.2	<i>Gammalt nät</i>	41
5.3.3	<i>Flödet av begagnade transformatorer</i>	42
5.3.4	<i>Undersökning av projektbeställarnas tillvägagångssätt</i>	43
5.4	DRIFTSFÖRRÅD	44
5.4.1	<i>Driftsförrådets funktion</i>	45
5.4.2	<i>Driftsförrådets ägandeförhållande och skötsel</i>	46
5.4.3	<i>Driftsförrådets lagernivåer och omkostnader</i>	47
5.5	TRANSFORMATOR SERVICE AB	48
5.5.1	<i>Renoveringsprocess</i>	48
5.5.2	<i>Statistisk undersökning hos Transformator Service AB</i>	50
5.5.3	<i>Skrotade transformatorer</i>	52
5.5.4	<i>Renoverade transformatorer</i>	53
5.5.5	<i>Sammanställning av beställda renoverade transformatorer</i>	53
5.6	SKROTNING	56
5.6.1	<i>Stena Gotthard AB</i>	56
5.6.2	<i>Två alternativa förbindelser till skrotning</i>	57
6	ANALYS AV STUDIEN.....	58
6.1	ANALYSKAPITLET'S DISPOSITION	58
6.2	FÖRSÖRJNINGSKEDJA	58
6.2.1	<i>Flödeskartläggning</i>	59
6.2.2	<i>E.ON Lager</i>	60
6.2.3	<i>Ombyggnad</i>	61
6.2.4	<i>Driftsförråden</i>	62
6.2.5	<i>Transformator Service AB</i>	64
6.3	MOTIV TILL UTVECKLING AV FÖRSÖRJNINGSKEDJA	67
6.4	EFFEKTIVISERING AV INTERORGANISATORISKA PROCESSER	67
6.4.1	<i>Förenkling och rationalisering</i>	68
6.4.2	<i>Informationsutbyte</i>	72
6.4.3	<i>Omkonfigurering</i>	73
6.4.4	<i>Samverkan</i>	74
6.5	FÖRÄNDRINGSPROCESSEN.....	74
6.5.1	<i>Författarnas förslag</i>	74
6.6	FUNKTIONER AVDELADE MED MURAR.....	77
6.7	FÖRÄNDRINGAR I EFTERFRÅGAN.....	78
6.7.1	<i>Bullwhipeffekten</i>	78
6.7.2	<i>Demand Management</i>	79
6.8	LEVERANTÖRSSTRATEGIER	79
6.8.1	<i>Författarnas förslag</i>	80
6.9	PRIORITERING AV ÅTGÄRDSFÖRSLAG.....	81
6.9.1	<i>Åtgärdsförslag med stor effekt och liten implementeringssvårighet</i>	82
6.9.2	<i>Åtgärdsförslag med stor effekt och stor implementeringssvårighet</i>	83
6.9.3	<i>Åtgärdsförslag med liten effekt och liten implementeringssvårighet</i>	83
6.9.4	<i>Åtgärdsförslag med liten effekt och stor implementeringssvårighet</i>	84
7	AVSLUTANDE DISKUSSION	85
7.1	REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER.....	85

7.1.1	<i>Cykeltiden är för lång</i>	85
7.1.2	<i>Transformatorer skrotas i onödan</i>	86
7.1.3	<i>Behov av riktlinjer och rutiner</i>	87
7.1.4	<i>Kommunikation och informations spridning är ett generellt problem</i>	89
7.1.5	<i>Behov av förändringar av strategi</i>	90
7.2	AVSLUTANDE REFLEKTIONER	91
REFERENSER		92
BILAGOR		

1 Inledning

I detta kapitel är avsikten att ge läsaren en övergripande beskrivning av bakgrunden och problematiken till studien. Vidare diskuteras syfte, målsättning, målgrupp, fokus och avgränsningar samt rapportens disposition.

1.1 Bakgrund

Sydkraft och Graninge blev 2005 en del av Europas största privatägda energiföretag E.ON med 35 miljoner kunder.¹ E.ON Sverige AB är ett dotterbolag till E.ON och distribuerar el, gas och värme i Sverige. Elförsörjningen till E.ON:s kunder sköts av dotterbolaget E.ON Elnät Sverige AB. E.ON:s största kundkrets återfinns främst i södra Sverige, men finns också i Stockholm och Sollefteåregionen.

Den 8-9 januari 2005 drabbades Sverige av orkanen Gudrun, vilket resulterade i stor förödelse. 200 mil elnät förstördes och över 400 000 hushåll blev utan el, vissa i flera veckor.² Värst drabbades södra och mellersta Sverige där största delen av E.ON:s kunder finns.

Som ett resultat av det långa elavbrottet, orsakat av stormens förödelse på det ickeisolerade luftburna elnätet, stiftades en lag som skall träda i kraft 2011-01-01. När den nya lagen har trätt i kraft skulle elbolagen bryta mot lagen vid ett elavbrott som är längre än 24 timmar.³ I dagsläget är elbolagen ersättningsskyldiga efter 12 timmars elavbrott. Efter 2010 kommer straffet efter 24-timmar elavbrott bero på hur stor skada avbrottet orsakar. Ett längre elavbrott för en industri kan exempelvis orsaka straff på grund av inkomstbortfall och liknande, som blir kännbara för elbolagen.

KRAFTTAG är namnet på E.ON:s satsning för att stormsäkra elnätet genom att, där det är möjligt, gräva ned mellanspanningsnätet. KRAFTTAG skall pågå fram till 2011 och investeringen väntas uppgå till 12 miljarder.⁴

1.2 Problemformulering

Under projekt KRAFTTAG kommer drygt 17 000 km oisolerad luftledning ersättas av jordkabel och isolerad luftledning.⁵ I det luftburna nätet sitter det cirka en transformator per kilometer, upphängd i stolpar se Figur 1.1. När nätet raseras skall dessa transformatorer nedmonteras och placeras i nätstationer av kiosktyp se Figur 1.2. I Figur 1.1 sitter transformatorn, markerad med pilen, i trästolpar och i Figur 1.2 sitter transformatorn inmonterad i kiosken. Det markburna nätet kommer att kräva fler transformatorer än det

¹ E.ON (2006-09-14) <http://www.eon.se/templates/StartPageCategory.aspx?id=39225>

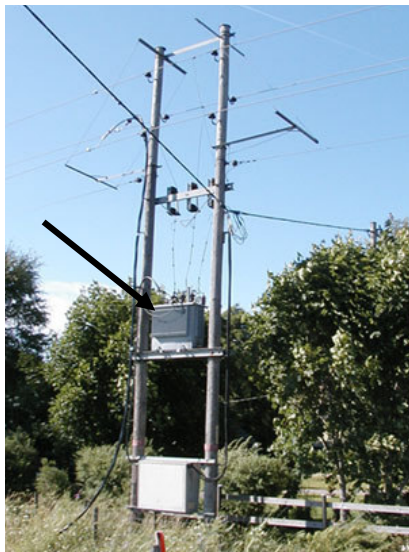
² Kristensson, Gert (2006-08-31)

³ Svensk författningssamling 9 a § (2006-09-20)
http://www.elit2006.se/contents/%5B0010%5D_Lagar/Ellag.htm

⁴ E.ON (2006-09-20) <http://www.eon.se/templates/InformationPage.aspx?id=72945>

⁵ *Ibid*

luftburna. Det är i dagsläget osäkert hur stor ökningen kommer att bli, men E.ON estimerar ökningen till 25%.⁶



Figur 1.1 Nätstation i det luftburna nätet (Källa: Andersson, Mats, (2006-04-19))



Figur 1.2 Nätstation i av kiosktyp (Källa: Andersson, Mats, (2006-04-19))

När en transformator har monterats ned från det luftburna nätet skall den först okulärbesiktigas för att antingen användas direkt, skrotas eller renoveras. Därefter skall den, om den inte skrotas, antingen användas till det befintliga nätet där extra transformatorer behövs kontinuerligt på grund av elavbrott, så kallad felavhjälpling, eller monteras in i det nya nätet.

En transformator för mellanspänningsnätet, vilket är den del av elnätet som levererar ström till 2-2000 hushåll med spänning på 6-22 kV, kostar mellan 25 000 och 130 000 kronor i nypris.⁷ Transformatorerna har en ekonomisk livslängd på 40 år och en teknisk livslängd på cirka 50 år. Inköp av 17 000 transformatorer resulterar i en sammanlagd inköpskostnad på 425 till 2210 Mkr, där skillnaden beror på prisspannet ovan. I dagsläget råder dessutom en transformatorbrist i världen beroende på att många elbolag investerar i sina nät, vilket begränsar E.ON:s möjlighet till inköp av transformatorer. Att använda de nedmonterade transformatorerna i nätstationerna, där det är möjligt, är därför en självklar lösning för ett vinstdrivande företag. Sedan KRAFTTAG startades har ökningen av råvarupriser drivit upp transformatorpriserna med 40 % årligen vilket ytterligare förstärker behovet av att använda redan befintliga inventarier för att minimera inköpskostnaderna. På grund av den hektiska situationen under KRAFTTAG inledningsfas i kombination med brist på renoverade transformatorer väljer i dagsläget projektbeställare i stor utsträckning att beställa och köpa in nya transformatorer till projekten i stället för att försöka återanvända äldre transformatorer.⁸

För närvarande finns endast knapphändig information att tillgå om hur stor del av transformatorerna som skrotas, renoveras och kan återanvändas i projekt. I E.ON:s

⁶ Niklasson, Peter (2006-08-28)

⁷ Andersson, Stefan (2006-10-18)

⁸ Kristensson, Gert (2006-09-04)

transformatorflöde finns det 24 utomstående företag, vilket komplicerar situationen och försvårar helhetssynen. De utomstående företagen utgörs av två transformatorstillverkare, fyra nätstationstillverkare, 15 entreprenörer, en transformatorreparatör, ett diagnostikföretag och ett återvinningsföretag.

1.3 Syfte

Syftet med examensarbetet *E.ON:s transformatorflöde* är att kartlägga och begripa flödet av transformatorer i dagsläget. Författarna skall även identifiera och förstå bakgrunden till den låga grad återanvändning av transformatorer som är anledningen till examensarbetet.

Delsyfte för studien är att utöka kunskapen inom försörjningskedjor för involverade personer på E.ON samt för dess samarbetsparter.

1.4 Målsättning

Målet är att hitta en möjlig lösning och rekommendation för hur E.ON skall gå tillväga för att erhålla ett ekonomiskt lönsamt flöde av begagnade transformatorer samt en ökad kontroll över dessa. Detta skall levereras i form av ett förbättrat flödesschema och en samling åtgärdsförslag.

1.5 Målgrupp

Målgrupp för detta projekt är i första hand berörda parter på E.ON Sverige, framförallt E.ON Elnät Sverige AB. E.ON:s samarbetsparter inom KRAFTTAG, såsom entreprenörer, transformatorreparatören och återvinningsföretaget kan komma att dra nytta av denna studie. Vidare är även rapporten avsedd för studenter och personal vid Lunds Tekniska Högskola.

1.6 Fokus och avgränsningar

Examensarbetet fokuserar på att utreda hur flödet av transformatorer som skall renoveras ser ut i dagsläget inom E.ON Elnät Sverige AB och erbjuda förslag till förbättring. Någon praktisk implementering kommer inte att innefattas i denna studie utan lämnas därhän åt E.ON.

1.7 Begreppsdefinitioner

FIFO är en förkortning för kösystemet First-In-First-Out där den äldsta varan på lagret plockas först.⁹

FILO är en förkortning för kösystemet First-In-Last-Out där den senast inkomna varan på lagret plockas först.¹⁰

FVL är en förkortning för färdigvarulager, vilket är en tillfällig lagringsplats mellan tillverkning och distribution.¹¹

⁹ ATIS (2007-01-29) <http://www.atis.org/tg2k/>

¹⁰ *Ibid*

Genomloppstid är den tid det tar för materialet att röra sig från materialförsörjning till distribution.¹²

Inkurans är ett begrepp för en vara som blivit osäljbar, exempelvis på grund av ålder.¹³

kV betecknar spänningen på transformator. Spänningen mäts i enheten Volt, men förkortas till *V*. Bokstaven *k* framför betecknar kilo.¹⁴

kVA betecknar effekten på en transformator. Effekten mäts i enheten Voltampere, men förkortas till *VA*. Bokstaven *k* framför betecknar kilo.¹⁵

Ledtid är tid från order till leverans.¹⁶

Process ”är ett repetitivt använt nätverk av i ordning länkade aktiviteter som använder information och resurser för att transformera ”objekt in” till ”objekt ut”, från identifiering till tillfredställelse av kundens behov”.¹⁷

Pull-principen för lagerstyrning innebär att kundens order drar produkten genom försörjningskedjan.¹⁸

1.8 Rapportens disposition

Kapitel 1 – Inledning diskuterar bakgrund och problemformulering för studien. Vidare behandlas syfte, målsättning, målgrupp samt fokus och avgränsningar.

Kapitel 2 – Beskrivning av E.ON och dess verksamhet ger ytterligare bakgrundsinformation om E.ON och en grundläggande beskrivning av eldistributionen i Sverige.

Kapitel 3 – Metod presenterar ett urval av vetenskapliga förhållningssätt, metodsynsätt och metoder, samt diskuterar vilka av dessa som ligger till grund för denna studie.

Kapitel 4 – Teori behandlar en sammanfattning av den litteratur och vetenskapliga artiklar som legat till grund för den empiriska studien.

Kapitel 5 – Empiri är en nulägesbeskrivning av den aktuella försörjningskedjan. Kapitlet inleds med en övergripande flödeskartläggning och en mer detaljerad beskrivning av de olika ingående parterna.

Kapitel 6 – Analys av studien är en analys av kapitel 5 med utgångspunkt i teorierna som beskrivs i kapitel 4.

Kapitel 7 – Avslutande diskussion inleds med författarnas slutsatser av det material som beskrivits i kapitel 6. Kapitlet har även en sammanfattande och avstämmande funktion gentemot studiens syfte och målsättning som tidigare presenterats i kapitel 1.

¹¹ Aronsson et al (2003) s 20

¹² *Ibid* s 47

¹³ *Ibid* s 105

¹⁴ Blomberg, Lars (2006-09-26)

¹⁵ *Ibid*

¹⁶ Aronsson et al (2003) s 38

¹⁷ Ljungberg och Larsson (2001) s 23

¹⁸ Schary och Skjøtt-Larsen (2001) s 395

2 Beskrivning av E.ON och dess verksamhet

Företagsbeskrivningen av E.ON syftar till att ge läsaren en djupare kunskap och förståelse om företaget. En kortfattad beskrivning av hur elen transporteras i Sverige samt en grundläggande förklaring till transformatorns funktion presenteras också i detta kapitel.

2.1 E.ON

E.ON är idag världens största privatägda el- och gasföretag. Företaget förvaltar över ett 50-tal dotterbolag och underkoncerner som är verksamma i Europa och USA. E.ON expanderar kontinuerligt och nyinvesterar främst inom Europa, men också i mellersta USA.

E.ONkoncernen bildades 2000 efter sammanslagningen av de två tyska industriföretagen VEBA och VIAG. Ambitionen var att bli ett renodlat energiföretag med fokus på el och gas och i Norden även värme, varför de verksamhetsområden som inte låg i linje med denna strategi såldes av. Nyförvärv gjordes kontinuerligt, däribland Sydkraft, som hamnade i E.ON:s ägo den 16 september 2005. De största ägarna till koncernen är banker, försäkringsbolag, finansbolag, fonder och privatpersoner.¹⁹

2.2 Sydsvenska Kraftaktiebolaget blir E.ON Sverige

1906 bildades Sydsvenska Kraftaktiebolaget, som genom att använda vattenkraft levererade el till kunder utmed sträckan Halmstad-Malmö. Nyinvestering gjordes 1914 i ett koldrivet ångkraftverk i Malmö. Bolaget förblev oförändrat fram till 1971 då de bytte namn till Sydkraft. 2004 köpte Sydkraft Graninge och i september 2005 köptes Sydkraft i sin tur av den tyska koncernen E.ON.

E.ON Sverige äger 13 dotterbolag i Sverige, som är verksamma inom el, naturgas, gasol, värme, energi ur avfall samt förnybar energi. Inom det sistnämnda området expanderar de kraftigt och mycket pengar satsas på utveckling och forskning. Bolaget har cirka 5200 anställda och omsätter omkring 26 miljarder kronor. E.ON Sverige ägs till största delen av E.ONkoncernen och norska Statkraft.²⁰

2.3 E.ON Elnät Sverige AB

E.ON Elnät Sverige AB är dotterbolag till E.ON Sverige. Den energi som produceras av övriga dotterbolagen distribuerar E.ON Elnät Sverige AB till dess cirka en miljon abonnenter.²¹ Abonnenterna är spridda över landet enligt Figur 2.1.

E.ON Elnät Sverige AB:s ansvar inkluderar underhåll, drift och utveckling av elnätet, vilket utförs tillsammans med 15 olika entreprenörer.²²

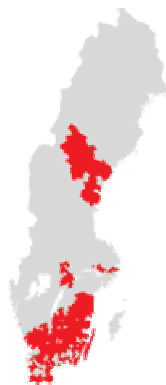
¹⁹ E.ON (2006-10-05) <http://www.eon.se/templates/InformationPage.aspx?id=38633>

²⁰ *Ibid*

²¹ E.ON (2006-10-05) <http://www.eon.se/templates/InformationPage.aspx?id=39049>

Fram till och med sista kvartalet av 2006 var E.ON Elnät Sverige AB organiserat enligt processer, på samma sätt som resten av E.ON var processbaserat. I dagsläget har dock organisationen återgått till en mer klassisk funktionsorientering med funktionerna Nätplanering/projektering, Projekt, Underhåll och Nätservice. Tabell 2.1 visar data om E.ON Elnät Sverige AB.

E.ON Elnät Sverige AB kommer i rapporten endast benämnas som E.ON.



E.ON Elnät Sverige AB	
Omsättning	5,8 miljarder SEK
Investeringar	2,5 miljarder SEK/år
Anställda	Ca 600
Antal kunder	997 000
Total längd elnät	12 500 mil
Regionnät...	900 mil
...varav nedgrävt	20 mil
Lokalnät...	11 600 mil
...varav nedgrävt	5900 mil
Ledning per kund	125 meter

Figur 2.1 Geografisk placering av E.ON Elnät Sverige AB:s abonnenter (Källa: Kristensson, Gert (2006-08-29))

Tabell 2.1 E.ON Elnät Sverige AB i siffror (Källa: Kristensson, Gert (2006-08-29))

2.4 Distributionsnät

Elen i Sverige distribueras från kraftverk till slutkund via kraftledningar och kablar med avtagande spänning, enligt Figur 2.2. Genom det långa stamnätet transporteras el med hög spänning i så kallade kraftledningar med spänningen 400 kV.²³ Hög spänning medför låga överföringsförluster i högspänningsnätet, vilket medför att elbolagen håller hög spänning i nätet, så långt det är möjligt.²⁴ Stamstationen transformerar ner spänningen till 40-130 kV, vilket är flödet genom regionnätet. Fördelningsstationen uppfyller samma funktion som stamstationen, men med skillnaden att spänningen nedtransformeras till mellanspänningen 10-20 kV. Den slutliga transformeringen ner till 400 V, så kallad lågspänning, sker genom nätstationer. En nätstation kan försörja elkunder inom en radie av 700 m.²⁵ Slutkunden använder lågspänningen antingen som trefassspänning, exempelvis till spis och tvättmaskin, eller som enfassspänning 230 V för övrig elektrisk utrustning. Som Figur 2.2 åskådliggör kan spänningen från fördelningsstationen till slutkunden även transporteras via jordkabel.²⁶ Pilen i Figur 2.2 åskådliggör de transformatorer som detta examensarbete behandlar.

²² E.ON (2006-10-05) <http://www.eon.se/templates/InformationPage.aspx?id=39049>

²³ Kristensson, Gert (2006-08-28)

²⁴ Alaküla et al (2004) s 46

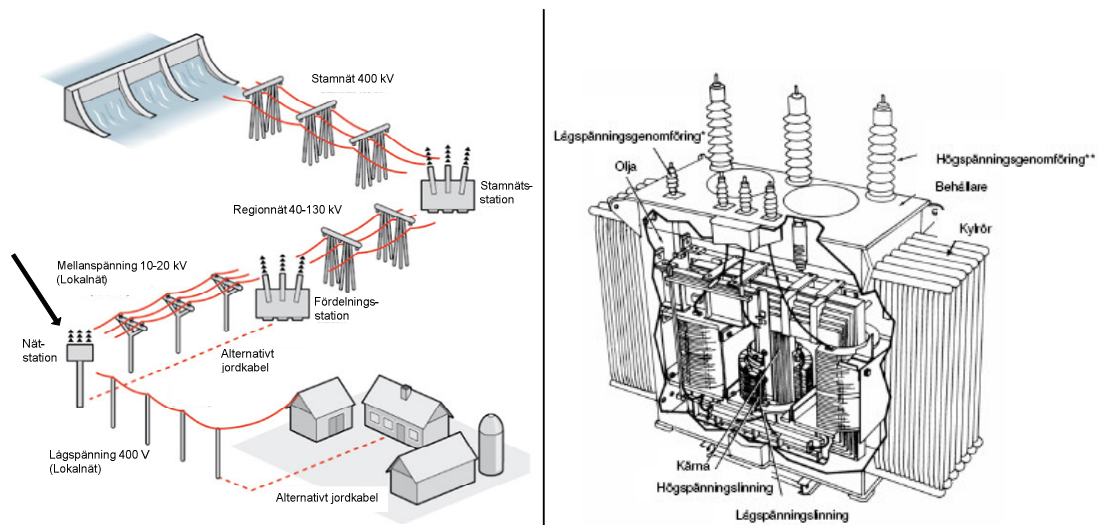
²⁵ Kristensson, Gert (2006-08-30)

²⁶ *Ibid* (2006-08-28)

2.5 Transformatorer

Transformatorer utgör en viktig beståndsdel i elkraftöverföringssystem, eftersom de på ett enkelt och ekonomiskt sätt höjer eller sänker överföringsspänningen. Förlusterna är låga även vid långa avstånd och verkningsgraden är hög. Krafttransformatorer, vilka används i överförings- och distributionsnät, är vanligtvis enfasiga eller trefasiga, men numera förekommer också femfasiga krafttransformatorer.²⁷ Effekten på en enfastransformator är större än cirka 1 kVA, medan effekten på en trefastransformator är större än cirka 5 kVA.²⁸ Krafttransformatorerna isoleras antingen med olja eller med torrluft. Beroende på isoleringstyp ställs olika krav på hantering och lokaler där transformatorerna används och förvaras. Oljeisolerade transformatorer fordrar brandskydd på uppställningsplatsen, samt en oljegrop för eventuella oljeläckage.²⁹ En karakteristisk trefasig krafttransformator visas i Figur 2.3 där högspänning kommer in via högspänningsgenomföring och transformeras ner till lågspänning som kommer ut vid lågspänningsgenomföring.³⁰

En del av de oljeisolerade transformatorerna har ett så kallat utanpåliggande expansionskärl som inrymmer oljan. Det är bara transformatorer som är av äldre modell som har dessa expansionskärl. I de nyare transformatorerna finns oljebehållare inbyggd. En stor nackdel med utanpåliggande expansionskärl är att de tar större plats och får sällan plats i nätstationer av kiosktyp. Således kan de oftast bara användas i det luftburna nätet.³¹



Figur 2.2 Distribuering av el från kraftverk till slutkund (Källa: Kristensson, Gert (2006-08-29))

Figur 2.3 Transformator i genomskärning (Källa: Whitaker, 1999, s 18, egen översättning)

²⁷ Alfredsson (1994) s 34

²⁸ *Ibid* s 41

²⁹ *Ibid* s 42

³⁰ Whitaker (1999) s 18

³¹ Blomberg, Lars (2006-09-26)

3 Metod

Metodkapitlet innehåller en beskrivning av olika förhållningssätt till forskning och vetenskap samt hur denna studie förhåller sig till detta. Vidare diskuteras de forskningsmetoder som valts och dess validitet.

3.1 Vetenskapliga förhållningssätt

Vetenskapsteori går hand i hand med filosofi såtillvida att vilken forskningsansats forskaren har, beror på vilken syn på världen och vetenskapen denne har. Därmed är det inte säkert att forskaren är medveten om sitt ställningstagande.³² Inom vetenskapen finns två huvudriktningar, positivism och hermeneutik, vilka beskrivs nedan.³³ I Figur 3.1, som är en sammanslagning av två figurer från litteraturen, finns positivismen och hermeneutiken med som två extremer vid en jämförelse mellan kvalitativ och kvantitativ forskning, vilka diskuteras vidare i avsnitt 3.3. I bilden finns även Arbnor och Bjerkes tre metodsynsätt inritade, vilka är beskrivna i avsnitt 3.2.³⁴

3.1.1 Positivism

Positivism är ett vetenskapligt förhållningssätt som växte fram i mitten av 1800-talet. Dess anhängare menade att vetenskap inom alla grenar skulle kunna byggas upp av generella lagar och regler enligt ett strikt *orsak-verkansamband*.³⁵ Forskaren skall enligt positivisterna vara så objektiv i sitt förhållningssätt att denne skall kunna bytas ut och resultatet ändå bli detsamma. Genom att formulera *verifierbarhetsteser* skulle vetenskaplig kunskap kunna urskiljas eftersom tesen krävde att en vetenskaplig sats är meningsfull endast om den kan verifieras empiriskt.³⁶

På grund av svårigheterna att skilja mellan teori och empiri luckrades verifierbarhetsteser successivt upp och de renodlade positivisterna är i dagsläget få.

3.1.2 Hermeneutik

Hermeneutik, vilket brukar översättas till tolkningslära, var under 1600-talet en metod för tolkning av bibeltexter. I dagsläget används förhållningssättet mest inom samhällsvetenskapliga och humanistiska discipliner för att studera och förstå mänskligheten, främst genom språklig tolkning.³⁷ Inom omvårdnadsforskning och psykologi, där positivismen fått kritik för bristande helhetssyn används hermeneutiken som

³² Patel och Davidson (1994) s 23

³³ Thurén (1991) s 14

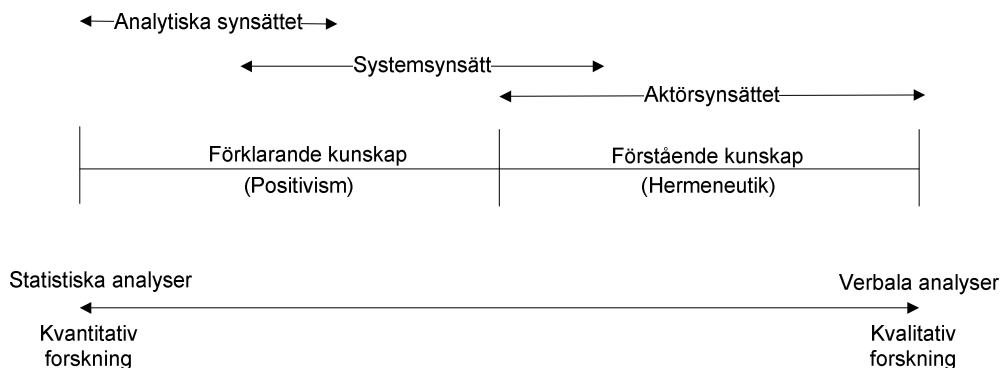
³⁴ Arbnor och Bjerke (1994), s 62

³⁵ Patel och Davidson (1994) s 23

³⁶ Wallén (1993) s 24

³⁷ Patel och Davidson (1994) s 25

ett komplement för att bidra till helhetssynen.³⁸ Hermeneutiken använder sig av kvalitativa tolkningssystem och befinner sig långt till höger på den understa pilen i Figur 3.1.



Figur 3.1 Vetenskapligt synsätt i relation till metodsynsätt samt kvantitativ och kvalitativ forskning (Källa: Baserad på Arbnor och Bjerke, 1994, s 62 och Patel och Davidsson, 1994 s 12)

3.1.3 Examensarbetets vetenskapliga förhållningssynsätt

Vid jämförelse mellan positivismen och hermeneutiken, som kan beskrivas som absolut kunskap i relation till relativistisk,³⁹ strävar detta examensarbete efter att ligga mellan de båda extremerna. Ämnet och problemformuleringen är inte en del av en strikt vetenskap och kan därför inte hålla sig inom riktlinjerna som ställs enligt positivismen. Dock finner författarna inte att hermeneutikens språkliga tolkningar kommer att räcka till för att lösa uppgiften utan en kombination är att föredra. Detta kommer att förtydligas i avsnitt 3.2.4, 3.4.3, 3.5.3 och 3.3.1

3.2 Metodsynsätt

Arbnor och Bjerke delar in spännvidden av de två vetenskapliga förhållningssätten i tre metodsynsätt, det analytiska synsättet, systemsynsättet och aktörsynsättet.⁴⁰ Dessa tre förhåller sig till positivismen och hermeneutiken som Figur 3.1 visar. De tre metodsynsätten överlappar delvis varandra men har fundamentala skillnader i hur omvärlden skall angripas och uppfattas. Nedan följer en kortare beskrivning av de tre synsätten vilket avslutas av en diskussion av examensarbetets metodsynsätt.

3.2.1 Analytiskt synsätt

Det analytiska synsättet är det äldsta av de tre metodsynsätten och har en stark samhörighet med positivismen. I den engelsktalande världen är detta synsätt dominerande.

En enkel förklaring till innebörden av det analytiska synsättet är att "helheten är summan av delarna".⁴¹ Detta kan förtydligas till att helheten *endast* är summan av delarna, varken mer eller mindre och helt utan synergieffekter.

³⁸ Wallén (1993) s 30-31

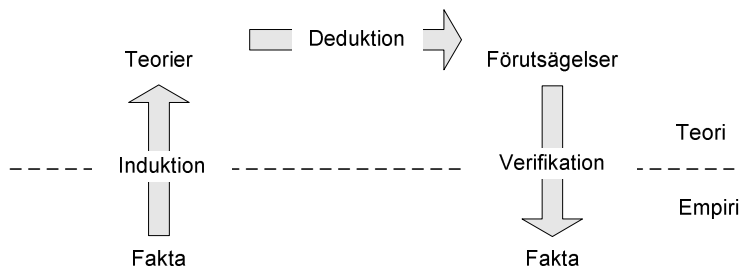
³⁹ Thurén (1991) s 14

⁴⁰ Arbnor och Bjerke (1994) s 60

⁴¹ *Ibid* s 65

Tillvägagångssättet inom det analytiska synsättet har en cyklisk natur, som både börjar och slutar med fakta, vilket är beskrivet i Figur 3.2.

Det första steget i forskning enligt det analytiska synsättet kallas *induktion* då teorier bildas baserade på verkligheten. Därefter applicerar forskaren de allmänna teorier som formulerats på ett specifikt fall och nyttjar teorin för att förutsäga framtiden i en så kallad *deduktion*. Till sist jämförs forskarens bild av framtiden med dess verkliga utfall genom en *verifikation*.⁴² Om teorin inte går att verifiera tvingas forskaren att falsifiera och fullständigt överge tesen.⁴³



Figur 3.2 *Forskningsmetodik inom det analytiska synsättet (Källa: Arbnor och Bjerke, 1994, s 107)*

3.2.2 Systemsynsätt

Synsättet är idag dominerande inom skandinaviskt tänkande.⁴⁴ Detta synsätt växte fram mot slutet av 1960-talet, parallellt med aktörssynsättet, för att sammanfatta helheten av den utveckling som var på gång inom vetenskaper såsom biologi och teknik.⁴⁵ Med systemsynsättet strävade forskare efter att överbrygga gränser mellan dessa skilda discipliner och dra lärdom av faktorers växelverkan med varandra.

”Helheten är mer än summan av delarna” anser forskare inom detta metodsynsätt, eftersom relationer mellan delarna anses bidra till helheten genom synergieffekter.⁴⁶ Enligt systemsynsättet är ett resultat effekten av ändamålsenliga drivkrafter.⁴⁷

Egenskaper hos olika system

Enligt systemsynsättet är verkligheten uppbyggd av olika enheter, så kallade system. Dessa består av komponenter, se cirkelarna i Figur 3.3, med relationer till varandra.⁴⁸ System inom företag kan uppkomma i olika former, exempelvis *den mekaniska systemmodellen* som är sluten och oföränderlig. *Den biologiska systemmodellen* har däremot en förmåga att genom ständiga utbyten med omvärlden upprätthålla sitt jämviktstillstånd, genom så kallad negativ feedback. Positiv feedback, däremot, innebär att ett system kan förändra sin egen struktur för att anpassa sig till förändringar i miljön. *Den självorganiserande systemmodellen* karakteriseras av förmåga till både positiv och negativ feedback och

⁴² Arbnor och Bjerke (1994) s 107

⁴³ Patel och Davidsson (1994) s 19

⁴⁴ Arbnor och Bjerke (1994) s 66

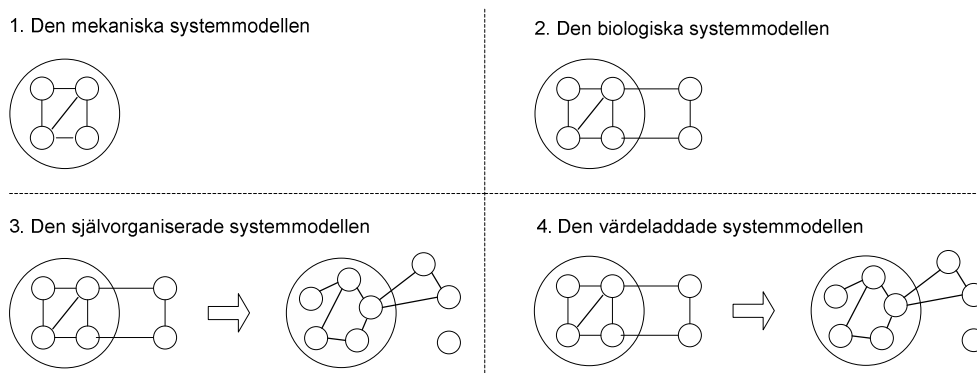
⁴⁵ Patel och Davidson (1994) s 27

⁴⁶ *Ibid* s 27

⁴⁷ Arbnor och Bjerke (1994) s 82

⁴⁸ *Ibid* s 370

fungerar därmed som ett lärande system. *Den värdeladdade systemmodellen* har samtliga karakteristika som den självorganiserande systemmodellen samt en egen kultur. Med kultur menas en uppsättning värderingar som utvecklats i en organisation av de individer som arbetar däri.⁴⁹ I Figur 3.3 är de fyra ovan beskrivna systemmodellerna avbildade.

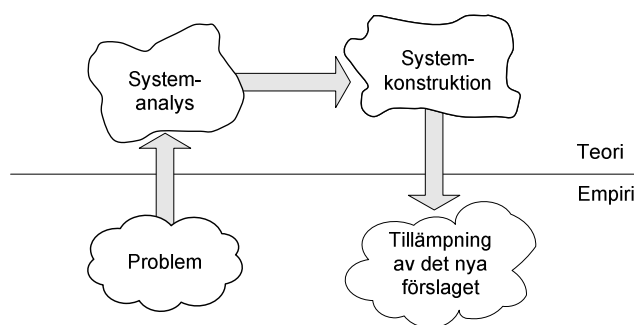


Figur 3.3 Jämförelse mellan de fyra olika systemmodellerna (Källa: Arbnor och Bjerke, 1994, s 141)

Forskningsmetodik enligt systemsynsättet

Enligt Arbnor och Bjerke finns inom systemsynsättet i huvudsak två metoder för problemlösning, *mål-medel-orientering* och *sök-lär-orientering*⁵⁰.

Med mål-medel-orientering, identifieras inledningsvis ett *problem* i empirin. Forskaren formulerar sedan en *systemanalys*. En analys i systemsynsättets mening är att undersöka komponenternas relationer till varandra och till helheten genom att bygga modeller av befintliga reella system.⁵¹ Därefter utarbetar forskaren ett nytt systemförslag i en *systemkonstruktion* för att slutligen *tillämpa det nya förslaget i empirin*. Mål-medel-orientering finns beskrivet grafiskt i Figur 3.4 och kan jämföras med den analytiska forskningsmetodiken som är beskriven i Figur 3.2.



Figur 3.4 Forskningsmetodik enligt mål-medel-orientering inom systemsynsättet (Källa: Arbnor och Bjerke, 1994, s 321)

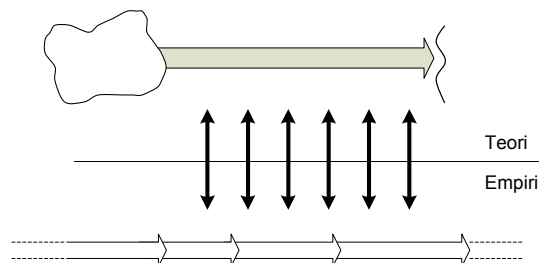
Sök-lär-orientering är avsedd för förändringsarbete där forskaren från början arbetar tillsammans med strategiskt viktiga personer inom organisationen där förändring skall ske.

⁴⁹ Arbnor och Bjerke (1994) s 138-140

⁵⁰ *Ibid* s 319

⁵¹ *Ibid* s 164

Till skillnad från mål-medel-orienteringens inledande gedigna problemformulering arbetar forskaren inom denna metodik med delproblem som uppkommer i processen och regelbundet ”bollar” fram och tillbaka mellan teori och empiri. Sök-lär-orienteringens metodik är beskriven i Figur 3.5 där ”bollandet” representeras av de vertikala pilarna mellan teori och empiri. Den horisontella grå pilen representerar utvecklingen av problemet.



Figur 3.5 Forskningsmetodik enligt sök-lär-orientering inom systemsynsättet (Källa: Arbnor och Bjerke, 1994, s 326)

3.2.3 Aktörsynsätt

Det synsätt som befinner sig längst till höger i Figur 3.1 och som därmed har mest gemensamt med det hermeneutiska förhållningssättet, kallas aktörsynsättet. Synsättet, som växte fram under 1960-talet, har sitt ursprung i kritik av det dominerande vetenskapliga idealet – positivismen.⁵²

Aktörsynsättet skiljer sig avsevärt från de andra två metodsynsätten eftersom det inom detta synsätt inte finns någon objektiv verklighet. Verkligheten betraktas som en social konstruktion som skapas av oss människor och våra upplevelser.⁵³ Figur 3.6 visar hur två personer uppfattar lagen på helt olika sätt, tjuven ser den som ett hot mot sin existens samtidigt som advokaten ser lagen som ett rättesnöre.



Figur 3.6 Olika verkligheter enligt aktörsynsättet (Källa: Modifierad efter Arbnor och Bjerke, 1994, s 88)

3.2.4 Examensarbetets metodsynsätt

Som beskrivet i avsnitt 3.1.3 avser detta examensarbete att som vetenskapligt förhållningssätt ha inslag av positivism och hermeneutik. Enligt Arbnor och Bjerkes tre metodsynsätt stämmer detta överens med systemsynsättet. Anledningen till att detta synsätt är beskrivet mer utförligt än de andra två ovan är att studien som ligger till grund för denna rapport i första hand kommer att tas fram enligt systemsynsättet. Det analytiska synsättet ställer krav på empiriskt material av ett sådant mått och en sådan kvalitet att det inte rymms inom ramarna för detta examensarbete med förutsättningar givna. Att arbeta enligt

⁵² Arbnor och Bjerke (1994) s 188

⁵³ *Ibid* s 192

aktörsynsättet, med sitt fullständiga avståndstagande av en objektiv verklighet, finner författarna som alltför avlägset sina kunskapsområden. Dessutom skulle resultaten som genereras bli alltför svåra att verifiera och validera.

Intressenterna och deras inbördes relationer kan sägas forma ett system av typen den värdeladdade systemmodellen, eftersom E.ON har en kultur och exempelvis har initierat denna studie i ett lärande syfte. Dock finns spår kvar av att organisationen tidigare har varit uppdelat i flera mindre organisationer som köpts upp och slagits samman i form av olika kulturer. Av de två forskningsmetodiker som finns beskrivna ovan kommer ingen av dem användas renodlat, utan båda två kommer kombineras. Mål-medel-orientering kommer användas som utgångspunkt, men med återkoppling till uppdragsgivaren och empirin i enighet med sök-lär-orienteringens repetitiva bollande av delproblem.

3.3 Kvalitativa och kvantitativa metoder

Inom samhällsvetenskaperna identifieras två huvudformer av metoder, kvalitativa metoder och kvantitativa metoder.⁵⁴ Holme och Solvang förankrar metoderna i utgångspunkten att samla erforderlig information och betecknar dem även som mjukdata och hårddata. Det som primärt skiljer dessa metoder åt är hur forskarna använder sig av siffror och statistik, vilket åskådliggörs i Figur 3.1.⁵⁵ Merriam beskriver skillnaderna som; information som förmedlas via ord är kvalitativ och information som presenteras via siffror är kvantitativ. Val av metod bör vara förankrat i den problemformulering som studien avser att undersöka.⁵⁶

Kvalitativa forskare är inriktade på hur människor upplever sin värld. Fokus ligger snarare på insikt än på statistik, vilket är fallet för den kvantitativa forskaren. Vidare ifrågasätter den kvalitativa forskaren en "vetenskaplig" inställning när människor är involverade i studien.⁵⁷ Andersen betonar att det primära kunskapsytet är "förståelse" och inte "förklarande". Den kvalitativa forskaren försöker också se sambandet mellan ett komplext problem och dess helhet samt förståelsen för hur delar samverkar för att bilda en helhet.⁵⁸

Som nämndes i föregående sektion är en kvantitativ forskare mer inriktad mot matematiska och statistiska samband och strävar efter att få kvantifierbara slutsatser.⁵⁹ Det primära kunskapsytet är att orsaksförklara de företeelser som är föremål för studien.⁶⁰

Det finns både fördelar och nackdelar med de båda metoderna, men Holme och Solvang betonar vikten av att inte döma ut någon av metoderna, utan anser att det är först då de tillämpas som användaren förstår dess möjligheter och dess begränsningar.⁶¹

⁵⁴ Andersen (1998) s 32

⁵⁵ Holme och Solvang (1997) s 13

⁵⁶ Merriam (1994) s 30

⁵⁷ Bell (1995) s 13

⁵⁸ Andersen (1998) s 20

⁵⁹ Bell (1995) s 13

⁶⁰ Andersen (1998) s 31

⁶¹ Holme och Solvang (1997) s 79

3.3.1 Examensarbetets kvalitativa och kvantitativa förhållningssätt

Examensarbetet bygger till största del på en kvalitativ studie, eftersom det primära syftet med denna studie inte ligger i att utveckla en modell som bygger på matematiska eller statistiska samband. Vidare har författarna kontinuerligt strävat efter att erhålla en tillförlitlig helhetsbild av det komplexa problemet där samverkan mellan E.ON och deras olika samarbetsparter har studerats. Om återkoppling görs till problemformulering och syfte för examensarbetet kan det konstateras att förhållningssättet ligger på en kvalitativ nivå, med fokus på kartläggning, förståelse av helheter samt samband mellan involverade parter. Dock baseras delar av studien på data, som används i enkla beräkningar. Denna kvantitativa delstudie fungerar sedan som underlag för kvalitativ analys.

3.4 Datainsamling

I empiriska studier behöver forskaren på ett eller annat sätt ta fram material som är kopplat till den problemformulering som definierats.⁶² Materialet kan inhämtas på ett flertal sätt och i detta avsnitt kommer två olika tekniker gällande datainsamling att diskuteras, insamling av primärt och sekundärt material. Avsnittet avslutas med en diskussion gällande examensarbetets datainsamlingsmetoder.

3.4.1 Primärt material

Primärt material kallas det material som samlas in för en specifik studie, det vill säga ny data. Till primärt material brukar exempelvis intervjuer och enkäter räknas, vilka diskuteras närmare i följande avsnitt.⁶³

Intervjuer

En användbar och flexibel datainsamlingsmetod är intervjuer.⁶⁴ Dock medföljer många nackdelar med intervju som datainsamlingsmetod såsom; den är tidskrävande att genomföra, risken är stor för bias och svaren kan vara svåranalyserade. Svenning särskiljer på tre olika intervjutekniker, vilka återfinns i Figur 3.7 nedan.⁶⁵

		Registrering av svar	
		Osystematiskt	Systematiskt
Presentation av frågor	Osystematiskt	Informell intervju	Omöjlig kombination
	Systematiskt	Ostrukturerad intervju	Strukturerad intervju

Figur 3.7 Olika former av intervjuer med avseende på systematiken i frågor och svar (Källa: Svenning, 2003, s 113)

Som framgår i Figur 3.7 kan frågor och registrering av svar vara antingen systematiska eller osystematiska. Då frågorna är av systematisk karaktär använder intervjuaren ett

⁶² Svenning (2003) s 93

⁶³ *Ibid*

⁶⁴ Bell (1995) s 90

⁶⁵ Svenning (2003) s 106

frågeformulär där frågorna är strikt formulerade. Systematisk registrering av svar lämnar heller inget utrymme för egna formuleringar, utan respondenten svarar enligt förutbestämda svarsalternativ.⁶⁶

Den *strukturerade intervjun* är den mest tekniskt krävande av de fyra intervjuteknikerna, eftersom svaren inte kan korrigeras i efterhand. Vidare måste intervjuaren på förhand ha fastställt tänkbara svar från respondenten, vilket kräver att intervjuaren har bred kunskap inom undersökningsområdet.

Ostrukturerad intervju inträffar i de fall då intervjuaren inte har särskilt god kunskap inom undersökningsområdet. Frågorna kan emellertid vara ställda på ett systematiskt sätt, men svaren registreras osystematiskt. Vid personliga intervjuer innebär det sistnämnda att intervjuaren antecknar svaren så noggrant som möjligt. Då enkäter används måste svarspersonen anteckna svaren, men de måste slutligen struktureras för att kunna bearbetas. I de fall då forskaren använder sig av enkäter är det ytterst viktigt att konstruera frågeformuläret på ett genomarbetat sätt för att lyckas med intervjun.⁶⁷ Exempelvis bör formuläret vara strukturerat och inte vara för långt. Vidare bör inte intervjun inledas med kontroversiella frågor eftersom den då tenderar att avstanna. Istället bör det lämpligen inledas med faktafrågor varpå mer kontroversiella frågor kan ställas för att sedan avslutas med oproblematiska frågor. På detta sätt kan eventuella spänningar som uppstått under intervjun neutraliseras.⁶⁸

Informella intervjuer innebär att både registrering av svar och framläggning av frågor sker osystematiskt, till exempel djupintervjuer.⁶⁹

3.4.2 Sekundärt material

Sekundär data innebär att forskaren använder sig av data som samlats in av andra, exempelvis andra forskare eller institutioner. Att använda sig av sekundär data kan vara både tids- och energibesparande.⁷⁰ Andersen särskiljer på de tre nedanstående typer av sekundärdata:⁷¹

- *Processdata*; är data som produceras i anknytning till löpande aktiviteter i samhället, exempelvis tidningsartiklar, referat och olika arkiv.
- *Bokföringsdata*; framställs i samband med registrering och styrning, exempelvis företagsredovisningar och statistiska centralbyråns register.
- *Forskningsdata*; är data som samlats in av andra forskare.

3.4.3 Examensarbetets datainsamlingsmetod

Det primära datainsamlingsmaterialet i detta examensarbete är hämtat från intervjuer. För att införskaffa en god kännedom om examensarbetets undersökningsområde utfördes informella intervjuer. Emellertid förbereddes frågor inför intervjuerna, men de var av en

⁶⁶ Svenning (2003) s 105

⁶⁷ *Ibid* s 106

⁶⁸ Holme och Solvang (1997) s 174

⁶⁹ Svenning (2003) s 107

⁷⁰ Andersen (1998) s 150

⁷¹ *Ibid* s 158

mer generell karaktär. Under delstudien *Undersökning av projektbeställarnas tillvägagångssätt* kunde strukturerade intervjuer genomföras där frågorna var mer strikt ställda och svaren registrerades på ett systematiskt sätt. Registreringen av svar genomfördes genomgående av båda författarna för att inte gå miste om någon information och på så sätt minimerades risken för bias.

För att förstå problematiken kring examensarbetet genomfördes inledningsvis enbart intervjuer på E.ON. Då problemställningen var klagjord utfördes även intervjuer med ett flertal av E.ON:s samarbetspartners, Transformator Service AB, entreprenörerna ElektroSandberg och Fortum, återvinningsföretaget Stena Gotthard AB och diagnostikföretaget Västerås PetroleumKemi AB.

För att förstå det verkliga flödet sammanställdes en statistisk undersökning av författarna som utfördes av Transformator Service AB under en begränsad tidsperiod. Detta resulterade i kvantitativ data som E.ON sedan fick ta del av.

Sekundärt material, med avseende på information om E.ON, har främst inhämtats från E.ON:s hemsida och diverse broschyrer. Det material som ligger till grund för litteraturstudien, vilken presenteras i avsnitt **Fel! Hittar inte referenskölla.**, har hämtats från forskningsdata. Forskningsdata har hämtats från relevant litteratur, men också från databasen ELIN, *Electronic Library Information Navigator*, som finns tillgänglig via Lunds Universitets hemsida.

3.5 Forskningsmetoder

Aktionsforskning och fallstudier är två forskningsmetoder som diskuteras frekvent i litteraturen i samband med forskningsmetodik. En kort presentation av de båda forskningsmetoderna följer nedan och avsnittet avslutas med en med diskussion gällande examensarbetets forskningsmetod.

3.5.1 Aktionsforskning

Aktionsforskning är i grunden forskning på platsen. Syftet är att undersöka ett konkret problem som finns här och nu. Aktionsforskare är praktiker och passar in forskning där det krävs specifika kunskaper relaterat till ett visst problem eller då en ny metod ska implementeras.⁷² Vidare menar Gummesson att aktionsforskning kräver ett konsultuppdrag där forskaren arbetar som förändringskonsult. Han anser att aktionsforskaren har sex krav som bör uppfyllas, men påpekar att forskaren i praktiken sällan uppfyller alla kraven.⁷³

1. "Aktionsforskning har alltid som mål att både lösa problem och att öka den vetenskapliga kunskapen." Förändringskonsulten måste uppfylla uppdragsgivarens krav, men också knyta resultaten till tidigare forskning och litteratur.
2. "Aktionsforskning har också som mål att de som berörs av projektet lär sig av varandra och utvecklas genom arbetet i projektet." Förändringskonsulten måste både arbeta med utvecklande av uppdragsgivarens organisation och med sin egen utveckling.

⁷² Bell (1995) s 14

⁷³ Gummesson (1985) s 67-69

3. ”Den kunskap som aktionsforskningen ger upphov till syftar till en förståelse av helheter.”
4. ”Aktionsforskning förutsätter således samarbete mellan personerna i de situationer man försöker förstå-förändra.” Förändringskonsulten måste ingå i någon form av arbetsgemenskap i uppdragsgivarens företag.
5. ”Aktionsforskningsstrategin är framförallt tillämpbar i samband med förändringar i sociala system”, det vill säga förändringsprocesser i företag.
6. ”I ett aktionsforskningsprojekt måste parterna komma överens om gemensamma värderingsmässiga utgångspunkter.”

3.5.2 Fallstudier

Wallén anser att fallstudier som metod överlappar aktionsforskning, i den bemärkelsen att forskaren studerar vad som händer i ett konkret fall, men detta behöver inte innebära att forskaren själv medverkar i en förändring.⁷⁴ Fallstudier lämpar sig väl när organisationer skall studeras.⁷⁵ Metoden möjliggör att studera en avgränsad aspekt på djupet under en begränsad tidsperiod.⁷⁶ Vanligtvis handlar det om komplexa sammanhang där det behövs ingående studier för att undersöka ett speciellt objekt, exempelvis ekosystemstudier av Östersjön.⁷⁷ Studierna kräver noggrann planering och relationer mellan variabler studeras. Ett fall handlar i stora drag om samspelet mellan olika faktorer i en situation. Fallstudier behöver inte nödvändigtvis enbart studera ett enskilt fall utan kan även studera ett fåtal fall och dra mer generella slutsatser. Då enbart ett fall studeras är slutsatserna direkt kopplade till fallet i fråga och inte av generell karaktär. Forskaren är inte låst till någon specifik metod för att samla in information, dock finns det några metoder som är vanligare än andra, däribland intervjuer och observationer.⁷⁸ Detta är en av fallstudieforskarnas styrkor, det vill säga att kunna hantera många olika typer av empiriskt material.⁷⁹ Dock har mycket kritik riktats mot metoden på senare år. Gummesson sammanfattar kritiken i de tre nedanstående punkterna, där han menar att fallstudier:⁸⁰

- Saknar statistik validitet.
- Kan användas för att generera hypotester, men inte för att testa dem.
- Omöjliggör att generalisera.

3.5.3 Examensarbetets forskningsmetod

Den forskningsmetod som bäst stämmer överens med examensarbetets tillvägagångssätt är aktionsforskning, eftersom fallstudier riktar sig till komplexa sammanhang där en ytterst liten del studeras. Bells kriterier för aktionsforskning stämmer väl överens med examensarbetets utgångspunkter, det vill säga att det finns ett konkret problem som ska

⁷⁴ Wallén (1993) s 105

⁷⁵ Andersen (1998) s 129

⁷⁶ Bell (1995) s 15

⁷⁷ Wallén (1993) s 105

⁷⁸ Merriam (1994) s 24

⁷⁹ *Ibid* s 23

⁸⁰ Gummesson (1985) s 30

undersökas samt att forskningen sker i händelsernas centrum. Examensarbetet kan ses som ett konsultuppdrag med E.ON som uppdragsgivare vilket överensstämmer med Gummessons syn på forskarnas roll. Examensarbetet förhåller sig till Gummesson sex kriterier, vilka diskuterades i avsnitt 3.5.1, på följande sätt:

1. Målet med examensarbetet är inte att lösa E.ON:s problem utan att göra en nulägesanalys med förbättringsförslag. Studien kommer inte att generera ny vetenskap, men befintliga teorier kommer att appliceras på problemet, på ett för problemet nytt sätt. För att uppfylla uppdragsgivarens krav, förs kontinuerligt en dialog med E.ON för att säkerställa att examensarbetet utvecklas enligt parternas gemensamma planer.
2. Med tanke på examensarbetets knappa tidsperspektiv är det svårt att åstadkomma en utveckling av E.ON:s organisation. Dock har personal på E.ON som författarna kommit i kontakt med fått utbyte av författarna och breddat sin kunskap inom ämnet försörjningskedjor. Vidare har arbetet givit författarna en bredare kunskap inom de undersökningsområden som inkluderas i examensarbetet samt om E.ON.
3. En del av problematiken i dagsläget kring det verkliga flödet av transformatorer är att det inte finns någon helhetssyn av flödet utan de som är involverade ser endast sin del. Således kommer examensarbetet att generera en helhetsbild och en djupare förståelse av transformatorflödet än vad som finns i dagsläget.
4. Med tanke på att examensarbetet pågår under en relativt kort tidsperiod är det svårt som författare att ingå i någon slags arbetsteam för en längre tidsperiod än studien. Däremot eftersträvar examensarbetet ett utökad samarbete inom E.ON och med dess närmaste intressenter som kommer fortgå efter studiens slutförande.
5. Examensarbetet är en förändringsprocess eftersom uppdraget är att förändra en i dagsläget icke fungerande verksamhet.
6. Eftersom kapitel 1 har arbetas fram tillsammans med handledare på E.ON samt handledare på Lunds Tekniska Högskola har utgångspunkter som är gemensamma och relevanta för alla parter utvecklats för examensarbetet.

3.6 Reliabilitet och validitet

Oberoende av vilken metod som författarna väljer måste all informationen som används kritiskt granskas för att bestämma dess reliabilitet och validitet. Reliabilitet är synonymt med tillförlitlighet och mäter i vilken utsträckning ett visst tillvägagångssätt ger samma resultat oberoende av tidpunkten för studiens genomförande. Omständigheterna runt omkring studien skall dock vara desamma. Exempel på en icke reliabel händelse är; om en konkret fråga ställs och svaren som lämnas skiljer sig åt beroende på i vilken situation frågan är ställd.⁸¹

Validitet är liktydigt med giltighet och är ett mått på om en viss fråga verkligen mäter eller beskriver det den är avsedd att mäta eller beskriva. Validitet är mer komplext än reliabilitet och är svårare att mäta. En fråga som saknar reliabilitet saknar också validitet, men även om reliabiliteten är hög behöver inte validiteten vara hög. Exempelvis en fråga som är ställd vid olika tillfällen kan ge likartade svar, men behöver inte nödvändigtvis mäta det

⁸¹ Bell (1995) s 62

den är avsedd att mäta.⁸² Vidare drar Andersen paralleller mellan validitet och de teoretiska begrepp som används och menar att validitet syftar till överensstämmelsen mellan det teoretiska och det empiriska begreppsplanet. Förutom giltighet så innefattas validitet också av relevans, det vill säga hur pass angeläget det empiriska underlaget är för studien.⁸³

3.6.1 Säkerställandet av examensarbetets validitet och reliabilitet

För att hålla reliabiliteten hög under intervjuerna har intervjumallar hållits relativt lika för respondenter inom samma kompetensområde. Båda författarna har varit närvarande vid samtliga informella intervjuer för att eliminera eventuella missuppfattningar. Omedelbart efter varje intervju har svaren på frågorna sammanställts för att ingen viktig information skulle gå förlorad. Då oklarheter uppstått har respondenten blivit tillfrågad vid fler tillfällen. För att säkerställa reliabiliteten för insamlad kvantitativ data har avstämningar med handledare och andra kunniga personer på E.ON gjorts. Detta har också medfört att validiteten av datan har ökat, eftersom personerna i fråga fått verifiera rimligheten i den kvalitativa information som använts. Ytterligare verifiering av en hög validitet har gjorts av handledaren på Lunds Tekniska Högskola.

Emellertid menar Arbnor och Bjerke att i de fall då forskare använder sig av systemsynsättet talas det sällan om reliabilitet. Detta på grundval av att synsättet inte är särskilt kvantitativt orienterat, vilket resulterar i icke-precisa mätresultat.⁸⁴ Då systemsynsättet ligger till grund för denna studie har resonemanget tagits i beaktande, men som beskrivits ovan har författarna eftersträvat en så hög reliabilitet som möjligt. Vidare menar Arbnor och Bjerke att det existerar ytterligare former för att garantera en hög validitet, än som beskrivits ovan, då systemsynsättet används. Detta kan göras genom att författarna försöker återspegla det reella systemet från ett stort antal infallsvinklar.⁸⁵ Det uppnås då forskarna besöker det reella systemet frekvent, intervjuar många relevanta personer samt studerar sekundärt material. Med föregående argument för säkerställande av en hög validitet vid systemsynsättet kan det fastslås att validiteten i examensarbetet varit hög.

Författarna har frekvent besökt E.ON och fört en kontinuerlig diskussion med berörda parter i form av tre workshops. Vid dessa tillfällen har författarna presenterat det dittills uppnådda resultatet och en kreativ diskussion har förts. Detta angreppssätt ligger i linje med *Sök-lär-metodens* återkoppling och har ytterligare säkerställt validitet och reliabilitet för examensarbetet. Många intervjuer har genomförts för att kartläggningen av nuläget ska spegla verkligheten i så stor utsträckning som är möjligt. Dock har författarna noterat att ju fler intervjuer som har genomfört desto fler åsikter erhållits om vad som är korrekt eller ej. Med tanke på examensarbetets tidsbegränsning har författarna gjort en rimlighetsbedömning i hur många intervjuer som varit nödvändiga för att generera en överensstämmande nulägesbild och analys.

3.7 Examensarbetets arbetsgång

Strukturen på rapporten speglar examensarbetets arbetsgång som kan delas in i fem faser.

⁸² Bell (1995) s 62

⁸³ Andersen (1998) s 85

⁸⁴ Arbnor och Bjerke (1994) s 248

⁸⁵ *Ibid* s 251

Som ett första steg i *Fas 1* deltog författarna och handledaren i en workshop med berörda parter på E.ON. Utifrån information som delgavs formulerades arbetets syfte, målsättning, målgrupp samt avgränsningar. Samtidigt påbörjades den empiriska studien i form av intervjuer, som sedan skulle pågå ända fram till analysen.

En metodstudie var examensarbetets *Fas 2*, för att reda ut hur författarna skulle gå tillväga.

Den teoretiska studien tog vid i *Fas 3*, där artiklar och kurslitteratur studerades med fokus på försörjningskedjor. Under denna fas samlade författarna berörda parter på E.ON till workshop 2. På denna sammankomst stämde författarna av de intryck som hittills framkommit under den empiriska studien med de andra deltagarnas i en kreativ diskussion. Examensarbetets empiriska studie, med bland annat intervjuer med 42 intressenter, som utförts parallellt med de tidigare avsnitten fram till denna tidpunkt dokumenterades sedan.

I *Fas 4* analyserades det empiriska materialet utifrån de teorier som presenterats tidigare. I analysen fann författarna flera möjligheter till förbättring som diskuteras och prioriteras i slutet av analysavsnittet. Workshop 3 genomfördes under denna fas på samma sätt som tidigare tillfälle.

Slutligen drog författarna egna slutsatser i *Fas 5* och gjorde ett urval av de förbättringsåtgärder som analyserats tidigare i rapporten. Avstämningar gjordes i detta skede gentemot syfte, målsättning och avgränsningar som tagits fram inledningsvis.

4 Teori

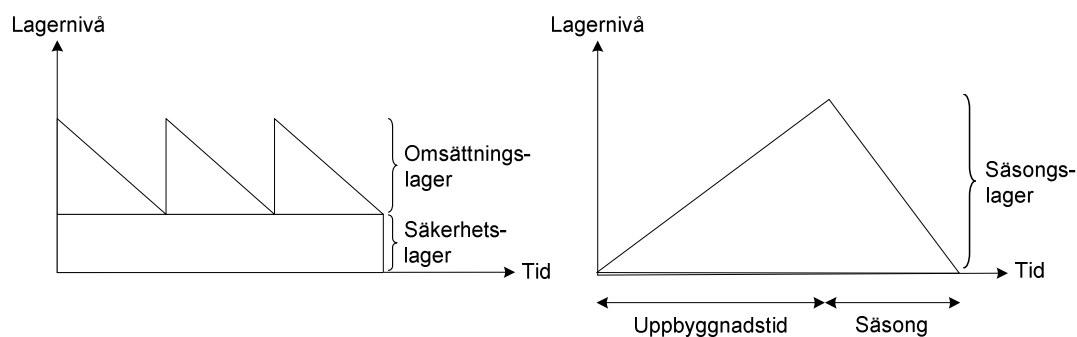
I detta kapitel får läsaren en djupare förståelse för olika aspekter av logistik i försörjningskedjor. En sammanställning av teori kring hur organisationer drivs och utvecklas ur olika infallsvinklar följer därefter.

4.1 Logistisk referensram

Lager är en av hörnstenarna i begreppet *varukapital*. Förutom lager innefattas begreppet också av företagets produkter i arbete, komponenter samt förråd. Att lagerhålla är inte något felaktigt under förutsättning att lagren är rätt dimensionerade.⁸⁶ Det finns en rad olika skäl för företag att lagerhålla. Två vanligt förekommande lagerformer, *säkerhetslager* och *säsonglager*, diskuteras närmre i avsnitt 4.1.1.⁸⁷ Emellertid bör företagen vara införstådda med kostnaderna i samband med lagerhållning. Aronsson et al delar in kostnaderna i *lagerförings-* och *lagerhållningskostnader*, vilka beskrivs i avsnitt 4.1.2 och 4.1.3.⁸⁸

4.1.1 Lagerformer

Efterfrågan från kund är vanligtvis inte helt förutsägbar, eftersom det alltid finns en viss osäkerhet i deras behov. Leveransförseningar och problem i den egna produktionen är också oförutsägbara omständigheter som företag kan tvingas möta. För att skydda sig mot ovanstående händelser använder sig företag av ett *säkerhetslager*. Säkerhetslagret kommer först till användning när störningar uppstår. Då flödet fungerar problemfritt används endast det så kallade *omsättningslagret*. Vänstra delen av Figur 4.1 visar säkerhetslagret och omsättningslagret i förhållande till den totala lagernivån. En annan lagerform är ett så kallat *säsonglager*, se högra delen av Figur 4.1. Det behövs då efterfrågan är stor endast under en kort tid. Lagret byggs successivt upp under uppbyggnadstiden för att utjämna behovet av produktionskapacitet.⁸⁹



Figur 4.1 Två olika lagerformer, säkerhetslager samt säsonglager (Källa: Aronsson et al, 2003, s 111-113)

⁸⁶ Lumsden (1998), s 239

⁸⁷ Aronsson et al (2003) s 110-113

⁸⁸ *Ibid* s 103

⁸⁹ *Ibid* s 110

4.1.2 Lagerföringskostnader

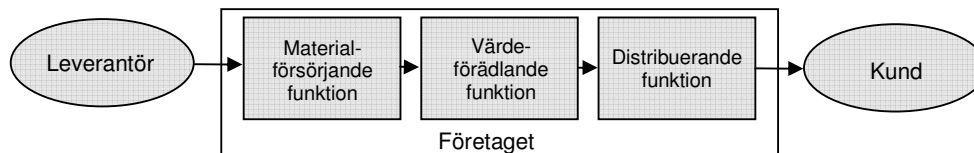
Lagerhållning innebär en låsning av företagets resurser. Istället för lagerhållning skulle resurserna kunna användas till inkomstbringande aktiviteter, såsom sparande som bringar ränteintäkter. Denna förlust av intäkter kallas *kapitalkostnad*. Storleken på kapitalkostnaden är beroende av företagets kalkylränta, som är likvärdigt med företagets bästa förräntningsalternativ samt förräntningskrav på investeringar. Utöver kapitalkostnad föreligger det även diverse risker med lagerhållning. Tänkbara risker är inbrott, vilket kan leda till stöld och skadegörelse, samt skador som uppkommer i samband med hantering. Vidare är inkurans en stor kostnadspost för många företag, vilken hade kunnat minimeras med lägre lagernivåer. Inkurans inträffar då produkter blir för gamla eller omoderna.⁹⁰

4.1.3 Lagerhållningskostnader

Lagerutrymmen medför kostnader för personal som ska sköta inlagring, registrering, inventering etcetera. Utöver personal behövs någon form av lagringsutrymme, utrustning för hantering samt någon form av administrativt lagersystem för kontroll av lagernivåer. Ovan benämnda kostnader kallas *lagerhållningskostnader*. Lagerhållningskostnaderna är kortsiktigt oberoende av lagervolymen, men då den ökar markant stiger också kostnaderna för lagerföring.⁹¹

4.2 Försörjningskedja

En försörjningskedja är en ”kedja/nätverk av företag med råmaterialframställning, via olika led av förädlade och distribuerande företag till de kunder som konsumerar produkterna eller tjänsterna”.⁹² Försörjningskedjor existerar både internt och externt mellan företag. Oberoende av hur kedjan eller nätverket ser ut i helhet består den av successiva par av aktörer som står i ett kund/leverantörsförhållande till varandra.⁹³ Figur 4.2 beskriver en enkel försörjningskedja med interna och externa relationer.



Figur 4.2 Försörjningskedja med interna aktörer (Modifierad efter Mattsson, 2002, s 57)

4.3 Motiv till utveckling av försörjningskedja

Omvärldens kontinuerliga och allt snabbare förändring gör det viktigt för företag att ifrågasätta och utveckla sin verksamhet för att kunna följa och, om möjligt, ligga steget före i utvecklingen. Det ökade behovet av en förbättrad och trimmad försörjningskedja beror i huvudsak på tre förändringar i omvärlden:⁹⁴

⁹⁰ Aronsson et al (2003) s 105

⁹¹ *Ibid* s 104

⁹² Mattsson (2002) s 15

⁹³ *Ibid* s 56

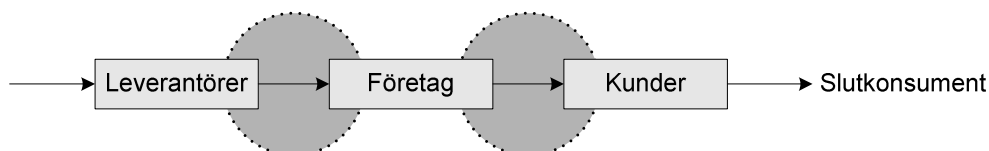
⁹⁴ *Ibid* s 190

- Förändringarna i efterfrågan är större och sker snabbare än tidigare.
- På grund av att kostnaden av bundet kapital i lager har uppmärksammats har lagernivåerna i hela försörjningskedjan generellt minskat, vilket leder till ett ökat operativt beroende för att minimera brister och produktionsstopp.
- Trenden hos företagen att tillverka mindre själva och outsourca en större del av tillverkningen har lett till att många produkter skapas tack vare ett samarbete i nätverk. De små och frekventa leveranser och affärer dessa nätverk är uppbyggda av genererar stora transaktionskostnader i dagsläget.

Vid utveckling av försörjningskedja gäller i många fall att ta hänsyn till samma aspekter som vid utveckling av en organisation. Att välja *strategi* är ett viktigt steg för att på så sätt medvetet välja en kurs och göra den känd och accepterad i organisationen. Alla delar i organisationen måste arbeta med samma vision enligt den gemensamma strategin i form av en *helhetssyn* hos ledningen såsom hos de anställda. Eftersom omvärlden kommer att fortsätta förändras måste organisationen förberedas genom att *flexibilitet* byggs in i organisationen. Ett förändringsarbete kräver slutligen någon form av *mätning* för att veta var organisationen befinner sig i dagsläget och åt vilket håll det bär.⁹⁵

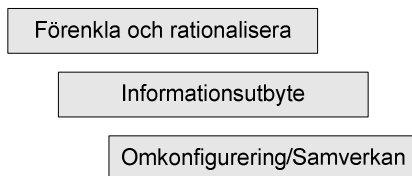
4.4 Effektivisering av interorganisatoriska processer

Det är i dagsläget inte längre tillräckligt för ett företag i en försörjningskedja att vara individuellt effektivt. Hela försörjningskedjan måste fungera på ett effektivt sätt för att ett förbättrat resultat skall genereras för slutkonsumenten.⁹⁶ De interorganisatoriska processer, som fokus i effektiviseringen bör ligga på, är beskrivna grafiskt i Figur 4.3.



Figur 4.3 Systemgränser för mellanföretagslogistik (Källa: Mattsson, 2002, s 189)

För effektivisering av affärsprocesser har Mattsson föreslagit ett antal angreppssätt av vilka författarna har valt ut fyra, som är beskrivna i avsnitt 4.4.1 till 4.4.4. Angreppssätten bör genomföras i ordningen beskriven i Figur 4.4 för maximalt resultat, där *Omkonfigurering* och *Samverkan* kan utföras parallellt.⁹⁷



Figur 4.4 Övergripande strategi för effektivisering av processer (Källa: Modifierad efter Mattsson, 2001, s 165)

⁹⁵ Ljungberg och Larsson (2001) s 20-22

⁹⁶ Mattsson (2002) s 189

⁹⁷ Mattsson (2001) s 165

4.4.1 Förenkling och rationalisering

Förenkling och rationalisering innebär att reducera alla onödiga aktiviteter och att sköta de kvarvarande aktiviteterna på effektivast tänkbara sätt, för att minska onödig komplexitet i flödena.⁹⁸

Som ett första steg i förenklings- och rationaliseringsarbetet bör processerna som skall bearbetas definieras. Därefter utförs en nulägesanalys av verksamheten. I avsnitt *Tidsreduktion*, se nedan, finns konkreta tillvägagångssätt för att reducera spill genom tidsreduktion beskrivet.

Nulägesanalys

I litteraturen beskrivs en rad olika modeller och metoder för att beskriva och analysera nuläget. För denna studie anser författarna att de mest användbara och relevanta modeller är *kartläggning av flödet* samt *tidsstudier*, vilka beskrivs nedan.

Kartläggning av flödet

Effektiva logistikprocesser bygger på insikt och förståelse i material- och informationsflödet. Kunskap om de nuvarande processerna är en förutsättning för att kunna förbättra nuläget och hitta alternativa lösningar.⁹⁹ Emellertid betonar Ljungberg och Larsson vikten av att kartläggningen ska vara ärlig och tydliggöra hur verksamheten ser ut i dagsläget. Bygger kartläggningen på en felaktig bild av verkligheten kan heller inga förbättringsåtgärder, med avseende på styrning och utveckling, förväntas.¹⁰⁰

Emellanåt ifrågasätts nyttan eller mervärdet av en kartläggning, med motiveringen att berörd personal redan har kunskap om det aktuella flödet. Mattsson menar dock att i de flesta fall finns det motiv för en kartläggning, exempelvis förståelsen av flödet som helhet. Som en följd av att företagsgränser korsas bör också kund- och leverantörsföretag medverka i flödeskartläggningen. Är parterna inte överens om processens utseende i dagsläget kan de inte heller utforma en ny och effektivare process.¹⁰¹

Kartläggning av flödet kan göras på en rad olika sätt, men vanligtvis är det tillräckligt med enkla metoder. Vid kartläggningen är det viktigt att val av symboler och utformningen av kartan blir lättförståeligt. Detaljnivån kan variera vid kartläggningen, bland annat på grund av tidsbegränsning. En alltför detaljerad kartläggning ska inte eftersträvas, eftersom mycket arbete görs i onödan samt att resurser och fokus läggs på fel saker.¹⁰² Figur 4.5 åskådliggör några av de vanligaste förekommande symbolerna vid en flödeskartläggning.



Figur 4.5 Vanliga symboler vid flödeskartläggning (Källa: Modifierad efter Aronsson et al, 2003, s 173)

⁹⁸ Mattsson (2002) s 262-279

⁹⁹ Persson (1996) s 237-238

¹⁰⁰ Ljungberg och Larsson (2001) s 212

¹⁰¹ Mattsson (2002) s 263

¹⁰² Aronsson et al (2003) s 173

Tidsstudier

Då kartläggningen av flödet är gjord är det av intresse att studera de olika aktiviteterna närmre i detalj med avseende på tidsåtgången. På så sätt tydliggörs tidsfördelningen av de olika aktiviteterna, vilket är en förutsättning för förbättringsåtgärder. Avsnitten *Gantt-schema* och *Ledtidsanalys* nedan beskriver olika sätt att åskådliggöra tidsåtgången för flödet. Åtgärder för att reducera den totala tiden i flödet beskrivs i avsnittet *Tidsreduktion*.

Gantt-schema

Gantt-schema är ett verktyg som används vid beskrivningar av produktflöden, produktionsflöden och verkligt resursutnyttjande performance.¹⁰³ Ett tvådimensionellt Gantt-schema består av en horisontell axel, som visualiserar tidsåtgången för en aktivitet, samt en vertikal axel, som åskådliggör resurserna eller aktiviteterna. Resurser i detta sammanhang syftar till maskiner eller arbetsstyrka. Gantt-schema kan användas i planeringsfasen av olika aktiviteter, men också som ett kontrollverktyg för att kontrollera att aktiviteterna utförs som planerat.¹⁰⁴ Det finns en rad olika varianter på Gantt-schema. Figur 4.6 visar ett Gantt-schema som är konstruerat för att planera ett husbygge.¹⁰⁵ Dock finns inte någon tidsaxel angivet i figuren utan aktiviteterna är klassade efter hur många moment de kräver samt i vilken ordning de utförs.

Moment	1	2	3	4	5	6	7	8
Grund		→						
Stomme	→							
Utsidan av huset		→						
Rörarbete			→					
Insidan färdigt				→				
Slutbesiktning						→		

Figur 4.6 *Gantt-schema* (Källa: Modifierad efter Bergman och Klefsjö, 2001, s 520)

Ledtidsanalys

Ledtidsanalys är ett verktyg för att analysera informations- eller materialflöden med avsikt att reducera totala tiden i flödet. Reducering av den totala genomloppstiden inkluderas också i ledstidsanalysen, trots att namnet på verktyget benämns med ledtid. Syftet med verktyget är att hitta alternativa lösningar.

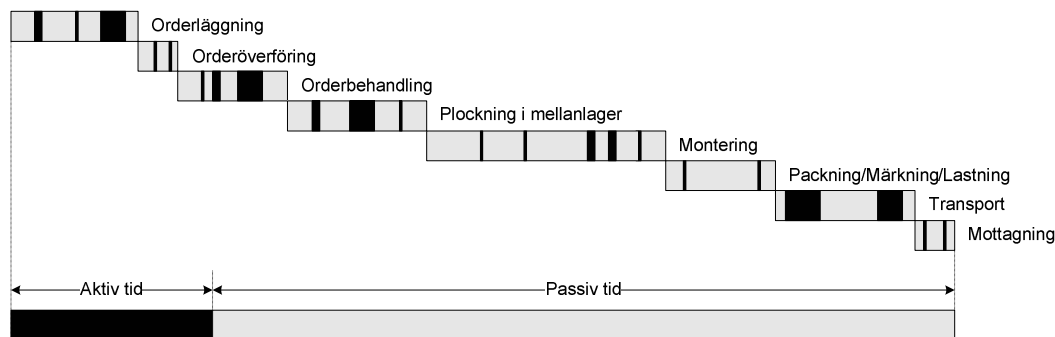
Mycket fokus har på senare tid riktats mot att försöka minska ledtider samt genomloppstider, framför allt det som benämns *passiv tid*. Den totala tiden i ett flöde kan delas in i *passiv* och *aktiv* tid. *Passiv* tid är den tid då inte någon aktivitet utförs, exempelvis produkter som ligger i en buffert framför en maskin. *Aktiv* tid är den resterande tiden av den totala tiden, exempelvis transport, bearbetning och inmatning i datorsystem. I många företag utgörs passiv tid av cirka 90-95 %, men det är inte ovanligt att andelen uppgår till 99 %. Emellertid har företag traditionellt sett investerat mycket resurser i nya maskiner med kortare bearbetningstid, trots att fokus borde ligga på att reducera den passiva tiden. Ledtidsanalysdiagram, se Figur 4.7 är ett enkelt sätt att illustrera och analysera ledtid respektive genomloppstid i ett flöde, där passiv och aktiv tid synliggörs på

¹⁰³ Jones (1988) s 893

¹⁰⁴ Burkholder (1983) s 183

¹⁰⁵ Bergman och Klefsjö (2001) s 520

ett tydligt sätt.¹⁰⁶ Ljungberg däremot delar upp den totala tiden i tre kategorier; *värdeadderande aktiviteter*, *icke värdeadderande men nödvändiga aktiviteter* och *spill*. Värdeadderande aktiviteter är aktiviteter som löser kundens problem och som denna är beredd att betala för. Icke värdeadderande men nödvändiga aktiviteter är aktiviteter som är nödvändiga, men som inte skapar värde för kunden, exempelvis lagring och hantering. Den sistnämnda aktiviteten, *spill*, skapar inte värde för någon, varken för kunden eller för företaget. Att särskilja de tre kategorierna kan vara svårt i praktiken, eftersom de oftast baseras på subjektiva bedömningar. Trots detta är det värdefullt att göra uppdelningen eftersom analysen får de involverade att noga tänka igenom de olika aktiviteterna. Strategin för de olika aktiviteterna är att utveckla de värdeadderande, minimera de icke värdeadderande men nödvändiga och eliminera spillet.¹⁰⁷



Figur 4.7 Ledtidanalysdiagram (Källa: Aronsson et al, 2003, s 208)

Tidsreduktion

De flesta situationer är så pass specifika att det inte går att ge några generella tips för att minska ledtid och genomloppstid. Istället finns det olika principiella åtgärder som kan vidtas. Åtgärderna som Aronsson et al beskriver är tillämpbara likväl på flöden som på processer. Fyra av dessa åtgärder är beskrivna nedan.¹⁰⁸

Den första åtgärden syftar till att *eliminera* aktiviteter som inte tillför något för kunden eller företaget. Den andra åtgärden strävar efter att *synkronisera*. Företag ska försöka att reducera eller eliminera passiv tid genom att aktiviteter påbörjas omedelbart efter varandra utan väntetider. Åtgärd tre, *förbereda*; eftersträvar att nödvändigt material finns på plats vid huvudarbetet så att flödet inte bromsas upp. Den fjärde åtgärden är *kommunicera*. Kommunikationen ska vara effektivare, korrekt och mer ändamålsenlig.

Ett komplement till ovanstående åtgärder är Bjørnland et al:s principer, för vad han kallar; åtgärder för att effektivisera logistikprocesserna, med avseende på tidsreduktion.¹⁰⁹ Fyra av dessa principer beskrivs nedan.

Reduktion eller anpassning till osäkerheterna. Osäkerhet i materialflöde kan vara kopplade till ledtider och kvantiteter. Exempel på osäkerheter inom ledtider är genomloppstider och inleveranser. Exempel på osäkerheter kopplat till kvantiteter är efterfråge- och behovsosäkerhet samt skador. Med tanke på att osäkerheterna är av så skiftande karaktär

¹⁰⁶ Aronsson et al (2003) s 63

¹⁰⁷ Ljungberg och Larsson (2001) s 279

¹⁰⁸ Aronsson et al (2003) s 210

¹⁰⁹ Bjørnland et al (2003) s 353-360

krävs olika tekniker beroende på vilken typ av osäkerhet som behandlas, såsom att prognostekniker ska användas vid behovsosäkerhet.

Omfördelning eller ökning av frekvenser; ledtiden i relation till transportfrekvenser och seriestorlekar i produktionen. En ökning av transportfrekvensen minskar både sändningsstorleken och omsättningslagret. Tänkbara insatser för att öka frekvensen är avtal med låga kostnader knutna till beordring, samlastning samt närhet till sina leverantörer.

Förenkling av strukturer, system och arbetsprocesser; genom att försöka minska antalet logistiska beslutselement. Reduceringen kan göras förslagsvis genom standardisering av arbetsmoment. Vidare skall ett gemensamt styrsätt för gruppen som helhet eftersträvas.

Bättre informationssystem; vilket Bjørnland et al. delar in i *transaktionsförenkling*, *substitution* och *systemkonsistens*. Transaktionsförenkling syftar till att effektivisera transaktionsprocesserna. För det första skall mänskligt deltagande elimineras i processen, vilket syftar till att reducera felprocenten i transaktionerna. För det andra bör pappersflöden elimineras och transaktionerna förenklas. Detta görs genom att integrera och förenkla överföringen av datafångst och innefattar företagets system, leverantörer, kunder samt eventuellt en tredje part. Slutligen ska ett samarbete mellan transaktionsparterna finnas, exempelvis genom att producenter får insyn i leverantörens lagerstatus. Substitution syftar till att ersätta lager med information. Eftersom information är mer ekonomiskt än lager ur ett kapitalkostnadsperspektiv, bör företag eliminera lager i utbyte mot bättre informations- och kommunikationssystem. Systemkonsistens i informationssystem syftar till att synkronisera system, interna som externa. Informationsutbyte diskuteras vidare i avsnitt 4.4.2.

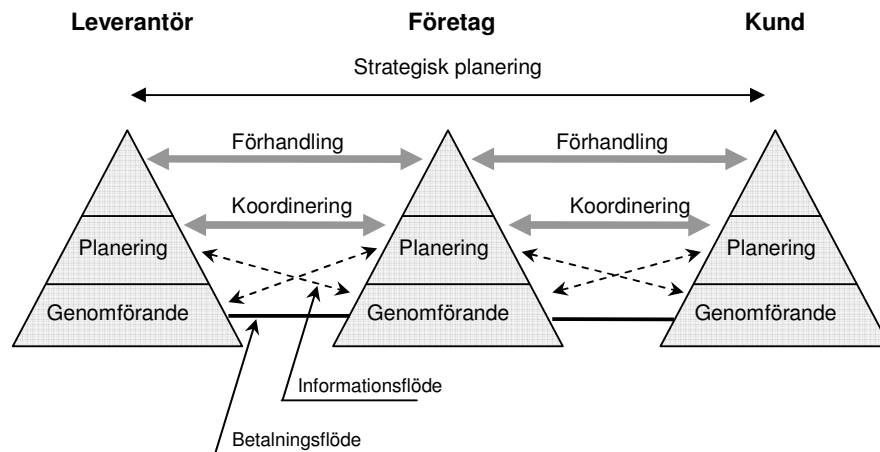
4.4.2 Informationsutbyte

En försörjningskedja hålls samman av tre olika sorters flöden, materialflöde och betalningsflöde som är rakt motriktade varandra, samt informationsflöde som fungerar som katalysator för de andra två. Exempel på sådana informationsflöden är flöde av fakturor och kundorder. Utan denna typ av information avstannar försörjningskedjan fullständigt, varför dessa informationsflöden har prioritet generellt sett och flyter på. Inom andra typer av information finns det i dagsläget stora gap, exempelvis att kunder har tillgång till information som leverantören inte har, vilket försämrar försörjningskedjans förmåga. För att kunna åstadkomma samverkan och integration i försörjningskedjan, vilket i sin tur genererar effektiva material- och betalningsflöden, krävs ett effektivt informationsutbyte.¹¹⁰

Ett IT-system kan bidra med visibilitet och ge försörjningskedjepartners möjlighet att koordinera sina flöden genom att använda gemensam data, ”informationssystemet blir hela försörjningskedjans lim/klistor.”¹¹¹ Dess syfte är att binda samman hela försörjningskedjan till en integrerad enhet. Teknologin för interorganisatoriska system finns på marknaden. Det som bromsar utvecklingen är relationerna mellan företagen. I Figur 4.8 är relationerna, informationsflödena och betalningsflödena i en försörjningskedja av tre företag markerade. Figuren visar även att den strategiska planeringen hos företagen har lyfts ut från företagsnivå till en försörjningskedjenivå.

¹¹⁰ Mattsson (2002) s 280-318

¹¹¹ Schary och Skjøtt-Larsen (2001) s 292



Figur 4.8 Ramverk för ett informationssystem för försörjningskedjan (Källa: Schary och Skjött-Larsen, 2001, s 298)

Kommunikationsmetoderna EDI och EDA

Som komplement till de kommunikationsmetoder som finns i samhället såsom telefon, fax och email finns i en försörjningskedja även de specialanpassade verktygen EDI och EDA.

EDI, Electronic Data Interchange, innebär att information överförs automatiskt mellan två system. Exempel på denna information är inköpsorder, fakturor och skeppningsdokument. EDI används främst av företag som har frekvent utbyte av stora mängder information. Systemet kräver stora investeringar från båda parter, vilket leder till att de företag som har gjort satsningen har begränsat antalet potentiella handelspartners.¹¹²

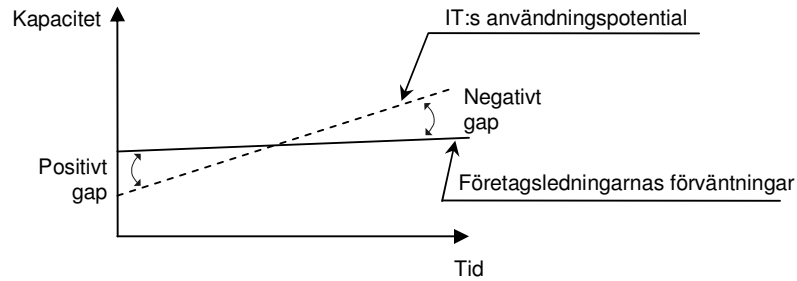
EDA, Electronic Data Access, innebär att två eller flera företag har tillgång till gemensamma databaser där information från dess affärssystem förs in. Denna metod möjliggör att kunder och leverantörer kan kommunicera ut information om sina produkter och företag, lägga order i sina leverantörers system och administrera sina kunders lager. Investeringskostnaderna för EDA är betydligt lägre än motsvarande för EDI och möjligheterna är därmed inte lika stora. EDA kan exempelvis möjliggöra en reduktion av antalet aktiviteter och därmed den totala cykeltiden, men ger inga automatiseringsfördelar. Arbetsinsatsen blir dock högre eftersom order exempelvis behöver registreras både i företagets affärssystem och i den gemensamma databasen.¹¹³

Faran med IT

Den tekniska utvecklingen med exempelvis EDI har varit en förutsättning för att utvecklingen av försörjningskedjor har kommit så långt som den har i dagsläget. Mycket sofistikerad teknologi finns idag att tillgå och utmaningen för dagens företagsledare ligger i att kunna identifiera och utnyttja dessa möjligheter på ett optimalt sätt. I Figur 4.9 är teknologins potential markerad med en streckad linje och företagsledningens förväntade förmåga att tillvarata teknikens möjligheter markerad med en heldragen linje.

¹¹² Schary och Skjött-Larsen (2001) s 313

¹¹³ Mattsson (2002) s 292-293



Figur 4.9 En jämförelse av tillgången av informationsteknologins i relation till företagsledningarnas upplevda behov (Källa: Modifierad efter Mattsson, 2001, s 281)

Under tiden innan skärningspunkten mellan linjerna fanns inte tillräckligt kraftfull teknik att tillgå för det behov som existerade i industrin. Företagsledningarnas största utmaning och uppgift var då att få tillgång till mer kraftfull teknologi för att reducera gapet mellan linjerna. I dagsläget är möjligheterna på tekniksiden så gott som obegränsade. Svårigheten ligger nu i att inte ta till sig mer kunskap utan att utnyttja den som redan finns till förfogande inom företaget.¹¹⁴

En annan fara med IT-system är övertro och för lite ifrågasättande. Ett affärssystem innebär en stor investering som inkluderar alla delar i företaget. Något som dock sällan utreds och ifrågasätts är processerna som skall automatiseras. Efter införandet kan affärssystemet komma att styra och begränsa verksamhetens utveckling och inte tvärt om.¹¹⁵

4.4.3 Omkonfigurering

När den direkta aktivitetstiden är reducerad, enligt metoderna i de föregående avsnitten, är nästa steg att fokusera på tids- och resursåtgången i gränstorna mellan funktioner, aktiviteter eller företag. Processtid och effektivitet är relaterat till antalet parter och överlämningar, varför en sammanslagning, och därav minskning, av antalet parter minskar den totala ledtiden. Vid en sammanslagning flyttas ansvaret för en viss aktivitet över funktions- eller företagsgränsen, vilket är en omkonfigurering av olika parter verksamhet i försörjningskedjan.¹¹⁶

Interorganisatorisk omkonfigurering kan innebära att personal i ett företag utför aktiviteter i ett annat av företagen i försörjningskedjan. I enlighet med helhetstänkandet utför den som är bäst lämpad en aktivitet, för att nå en så hög effektivitet i försörjningskedjan som möjligt.¹¹⁷

¹¹⁴ Mattsson (2001) s 280-281

¹¹⁵ Ljungberg och Larsson (2001) s 320-321

¹¹⁶ Mattsson (2002) s 337-338

¹¹⁷ *Ibid* s 341-343

4.4.4 Samverkan

För att kunna effektivisera de interorganisatoriska processerna krävs samverkan mellan företagen. Samverkan kan i detta sammanhang delas upp i termerna *synkronisering* och *samarbete*.¹¹⁸

Med synkronisering inom en försörjningskedja av värdet förädlade företag menas att aktiviteter skall, för att nå optimalt resursutnyttjande, samordnas mellan de olika företagen tidsmässigt. Synkronisering är en utveckling av pull-principen för materialstyrning, alltså att en leverantör endast skall producera det kunden behöver när kunden behöver det. Tillgång och efterfrågan matchas på så sätt och i det ideala fallet existerar inga lager. I verkligheten blir synkronisering en gradfråga som kan sänka den totala kapitalbindningen och minska brister. För att uppnå synkronisering krävs kapacitetsbalansering mellan parterna i försörjningskedjan. Detta steg kräver investeringar och samarbete mellan företagen vilket i sin tur gör balanseringen till en långsiktig strategi. Även materialflödena behöver balanseras, vilket styrs av den trånga sektorn i försörjningskedjan.¹¹⁹

4.5 Förändringsprocessen

Hur en förändringsprocess skall genomföras taktiskt beskrev J.P. Kotter i åtta steg i den välrefererade boken *Leading Change* från 1996. Dessa steg skall inte behandlas isolerat utan kan med fördel utföras parallellt och är beskrivna i avsnitt 4.5.1.¹²⁰ En annan modell för ständiga förbättringar är Demings PDCA-cykel som är beskriven i avsnitt 4.5.2.

4.5.1 Kotters åtta steg

1. *Skapa en känsla av angelägenhet* och kommunicera den. Om förändringsprocessen inte katalyseras av en verklig kris måste en kris skapas.
2. *Tillsätta en grupp som leder förändringen* som består av personer med befogenhet att fatta beslut blandat med experter från olika delar av verksamheten. Alla medlemmar i gruppen måste tro på sin uppgift och arbeta åt samma håll.
3. *Utveckla vision och strategi* för förändringen. För att bättre motivera åtgärder inför de berörda bör dessa relateras till visionen.
4. *Kommunicera visionen* på ett sådant sätt att budskapet går fram. Flera kanaler bör användas och budskapet upprepas gång på gång.
5. *Ge anställda befogenheter och förutsättningar* såsom utbildning i förändringsprocessen.
6. *Skapa tidiga resultat* för att intresset och tron på förändring skall hållas uppe, eftersom förändringen ofta tar lång tid att genomföra. Om framsteg inte kommer per automatik måste de skapas.
7. *Använda framstegen för att höja tempot* och inte tillåta en känsla av att förändringsprocessen är färdig och att därmed tempot mattas av.

¹¹⁸ Mattsson (2002) s 365-366

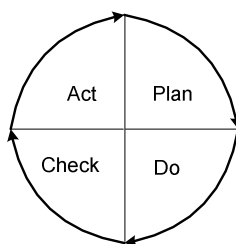
¹¹⁹ *Ibid* s 366-370

¹²⁰ Ljungberg och Larsson (2001) s 309-312

8. *Förankra det nya i företagskulturen* så att det nya blir det självklara för att få förändringen att harmonisera med kulturen.

4.5.2 PDCA

PDCA-modellen betonar vikten av att planera, *plan*, varje förbättring innan den genomförs, *do*. För att kontrollera att förbättringen blev som tänkt bör den följas upp, *check*. Lösningen bör justeras genom agerande, *act*, beroende på resultatet av uppföljningen. Syftet med modellen är att utveckla olika aktiviteter i en verksamhet.¹²¹ Emellertid påpekar Ljungberg och Larsson att modellen kan uppfattas som alltför enkel för att bidra med lösningar i en komplex verklighet. Nyttan med modellen infaller först då den verkligen tillämpas och då organisationen som helhet tänker PDCA. I enstaka fall kan det till och med krävas att ständiga förbättringar genomförs för att bibehålla tidigare vunna nivåer.¹²² Demings PDCA-cykel kan ses i Figur 4.10.



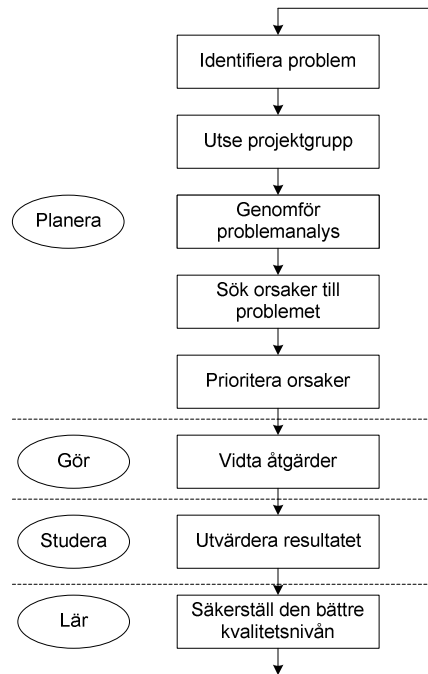
Figur 4.10 PDCA-cykel (Källa: Bergman och Klefsjö, 2001, s 214)

Bergman och Klefsjö sammanfattar vilka aktiviteter som bör ingå i de olika delarna av PDCA-cykeln i Figur 4.11 i vad de kallar *en förbättringscykel med innehåll*.¹²³ PDCA-cyklens begrepp är översatta till de svenska uttrycken *planera, gör, studera och lär*.

¹²¹ Ljungberg och Larsson (2001) s 281

¹²² *Ibid* s 299

¹²³ Bergman och Klefsjö (2001) s 216



Figur 4.11 Förbättringscykel (Källa: Bergman och Klefsjö, 2001, s 216)

4.6 Funktioner avdelade med murar

I en funktionsorienterad organisation och tillika i en försörjningskedja kan en funktions uppfattning om omvärlden och sin egen situation illustreras som åtskilda av murar, se Figur 4.12.¹²⁴



Figur 4.12 Attityder i den funktionsorienterade organisationer (Källa: Ljungberg och Larsson, 2001, s 75)

De olika funktionerna, eller företagen i fallet med försörjningskedjan, utvecklas och drivs parallellt utan någon kontakt "över murarna", vilket kan leda till scenariot beskrivet i Figur 4.12. Den brist på helhetssyn som karakteriserar en organisation med siloliknande funktioner leder till optimering av funktionerna var för sig och en suboptimering totalt. Helhetstänkandet försvåras dessutom rent praktiskt av separata informationssystem, prognoser och liknande.¹²⁵

¹²⁴ Ljungberg och Larsson (2001) s 75

¹²⁵ *Ibid* s 78

Ett annat problem som förekommer i alla typer av organisationer är bristen på dokumenterad kunskap. Många anställda har inte själva fått dokumenterad kunskap när de tillträder en tjänst och dokumenterar inte heller något under sin tid på tjänsten. Detta leder till att företagen blir beroende av en specifik person och att kunskapen lätt kan gå förlorad.¹²⁶

4.7 Förändringar i efterfrågan

Kraftiga svängningar i efterfrågan kan skapa ett flertal problem för företag. Detta avsnitt beskriver två teorier som behandlar efterfrågesvängningar: *bullwhipeffekten* och *demand management*.

4.7.1 Bullwhipeffekten

Bullwhipeffekt återfinns i många branscher. Den bygger på efterfrågesvängningar i försörjningskedjan, där svängningarna tenderar att bli större längre bak i försörjningskedjan. Detta beror på att varje aktör handlar utifrån sitt eget intresse och perspektiv. Mestadels är det dålig kommunikation och informationsutbyte mellan parterna i försörjningskedjan som ger upphov till bullwhipeffekten. Konsekvenserna blir ökande priser, överdriven lagerhållning, dålig prognostisering, otillräcklig eller överdimensionerad produktionskapacitet och sämre service. Tre av de huvudsakliga orsakerna till bullwhipeffekten förklaras närmre nedan.¹²⁷

Uppdatering av behovsprognostisering - Merparten av företag i försörjningskedjan använder prognostisering för sin produktionsplanering, lagerföring, materialbehovsplanering och så vidare. Prognostiseringen baseras oftast på historisk data och justeras sedan efterhand som observationer görs. Om det uppstår svängningar i efterfrågemönstret kommer alla aktörer i försörjningskedjan att justera sin prognos utefter tidigare aktörs nya orderkvantiteter. Tillsammans med misstänksamhet gentemot andra aktörer och egna uppfattningar resulterar det i att svängningarna förstärks bakåt i kedjan.

Partibeställning - Företag väljer ibland att vänta med beställningar till sina leverantörer trots att de redan vet behovet. I stället för frekvent orderläggning görs beställningarna en gång i veckan, varannan vecka eller till och med en gång i månaden. Anledningarna är åtskilliga, ibland är beställningsprocessen dyr och tidskrävande, beställningen ska synkroniseras med andra aktiviteter såsom materialplanering samt att samtransporter är mer ekonomiskt fördelaktigt än transport av mindre kvantiteter. Ovan nämnda orsaker bidrar till svängningar i systemet och kan endast motverkas genom mer frekventa beställningar.

Bristförsäkran - När efterfrågan av en produkt överstiger tillgången tvingas ofta tillverkaren att fördela de existerande produkterna emellan kunderna. Vetskapen om detta bidrar till att kunderna överdriver sina orderkvantiteter för att försäkra sig mot eventuell brist. Detta resulterar i att producenten får bristfällig information om det verkliga marknadsbehovet.

¹²⁶ Ljungberg, Anders (2005-09-05)

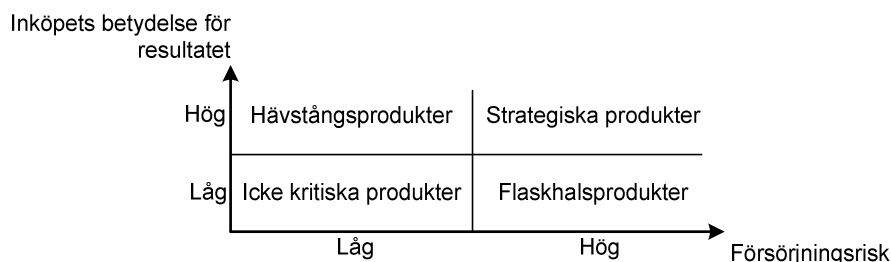
¹²⁷ Lee et al (1997) s 93-99

4.7.2 Demand Management

Generellt erhålls ett bättre flöde av en jämnare efterfrågan. Bicheno förslår en rad rekommendationer för att utjämna efterfrågan. Rekommendationerna berör såväl intern såsom extern efterfrågan. Riktlinjer för företag beträffande extern efterfrågan syftar bland annat till att förhindra efterfrågesvängningar till följd av rabatter vid stora beställningskvantiteter. Företagen bör istället uppmuntra små regelbundna beställningar. För att få bättre framförhållning på orderläggningen kan företagen använda sig av *yield management*. Det innebär att kunderna får rabatt vid bokning i förtid och straffavgift vid en försenad beställning. Vidare bör företag lära sig hantera efterfrågesvängningar genom att rapportera svängningarna, diskutera dem och ställa anställda till svars för svängningarna, speciellt försäljare och marknadsförare. Slutligen bör det ske en kontinuerlig kommunikation genom hela försörjningskedjan och alla parter bör uppmuntras till att dela information med varandra. Beträffande utjämning av intern efterfrågan rekommenderar Bicheno att kontrollera relevanta måttal med hjälp av att använda diverse metoder, så som SPC *statistical process control*. Metoden används för att kontrollera rubbningar och avvikelser. Vidare påpekas att företag inte bör utnyttja sin kapacitet till 100 %. Överbliven kapacitet bör antingen användas för att angripa kommande problem eller för att jobba med ständiga förbättringar.¹²⁸

4.8 Leverantörsstrategier

I en försörjningskedja är alla ingående företag beroende av varandra och relationerna mellan företagen bör ägnas särskild hänsyn. Relationstyperna kan variera ifrån maktutövande i samband med hård konkurrens till partnerskap. Kraljic föreslog 1983 att olika inköpsstrategier skall utvecklas för olika leverantörer.¹²⁹ Genom att dela in produkterna som skall köpas in i olika segment, beroende på dess inverkan på det totala resultatet, hanterar Kraljics matris dessa leverantörsrelationer, se Figur 4.13.



Figur 4.13 Kraljics matris över gruppering av produkternas betydelse i förhållande till dess försörjningsrisk (Källa: Van Weele, 2005, s 150, egen översättning)

Bland de *icke-kritiska produkterna* har köparen inga problem att klara försörjningen eftersom produkterna består av enkel teknologi och antalet möjliga leverantörer är stort. Dessa produkter bör organiseras effektivt, exempelvis genom e-handelslösningar och genom att reducera antalet leverantörer.¹³⁰

Hävstångsprodukterna har ett större värde för slutprodukten, men många tänkbara leverantörer. Konkurrensen på leverantörsmarknaden i kombination med de enkla, icke

¹²⁸ Bicheno (2004) s 65-67

¹²⁹ Van Weele (2005) s 148

¹³⁰ *Ibid* s 151

kundanpassade produkterna kan därför användas till köparens fördel för att på så sätt tvinga fram en sänkning av priset.¹³¹

Flaskhalsprodukterna karakteriseras av en liten betydelse för slutprodukten, men det begränsade antalet leverantörer på marknaden sätter köparen i ett utsatt läge. Köparens strategi blir att söka nya leverantörer för att säkra försörjningen.¹³²

De *strategiska produkterna* består av avancerad teknologi och antalet möjliga leverantörer är mycket begränsat. Dessutom krävs en del kundanpassning varför kunden inte kan byta leverantör utan att tvingas göra stora investeringar i en ny relation.¹³³ För inköp av dessa produkter krävs en nära relation mellan leverantör och kund och ofta ett tidigt engagemang av leverantören i produktutvecklingsfasen.¹³⁴

¹³¹ Van Weele (2005) s 151

¹³² Schary och Skjött-Larsen (2002) s 195

¹³³ Van Weele (2005) s 149-151

¹³⁴ Schary och Skjött-Larsen (2002) s 195

5 Empiri

I detta kapitel presenteras den empiriska studien av E.ON och parterna i dess försörjningskedja som ligger till grund för detta examensarbete.

5.1 Flödeskartläggning

Som resultat av ett fyrtiotal intervjuer med representanter från alla intressentgrupper i E.ON:s flöde av transformatorer och tre workshops har flödeskartorna i Figur 5.1 och Figur 5.2 tagits fram för att illustrera flödet grafiskt. Eftersom fokus för detta examensarbete ligger på flödet av begagnade transformatorer behandlas inte aktörerna *Transformatorleverantörer* och *Nätstationstillverkare* närmare, men finns med på bilden för att ge ett helhetsperspektiv.

Alla kvantiteter i Figur 5.1 är ungefärligt antal per år. I Figur 5.2, som beskriver flödet efter årsskiftet 2006/2007 är inga kvantiteter angivna på grund av allt för stora osäkerheter. Skillnaden mellan de två flödesdiagrammen är dels E.ON Lagers förändrade roll, som beskrivs närmare i avsnitt 5.2.1, och att flödena från de två transformatorleverantörerna kommer att behandlas lika efter årsskiftet. Metod för beräkningar och estimeringar för de olika kvantiteterna beskrivs nedan. För att underlätta för läsaren är alla benämningar på de geometriska figurerna i Figur 5.1 kursiverade.

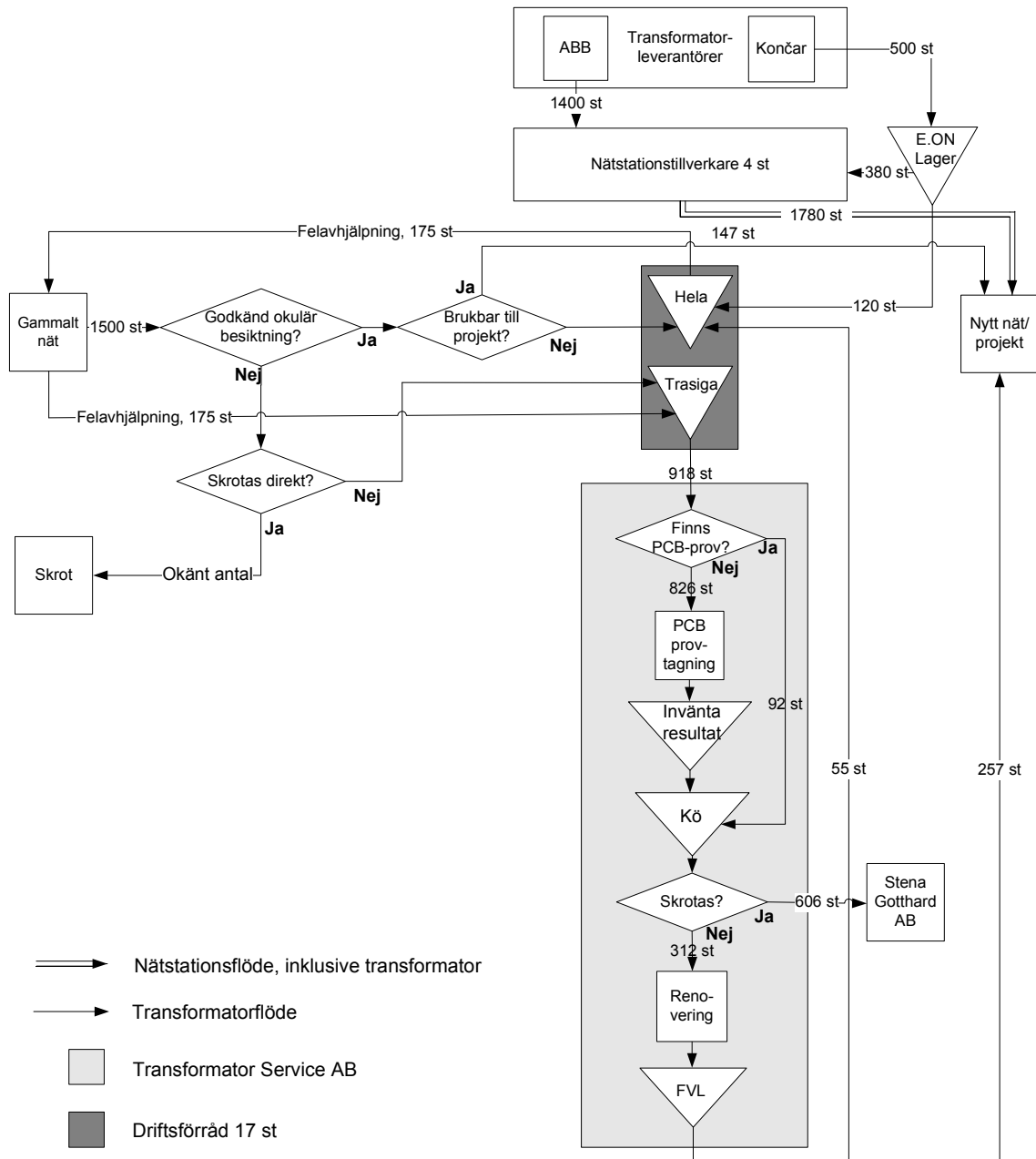
- 1400 respektive 500 transformatorer köps årligen in från *ABB* och *Končar*.¹³⁵
- 120 från *E.ON Lager* till *Driftsförråd* är estimerat på 100 transformatorer under januari till oktober *1,2, se avsnitt 5.2.2.¹³⁶
- 380 från *E.ON Lager* till *Nätstationstillverkare* är baserat på inflödet på 500-120.
- 380 + 1400 = 1780 från *Nätstationstillverkare* till *Nytt nät/projekt*
- 175 som *Felavhjälpning* är baserat på 120 från *E.ON Lager* + 55 som är estimerat från *Transformator Service AB*, se nedan.
- 1500 från *Gammalt nät* till *Godkänd okulär besiktning?* är en estimering.¹³⁷
- 147 från *Brukbar i projekt?* till *Nytt nät/projekt* är baserat på Undersökning om projektbeställarnas tillvägagångssätt och estimationer därav, se avsnitt 5.3.4.
- 257 från *Transformator Service AB* till *Nytt nät/projekt* är baserat på data från *Transformator Service AB* under januari till september estimerat för ett helt år, se avsnitt 5.5.5.
- 55 från *Transformator Service AB* till *Driftsförråd* är baserat på data från Bengt Ragnarsson under januari till oktober estimerat för ett helt år, se avsnitt 5.5.5.
- 257 + 55 = 312 är antalet från *Skrotas?* till *Renovering*.

¹³⁵ Andersson, Stefan, (2006-10-19)

¹³⁶ Ragnarsson, Bengt (2006-11-27)

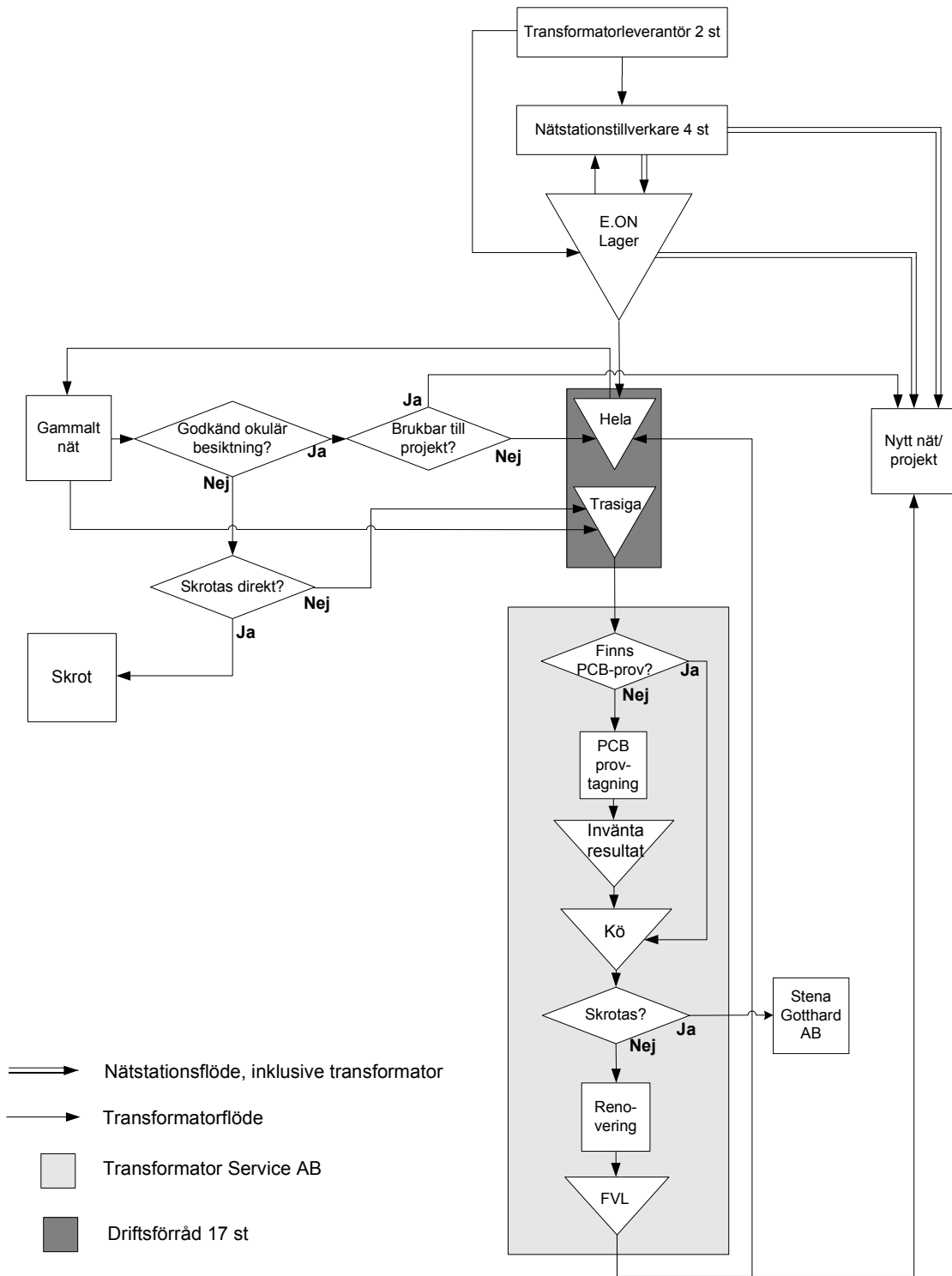
¹³⁷ Workshop 3 (2006-12-01)

- 606 från *Skrotas?* till *Stena Gotthard AB* är baserat på fördelning mellan antal som skrotas respektive renoveras från statistisk undersökning hos Transformator Service AB, se avsnitt 5.5.2, och 312 från *Skrotas?* till *Renovering*, se ovan.
- $312 + 606 = 918$ är antalet från *Driftsförråd* till *Transformator Service AB*.
- 92 från *PCB-prov?* till *Kö* är 10% av 918, se ovan.¹³⁸
- $918 - 92 = 826$ från *Finns PCB-prov?* till *PCB-provtagning*.



Figur 5.1 Kartläggning av flödet av transformatorer i nuläget, 2006-12-07.

¹³⁸ Blomberg, Lars (2006-12-04)



Figur 5.2 Kartläggning av flödet av transformatorer från och med 2007-01-01.

5.2 E.ON Lager

I Anderstorp i Småland ligger E.ON Lager, en lagerplats för transformatorer, kabel, montagedelar och andra artiklar som behövs under KRAFTTAG. Lagret ligger i anslutning till E.ON:s kontorsbyggnader och tjänade tidigare som garage åt fordon.¹³⁹

Innan 2006 hade E.ON endast en leverantör av transformatorer, ABB. Från ABB:s fabrik levererades transformatorerna till nätstationstillverkarna ABB, KL-Industri, Holtab och Norrmontage för inmontering innan hela nätstationen inklusive transformator levererades ut till ett projekt. Satsningen KRAFTTAG medförde en ökning av inköpsvolymerna med 300-400 % vilket ledde till kapacitetsbrist och stora leveransproblem hos ABB. Detta resulterade i att nätstationer levererades till projekt utan att ha en transformator inmonterad. E.ON valde därför att under 2006 även köpa in transformatorer från leverantören Končar.¹⁴⁰

Transformatorerna från Končar levereras direkt till Anderstorp som blivit ett buffertlager och har en ungefärlig lagernivå på 100 transformatorer. Končar levererar cirka 40 transformatorer en gång per månad. Dessa distribueras sedan vidare till driftsförråd och projekt när behov uppstår. Lagret sköts inte enligt något organiserat system, såsom FILO eller FIFO, utan in-och utflöde sker ad hoc.¹⁴¹

5.2.1 Förändrad roll efter årsskiftet

Efter årsskiftet 2006/2007 kommer E.ON Lagers roll i försörjningskedjan att förändras, se Figur 5.2. Flödet av nätstationer med inmonterad transformator kommer då delvis gå via E.ON Lager för möjlighet att hålla buffert även på nätstationer. I dagsläget är alla nätstationer bokade till specifika projekt och skickas dit på utsatt tid. Dock medför entreprenörernas avtal att få ett helt kalenderår på sig att fullfölja sina åtaganden, se avsnitt 5.3.2, att nätstationerna kan stå ur drift under en period, trots att de skulle kunna behövas någon annanstans.

Med ett buffertlager på 100-150 färdiga nätstationer, som dock är bokade till projekt, kommer E.ON att själva kunna fördela nätstationerna där de behövs som mest.¹⁴²

5.2.2 Transformatorkoordinators roll

I Anderstorp arbetar Bengt Ragnarsson som har en koordinerande roll i flödet av transformatorer på E.ON. Två gånger per månad får Bengt Ragnarsson rapporter om lagernivåerna på de 17 driftsförråden runt om i Sverige, se avsnitt 5.4.3. Om påfyllning behövs hos ett driftsförråd kontaktar de anställda Bengt Ragnarsson, som i sin tur kontaktar i första hand Transformator Service AB i Hässleholm. Dock tar vissa driftsförråd själv kontakt med Transformator Service AB i dagsläget och "går bakom ryggen" på Bengt Ragnarsson. Om efterfrågad typ inte finns i Hässleholm levereras en sådan från buffertlagret i Anderstorp. Under januari till och med oktober 2006 levererades cirka 100 transformatorer från E.ON Lager till driftsförråden,¹⁴³ vilket författarna estimerar till 120

¹³⁹ Ragnarsson, Bengt (2006-12-07)

¹⁴⁰ Kristensson, Gert (2006-08-28)

¹⁴¹ Ragnarsson, Bengt (2006-12-07)

¹⁴² *Ibid* (2006-09-06)

¹⁴³ *Ibid* (2006-11-27)

per år. Om ett driftsförråd saknar transformatorer vid ett åskväder koordinerar Bengt Ragnarsson driftsförrådets resurser så att de kan låna av varandra, trots att de drivs av olika huvudentreprenörer.¹⁴⁴

5.3 Ombyggnad

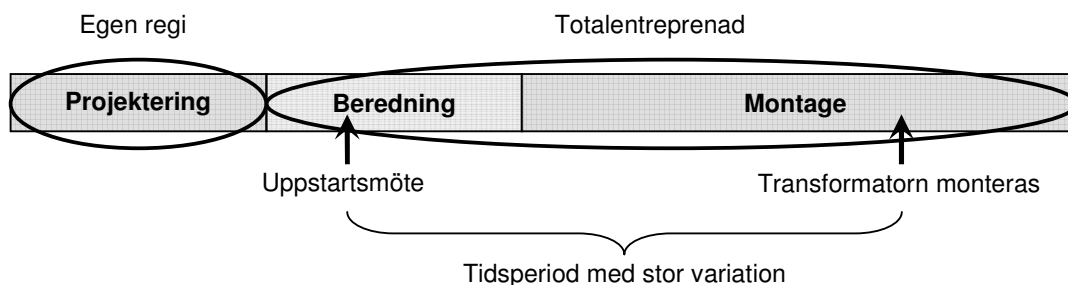
Under KRAFTTAG bygger E.ON successivt om en stor del av mellanspänningsnätet. Nätet delas upp i områden som bildar egna projekt. Om möjligt prioriteras störningsdrabbade områden tidsmässigt.¹⁴⁵ Det nya nätet i ett projekt följer inte nödvändigtvis det gamla nätets sträckning utan dras på det sätt som är optimalt i dagsläget längs befintliga vägar. För att minimera elavbrott för kunderna bygger entreprenören det nya nätet först, så att abonnenterna ansluts innan det gamla nätet raderas, vilket endast leder till kortare föraviserade elavbrott.¹⁴⁶

5.3.1 Projekt

En projektbeställare som är anställd av E.ON har ansvar för ombyggnationen inom en region och beställer projekt av en entreprenör. E.ON samarbetar med 15 entreprenörer, varav ElektroSandberg har störst andel av uppdragen.¹⁴⁷

Entreprenörerna använder sig av ett rabattsystem där E.ON får en viss rabatt för projektet ju längre framförhållning de har. Exempelvis lämnar entreprenörerna 3% rabatt på den totala kostnaden om de har fått ett uppdrag för nästkommande år innan 31 oktober i nuvarande år. Entreprenören får sedan hela nästkommande år på sig att fullfölja beredning och montage för att på så sätt optimera sina resurser. E.ON kräver dock regelbundna rapporter för att få kontroll på hur projekten fortlöper under KRAFTTAG. Entreprenörerna rapporterar varannan vecka in sin framdrift i den webbaserade databasen *Kraftnav*.¹⁴⁸

Ett projekt består av tre faser, projektering, beredning och montage, se Figur 5.3.



Figur 5.3 *Processen för nybyggnation av elnät, av typen då entreprenören sköter både beredning och montage (Källa: Workshop 1 (2006-08-28) och Workshop 2 (2006-10-18))*

Projekteringen sköts i egen regi av E.ON:s projektbeställare och projekterare. Under projekteringsfasen skall planering göras av grov nätplanering som utgör ramen för

¹⁴⁴ Ragnarsson, Bengt (2006-09-06)

¹⁴⁵ Nilsson, Lennart (2006-11-01)

¹⁴⁶ Kristensson, Gert (2006-08-30)

¹⁴⁷ *Ibid* (2006-09-15)

¹⁴⁸ Svensson, Joakim (2006-11-10)

projektet. Under denna fas bryts nätplaneringen ned till ett antal delprojekt och förslag till detaljplanering tas fram.¹⁴⁹ Med hjälp av programmet Facil utförs nätberäkning för att se hur nätet skall konstrueras för att klara elförsörjningen. Hänsyn tas till industrier och liknande, där större kapacitet krävs av elnätet.¹⁵⁰ En entreprenör anlitas i denna fas.

Beredningen kan skötas av entreprenören om upphandlingen av projektet är av typen totalentreprenad på ramavtal, vilket Figur 5.3 är ett exempel på, eller av konsult om upphandlingen sker på anbud. Inom beredningsfasen ingår detaljplanering, tillståndshantering, materieförsörjning och montagebeskrivning.¹⁵¹ Tillståndshanteringen är en omfattande aktivitet bland annat eftersom elnätet stäcker sig över privat mark. I medeltal krävs 6-7 tillstånd per km ledning.¹⁵² I beredningsfasen sker ett uppstartsmöte där projektbeställare, projekterare och entreprenör närvarar. På detta möte tas beslut och av all materiel som kommer att behövas till projektet beställs, däribland transformatorer. Uppstartsmötet är markerat i Figur 5.3.¹⁵³ Beredaren, som är anställd av entreprenören, levererar sedan en planering av projektet till E.ON, vilket brukar vara under första eller andra kvartalet av det år då projektet kommer pågå. I denna rapport framgår exempelvis när och var en viss transformator kommer att behövas. Framförhållningen från entreprenören är varierande, så det kan dröja mellan en och sex månader innan entreprenören behöver ha materielen till sitt förfogande.¹⁵⁴

Montage är den längsta fasen i ett projekt, där det faktiska byggandet sker. En projektledare hos entreprenören styr genomförandet och samarbetar med projekteraren på E.ON under arbetets gång. Under montagefasen monteras transformatorerna in i elnätet. Den tidsperiod som är markerad med en klammer i Figur 5.3 representerar tiden mellan beställning av transformatorn och monteringen av denna. Denna period kan variera mellan några veckor till flera månader. Om en transformator saknas vid den tidpunkt den skall monteras kan entreprenören kräva E.ON på stilleståndsersättning.¹⁵⁵ När nätet är färdigt inspekteras det av projektbeställaren och projektören. Om projektet är stort kan det delas upp i två till fem mindre delbesiktningar successivt under montagefasens gång.¹⁵⁶

5.3.2 Gammalt nät

När ett projekt eller ett delprojekt är färdigt, drivs det nya och det gamla nätet parallellt medan kunderna successivt kopplas över till det nya nätet. Sedan bryts spänningen i det gamla nätet. Därefter skall det gamla nätet raderas, vilket betyder att nätet skall demonteras och alla delar skall skiljas åt. Ledning och stolpar skrotas i entreprenörens försorg medan transformatorer skall skickas till det driftsförråd som ligger närmast nätet.

Det finns ett antal olika skolor hos de olika projektbeställarna och entreprenörerna. Vissa projektbeställare flyttar över transformatorer från det gamla nätet till det nya om

¹⁴⁹ Kristensson, Gert (2006-08-30)

¹⁵⁰ Abrahamsson, Bengt (2006-11-10)

¹⁵¹ Workshop 1 (2006-08-28)

¹⁵² Kristensson, Gert (2006-08-30)

¹⁵³ Nilsson, Lennart (2006-11-01)

¹⁵⁴ Svensson, Joakim (2006-11-10)

¹⁵⁵ Andersson, Stefan (2006-09-06)

¹⁵⁶ Nilsson, Lennart (2006-11-01)

transformatorerna är i gott skick, vilket bestäms efter montörens okulära besiktning.¹⁵⁷ Vad som är ”gott skick” finns det inga riktlinjer kring utan denna bedömning sker ad hoc. Andra projektbeställare skickar alla transformatorer till driftsförråden för vidare transport till Transformator Service AB. Att själv göra en okulär besiktning och låta entreprenören ombesörja skrotning av transformatorerna är en tredje variant som är beskriven ytterligare i avsnitt 5.6.2. För att kartlägga projektbeställarnas faktiska tillvägagångssätt vid beställningar av transformatorer till nya projekt genomfördes telefonintervjuer med E.ON:s projektbeställare. Undersökningen presenteras i avsnitt 5.3.4.

Eftersom det under vintermånaderna är tjäle i marken kan inte entreprenörerna gräva ned ledning, vilken skall ligga på minst 50 cm djup, utan har därför fått möjligheten av E.ON att använda vintermånaderna till att rasera det gamla nätet.¹⁵⁸ Av den anledningen sker inte alltid raseringen av nätet i samband med att spänningen bryts utan entreprenörerna får själva välja när de vill utföra denna del av kontraktet.

5.3.3 Flödet av begagnade transformatorer

I enighet med avsnitt 5.3.2 sker den största raseringen av det gamla nätet under vinterhalvåret. En konsekvens av detta är att transformatorerna kan sitta kvar i det gamla nätet upp till cirka tre månader. Dock sitter inte alla transformatorer kvar i nätet under så lång tidsperiod, men det tillhör inte ovanligheterna. Därefter nedmonteras transformatorerna och skickas vidare till närmsta driftsförråd, vilket tar ungefär en dag.¹⁵⁹ Transformatorerna väntar sedan i driftsförråden för vidaretransport till Transformator Service AB i Hässleholm. Väntetiden i driftsförråden varierar, beroende på i vilket driftsförråd transformatorn står. En del transformatorer transporteras nästan omedelbart till Transformator Service AB,¹⁶⁰ medan andra står kvar i upp till två månader. Transporten mellan driftsförråden och Transformator Service AB tar uppskattningsvis en dag.¹⁶¹ Driftsförrådets funktion diskuteras närmre i avsnitt 5.3.4. Då transformatorn väl kommer till Transformator Service AB ställs den på kö i väntan på att PCB-provtagning skall genomföras, vilket uppskattningsvis tar 2 veckor. PCB-provtagning är närmare beskrivet under rubriken *Västerås PetroleumKemi AB* i avsnitt 5.5.1. Då resultatet på PCB-provet är mottaget placeras transformatorn ännu en gång i kö för väntan på reovering. Denna kötid varierar mellan någon dag upp till två veckor beroende på efterfrågans storlek för aktuell transformator typ. Vid denna tidpunkt är transformatorn klar för reovering vilket tar mellan 1-2 dagar, beroende på transformatorns storlek samt omfånget på reoveringsarbetet.¹⁶² Se avsnitt 5.5 för mer detaljer kring Transformator Service AB. Ovan nämnda aktiviteter samt deras tidsåtgång åskådliggörs i ett Gantt-schema, se Figur 5.4. Varje moment i Figur 5.4 motsvarar en vecka, vilket innebär att hela processen knappt omfattar 25 veckor.

¹⁵⁷ Nilsson, Lennart (2007-01-12)

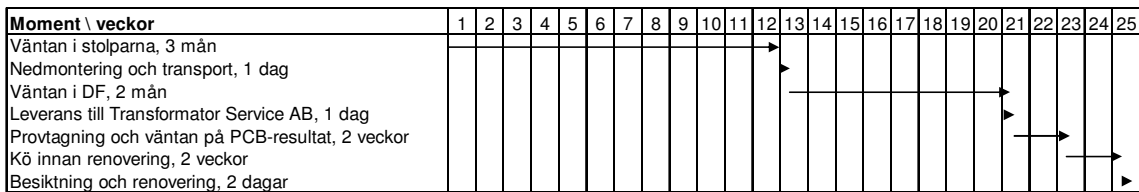
¹⁵⁸ Kristensson, Gert (2006-08-30)

¹⁵⁹ Workshop 2 (2006-10-18)

¹⁶⁰ Hermansson, Åke (2006-09-26)

¹⁶¹ Sjödin, Magnus (2006-09-28)

¹⁶² Blomberg, Lars (2006-09-26)



Figur 5.4 Gantt-schema över nerplockningen av transformatorer från det gamla nätet.

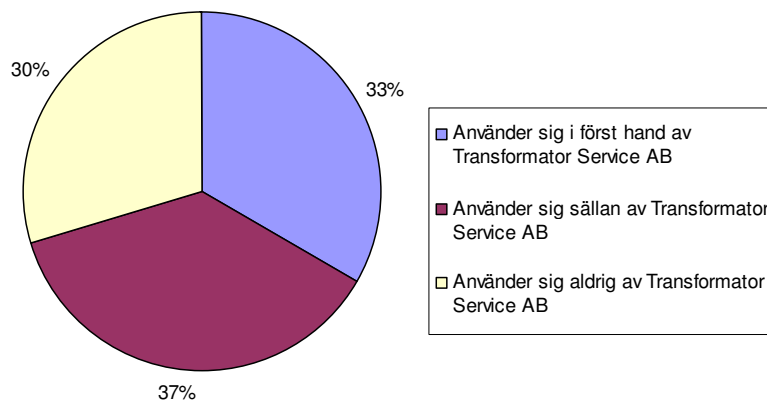
5.3.4 Undersökning av projektbeställarnas tillvägagångssätt

För att kartlägga projektbeställarnas tillvägagångssätt vid beställningar av transformatorer till nya projekt genomfördes telefonintervjuer med 27 av E.ON:s 31 projektbeställare. De 4 projektbeställare som inte ingick i intervjuerna var av diverse anledningar inte anträffbara. De tillfrågade projektbeställarna fick följande tre frågor att besvara:

1. Har du fått några instruktioner av E.ON om hur du skall gå tillväga vid beställning av transformatorer till nya projekt?
2. Använder du dig av Transformator Service AB?
3. Hur stor andel av de nerplockade transformatorerna återanvänder du direkt i nya projekt?

På fråga ett svarade 100% av respondenterna nej. Här kan tilläggas att flera av projektbeställarna endast hade arbetat under en kortare tid och ännu inte hanterat nedmonterade transformatorer överhuvudtaget. I samband med att detta resultat presenterades för examensarbetets handledare på E.ON visade Peter Niklasson ett dokument som skickats ut till samtliga projektbeställare under våren 2006. Dokumentet innehöll tydliga riktlinjer för beställning av transformatorer till nya projekt. Se bilaga 1.¹⁶³

Figur 5.5 presenterar resultatet från fråga nummer två. Svaren från respondenterna delades in i tre kategorier, se förklaringsruta i Figur 5.5, för att tydliggöra resultatet.



Figur 5.5 Projektbeställarnas beställningsfrekvens från Transformator Service AB. (Källa: Undersökning om projektbeställarnas tillvägagångssätt, 2006-11-10)

Resultatet till den sista frågan presenteras i Figur 5.6. Resultatet baseras dels på respondenternas svar, men bygger också på en del antaganden författarna gjort. En av de tillfrågade svarade att han återanvänder cirka 80 % av transformatorerna när en hel linje ska driftsättas, men färre då det är enstaka transformatorer som ska installeras. Författarna

¹⁶³ Niklasson, Peter (2006-12-01)

uppskattade den sammanlagda återanvändningen till 40 %. Ett flertal projektbeställare återanvänder transformatorer som är relativt nya och hela. Med nya syftade de på transformatorer som var yngre än 10 år. Författarna skattade denna andel till 25 %. Många av de tillfrågade var nya i rollern som projektbeställare och hade inte själva flyttat några transformatorer. Dock kände de till att det förekommit hos föregående projektbeställare. De tillfrågade som svarade att de själva aldrig flyttat någon transformator placerades i stapeln 0 %. Författarna beräknade den sammanlagda beställningsandelen till nya projekt genom följande beräkning:

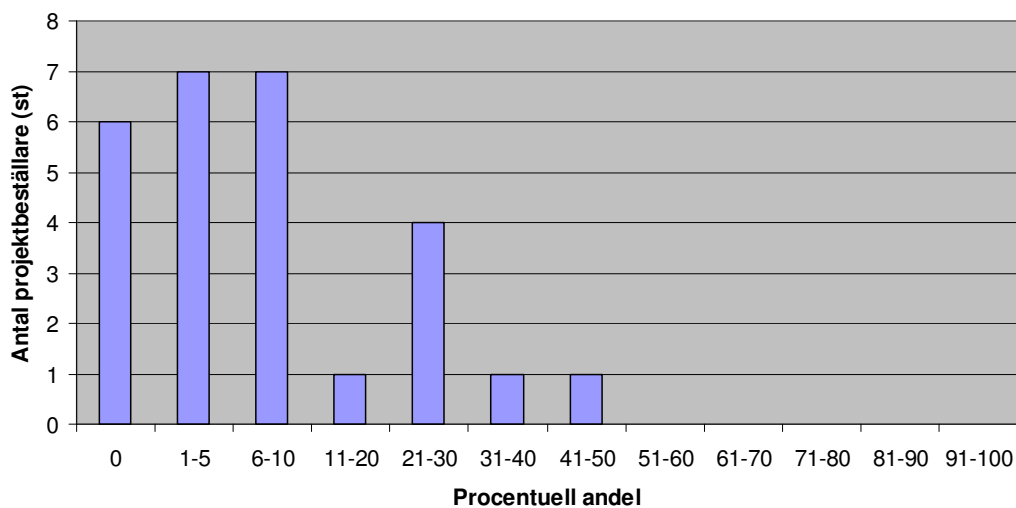
$$\sum_1^{12} \frac{b \cdot h}{27} = 9,81 \%$$

b = medelvärde på intervallet (med intervall menas varje stapel i Figur 5.6)

h = höjden på staplarna i Figur 5.6

27 = totala antalet respondenter

Sammanfattningsvis har författarnas estimering resulterat i att nästan 10 % av alla transformatorer som nedmonteras från det gamla nätet direkt sätts in i projekt. Utöver svar på de tre frågorna fick författarna flera kommentarer i stil med "vi är bättre än dem" som är beskrivet i avsnitt 4.6.

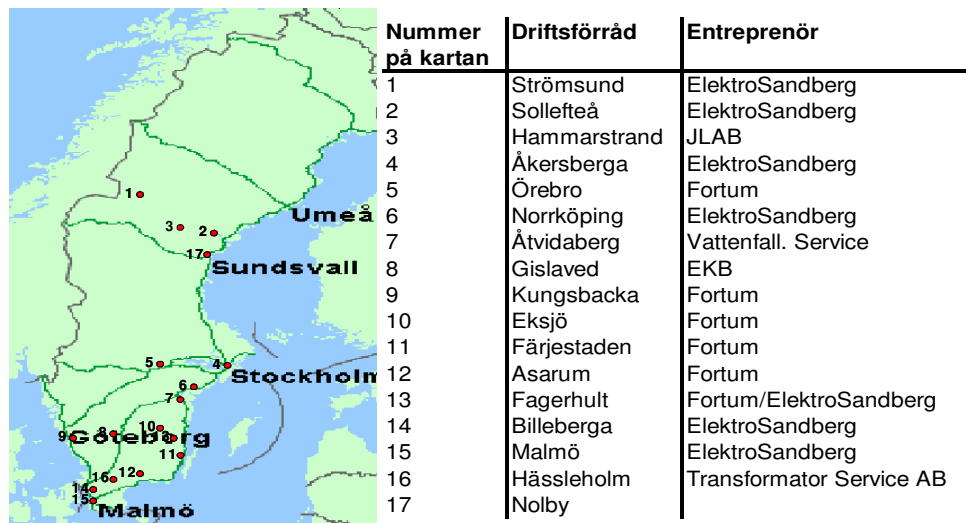


Figur 5.6 Andel transformatorer som återanvänds direkt i projekt. (Källa: Undersökning om projektbeställarnas tillvägagångssätt, 2006-11-10)

5.4 Driftsförråd

E.ON lagerhåller sina transformatorer i så kallade driftsförråd. I dessa förråd lagerhålls transformatorer som är till för felavhjälpning. Felavhjälpning diskuteras närmre i avsnitt 5.4.1. I samband med att E.ON lade ut driften av driftsförråden på entreprenad år 2004

rationaliserades antalet driftsförråd ner från 36 driftsförråd till dagens 17 driftsförråd.¹⁶⁴ Driftsförrådens geografiska placeringen återfinns i Figur 5.7.¹⁶⁵

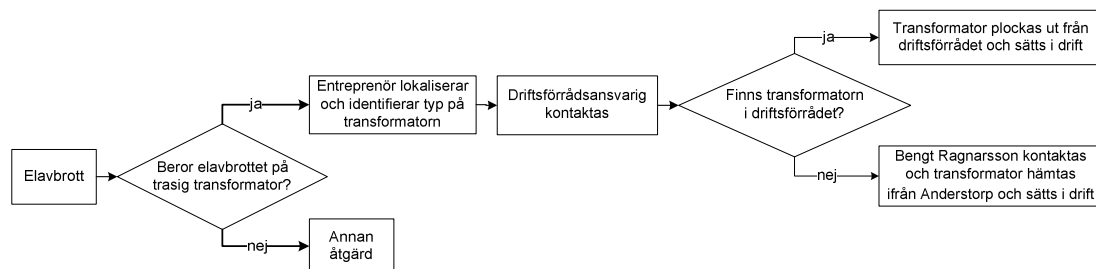


Figur 5.7 Driftsförrådens geografiska placering (Källa: Ragnarsson, Bengt (2006- 09-06))

Tabell 5.1 Driftsförrådens ägandeförhållande (Källa: Ragnarsson, Bengt (2006- 09-06))

5.4.1 Driftsförrådens funktion

Felavhjälpning kallas processen då det är stopp i elnätet och huvudentreprenören, som är ansvarig för regionen, tillkallas för att laga felet. Oftast behöver transformatorn bytas ut. Transformatorer till felavhjälpning hämtas ifrån driftsförråden. Felavhjälpningsprocessens utseende ses i Figur 5.8.



Figur 5.8 Felavhjälpningsprocessens utseende (Källa: Ragnarsson, Bengt (2006-09-06))

I enstaka fall flyttas transformatorer från driftsförråden till nya projekt för att förhindra ett eventuellt stillestånd, men detta inträffar ytterst sällan. Vid de tillfällen då det förekommer meddelas alltid transformatorkoordinatören Bengt Ragnarsson. Syftet med rapporteringen till Bengt Ragnarsson är att han skall ha fullständig kontroll på lagernivåerna i de olika driftsförråden.¹⁶⁶

¹⁶⁴ Workshop 3 (2006-12-01)

¹⁶⁵ Workshop 1 (2006-08-28)

¹⁶⁶ Ragnarsson, Bengt (2006-09-06)

5.4.2 Driftsförrådens ägandeförhållande och skötsel

De olika driftsförråden ägs och sköts av E.ON:s huvudentreprenörer. Huvudentreprenörerna ansvarar för uppställningsplats, personal och säkerhet på de olika driftsförråden. Emellertid äger de inte transformatorerna utan dessa ägs under hela flödet av E.ON. Tabell 5.1 är en sammanställning av de olika driftsförråden.¹⁶⁷

Alla driftsförråd uppfyller inte miljökrav med en så kallad miljögodkänd uppställningsplats. De driftsförråd som inte har en miljögodkänd uppställningsplats i dagsläget kommer dock att få det inom kort. En miljögodkänd uppställningsplats måste uppfylla en del miljökrav varav ett krav är tillgång till en oljegrop. Stundom anländer transformatorer till driftsförråden som är illa medfarna, söndriga och läcker olja.¹⁶⁸ Oljeläckage är extra skadligt i de fall då oljan innehåller PCB. PCB diskuteras närmre i avsnitt 5.5.1. Utan oljegrop försvinner PCB-oljan ut i naturen, vilket kan få förödande konsekvenser för miljön. För att undvika dessa skador på miljön ska det således finnas en oljegrop. Oljegropen separerar oljan ifrån regnvatten och oljan kan sedan på ett enkelt sätt föras bort från uppställningsplatsen.¹⁶⁹ Figur 5.9 nedan visar en transformator med oljeläckage, där oljan rinner ner i oljegropen. Bilden är hämtad från ett besök på ElektroSandberg driftsförråd i Malmö.

Två driftsförråd besöktes under examensarbetet, Fortums driftsförråd i Asarum 2006-09-26 och ElektroSandberg driftsförråd i Malmö 2006-09-28, för att få en inblick i driftsförrådets utseende och skötsel. En av skillnaderna var att driftsförrådet i Asarum inte hade en miljögodkänd uppställningsplats, medan driftsförrådet i Malmö hade detta. Utöver denna skillnad identifierades ytterligare fyra olikheter under besöken, uppställning av transformatorer, transport till Transformator Service AB, inhägnad runt driftsförrådsområdet samt samarbete mellan driftsförråden.

Gällande uppställning av transformatorer så fanns det ingen distinkt kategorisering av de olika transformatorerna på driftsförrådet i Asarum, utan de stod uppställda i en hop.¹⁷⁰ På driftsförrådet i Malmö däremot fanns en tydlig uppställning enligt Figur 5.10. I det ljusa övre fältet finns transformatorer som är funktionsdugliga, medan i det mörka undre fältet återfinns transformatorer som ska skrotas eller renoveras. Vidare är de indelade i kolumner efter kVA och kV.¹⁷¹

I driftsförråden finns följaktligen inte bara funktionsdugliga transformatorer utan även transformatorer som ska skickas till Transformator Service AB för renovering eller för skrotning. På driftsförrådet i Malmö kan transformatorerna stå och vänta på transport till Transformator Service AB i flera månader. Det som avgör när transport ska ske är fyllningsgraden på lastbilen, det vill säga de anställda som arbetar på driftsförrådet samlar ihop transformatorer så de kan fylla en hel lastbil innan transformatorerna skickas iväg till Transformator Service AB.¹⁷² På driftsförrådet i Asarum sker mer frekventa transporter till Transformator Service AB. Vid besökstillfället i Asarum fanns inga trasiga transformatorer, utan dessa var redan skickade till Transformator Service AB tidigare

¹⁶⁷ Ragnarsson, Bengt (2006-09-06)

¹⁶⁸ Workshop 1 (2006-08-28)

¹⁶⁹ Blomberg, Lars (2006-09-26)

¹⁷⁰ Hermansson, Åke (2006-09-26)

¹⁷¹ Sjödin, Magnus (2006-09-28)

¹⁷² *Ibid*

under samma dag.¹⁷³ Renovering på Transformator Service AB och skrotning, diskuteras vidare i avsnitt 5.5.



TRAFOLAGER ÖTA			
Driftstaden		Renovering / skrotad	
BYGGÅRS/ÅR/GÅTAN			
ÖTA	A 11 kV	B 21 kV	ÖTA
50 / 100	1		1 50 / 100
200 / 315	2		2 200 / 315
500	3		3 500
800	4		4 800
Skrotad	5		Skrotad
övr	6		övr
övr	7		övr
övr	8		övr
	9		
	10		
	11		
	12		
	13		
	14		
	15		
	16		
	17		
	18		
	19		
	20		
	21		
	22		
	23		
	24		
	25		
	26		
	27		
	28		
	29		
	30		
	31		
	32		
	33		
	34		
	35		
	36		
	37		
	38		
	39		
	40		
	41		
	42		
	43		
	44		
	45		
	46		
	47		
	48		
	49		
	50		
	51		
	52		
	53		
	54		
	55		
	56		
	57		
	58		
	59		
	60		
	61		
	62		
	63		
	64		
	65		
	66		
	67		
	68		
	69		
	70		
	71		
	72		
	73		
	74		
	75		
	76		
	77		
	78		
	79		
	80		
	81		
	82		
	83		
	84		
	85		
	86		
	87		
	88		
	89		
	90		
	91		
	92		
	93		
	94		
	95		
	96		
	97		
	98		
	99		
	100		

Figur 5.9 Oljegrop på ElektroSandberg driftsförråd i Malmö

Figur 5.10 Informationstavla om transformatorernas placering på ElektroSandbergs driftsförråd i Malmö

Beträffande inhägnaden fanns det också skillnader mellan de olika driftsförråden. I Malmö var driftsförrådsområdet inhägnat med elstängsel och larm, medan i Asarum fanns endast ett stängsel runt området. Säkerhetsåtgärderna på driftsförrådet i Malmö har bidragit till minskade stölder och vandalisering,¹⁷⁴ samtidigt som dessa företeelser fortfarande är ett vanligt och återkommande problem på driftsförrådet i Asarum.¹⁷⁵

Driftsförrådet i Asarum hade ingen kommunikation eller samarbete med närliggande driftsförråd. Däremot fanns ett internt samarbete mellan ElektroSandberg driftsförråd. Skulle driftsförrådet i Malmö få brist på någon transformator typ kontaktas i första hand något av ElektroSandberg närliggande driftsförråd. Om transformatorn inte finns tillgänglig i något av deras driftsförråd så kontaktas därefter transformatorkoordinatören Bengt Ragnarsson. Transformatorerna levereras då ifrån E.ON Lager.

5.4.3 Driftsförrådets lagernivåer och omkostnader

Lagernivåerna skiljer sig åt i de olika driftsförråden beroende på dess placering. Förklaringen ligger i att vissa områden har större omsättning av transformatorer än andra. Tänkbara orsaker till skillnaderna kan vara hur ofta det inträffar åskväder i området eller om elledningarna står i ett icke träsäkrat område eller ej. För att inte få brist på transformatorer i något driftsförråd, skall ansvariga på respektive driftsförråd rapportera in aktuell lagerstatus två gånger i månaden till Bengt Ragnarsson. Denna rapportering fungerar dock inte tillfredställande, eftersom en del av de ansvariga på driftsförråden inte rapporterar kontinuerligt. De olika lagernivåerna för respektive driftsförråd återfinns i bilaga 2.¹⁷⁶ Dessa lagernivåerna inkluderar både omsättningslager och säkerhetslager. Det existerar inga direkta beställningspunkter på driftsförråden, det vill säga E.ON har ingen

¹⁷³ Hermansson, Åke (2006-09-26)

¹⁷⁴ Sjödin, Magnus (2006-09-28)

¹⁷⁵ Hermansson, Åke (2006-09-26)

¹⁷⁶ Ragnarsson, Bengt (2006-09-26)

minimnivå för lagernivåerna. Dock måste det finnas minst en transformator av varje förutbestämd typ på de olika driftsförråden. Således är säkerhetslagret i samtliga driftsförråd en transformator per förutbestämd typ. Vilka transformator typer driftsförråden ska ha och dess respektive lagernivåer bestäms av Bengt Ragnarsson.¹⁷⁷ Under perioden juni – augusti höjs omsättningslagret främst för driftsförråden i Norrköping, Åtvidaberg och i östra Småland. Højningen beror på att många transformatorer under denna period förstörs av åska. Den procentuella ökningen för lagernivåerna uppgår till cirka 10-15 % och omfattar till största del 10 och 20 kV.¹⁷⁸

För att förhindra en lika stor förödelse i form av långvariga elavbrott, till följd av transformatorbrist, som inträffade under stormen Gudrun har E.ON ökat sina lagernivåer av transformatorer i driftsförråden och i lagret i Anderstorp. Denna ökning har dock inte varit tillräckligt utan de planerar också att bygga ett nytt lager av färdiga nätstationer som ska vara färdigställt vid årsskiftet 2006/2007. Alexandra Mihailovic, controller på E.ON, menar att det finns en risk för att E.ON binder för mycket kapital i lagren och att lagernivåerna är för höga. Vidare kan E.ON tvingas införa SOCKS-order, till följd av att de är börsnoterade i USA, om värdet på lagren överstiger 5 miljoner Euro. SOCKS-order innebär strängare kontroll av anläggningstillgångar. Det kan tilläggas att en transformator har en kapitalkostnad på cirka 7 %.¹⁷⁹

5.5 Transformator Service AB

Transformator Service AB, som tidigare var en del av Sydkraft, är i dagsläget ett privatägt företag med sex anställda och befinner sig i Hässleholm. Företaget erbjuder transformatorrenoveringar av olika slag, såsom och rostskyddsarbete.¹⁸⁰ Transformator Service AB lagerhåller cirka 70 renoverade transformatorer som tillhör E.ON och har mellan 150 till 200 som väntar på renovering.¹⁸¹

5.5.1 Renoveringsprocess

När en transformator anländer till Transformator Service AB för att eventuellt få service är alltid den första åtgärd som utförs att ta ett 5 cl stort PCB-prov på oljan i transformatorn, om den inte tidigare är PCB-testad. En behållare med olja skickas iväg till diagnostikföretaget Västerås PetroleumKemi där oljan testas för förekomst av PCB. Först när resultatet på testet har anlånt till Transformator Service AB, vilket brukar ta två veckor, besiktigas transformatorn för en eventuell renovering alternativt skrotning. Anledningen till denna väntan är att ett positivt PCB-resultat medför direkt skrotning och särskild behandling därvid, av säkerhetsskäl.¹⁸² Den egentliga analystiden är dock endast 2 dagar, vilket är beskrivet i avsnitt *Västerås PetroleumKemi AB* nedan.

Som ett första steg i besiktningen av transformatorerna utför reparatören en okulär besiktning där transformatorer med uppenbara allvarliga skador och/eller är av omodern

¹⁷⁷ Workshop 3 (2006-12-01)

¹⁷⁸ Ragnarsson, Bengt (2006-11-27)

¹⁷⁹ Mihailovic, Aleksandra (2006-10-01)

¹⁸⁰ Transformator Service AB (2006-11-17) <http://www.transformatorservice.se/tranformatorservice.pdf>,

¹⁸¹ Blomberg, Lars (2006-09-26)

¹⁸² *Ibid*

modell skrotas. Exempelvis har transformatorer som är äldre än 60-talet möjlighet för omställning mellan tre spänningslägen istället för dagens standard med möjlighet för omställning till fem lägen.¹⁸³ Beslut om skrotning eller renovering för transformatorer, som inte avviker ifrån dagens standard, fattas baserat på skadorna eller felens svårighetsgrad ur renoveringssynpunkt. Företaget har ett avtal med E.ON där renovering av en viss typ av transformator kan generera upp till ett förväg begränsat maxbelopp. Exempelvis kan en transformator av typ 50 kVA som mest renoveras för 5 450 kronor, och en 1250 kVA-transformator kan som mest renoveras för 11 700 kronor.¹⁸⁴ Om reparatören anser att denna betalning är tillräcklig för arbetet som krävs renoveras transformatorn. Om inte skickas transformatorn till Stena Gotthard AB för skrotning.¹⁸⁵

På grund av större inflöde än tillgängliga resurser får transformatorerna vänta på renovering. Inget strukturerat kösystem används, utan prioritering görs av de anställda på företaget beroende på deras uppfattning om efterfrågan på de olika typerna och direkta order. Kötiden för en transformator kan därför variera mellan noll dagar till flera månader.¹⁸⁶

Renoveringstiden varierar något beroende på typ av skada och storlek på transformatorn. Uppskattningsvis tar en liten transformator, vilket är med en effekt på till och med 200 kVA, sex timmar att renovera och en större tolv timmar. När renoveringen är färdig placeras transformatorn på, för denna typ, särskilt avsedd plats. Där står de sedan och väntar på upphämtning, om renoveringen gjordes mot order, eller beställning, om renoveringen gjordes mot lager. Renoveringsprocessen är i Figur 5.11 åskådliggjord i ett Gantt-schema, vilket finns ytterligare beskrivet i avsnitt 4.4.1. Tiden det tar att utföra de fyra moment i renoveringsprocessen är här avrundad till arbetsdagar.¹⁸⁷

Moment	1	2	3	4	5	6	7
Provtagning av olja	→						
PCB-analys		→	→	→	→		
Besiktning						→	
Renovering							→

Figur 5.11 Gantt-schema över verksamheten på Transformator Service AB (Källa: Blomberg, Lars (2006-09-26) och Arvidsson, Lars (2006-11-24))

Västerås PetroleumKemi AB

Västerås PetroleumKemi AB är ett oberoende diagnostikföretag som analyserar alla PCB-prover som tas på Transformator Service AB.¹⁸⁸ PCB, polyklorerade bifenyler, är en grupp miljö- och hälsofarliga kemikalier vars användning förbjöds i Sverige 1972.¹⁸⁹ I andra länder förbjöds dock inte PCB förrän under 90-talet, varför olja innehållande PCB kan finnas i relativt nya transformatorer. En annan anledning är att oljan i en transformator byts

¹⁸³ Blomberg, Lars (2006-11-24)

¹⁸⁴ Andersson, Stefan (2006-12-04)

¹⁸⁵ Blomberg, Lars (2006-09-26)

¹⁸⁶ *Ibid*

¹⁸⁷ *Ibid*

¹⁸⁸ Västerås PetroleumKemi AB (2006-12-04) <http://www.petroileumkemi.se/perl/index.cgi>

¹⁸⁹ Wikipedia (2006-11-18) http://sv.wikipedia.org/wiki/Polyklorerade_bifenyler

och fylls på ett antal gånger under en transformators livstid och om detta har skett utomlands har E.ON ingen kontroll över.¹⁹⁰

Analysen av ett oljeprov är en tvåstegsprocess som tar två dygn att genomföra, enligt Lars Arvidsson på Västerås PetroleumKemi AB. Den första dagen prepareras oljeprovet och under dag två utvärderas provet för hand. Anledningen till att det för Transformator Service AB tar två veckor att få PCB-resultaten är att de skickar flera hundra prover i taget och vill ha alla resultat i en sats.¹⁹¹

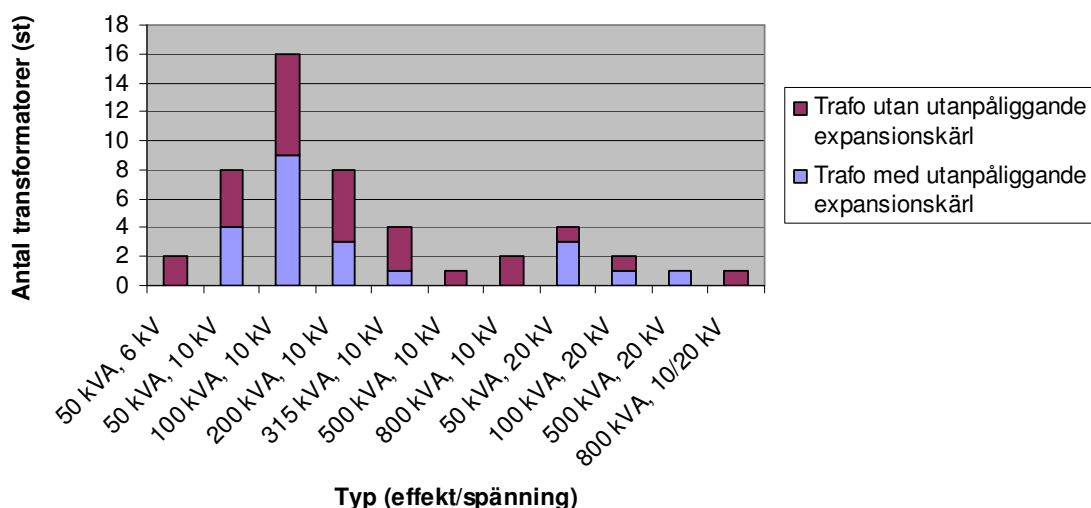
5.5.2 Statistisk undersökning hos Transformator Service AB

För att få information om antal renoverade och skrotade transformatorer i försörjningskedjan har en statistisk undersökning utförts av Lars Blomberg på Transformator Service AB på uppdrag av författarna. Ett tudelat protokoll har fyllts i varje dag under perioden 2006-09-27 till 2006-11-24 med information om alla under perioden hanterade transformatorer. Utdrag ur protokollet återfinns i bilaga 3. Resultatet över antal renoverade och skrotade transformatorer är sammanfattat i Tabell 5.2.

Antal renoverade transformatorer	49	34%
Antal skrotade transformatorer	95	66%
Totalt antal hanterade transformatorer	144	100%

Tabell 5.2 Antal hanterade transformatorer under perioden 2006-09-27 till 2006-11-24.

I den del av protokollet som var avsedd för renoverade transformatorer har Lars Blomberg angivit transformortyp med avseende på kV och kVA och om transformatorn har ett utanpåliggande expansionskärl eller inte. Resultatet är beskrivet som ett stapeldiagram i Figur 5.12. Av det totala antalet renoverade transformatorer är 27 stycken, 55 %, med utanpåliggande expansionskärl. Anledningen till att detta har noterats specifikt i den statistiska undersökningen är att flertalet av transformatorerna med expansionskärl inte ryms i en nätstation av kiosktyp och därför endast kan användas till det luftburna nätet.¹⁹²



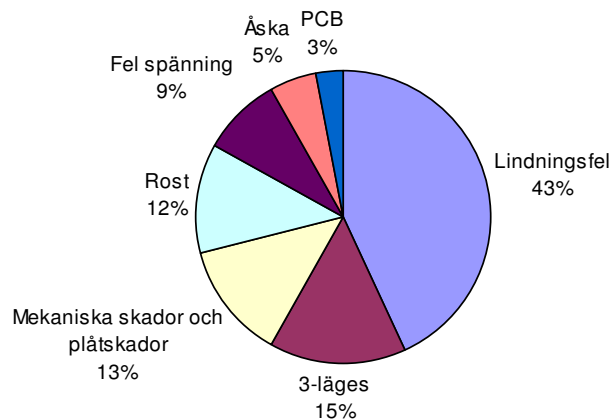
¹⁹⁰ Blomberg, Lars (2006-11-24)

¹⁹¹ Arvidsson, Lars (2006-11-24)

¹⁹² Workshop 1 (2006-08-28)

Figur 5.12 Antal reoverade transformatorer per typ, med eller utan utanpåliggande expansionskärl.

För de transformatorer som skrotades angav Lars Blomberg förutom transformatorstyp även tillverkningsår och skrotningsanledning. I Figur 5.13 är de olika skrotningsanledningarna angivna och deras inbördes storleksordning. De sju olika anledningarna till skrotning är sedan jämförda med avseende på medelålder av transformatorer i Tabell 5.3.



Figur 5.13 Andel transformator som skrotas av respektive anledning.

Den enskilt största anledningen, 43%, till att en transformator skrotades under undersökningsperioden var på grund av *lindningsfel*. Enligt Tabell 5.3 hade dessa en medelålder på 21 år. Lindningsfel kan uppkomma på grund av åska, men kan även bero på andra anledningar såsom överbelastning. En transformator kan fungera trots lindningsfel, vilket upptäcks genom elektriska tester.¹⁹³ Endast i de fall Lars Blomberg varit säker på att åska orsakat lindningsfelet och eventuellt andra skador har han bokfört skrotningsanledningen som ”åska”.

En annan vanlig anledning till att en transformator lämnas till skrotning är att den är för gammal. En transformator har en ekonomisk livslängd på 40 år och teknisk livslängd på mellan 40 och 50 år.¹⁹⁴ De äldre transformatorerna har ålderdomligt utförande såsom en annan spänning och effekt än vad som är standard i dagsläget. Exempelvis används inte 15, 30 och 70 kVA längre. Transformatorer som är från 1960-talet eller äldre är endast omkopplingsbara till 3 olika spänningslägen, i jämförelse med dagens standard på 5 lägen.¹⁹⁵ Äldre transformatorer har betydligt högre elektriska förluster än dagens. Med tanke på dagens höga elpris är detta en betydande faktor. Dock finns inga ytterligare kriterier för skrotning av relativt gamla transformatorer förutom de redan nämnda. Enligt Figur 5.13 var andelen som skrotades på grund av att de hade fel spänning och/eller 3 spänningslägen under undersökningstiden 24 %.

Mekaniska skador och plåtskador är skador som enligt Lars Blomberg exempelvis uppkommer då en transformator träffas av ett fallande träd eller skadas under transporten från skogen, som vid svår terräng måste ske på truck.¹⁹⁶ Dessa uppgår under undersökningsperioden till 13% av det totala antalet skrotade transformatorer.

¹⁹³ Workshop 3 (2006-12-01)

¹⁹⁴ Workshop 2 (2006-10-18)

¹⁹⁵ Blomberg, Lars (2006-11-24)

¹⁹⁶ *Ibid* (2006-11-30)

Rost är en skrotningsanledning som är speciellt vanlig på transformatorer som är tillverkade under 1970-talet, då nya färgtyper användes som inte gav bra rostskydd. De transformatorer som är från denna tidsperiod är enligt Lars Blomberg gravt rostskadade.¹⁹⁷ Medelåldern på de 12% som skrotades under skrotningsperioden av denna anledning är 35 år, vilket indikerar detta problem, se Tabell 5.3.

Alla transformatorer som innehåller spår av *PCB* skall enligt E.ON:s riktlinjer till Transformator Service AB skrotas, vilket under denna period resulterade i 5%.

Skrotningsanledning	Antal (st.)	Medelålder (år)
Lindningsfel	41	21
3-läges	14	44
Mekaniska skador och plåtskador	12	23
Rost	11	35
Fel spänning	9	41
Åska	5	21
PCB	3	27

Tabell 5.3 Medelåldern för de olika grupperna som skrotades.

5.5.3 Skrotade transformatorer

En stor del av alla transformatorer som E.ON skickar till Transformator Service AB renoveras inte, utan skickas till Stena Gotthard AB för skrotning. Hur stor andel som skrotas är i dagsläget okänt, men enligt den statistiska undersökning Lars Blomberg på Transformator Service AB utförde under hösten, se avsnitt 5.5.2, kan skrotningsandelen estimeras till 66%. Dessa 95 skrotade transformatorer hade en medelålder på 28 år.

Att 95 transformatorer, enligt undersökningen i avsnitt 5.5.2, skrotades under cirka 1,5 månader var av anledningen att renovering av dessa inte finns med i avtalet mellan E.ON och Transformator Service AB. I Tabell 5.4 finns ett utdrag ur avtalet mellan dessa parter som visar vilka åtgärder som E.ON vid behov betalar för. Punkt *o* utförs oavsett om transformatorn skrotas eller renoveras och punkt *p* utförs om transformatorn inte är märkt med ”PCB-testad”, vilket i dagsläget uppskattningsvis endast gäller för 10%. Andel transformatorer som inte behöver PCB-testas inför renovering kommer successivt att öka med tiden.¹⁹⁸

Punkt	Åtgärd
a	Elektrisk provning, protokoll
b	Oljeprov
c	Omkoppling
d	Byte av lockpackning
e	Byte av packningar för genomföringar
f	Rengöring och komplettering av anslutningar
g	Jordningsanslutning åtgärdas
h	Fasmärkning
i	Byta packning omsättningskopplare
j	Reparation av kopplavred
k	Reparation av oljeståndsmätare
l	Torkmedelsbehållare repareras och fylls
m	Målning lock och expansionskärl

¹⁹⁷ Blomberg, Lars (2006-11-30)

¹⁹⁸ *Ibid* (2006-12-04)

n	Åtgärd punk m + Helmålning
o	Okulärbesiktning av lönsamhet innan renovering
p	PCB-prov inkl. rapport

Tabell 5.4 Lista av åtgärder vid renovering (Källa: Andersson, Stefan (2006-12-04))

Lars Blombergs förslag om ändrade rutiner vid skrotning

Efter att resultatet av den statistiska undersökningen reviderats kontaktades Lars Blomberg på Transformator Service AB för att närmare diskutera skrotningsandelen på 66%. Lars Blomberg lade fram följande förslag för att fler relativt nya transformatorer skulle kunna renoveras. Kostnaden skulle bli väsentligt högre än det i dagsläget högsta tillåta renoveringsbeloppet.¹⁹⁹

- Lindningsfel på transformatorer som är större än 200 kVA och upp till 10 år gamla kan vara ekonomiskt fördelaktigt att renovera.
- Av alla Transformator Service AB:s kunder är det endast E.ON som skrotar alla transformatorer med PCB-spår. Om oljan har en PCB-halt på upp till 50 ppm räcker det med ett oljebyte för att transformatorn skall klassas som PCB-fri. Om PCB-halten dock överstiger 50 ppm klassas hela transformatorn som PCB-kontaminerad och måste skrotas. Lars Blomberg uppskattar att 10-15 fler av E.ON:s transformatorer skulle kunna renoveras per år vid bruk av dessa regler vid förekomst av PCB i relativt nya transformatorer.
- Mekaniska skador och plåtskador kan det vara ekonomiskt att renovera när transformatorn är relativt ny.

5.5.4 Renoverade transformatorer

I de fall då en transformator bedöms kunna renoveras för det belopp E.ON erbjuder Transformator Service AB uppskattar Lars Blomberg att packningsbyten är den vanligaste åtgärden. Dessa går ganska lätt att byta ut och Transformator Service AB skär ut packningar själva på grund av stora krav på exakthet. Trasiga omkopplare, isolatorer och anslutningsdetaljer är också vanliga fel som går att renovera för E.ON:s renoveringsbelopp.²⁰⁰

5.5.5 Sammanställning av beställda renoverade transformatorer

Transformatorer från Transformator Service AB skickas endera till nya projekt eller till driftförråden, se Figur 5.1. Dessa två flöden beskrivs nedan i avsnitten *Antal transformatorer beställda till driftförråden från Transformator Service AB* och *Antal transformatorer beställda till projekt från Transformator Service AB*.

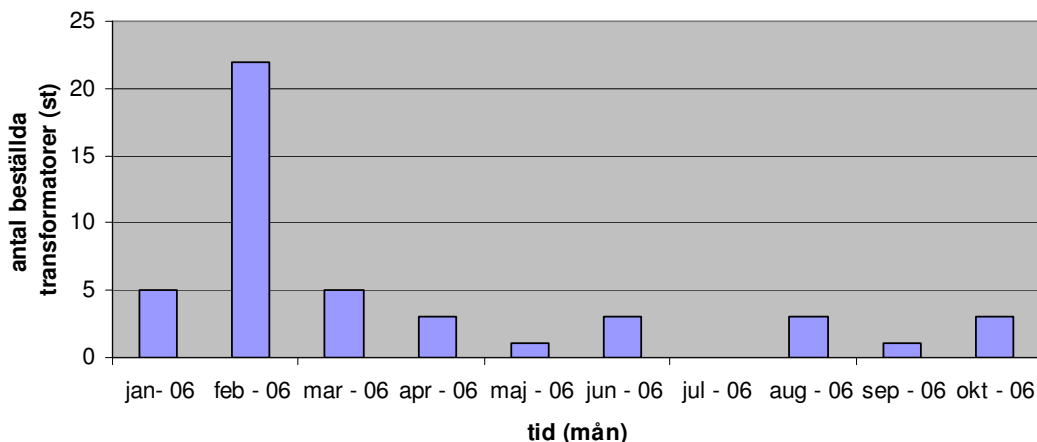
Antal transformatorer beställda till driftförråden från Transformator Service AB

De transformatorer som skickas från Transformator Service AB till driftförråden beställs av transformatorkoordinatören Bengt Ragnarsson. Dessa transformatorer används sedan till felavhjälpning, se avsnitt 5.4.1. Beställningarna görs via mailkorrespondens mellan Bengt

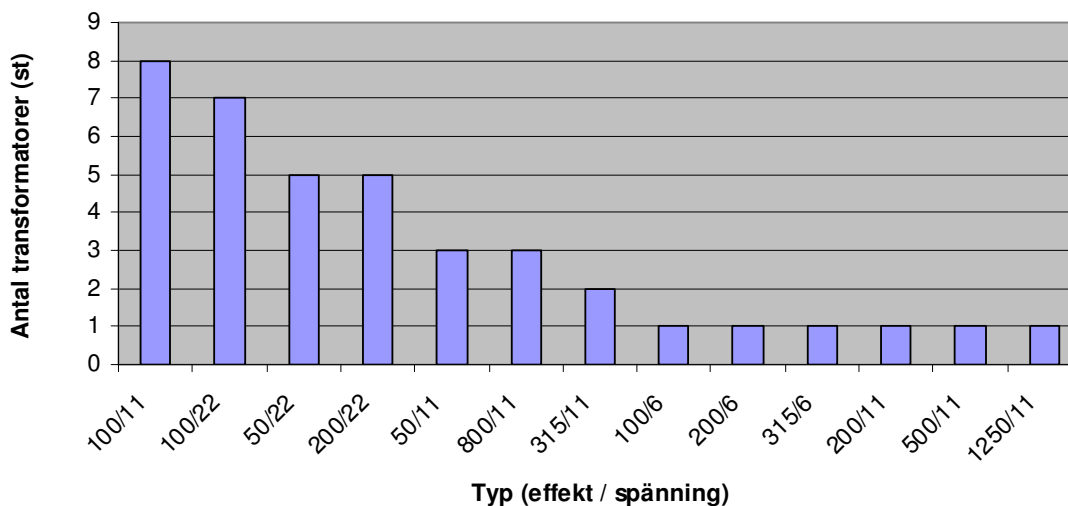
¹⁹⁹ Blomberg, Lars (2006-11-30)

²⁰⁰ *Ibid* (2006-09-26)

Ragnarsson och Lars Blomberg.²⁰¹ Författarna har sammanfattat beställningarna som gjorts under perioden januari 2006- oktober 2006 i Figur 5.14 och i Figur 5.15. Figur 5.14 redogör för antalet beställda transformatorer/månad och Figur 5.15 visar fördelningen mellan de olika transformator typerna. Värdena inom parentes i Figur 5.15 anger antal transformatorer. Totala antalet transformatorer som beställdes under denna period var 46. För att få antalet transformatorer på årsbasis, vilket siffran 55 mellan *FVL* och *Driftsförråd* i Figur 5.1 anger, multiplicerades 46 med 1,2.



Figur 5.14 Antal transformatorer som har levererats från Transformator Service AB/månad till driftsförråden (Källa: Ragnarsson, Bengt (2006-11-27))



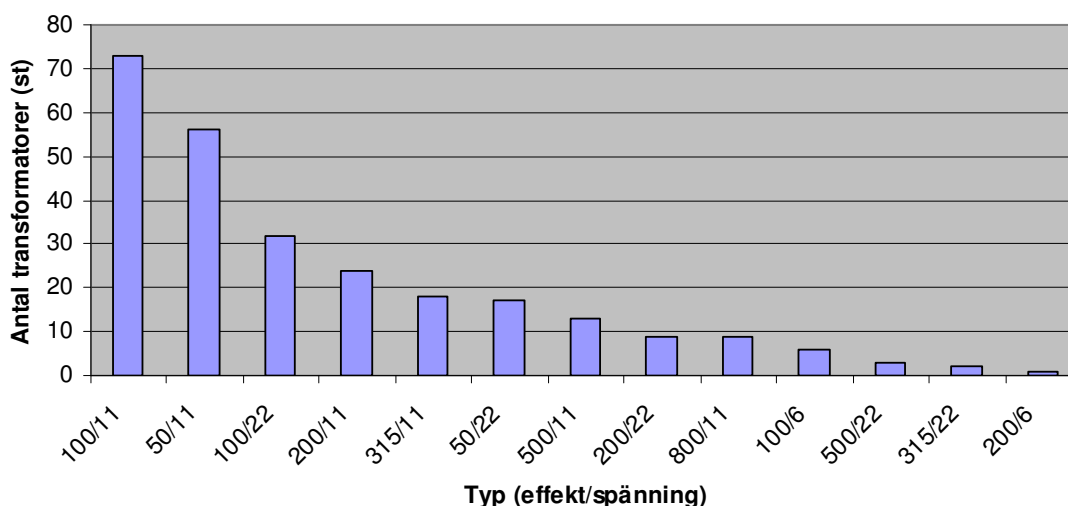
Figur 5.15 Antal beställda transformatorer från Transformator Service AB/typ till driftsförråden (Källa: Ragnarsson, Bengt (2006-11-27))

Antal transformatorer beställda till projekt från Transformator Service AB

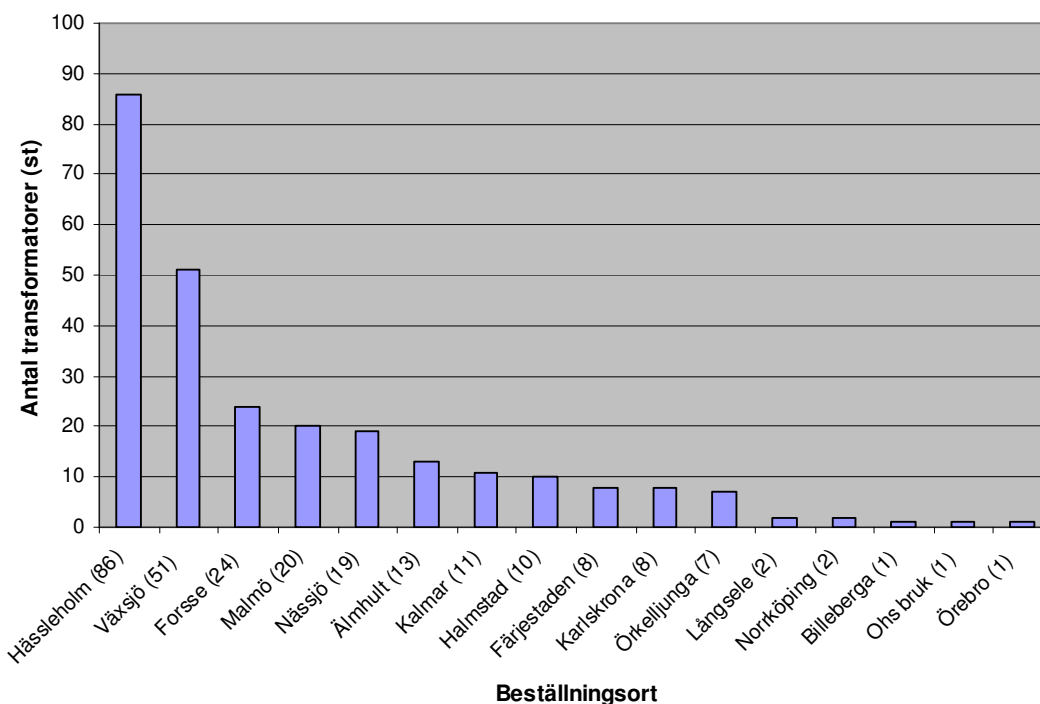
Hos Transformator Service AB finns information om alla beställningar av renoverade transformatorer till projekt som levererats. På grund av brist på statistisk data för flödet registrerade författarna till denna rapport endast alla beställningar under perioden 2005-07-

²⁰¹ Ragnarsson, Bengt (2006-09-06)

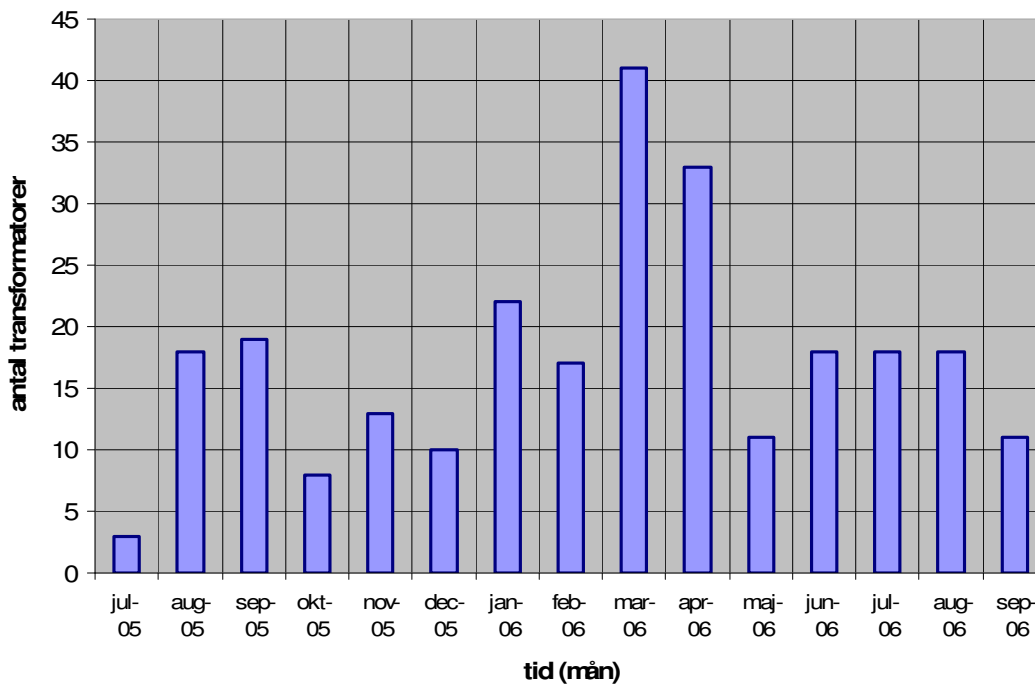
12 till 2006-09-21. De uppgifter som registrerades var beställnings- och leveransdatum, transformortyp och beställningsort. Dessa data har sedan sammanställts i tre diagram för ökad översikt med avseende på vilken transformortyp som fått flest genomförda beställningar se Figur 5.16, vilken ort som gjort flest beställningar se Figur 5.17 och hur beställningarna har varierat under perioden se Figur 5.18. Totala antalet transformatorer som beställdes under perioden var 263. Under januari månad – september månad beställdes 193 transformatorer. För att få antalet transformatorer på årsbasis, vilket siffran 257 mellan *FVL* och *Nytt nät/projekt* i Figur 5.1 anger, dividerades 193 med 9 och multiplicerades sedan med 12.



Figur 5.16 Antal beställda transformatorer beställda från Transformator Service AB/typ (Källa: Blomberg, Lars (2006-09-26))



Figur 5.17 Antal beställda transformatorer beställda från Transformator Service AB/ort (Källa: Blomberg, Lars (2006-09-26))



Figur 5.18 Antal beställda transformatorer beställda från Transformator Service AB/månad (Källa: Blomberg, Lars (2006-09-26))

5.6 Skrotning

Enligt Figur 5.1 finns två förbindelser till skrotning, dels vägen från *Gammalt nät* till *Skrot*, men också vägen från *Transformator Service AB* till *Stena Gotthard AB*. Dessa två alternativa förbindelser presenteras i avsnitt 5.6.2. Transformator Service AB anlitar Stena Gotthard AB för att sköta skrotningen, vilka presenteras kortfattat i avsnitt 5.6.1 nedan.

5.6.1 Stena Gotthard AB

Stena Gotthard AB:s verksamhet riktar sig till att ta hand om näringslivets avfall, i huvudsak järn och metallskrot. De tar hand om transformatorer på ett professionellt sätt och återvinner materialet på ett miljöriktigt sätt enligt gällande förordningar.²⁰²

Nuvarande avtal mellan Stena Gotthard AB och Sydkraft gäller för perioden 2005-01-01 till och med 2007-12-31. Efter avtalsperioden förlängs avtalet ett år i sänder, såvida inte någon av parterna upphäver avtalet. Orsaken till att Sydkraft används istället för E.ON i avtalet är att då detta tecknades var inte Sydkraft inte i E.ON:s ägo. Några punkter som avtalet innefattar presenteras nedan:²⁰³

²⁰² Stena Gotthard AB (2006-11-23)
<http://www.stenametall.com/Swedish/Companies/Stena+Gotthard+AB/Products+and+Services/Transformatorer/>

²⁰³ Netz, Lars-Göran (2006-10-05)

Det åligger Stena Gotthard AB:

- att hämta transformatorer samt utföra tjänster vid Sydkrafts depåer och andra arbetsställen
- att omhänderta transformatorerna på ett miljöriktigt sätt
- att samordna transporter för avhämtning av transformatorer
- att säkerställa att hämtning av transformatorer högst tar 3 arbetsdagar från avrop till hämtning, om inget annat överenskommet lokalt

Det åligger Sydkraft:

- att under avtalstiden lämna avfall samt köpa tjänster av Stena
- att ansvara för att oljan i transformatorerna är analyserad av ett ackrediterat laboratorium innan transformatorerna skickas till Stena

5.6.2 Två alternativa förbindelser till skrotning

Skrotningsvägen mellan *Transformator Service AB* och *Stena Gotthard AB* används frekvent. Ungefär en gång i månaden anländer transport till Transformator Service AB för att hämta transformatorer, vilka ska vidare till Stena Gotthard AB för skrotning. Innan de transporteras till Stena Gotthard AB säkerställer Lars Blomberg att transformatorerna är PCB-kontrollerade.²⁰⁴

Den andra skrotningsvägen, förbindelsen mellan *Gammalt nät* och *Skrotning*, sker inte lika regelbundet som föregående skrotningsväg, men förekommer ändå. Beslut om skrotning tas efter den okulära besiktningen är utförd, vilket vanligtvis görs av montören i samband med att transformatorn nedmonteras från det gamla nätet. Bilaga 4 åskådliggörs det dokument med kriterier för den okulära bedömningen som projektbeställarna tagit del av.²⁰⁵ Emellertid har det inte kommunicerats ut till alla berörda parter och dokumentet har stoppats under examensarbetets gång, bland annat på grund av brist på entydighet. Om transformatorn inte blir godkänd med avseende på kriterierna i bilaga 4 är det entreprenörens ansvar att skrota transformatorn. Fortum i Orustområdet är en av de entreprenörer som själva sköter skrotningen av transformatorer. Precis som transformator Service AB använder Fortum sig av Stena Gotthard AB för att skrota transformatorer. Fortum tar dessutom ett PCB-prov innan transformatorn skickas till Stena Gotthard AB.²⁰⁶ Dock är det inte alla entreprenörer som väljer att skrota transformatorn i detta skede utan några väljer att skicka transformatorn till Transformator Service AB, vilka sedan ombesörjer skrotning.

Ett annat dokument som författarna fick ta del av kom med email från en projektbeställare i Nässjö, se bilaga 5. Det innehåller en checklista för skrotning av transformatorer som inte används längre. Denna checklista var mer detaljerad och otvetydigt formulerad än de skrotningskriterier som återfinns i bilaga 4.

²⁰⁴ Blomberg, Lars (2006-08-26)

²⁰⁵ Andersson, Stefan (2006-09-06)

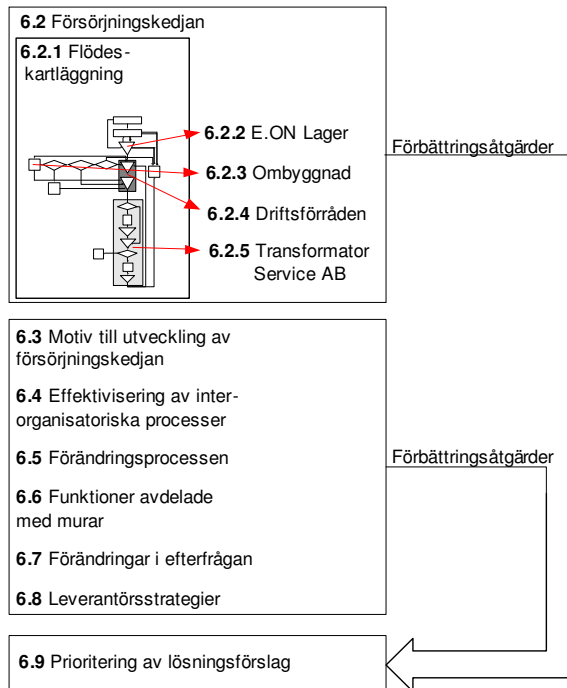
²⁰⁶ Ivarsson, Sven Ove (2006-11-27)

6 Analys av studien

I analyskapitlet analyseras det empiriska material som samlats in och presenterats tidigare i rapporten. Kapitlet avslutas med en samling föreslagna förbättringar.

6.1 Analyskapitlets disposition

Analysen av den empiriska studie som är beskriven i kapitel **Fel! Hittar inte referensälla.** är upplagd i tre delar, se Figur 6.1. Den första delen, avsnitt 6.2, inleds med en förändrad flödeskarta och följs av en analys av flödeskartans delar på samma sätt som där de presenteras i avsnitt 5.2 till 5.6. Den andra delen, avsnitt 6.3 till 6.8 är en analys av försörjningskedjan som helhet utifrån de perspektiv som beskrivits i teorikapitlet. Slutligen sammanställs de förbättringsförslag som framkommit under analysen i avsnitt 6.9 för att prioriteras.



Figur 6.1 *Analyskapitlets disposition.*

6.2 Försörjningskedja

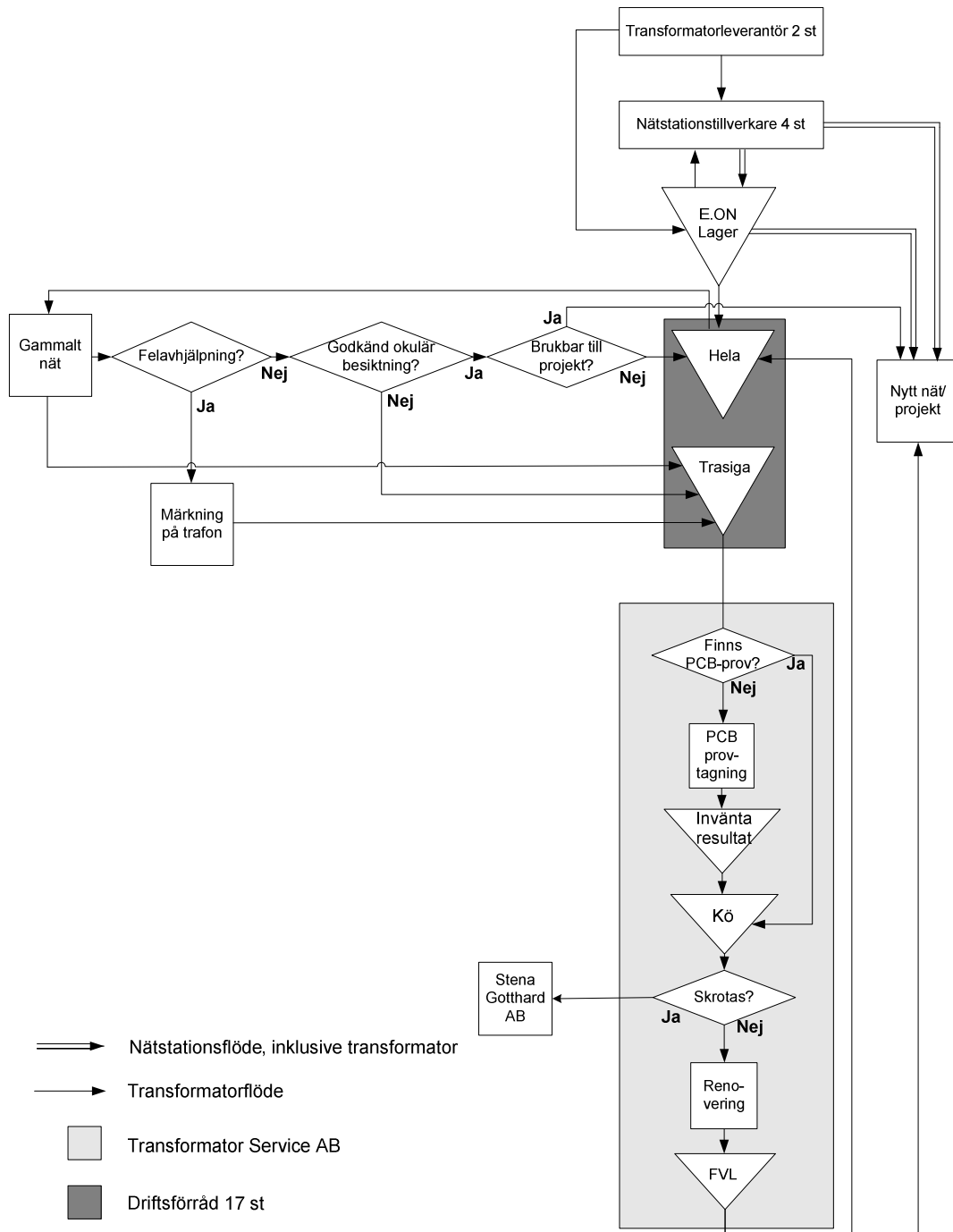
Detta avsnitt inleds med en förbättrad flödeskarta för begagnade transformatorer. Förbättringsförslagen baseras på den analys som författarna sedan presenterar i avsnitt 6.2.2 till 6.2.5. Dessa delavsnitt analyserar de olika parterna i försörjningskedjan med utgångspunkt i den empiri som beskrevs i kapitel **Fel! Hittar inte referensälla.**

6.2.1 Flödeskartläggning

Flödeskartan som presenterades i Figur 5.2 kommer att analyseras utifrån de olika parternas tillvägagångssätt gällande hantering av transformatorer. De förbättringsåtgärder som diskuterats i detta avsnitt kommer att resultera i en förändrad flödeskarta. Det som skiljer föregående flödeskarta från författarnas förslag, se Figur 6.2, är följande ändringar:

- Skotningen som sköts av entreprenörerna ska elimineras
- En märkning av transformatorer som har bytts ut vid felavhjälpning skall bli obligatorisk och utföras av montörerna. Detta för att förhindra att trasiga transformatorerna monteras in i nätet.

Dessa ovan listade förändringsförslag åskådliggörs i en förbättrad flödeskarta, se Figur 6.2. Motiven till förändringarna kommer att presenteras i kommande avsnitt.



Figur 6.2 Kartläggning av flödet av transformatorer enligt förbättringsförslagen i kapitel 6.

6.2.2 E.ON Lager

Anledningen till E.ON Lager:s uppkomst är den bristande leveranssäkerheten. Ett buffertlager byggdes därför upp för att skydda sig mot eventuella brister. Med den förhoppningsvis ökade återanvändningen tror författarna att bristerna kommer att minska ytterligare och inköpen bör reduceras i samma takt. En annan anledning till E.ON Lager:s existens är projektbeställarnas dåliga framförhållning och glömska, vilket resulterar i akuta transformatorbeställningar. Detta beteende har författarna stött på flera gånger under

studiens gång och verkar vara allmänt accepterat inom E.ON. För att förändring skall kunna genomföras måste detta problem uppmärksammas av E.ON:s ledning som ett faktiskt problem. Med tydligare riktlinjer för hur en projektbeställare skall gå tillväga och information om problemen detta slarv medför kan sannolikt akutbeställningarna reduceras.

6.2.3 Ombyggnad

Entreprenörerna har i dagsläget möjligheten att skrota transformatorer som inte längre är brukbara. Dock finns inga direkta riktlinjer om skrotningsprocessens utseende, utan det ligger i entreprenörens ansvarsområde att genomföra skrotningen. Genom att lämna över skrotningsansvaret till entreprenörerna försvinner också all kontroll av den miljömässiga aspekten. I avsnitt 5.6.1 fastställdes att E.ON kan garantera att skrotningen av transformatorer genomförs på ett miljöriktigt sätt genom att anlita den auktoriserade återvinningsfirman Stena Gotthard AB. Förvisso ombesörjer Stena Gotthard AB också skrotningen av transformatorer åt Fortum, beskrivet i avsnitt 5.6.2, men det finns inga garantier för att alla entreprenörer gör likadant. Författarna anser därför att E.ON måste återta kontrollen av transformatorer som ska skrotas, förslagsvis genom att helt eliminera skrotningsvägen mellan beslutspunkten *Skrotas direkt?* och *Skrot*, se Figur 5.2. Vidare tror författarna att det finns en risk för att entreprenörerna är oförsiktiga och slarviga i sin transformatorhantering, eftersom de inte äger transformatorerna.

De transformatorer som anländer till de olika driftsförråden är alla omärkta, oavsett skick, med undantag från de transformatorer som tidigare har testats för PCB. En del av de fel som en transformator kan ådra sig, exempelvis skador från åska, syns tydligt vid den okulära besiktningen. För att undvika att en defekt transformator driftsätts bör E.ON enligt författarna kräva att montörerna i samband med felavhjälpning märker den trasiga transformatorn med ”trasig”. I dagsläget är det endast montörens erfarenhet som den okulära besiktningen utgår från. Författarna anser att riktlinjer behöver fastställas för hur den okulära besiktningen skall genomföras. Exempelvis kan det vara en lista över vilka krav transformatorn ska genomgå och bilder på hur typiska fel ser ut. Förslagsvis kan E.ON använda bilaga 5 som mall i framtagandet av dessa riktlinjer.

Projektbeställarnas tillvägagångssätt

Efter att studien av projektbeställarnas tillvägagångssätt vid beställningar av nya transformatorer har genomförts kan det fastställas att kommunikationen mellan E.ON och projektbeställarna är bristfällig.

Beträffande den första frågan vid undersökningen; om de tillfrågade har fått några riktlinjer från E.ON gällande beställningar av nya transformatorer; så uppgav 100 % av de tillfrågade att de inte tagit del av några riktlinjer. Detta trots att ett dokument tidigare under 2006 har skickats ut med detaljerad information kring rutiner vid nybeställningar. För att förbättra detta resultat måste E.ON tydligare och mer bestämt se till att projektbeställarna förstår vikten av rutiner vid nybeställningar. Vidare bör E.ON i framtiden följa upp huruvida rutiner efterföljs och utvärdera om det behövs någon förändring i rutinerna. En tänkbar orsak till det dåliga resultatet på undersökningsfrågan kan vara att en stor del av nuvarande projektbeställare är nya på sina positioner och inte riktigt har lärt sig rutinerna kring nybeställningar. Likväl borde detta faktum inte leda till så stora utslag, eftersom det bör ligga i den förre projektbeställarens ansvar att lära upp den nya projektbeställaren. Således bör rutinerna också ses över för hur en ny projektbeställare introduceras till tjänsten, det vill säga E.ON måste säkerställa att nya projektbeställare får och kan ta del av all erforderlig information för att utföra sina uppgifter. Författarna anser alltså att det

dåliga utslag på den första undersökningsfrågan beror på två faktorer, kommunikationen mellan E.ON och projektbeställarna samt kommunikationen mellan projektbeställarna.

Den andra frågan; använder du dig av Transformator Service AB; gav ett för författarna överraskande positivt utslag. Det var endast 30 % som aldrig använde sig av Transformator Service AB. Avsikten är inte att projektbeställarna alltid ska använda sig av renoveringsfirman, men i takt med att fler renoverade transformatorer kommer ut i flödet bör också användningen av Transformator Service AB öka. En tänkbar orsak till varför det inte alltid är möjligt att använda sig av renoverade transformatorer är då beställningen omfattar ett stort antal transformatorer. I dessa fall är inte Transformator Service AB att föredra, i och med att de endast har ett fåtal transformatorer av varje typ tillgängliga. Ytterligare en orsak kan tänkas vara att projektbeställarna vid varje enskild beställning behöver ringa eller maila Transformator Service AB. Finns inte transformatorn hos renoveringsfirman måste ändå projektbeställaren beställa nya transformatorer. Således är det enklare för projektbeställaren att direkt beställa nya transformatorer. Den sista orsaken till varför renoverade transformatorer inte alltid används är att det flyttas transformatorer från det gamla nätet till det nya nätet.

Den tredje frågan i undersökningen visade att ungefär 10 % av transformatorerna flyttas direkt från det gamla nätet till ett nytt projekt. Dock finns inga riktlinjer att tillgå gällande vilket skick transformatorerna skall ha. Med anledning av detta är det av intresse för E.ON att utforma tydliga direktiv för vilka transformatorer som får flyttas. Annars föreligger faran att en icke funktionsduglig transformator flyttas in i ett nytt projekt. På samma sätt finns en risk att projektbeställarna ställer för höga krav och skickar funktionsdugliga, dock några år gamla, transformatorer till renovering. Riktlinjer av denna typ är förmodligen identiska med riktlinjerna för den okulära besiktningen.

En sista anmärkning på undersökningen är den attityd som projektbeställarna har. En del av projektbeställarna accepterar inte E.ON:s bestämmelser utan använder sig fortfarande av gamla riktlinjer för att dessa anses fungera bättre. Detta dilemma är något som E.ON måste ta itu med för att få projektbeställarna att arbeta på ett enhetligt och effektivt sätt.

6.2.4 Driftsförråden

E.ON:s driftsförråd ägs och drivs av huvudentreprenörerna utan några direkta riktlinjer från E.ON. Detta medför att det blir svårare för E.ON att kontrollera att varje driftsförråd sköts på ett effektivt och handlingskraftigt sätt. Detta tyder på avsaknad från tydliga och sakenligt uppsatta riktlinjer om hur driftsförråden ska förvaltas.

Beträffande de besökta driftsförråden så skilde de sig markant åt gällande skötsel. Trasiga transformatorer hade länge stått på ElektroSandbergs driftsförråd i Malmö och väntat på transport till Transformator Service AB. Denna hantering av trasiga transformatorer sköttes dock effektivare på Fortums driftsförråd i Asarum. Ansvariga för driftsförråden fick alltså själva ta ställning till när transporten skulle ske. Således verkar det inte finnas några riktlinjer om hur trasiga transformatorer skall hanteras. Författarna anser att det föreligger en hel del risker med att låta transformatorerna vänta på vidaretransport.

För det första så förlängs hela flödet av transformatorer, i och med att transformatorn fördröjs med att driftsättas igen. Med anledning av detta borde transport ske omgående efter driftsförråden fått in en trasig transformator. I vissa fall är det kanhända svårt att ordna med transporter omedelbart, men rimligtvis ska inte en transformator vänta längre än en vecka på vidaretransport till Transformator Service AB. Vidaretransporten till Transformator Service AB kan, i de fall då detta är möjligt, synkroniseras med de tillfällen

då driftsförråden tar emot transformatorer. Alltså när distributören lämnar transformatorer på driftförrådet tar han/hon också med sig trasiga transformatorer tillbaka till Transformator Service AB. Det faktum att transformatorer får stå kvar och vänta länge i driftsförråden kan vara en förklaring till varför det bara skickas 917 transformatorer till Transformator Service AB trots att det totalt borde plockas ner 1500 transformatorer per år.

För det andra föreligger risken för skador på miljön, till exempel i de fall då transformatorn läcker olja. Dessa skador på miljön uppkommer framför allt på de driftsförråd där det inte finns någon miljögodkänd uppställningsplats.

För det sista finns risken att transformatorerna ska skadas och vandaliseras i samband med inbrott, så kallad inkuransrisk, främst på de driftsförråd där säkerheten är bristfällig. Om ovanstående resonemang kommuniceras ut till berörda parter kommer de sannolikt förstå behovet av författarnas föreslagna åtgärder och agera enligt föreskrifterna.

På driftsförrådet i Malmö har vandalisering och stöld minskat sedan de fått området ordentligt inhägnat och larmat. Dessa företeelser är dock fortfarande vanligt förekommande på Fortums driftsförråd i Asarum. Trots att området är inhägnat i Asarum samt att en bevakningsfirma är tillgänglig, så är inte detta tillräckligt för att hålla tjuvarna borta. Författarna anser att på de driftsförråd där vandalisering är vanligt förekommande bör det finnas samma inhägnad med el, som det finns på ElektroSandbergs driftsförråd i Malmö. Naturligtvis är det en kostnadsfråga för E.ON att vidta dessa åtgärder, men på de driftsförråd som frekvent drabbas av inbrott anser författarna att det finns ett mervärde i att investera ytterligare i säkerheten. Inbrott i driftsförråden blir en merkostnad för E.ON i form av utryckningskostnader från säkerhetsbolag, reparation vid skador på inhägnaden samt inkuranta transformatorer. Således, om E.ON kan säkerställa samma säkerhet på alla driftsförråden som på ElektroSandbergs driftsförråd i Malmö kan en hel del opåkallade kostnader som är relaterade till stöld och vandalisering reduceras.

Miljöaspekten har tidigare nämnts i detta avsnitt. Trots att det inte i dagsläget finns miljögodkända uppställningsplattor på alla driftförråd har E.ON ambitionen att de flesta driftsförråden ska ha det inom en snar framtid. Dock verkar denna process ta längre tid än beräknat, varför författarna anser att detta arbete måste påskyndas. Det ställs allt högre krav på företag gällande deras hänsynstagande till miljön. Skulle E.ON slarva med miljöbiten kan det få negativa konsekvenser så som badwill i media, vilket kan skada deras rykte och trovärdighet gentemot sina kunder.

På driftsförrådet i Malmö finns en tavla med tydlig information om vilka platser funktionsdugliga transformatorer har samt vilken placering de trasiga har. På så sätt finns en lättöverskådlig och tydlig bild över uppställningsplatsen vilket underlättar arbetet. Under förutsättning att uppställningen noga efterföljs minimeras risken för att ta fel transformator till felavhjälpning. Vid vissa tidpunkter är det inte säkert att ansvarige för driftsförrådet finns tillgänglig. Då montören kommer för att hämta transformatorn kan denne lätt avhämta rätt transformator genom att titta på uppställningstavlan. Samma sak gäller för distributören som kommer för att hämta trasiga transformatorer. Med hjälp av uppställningstavlan kan distributören på ett lätt sätt lokalisera var de trasiga transformatorerna är placerade. Följaktligen bör det finnas en aktualiserad uppställningstavla för att underlätta arbetet för avhämtning och lämning av transformatorer.

En anledning till att aktuella lagersaldon inte är tillförlitliga i dagsläget är på grund av att rapporteringen till transformatorkoordinatören Bengt Ragnarsson inte fungerar tillfredställande. En tänkbar risk med detta är om ett driftsförråd vid felavhjälpning skall låna en transformator av ett annat driftsförråd, vars lagersaldo inte är uppdaterat, kan

resultera i onödigt långa elavbrott. E.ON behöver ställa hårdare krav på ansvariga för driftsförråden för att kontinuerligt uppdatera lagersaldon. Författarna tror att orsaker till brister i rapporteringen är slarv och tidspress. Avsnitt 6.4.2 kommer att diskutera möjligheten till ett gemensamt informationssystem, där information om lagerstatus för alla driftsförråden finns att tillgå. Tabell 6.1 sammanfattar ovanstående förbättringsåtgärder gällande driftsförråden och deras förväntade effekter.

Förbättringsåtgärd	Förväntad effekt
Mer frekventa transporter till Transformator Service AB	Effektivare transformatorflöde Minskade miljöskador Minskad grad av inkurans till följd av inbrott
Ökad säkerhet på driftsförråden	Mindre grad av inkurans till följd av inbrott Minskade miljöskador
Uppställning på miljögodkända plattor	Minskade miljöskador
Uppställningstavla för transformatorer	Förenklar arbetet med hämtning och lämning av transformatorerna Effektivare transformatorflöde
Hårdare kontroller på uppdatering av lagersaldon	Mer tillförlitliga lagersaldon som ger minskad stilleståndsrisik

Tabell 6.1 Sammanfattning av tänkbara förbättringsåtgärder för driftsförråden.

6.2.5 Transformator Service AB

Innan examensarbetet initierades fanns inga data om inflödet eller om utflödet från Transformator Service AB att tillgå. E.ON hade ingen information om hur många transformatorer som kom in till Transformator Service AB, hur många som renoverades hos Transformator Service AB eller hur många transformatorer som skickades ut från Transformator Service AB. På grundval av detta genomfördes dels en undersökning av inflödet respektive utflödet hos Transformator Service AB, som presenterades i avsnitt 5.5, samt en granskning över Transformator Service AB:s arbete och betydelse. Vidare kartlades beställningsfrekvenser av transformatorer från projektbeställare och driftsförråd. Dessa tre områden kommer att analyseras nedan.

Undersökningen om inflöde/utflöde från Transformator Service AB

Under den tidsperiod som den statistiska undersökningen omfattade skrotades 66 % av de inkomna transformatorerna och 34 % renoverades. Utav de transformatorer som renoverades under perioden hade 55 % utanpåliggande expansionskärl. Till projekten är 80 % av all nätstationer för små för denna typ av transformatorer, så den största delen av de renoverade transformatorerna kan endast användas till 20 % av projekten och till felavhjälningen till det gamla nätet. Detta är en betydelsefull iakttagelse gällande problemet; varför inte fler transformatorer återanvänds i projekt än vad det gör i dagsläget.

Av de transformatorer som skrotas är det främst två skrotningsanledningar som författarna bedömer är rättfärdiga; 3-läges och fel spänning, se Tabell 5.3, på grund av att medelåldern är högre än den ekonomiska livslängden. Vid den skrotningsanledning som är fjärde störst,

rost, finns det heller inte några åtgärder att vidta. Renoveringskostnaderna skulle bli alltför kostsamma samt att medelåldern för transformatorer med rostskador är 35 år.

Lindningsfel är tämligen dyrt att renovera, men trots detta finns det vid vissa tillfällen incitament till renovering. Medelåldern på transformatorerna för detta fel är 21 år, men inom gruppen finns det exempelvis transformatorer som är tillverkade på 2000-talet. Vid de tillfällen en transformator med låg ålder kommer in till Transformator Service AB bör det finnas en dialog mellan Lars Blomberg och E.ON angående renoveringsmöjligheter. Trots att renoveringskostnaden blir hög kan det alltså i vissa fall vara lönsamt att renovera, i synnerhet för de större transformatorerna, det vill säga effekter högre än 200 kVA. Lars Blomberg föreslog att gränsen för transformatorns ålder skulle vara 10 år, men detta är en fråga som måste utredas ytterligare mellan de båda parterna.

Samma resonemang som ovan kan föras vid analys av skrotningsanledningen *mekaniska skador*. Även i denna kategori fann författarna att det fanns ett fåtal transformatorer som hade låg ålder. I de fall då transformatorn är ny och relativt stor kan det alltså vara lönsamt att genomföra en renovering. Även här bör det finnas en kommunikation och diskussion mellan Transformator Service AB och E.ON.

Kriterierna för den sista skrotningsanledningen, *PCB*, bör kunna ändras enligt författarna. I dagsläget skrotar E.ON alla transformatorer som har spår av PCB. Lars Blomberg renoverar transformatorer åt andra företag där liknande restriktioner inte förekommer. En möjlighet till att minska antalet skrotade transformatorer med spår av PCB, vilket också föreslogs av Lars Blomberg, är att byta oljan på de transformatorer som innehåller PCB istället för att direkt skrota dem. Enligt förslag från Lars Blomberg kan oljan, enligt lag, bytas ut mot ny olja om PCB-halten understiger 50 ppm. Om halten dock överstiger 50 ppm klassas hela transformatorn som kontaminerad och måste skrotas. I dagsläget finns inte renoveringsåtgärden byte av olja med i listan över möjliga renoveringsåtgärder, se Tabell 5.4, men om E.ON anser att det finns incitament för denna åtgärd bör ett tillägg i avtalet kunna genomföras. Förslagsvis bör det även här föras en diskussion mellan parterna i de fall då Transformator Service AB får in transformatorer med PCB, där en avvägning mellan renoveringskostnad, inköpskostnad samt transformatorns ålder måste göras.

E.ON uppger att deras transformatorer har en teknisk livslängd på 50 år, men enligt den statistiska undersökningen som finns sammanfattad i avsnitt 5.5.3 är medelskrotningsåldern 28 år. Detta kan tyda på att transformatorerna skrotas för lättvindigt.

Tabell 6.2 sammanfattar diskussionerna som förts i avsnittet ovan. Om exempelvis åtgärderna för att öka utflödet av transformatorer från Transformator Service AB vidtas kan 22% av antalet skrotade transformatorer, tillverkningsår 1990 eller senare, renoveras enligt avsnitt 5.5.2, se bilaga 3. Detta kan genomföras genom en översyn och uppdatering av renoveringskostnaderna. Således finns det en stor potential att öka utflödet av transformatorerna om åtgärdsförslagen tillämpas.

Orsak till varför utflödet av transformatorer från Transformator Service AB till driftsförråden/nya projekt är lågt	Förslag till förbättringsåtgärd
24 % av de inkommande transformatorer är för gamla för att renoveras, eftersom de har fel spänning och är 3-läges.	-
Alla transformatorer som har lindningsfel, mekaniska skador eller plåtskador skrotas, oavsett ålder.	Renovera stora transformatorer, med nämnda skador, som har relativt låg ålder.
E.ON:s restriktioner att <i>alla</i> transformatorer med spår av PCB ska skrotas.	Rena oljan på yngre transformatorer som har PCB-halt som understiger 50 ppm.
55 % av de inkommande transformatorerna har utanpåliggande expansionskärl → kan endast användas i 20 % av de nya projekten.	-

Tabell 6.2 Sammanfattning av bakomliggande orsaker till det låga utflödet av transformatorer från Transformator Service AB samt förslag på förbättringsåtgärder.

Analys av transformatorbeställningar

Beställningar av transformatorer från Transformator Service AB genomförs av transformatorkoordinatören Bengt Ragnarsson samt av projektbeställarna, se avsnitt 5.5.5. Transformatorerna skickas sedan vidare till driftsförråden respektive till nya projekt. Enligt Figur 5.14 fanns det en topp av beställningar under februari månad. Denna topp tror författarna beror på en kombination av inflödet och ett något större behov.

Vidare finns det stora likheter i fördelningen transformatorer/typ som är beställda till driftsförråden, se Figur 5.15, som till projekt, se Figur 5.16. Av de transformatorer som beställs av projektbeställarna är det främst effekterna 50 kVA, 100 kVA och 200 kVA, alla med spänningen 11 kV, som är vanligast. Det finns stora skillnader gällande beställningsfrekvens för de olika beställningssorterna, se Figur 5.17. Den ort som gjort flest beställningar under perioden är Hässleholm. Vidare finns det beställningssorter som inte gjort några beställningar alls. Skillnaderna förmodas bero på tre faktorer. Den första är den geografiska placeringen av beställningssorterna i förhållande till Transformator Service AB. Den geografiska närheten för beställningssorten Hässleholm har gjort att projektbeställarna har möjlighet att besöka Transformator Service AB då ett behov uppstår. På så sätt har de utvecklat en personlig relation till Transformator Service AB, vilket inte är lika troligt att de andra projektbeställarna på övriga beställningssorter har gjort. För det andra finns det inte behov hos alla att beställa renoverade transformatorer. Detta innefattar de projekt som kräver ett stort antal transformatorer, där sannolikheten att få ett stort antal transformatorer från Transformator Service AB är relativt liten. Den tredje och sista orsaken har diskuterats tidigare i detta avsnitt. Det handlar om dagens beställningsprocess. Författarna upplever att denna kan förbättras med hjälp av ett informationssystem där beställningar också kan göras. Denna möjlighet diskuteras vidare i avsnitt 6.4.2. I Figur 5.18 finns en beställningstopp under månaderna mars och april. Förklaringen till denna topp tror författarna beror på att inledningsfasen till många av årets projekt pågår under denna tidpunkt.

6.3 Motiv till utveckling av försörjningskedja

Sydkraft var tidigare en organisation med en högre grad av vertikal integration än E.ON har i dagsläget, det vill säga att Sydkraft själva skötte en större del av de tjänster och aktiviteter som E.ON i dagsläget anlitar entreprenörer för. Exempelvis skötte Sydkraft felavhjälpning själva i stället för att som i dagsläget köpa denna tjänst av fem huvudentreprenörer. På samma sätt var, det i dagsläget fristående företaget, Transformator Service AB en del av koncernen. Den ökade graden av outsourcing och utbyte av varor och tjänster mellan företag har format förutsättningar för en försörjningskedja. För att optimera möjligheterna inom en sådan bör dock de olika parterna se sig själva som en del av en kedja eller ett nätverk och agera på ett sätt som ökar nyttan för försörjningskedjan. I förlängningen ökar detta även nyttan för de enskilda företagen. På grund av de snabba förändringarna i omvärlden och näringslivet bör försörjningskedjan fungera dynamiskt, vilket beskrivs närmare i avsnitt 6.5.

Den försörjningskedja som är kartlagd i avsnitt 5.1 har till viss del uppkommit efterhand och utformats utan en tydlig strategi. Att utforma en strategi är det första och kanske största steget för att uppnå en försörjningskedja som fungerar tillfredställande.

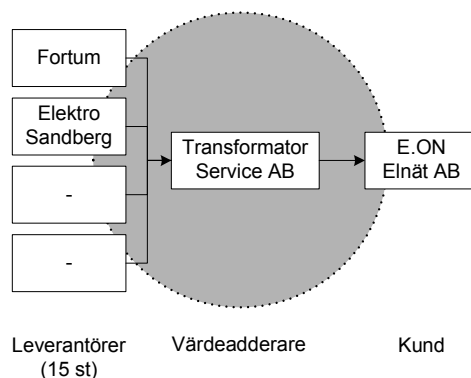
Även under satsningen KRAFTTAG:s gång har förändringar skett i omvärlden, såsom en kraftig höjning av råvarupriserna utan att styrningen av försörjningskedjan har förändrats för att bemöta denna. Genom att, med hjälp av en tydlig strategi, bygga in flexibilitet i försörjningskedjan skall dessa omvärldsförändringar inte gå obemärkt förbi. Försörjningskedjan skall snarare reagera och anpassa sig till förändringarna. På grund av stormen Gudrun ökade plötsligt behovet av transformatorer kraftigt, vilket även ledde till ett ökat behov av kontroll på dessa. Även på denna punkt har inte E.ON kunnat möta förändringarna på ett tillfredställande sätt, eftersom författarna upplever kontrollen i dagsläget som obefintlig.

På grund av ökad förståelse för de kostnader lager medför har lagernivåerna skurits ned kraftigt i många andra tillverkande organisationer och försörjningskedjor. Denna minskning av säkerhetslager ökar beroendet mellan leverantörer och kunder eftersom säkerhetsmarginalerna minskar i takt med lagernivåerna, vilket ställer högre krav på en fungerande försörjningskedja. E.ON har dock ännu inte följt denna trend utan har valt att behålla höga lagernivåer för att skydda sig mot brister, eftersom de vid en bristsituation får betala stilleståndsersättning till entreprenörerna. Sannolikt kommer dock lagernivåerna dras ned även inom E.ON på sikt, vilket även det är ett motiv till en utveckling av försörjningskedjan av transformatorer. Ett resultat av minskade lagernivåer är ett mer frekvent antal leveranser och affärer, dock med mindre kvantiteter. Detta leder till att de totala transaktionskostnaderna ökar, vilket kan förhindras med hjälp av en försörjningskedja med starkare band mellan parterna och system för affärer.

6.4 Effektivisering av interorganisatoriska processer

En kedja är inte starkare än dess svagaste länk, är ett välanvänt uttryck och i en försörjningskedja kommer liknelsen väl till pass. Försörjningskedjan för begagnade transformatorer kan förenklat beskrivas som Figur 6.3. Leverantörerna i detta avseende är E.ON:s 15 entreprenörer. Entreprenörerna levererar sina tjänster till E.ON i form av nybygge av projekt och nerplockning av det gamla elnätet. Transformator Service AB är den part i försörjningskedjan som tillför värde till transformatorerna genom att förändra transformatorns tillstånd från icke användbar till användbar. Dock äger E.ON transformatorerna genom hela försörjningskedjan, vilket gör uppdelningen med

leverantörer och kund något fiktiv. Om ägarförhållandena skulle vara som i Figur 6.3 skulle ägarna sannolikt behandla transformatorerna mer varsamt.



Figur 6.3 Den interorganisatoriska process som E.ON är verksam inom.

I den aktuella försörjningskedjan är de interorganisatoriska processerna de svagaste länkarna i dagsläget och alltså där fokus bör ligga under förbättringsarbetet. Problemen med dessa processer uppkommer i gränssnitten mellan företagen i försörjningskedjan, vilket är markerat med den grå ringen i Figur 6.3. De interorganisatoriska processerna som denna studie har kunnat identifiera och komma med faktiska förändringsförslag på är beskrivna i avsnitt 6.4.1 till 6.4.4. De är beskrivna och analyserade utifrån Mattssons förslag i avsnitt 4.4 med en uppdelning på *Förenkling och rationalisering*, *Informationsutbyte*, *Omkonfigurering* och *Samverkan*.

6.4.1 Förenkling och rationalisering

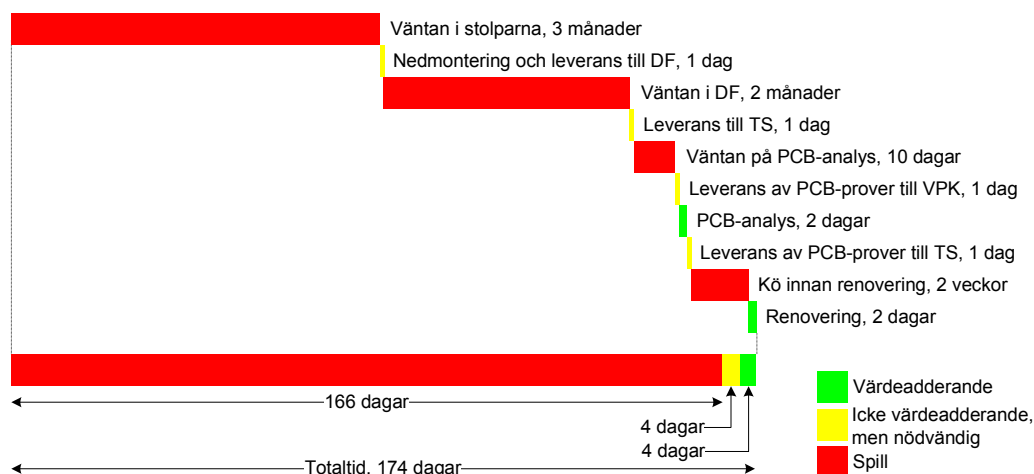
Genom förenkling och rationalisering kan E.ON reducera komplexiteten och därmed göra flödet av transformatorer enklare att styra och i förlängningen även snabbare. Ett inledande steg i arbetet med förenkling och rationalisering är att göra en nulägesanalys, vilket författarna har valt att göra i form av en kartläggning av flödet. Denna flödeskarta återfinns i avsnitt 6.1.

Tidsstudier

Nästa steg efter flödeskartläggningen är enligt teorin att analysera de olika aktiviteterna med avseende på deras tidsåtgång. Det huvudsakliga problemet med dagens transformatorflöde är att transformatorerna inte kommer till nya projekt eller till driftsförråden tillräckligt fort. Konsekvenserna blir att projektbeställarna köper in nya transformatorer till projekten samt att transformatorer till driftsförråden avsedda för felavhjälpning hämtas från E.ON Lager istället för hos Transformator Service AB. För att komma till rätta med detta problem anser författarna att E.ON i första hand bör effektivisera transformatorflödet *Gammalt nät* till utflödet från *FVL*, se Figur 5.2. Figur 5.4 beskriver detta flöde uppdelat på de olika aktiviteterna och deras tidsåtgång. Trots att tiderna är estimerade baseras de på respondenters svar från genomförda intervjuer och bedöms därför som tillförlitliga enligt författarna, trots att variationen mellan olika fall är stora. För att analysera detta flöde har författarna valt att använda sig av ett ledtidsanalysdiagram, vilket är beskrivet i avsnitt 4.4.1. I enlighet med teorin kan tidsåtgången för respektive aktiviteter delas upp i *passiv* och *aktiv* tid eller i Ljungbergs tre kategorier, *värdeadderande*-, *icke värdeadderande men nödvändiga aktiviteter* och *spill*. Författarna har valt att använda sig av Ljungbergs aktivitetsindelning i analysen för att

denna uppdelning ger en mer nyanserad bild av verkligheten enligt författarna. Kategorisering av aktiviteterna bygger på författarnas subjektiva bedömningar, men de antaganden och estimationer som gjorts har presenterats och diskuterats under genomförda workshops med berörda parter på E.ON.

Ledtidsanalysdiagrammet, se Figur 6.4, baseras på Gantt-schemat i Figur 5.4. Förklaringsrutan i Figur 6.4 åskådliggör kategoriseringen av de olika aktiviteterna. Följande förkortningar har använts i Figur 6.4; DF är driftsförråd, TS är Transformator Service AB och VPK är Västerås PetroleumKemi AB. Enligt Figur 6.4 dröjer det 174 dagar, det vill säga 5 månader och 24 dagar, innan en transformator kan driftsättas från tidpunkten att den tagits ur bruk. Utav dessa 174 dagar är det endast 4 dagar, ungefär 2 %, som utgörs av värdeadderande tid. Lika stor andel utgörs av icke värdeadderande men nödvändiga aktiviteter. Den största andelen, 96 % av den totala tiden, i flödet är spill.



Figur 6.4 Ledtidanalysdiagram för en transformator från tidpunkten då spänningen bryts i elnätet tills den åter är redo att brukas.

Enligt Ljungberg, se 4.4.1 avsnitt *Tidsstudier*, bör fokus ligga i att eliminera spillet för att minska den totala genomloppstiden i flödet. Således bör följande aktiviteter elimineras: *Väntan i stolpar*, *Väntan i driftsförråden*, *Väntan på PCB-provtagning* och *Kö innan renovering*. Författarna anser att det är möjligt att eliminera aktiviteterna i teorin, men praktiskt ogenomförbart. Däremot bör aktiviteterna kraftigt reduceras för att erhålla ett mer effektiv transformatorflöde. De icke värdeadderande men nödvändiga aktiviteterna skall enligt teorin reduceras. Författarna menar dock att denna tidsreduktion inte kommer påverka totaltiden i flödet nämnvärt, eftersom de endast utgör 2 % av den totala tiden. Med anledning av ovanstående resonemang kommer fokusering på tidsreduktion enbart ägnas åt aktiviteter som klassificerats som spill. Metoder för att reducera tidsåtgången för spillet diskuteras i avsnitt *Tidsreduktion* nedan.

Tidsreduktion

Den första åtgärden för tidsreduktion enligt avsnitt 4.4.1 att *eliminera* aktiviteter som inte tillför något för kunden. I ovanstående avsnitt konstaterade författarna att eliminering av aktiviteter inte är praktiskt genomförbart.

Synkronisering, åtgärd två, är en metod för att på lång sikt minska cykeltiderna genom att reducera eller eliminera all väntan för produkterna i tillverkningsprocessen. En viss

reducering är möjlig att uppnå genom att Transformator Service AB får information om prognoser, vad som skall raderas och när, se även avsnitt 6.4.4.

Den tredje åtgärden, *förbereda*, upplever författarna fungerar tillfredställande. Aktiviteter som kräver förberedelser är renoveringen på Transformator Service AB. Företaget upplevs vara väl förberedda på diverse renoveringar. Stillestånd på grund av att någon reservdel saknas anses vara obefintlig. En orsak till detta är förmodligen det faktum att Transformator Service AB själva tillverkar packningar.

Inom den sista åtgärden, *kommunikation*, finns det en stor förbättringspotential. Brist på bra kommunikation inverkar främst på aktiviteten *Väntan i DF*. Av transformatorkoordinatören Bengt Ragnarsson fick författarna information om att ansvariga på driftsförråden ska rapportera aktuell lagerstatus för alla transformatorer, oavsett skick, två gånger i månaden. Denna rapportering fungerar bra för vissa entreprenörer och mindre bra hos andra. Trots att rapporteringen av funktionsdugliga transformatorer fungerar tillfredställande påvisades under besöket på driftsförrådet i Malmö att rapporteringen av trasiga transformatorer fungerar mindre bra. Trasiga transformatorer hade stått och väntat på transport till Transformator Service AB i flera månader. Konsekvenserna blir att hela flödet fördröjs och transformatorerna kommer i drift senare än vad de skulle om kommunikationen varit bättre. Författarna anser att bristen på rapporteringen beror på slarv, tidspress och okunskap. Dessutom ökar risken för stöld och skadegörelse med tiden, varför transformatorerna bör stå så kort tid som möjligt på driftsförråd. E.ON måste vara tydligare och hårdare med sina krav gällande rapportering av lagerstatus för att erhålla en effektivare och mer tillförlitlig kommunikation. För att nå målet med kortare cykeltid anser författarna att rapporteringsfrekvensen borde fördubblas, så att driftsförråden rapporterar till Bengt Ragnarsson varje vecka. Om ovanstående åtgärder genomförs skulle aktiviteten *Väntan i DF* rimligtvis kunna reduceras till 7 dagar.

I teoriavsnittet kompletterades ovanstående åtgärder för tidsreduktion av Aronsson et al med några av Bjørnland et al:s principer, vilka diskuteras i nedanstående avsnitt.

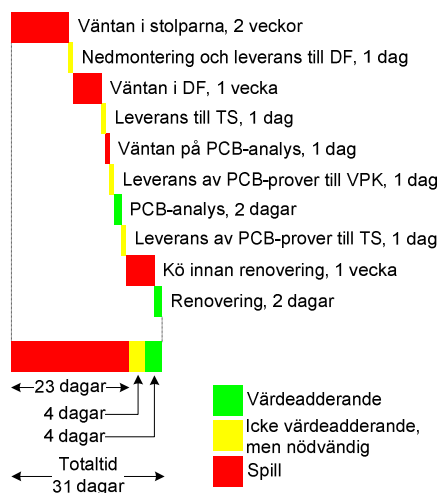
Reduktion eller anpassning till osäkerheterna: Författarna kan identifiera både osäkerheter relaterat till materialflödet och till kvantiteter. Till följd av att transformatorer inte plockas ner kontinuerligt samt att ansvariga för driftsförråden inte skickar transformatorer kontinuerligt till Transformator Service AB leder detta till osäkerhet inom materialflödet, specifikt gällande inleveranser till Transformator Service AB. Transformator Service AB känner inte till när transformatorer ska anlända utan de får inleveranser ad hoc. En lösning på detta problem är för det första att plocka ner transformatorer kontinuerligt efter de har tagits ur bruk. Det borde ligga i E.ON:s ansvar att kräva av sina entreprenörer att transformatorerna plockas ner och skickas till driftsförråden senast två veckor efter nätet tagits ur drift. På så vis får Transformator Service AB ett jämnare inflöde av transformatorer och kan hålla en jämn kapacitet. För det andra bör inte trasiga transformatorer stå i driftsförråden en längre tid utan bör transporteras mer frekvent, exempelvis så som driftsförrådet i Asarum hanterade saken. Förslagsvis bör de inte stå i driftsförråden längre än 7 dagar. Resultatet av åtgärden blir än en gång ett jämnare inflöde till Transformator Service AB. Osäkerheten kopplat till kvantiteter drabbar återigen Transformator Service AB. Trots att de har känsla för rådande efterfrågan av transformatorer hade bättre prognoser för efterfrågan underlättat för deras arbete. Då hade de kunnat planera sitt arbete bättre och renovera de transformatorer som det finns störst åtgång på. Således bör E.ON försöka, då det är möjligt, att lämna prognoser på kommande efterfrågan av transformatorer.

Omfördelning eller ökning av frekvenser: Tidigare i detta avsnitt diskuterades fördelen med mer frekventa transporter av transformatorer från *Gammalt nät* till *Driftsförråden* och från *Driftsförråden* till Transformator Service AB. Emellertid är det inte optimalt, ur ett ekonomiskt perspektiv, att transportera transformatorer styckvis. Således bör det finnas en jämvikt mellan nyttan av frekventa transporter och den ekonomiska aspekten. Ytterligare en aktivitet kan reduceras med denna åtgärd, *Väntan på PCB-provtagning*. Anledningen till att oljeproverna väntar 10 dagar innan de skickas vidare till Västerås PetroleumKemi AB är att Transformator Service AB väntar tills de har cirka 200 oljeprov. Om proverna hade skickats mer frekvent skulle en reduktion till 1 dag vara möjlig, vilket krävs för att Transformator Service AB skall hinna ta ett oljeprov och skicka det samma dag.

Förenkling av strukturer, system och arbetsprocesser: I detta avseende anser författarna att den största insatsen bör göras i form av att skapa ett gemensamt styrsätt för huvudentreprenörernas och entreprenörernas tillvägagångssätt som helhet. Handlingssätten måste standardiseras, men innan detta görs måste E.ON noga arbeta och diskutera igenom eventuella åtgärder innan dessa kommuniceras ut till berörda parter.

Bättre informationssystem: Där analysen bygger på Bjørnland et al. tre indelningar. Den första, *transaktionsförenkling*, tacklas på bästa sätt genom att använda ett gemensamt informationssystem där E.ON:s samarbetspartners samt E.ON själva samlar information om aktuell lagerstatus i driftsförråden samt på Transformator Service AB. På detta sätt reduceras också det mänskliga deltagandet i processerna. Detta informationssystem diskuteras vidare i avsnitt 6.4.2. Den andra aspekten, *substitution*, anser författarna vara svårare att genomföra till följd av att eventuella brister på transformatorer vid felavhjälpning eller vid projektering tenderar att bli oerhört kostsamma för E.ON. I synnerlighet efter den nya lagen trätt i kraft, eftersom E.ON blir återbetalningsskyldiga till sina kunder 24 timmar efter stilleståndet. Den sista aspekten, *systemkonsistens*, vilket innebär synkronisering av interna så väl som externa system, omnämns i korthet i avsnitt 6.4.2.

Ovanstående diskussioner och argument för att reducera tiderna för spillet i flödet resulterar i ett nytt ledtidanalysdiagram, se Figur 6.5. Förutom ovanstående nämnda metoder för tidsreduktion anser även författarna att aktiviteten *Kö innan renovering*, se Figur 6.4, bör kunna reduceras till 7 dagar. Samma förkortning som användes i Figur 6.4 används i Figur 6.5.



Figur 6.5 Ledtidanalysdiagram för en transformator från tidpunkten då spänningen bryts i elnätet tills den åter är redo att brukas, med ändringar i processen genomförda enligt författarnas förslag.

Enligt Figur 6.5 skulle tidsreduktionerna medföra en reduktion av den totala tiden i flödet med 143 dagar eller 82 %. Vidare skulle spillet endast utgöras av 23 dagar, ungefär 74 %, av den totala tiden i flödet mot som tidigare då spillet stod för 95 % av tiden. Mest anmärkningsvärt är att en transformator kan driftsättas efter 31 dagar jämfört med tidigare tidsåtgång på 174 dagar. Den tidsbesparing som förslaget ovan genererar, resulterar i reducerade inköpskostnader och sannolikt också minskade skrotningskostnader, eftersom inkuransen kommer att minska. Exakt hur stor denna besparing hade blivit är svårt att säga eftersom det fortfarande finns många okända faktorer, såsom E.ON:s totala antal transformatorer och hur många som är ur funktion och står och väntar på att bli skickade på renovering. Dock minskar tiden en transformator är ur funktion från ungefär 6 månader till 1 månad, vilket torde tyda på att det totala antalet transformatorer som väntar på renovering borde minska med 5/6 på sikt. En förhållandevis liten ökning av utflödet av transformatorer från Transformator Service AB bör dock kunna leda till stora kostnadsbesparingar på grund av det upptrappade priset på transformatorer.

6.4.2 Informationsutbyte

I dagsläget sker informationsutbytet mellan parterna i försörjningskedjan av begagnade transformatorer främst via transformatorkoordinatören Bengt Ragnarsson. Huvudentreprenörerna som driver driftsförråden och Lars Blomberg på Transformator Service AB rapporterar in status till Bengt Ragnarsson regelbundet över telefon, som den senare registrerar i en Excel-fil för att skapa sig överblick. Denna fil har dock ingen av de övriga inblandade parterna tillgång till. När behov uppstår får de ringa Bengt Ragnarsson som då koordinerar eventuella samarbeten mellan driftsförråden, beställer en renoverad transformator från Transformator Service AB eller levererar en ny ifrån E.ON Lager.

Det finns risker med att organisationer blir alltför beroende av enskilda individer, vilket författarna anser är fallet med Bengt Ragnarssons ställning inom E.ON. Den information och kunskap som Bengt Ragnarsson besitter finns till viss del dokumenterad i ovan nämnda Excel-fil, men ingen annan inom organisationen har insyn i Bengt Ragnarssons arbete. Information och kunskap skall vara dokumenterad och kommuniceras i företag eftersom företag blir alltmer kunskapsintensiva och humankapitalet är en betydande del av ett företags investeringar. Därför bör inte E.ON:s kontroll över dess transformatorer stå och falla med en person.

EDA med transformatorinformation

Under studien har flera parter uttryckt önskemål för ett gemensamt informationssystem, exempelvis av typen *EDA*, Electronic Data Access. Syftet med ett sådant system är att uppnå ett enklare samarbete med avseende på utlåning av transformatorer mellan driftsförråden och inblick i vad som finns att tillgå hos Transformator Service AB. En gemensam informationslösning skulle underlätta för de anställda vid driftsförråden att ta reda på vad som finns i lager hos de närliggande driftsförråden om behov skulle uppstå utanför ordinarie arbetstid. Om Transformator Service AB dessutom rapporterade in lagerstatus på renoverade transformatorer, det som i Figur 6.2 är betecknat FVL, skulle sannolikt benägenheten öka för projektbeställare att beställa en renoverad transformator istället för en ny. Eventuellt skulle informationssystemet även användas för beställning av renoverad transformator ifrån Transformator Service AB.

Behov och önskemål har framkommit under intervjuerna med intressenterna till ett eventuellt informationssystem. Exempelvis finns önskemål om transformatorinformation såsom spänning, effekt, storlek, möjlighet att sätta hjul. Under intervjun med Bengt

Abrahamsson, som är systemägare för nätberäkningssystemet Facil, förklarade han att all information om en transformator finns/skall finnas i Facil. Dock är inte Facil fullständigt uppdaterat och komplett med all nödvändig information i dagsläget. Det finns i dagsläget juridiska hinder för att kunna öppna upp delar av programmet till utomstående parter. Just nu pågår en process för att ändra på detta och Bengt Abrahamsson räknar med att en lösning på problemet utarbetas under våren 2007. Att nyttja Facils databas till informationssystem för lagersaldon skulle öka den totala systemkonsistensen inom E.ON, eftersom redan befintlig information skulle användas i ett nytt gränssnitt, i stället för att öka antalet databaser ytterligare. Ett problem med att det finns möjlighet att lägga in så mycket information i ett informationssystem är att vissa delar glöms bort eller struntas i av registreraren, vilket leder till att systemet är inkomplett och inte så användbart som det skulle kunna vara. Detta är ett problem som inte bara är aktuellt i registrering i Facil utan i alla informationssystem. Följden blir att ett informationssystem för transformatorer, oavsett om det är kopplat till Facil eller inte, är svårt att hålla uppdaterat och komplett, vilket minskar systemets användningsområden drastiskt. I dagsläget rapporterar inte alla driftsförråd in sin status till Bengt Ragnarsson enligt överenskommelse, vilket tyder på att berörda parter inte nödvändigtvis skulle rapportera in status till ett system när och så ofta de borde. Ju fler parter som har ansvar att rapportera in detaljer, desto större är risken att det inte sker på ett entydigt och fullständigt sätt.

Författarna har inte kommit fram till någon lösning om hur ett informationssystem skall var uppbyggt och vad det skall innehålla. Problemet visade sig vara mer komplext än vid första anblicken. Önskemålet om att göra lagerdata tillgänglig för berörda parter kvarstår dock.

6.4.3 Omkonfigurering

Omkonfigurering är, beskrivet i avsnitt 4.4.3, en metod att, genom att reducera antalet parter i en försörjningskedja och/eller flytta ansvaret för en viss aktivitet över företagsgränserna, reducera ledtiden. Inom E.ON försörjningskedja för begagnade transformatorer finner författarna inga möjligheter eller behov till att reducera antalet parter. Dock skulle omkonfigurering av ansvar kunna förenkla och effektivisera flödet något.

I nedmonteringsprocessen har montören i dagsläget inget specifikt ansvar att ta reda på och framföra information om skicket på transformatorerna. Om montören skulle få ta ansvar för att märka de trasiga transformatorerna vid felavhjälpning skulle risken för att en trasig transformator sätts in i det nya nätet minska samt förenkla renoveringsprocessen för Transformator Service AB.

Vid införandet av ett informationssystem för lagersaldo för Transformator Service AB och driftsförråden, som är beskrivet i 6.4.2, skulle beställningarna kunna skötas av projektbeställarna och driftsförrådsansvarig istället för att som i dagsläget skötas av dessa tillsammans med transformatorkoordinatören Bengt Ragnarsson och Transformator Service AB:s Lars Blomberg. Denna omkonfigurering bakåt i försörjningskedjan skulle sannolikt öka benägenheten att beställa en begagnad transformator istället för en ny och reducera Bengt Ragnarsson och Lars Blomberg arbete. Det skulle även kunna medföra en kortare beställningsprocess och därmed en minskad ledtid.

6.4.4 Samverkan

Försörjningskedjan av begagnade transformatorer karakteriseras i dagsläget av bristande kontroll, kommunikation och översikt. Stora likheter finns med det i avsnitt 4.6 beskrivna liknelsen med ”funktioner avdelade av murar”. Ett steg i processen att komma ifrån detta beteende vore att genom samarbete och kommunikation synkronisera försörjningskedjans aktiviteter för att kunna öka återanvändningen av begagnade transformatorer.

Den trånga sektorn i E.ON:s försörjningskedja av transformatorer är Transformator Service AB som, enligt avsnitt 5.5, har ett lager på cirka 150-200 trasiga transformatorer och ett lager av renoverade på cirka 70. I dagsläget har företaget inga direktiv om prioriteringen av renoveringar utan gör detta enligt deras egen uppfattning om behovet i försörjningskedjan. Det faktum att ett färdigvarulager existerar kan tyda på att de transformatorer som renoveras inte överensstämmer med efterfrågade typer.

Genom att informera Transformator Service AB om E.ON:s aktuella behov, med avseende på transformatorer, skulle en prioritering som bättre stämmer överens med behovet kunna göras. Transformator Service AB skulle därmed kunna få minskade lagernivåer och cykeltiderna för de begagnade transformatorerna som är mest efterfrågade skulle minska.

6.5 Förändringsprocessen

Syftet med detta examensarbete är som bekant att utreda, analysera och komma med förbättringsförslag till E.ON:s flöde av begagnade transformatorer. För att de förslag till förändring och förbättring som presenteras i detta kapitel skall genomföras på ett systematiskt och strategiskt sätt anser författarna att en struktur för detta förändringsarbete bör användas.

Kotters förändringsprocess, se avsnitt 4.5.1 specificerar på ett tydligt sätt alla delar som krävs för en genomgripande förändring inom en organisation. Även om alla åtta steg kanske inte är direkt applicerbara på E.ON:s hantering av transformatorer kan det vara sunt att åtminstone ta ställning till att det inte är så, efter att först ha tänkt igenom varje steg. Genom att agera enligt Demings *PDCA-cykel* eller Bergmans och Klefsjös *en förbättringscykel med innehåll* som är beskrivna i avsnitt 4.5.2 skulle E.ON få struktur att kontrollera sina aktiviteter för förändring. Målsättningen med detta tillvägagångssätt skulle vara att nå ett snabbare genomflöde av transformatorer och kunna vidta eventuella åtgärder om allt inte går enligt planerna. Det som skiljer dessa metoder från Kotters metod är betoningen på uppföljning och eventuella åtgärder som inte finns med i den senare metoden. Kotters innefattar endast steg *P* och *D* i PDCA, men har där utförliga instruktioner. Bergmans och Klefsjös utveckling av PDCA-cykeln är till viss del en kombination av dessa två arbetssätt, dock något omformulerade. Bergman och Klefsjös modell innehåller dock inte alla Kotters åtta steg i *P* och *D*, men har tre extra steg i *P* som kompletterar modellen, nämligen *Identifiera problem*, *Genomför problemanalys* och *Sök orsaker till problemen*.

6.5.1 Författarnas förslag

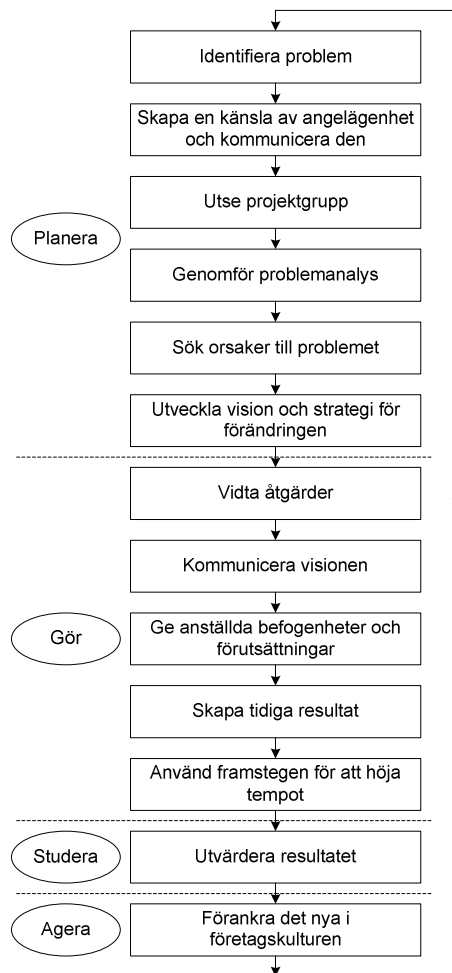
Att kombinera Kotters metod med Demings och Bergman och Klefsjös PDCA-cykler för att genomföra en förändring skulle enligt författarnas mening ge en strukturerad förändringsprocess med uppföljning. Dessutom ger dessa strukturer tydliga signaler att förändringsprocessen är en fortgående verksamhet. Ett exempel på hur en sådan kombination skulle kunna gå till återfinns i Figur 6.6 och är beskrivet steg för steg nedan:

1. *Identifiera problem:* I Kotters modell saknas något mycket viktigt, kanske för att Kotter anser det vara självklart, nämligen att problemet identifieras och specificeras. Denna studie initierades av att Mats Andersson, som är enhetschef på Anläggningsenheten inom E.ON, insåg att återanvändningsfrekvensen av begagnade transformatorer var så pass låg att det utgör ett problem.
2. *Skapa en känsla av angelägenhet och kommunicera den:* Mats Andersson kommunicerade sin ”känsla av angelägenhet” till författarna och gruppen av Gert Kristensson, Stefan Andersson och Peter Niklasson. Bengt Ragnarsson informerades av författarna till denna rapport, men de som verkligen kan påverka och behöver informeras, nämligen de anställda som dagligen arbetar operativt med transformatorer har inte informerats. För att känslan av angelägenhet skall förankras där den behövs som mest, det vill säga hos personalen längre ned i organisationsschemat bör representanter från dessa grupper vara delaktiga redan från början.
3. *Tillsätta en grupp som leder förändringen:* Genom detta examensarbets uppkomst har på ett sätt en grupp skapats, bestående av författarna, Gert Kristensson, Stefan Andersson, Peter Niklasson och Bengt Ragnarsson. Författarna har dock inga befogenheter att genomföra någon förändring utan har mest haft en undersökande funktion. De andra medlemmarna har enligt författarna för lite tid och resurser att ägna denna fråga tillräcklig uppmärksamhet. När denna förändringsprocess formellt sätt bör ta fart, i samband med presentationen av denna rapport, bör ansvar och befogenhet över detta arbete särskilt tilldelas en eller flera personer. Detta för att försäkra att ämnet inte faller mellan stolarna och att förändringsprocessen inleds omedelbart.
4. *Genomför problemanalys:* I det aktuella fallet har analysen ägnats flera månaders heltidsarbete. Bland annat har de mest berörda parterna intervjuats och flera workshops har hållits för att skapa en entydig bild av problemet. Resultatet kan sammanfattas i att E.ON behöver förbättra kontrollen av sitt transformatorflöde och öka genomflödet i försörjningskedjan.
5. *Utveckla vision och strategi för förändringen:* För att kunna motivera de anställda och de berörda parterna i försörjningskedjan behöver E.ON utveckla en vision och strategi så att alla steg i processen och åtgärder blir tydliga. De konkreta steg som författarna anser att E.ON bör ta är sammanfattade i avsnitt 6.9.
6. *Kommunicera visionen på ett sådant sätt att budskapet går fram:* Under studiens gång har författarna stött på flera exempel av tydliga brister i kommunikationen mellan olika delar av E.ON och deras samarbetsparter. Ett exempel på detta är det dokument innehållande skrotningskriterier som beskrivs i avsnitt 5.6.2 och i bilaga 4 som var ämnat att distribueras till alla E.ON:s projektbeställare men inte hade lämnat dess upphovsmans hårddisk. Ett annat exempel är att trots att ett mail med instruktioner om transformatorbeställningar hade skickats till alla projektbeställare under våren 2006, sade sig ingen av projektbeställarna ha fått några instruktioner, vilket är beskrivet 5.3.4. Detta torde vara ett tecken på att sprida information och kommunicera ut ett budskap inte är samma sak. För att undvika fler misstag inom detta område bör E.ON dra lärdom av dessa misslyckanden och använda andra och fler kanaler och/eller metoder för att kommunicera ut information.
7. *Ge anställda befogenheter och förutsättningar:* Bengt Ragnarsson har exempelvis befogenhet att styra transformatorflödet från Transformator Service AB till driftsförråden och till projekt. Dock kontaktar projektbeställarna Transformator

Service AB direkt i stället för att gå via Bengt Ragnarsson, se avsnitt 5.3.4 och 5.5.5, vilket ger intryck av att Bengt Ragnarsson inte har den ställning han behöver.

8. *Skapa tidiga resultat:* För att kunna se någon skillnad i flödet i dagsläget och efter en förändring blivit genomförd krävs mer mätdata som är insamlat över en längre period. Att ge Transformator Service AB fortsatt förtroende att föra statistik vore en enkel åtgärd eftersom de redan är insatta i uppdraget och de efterfrågade detaljerna. Genereras inte önskad förändring i genomflödet får de ansvariga på E.ON en varningssignal om detta, tack vare denna statistik, och får därmed vidta åtgärder. Införandet av det nya nätberäkningssystemet Facil, där ett 40-tal personer har arbetat i flera månader utan att resten av organisationen märker någon skillnad, är ett exempel på hur viktigt det kan vara med tidiga resultat. De personer författarna har varit i kontakt med inom E.ON har bristande förtroende för Facil, vilket kanske ytterligare försvårar den framtida processen att få systemet använt.
9. *Använda framstegen för att höja tempot:* Genom att visa att insatserna i förändringsprocessen ger resultat kan sannolikt E.ON motivera de inblandade parterna till ytterligare förbättringar.
10. *Utvärdera resultatet:* Att ständigt ta till sig information om processens ställning och resultat samt att analysera och utvärdera dessa är en av de viktigaste uppgifterna för ledningen av alla företag. Dock är det vanligt förekommande att detta ignoreras av olika anledningar. Eventuellt kan det bero på att resultaten inte är tillfredställande och att ledningen hellre sticker huvudet i sanden än tar itu med problemet. E.ON behöver ta sin statistik på allvar och ta ställning till hur detta skall kunna ändras. Kanske är satsningen lyckad eller så behöver nya strategier läggas fram.
11. *Förankra det nya i företagskulturen:* Genom att utföra de tio stegen ovan framgångsrikt och låta detta bli en standard kan E.ON behålla denna mer sparsamma inställning till hanteringen av sina transformatorer.

Eftersom utveckling är en kontinuerlig process börjar förbättringscykeln sedan om från början, förr eller senare. Förr om inte de elva stegen gav önskade resultat och nya förändringar bör göras och senare när förutsättningarna tids nog ändras.



Figur 6.6 Författarnas kombination av metoder för förändringsprocessen.

6.6 Funktioner avdelade med murar

Larsson och Ljungbergs bild av attityderna i en funktionsorienterad organisation eller en försörjningskedja, som finns i Figur 4.12, beskriver ganska tydligt attityder som författarna stött på, på olika håll i försörjningskedjan. Exempelvis finns inget stort förtroende för arbetet med Facil i organisationen på grund av att processen med att registrera elnätet i programmet dragit ut på tiden. Enligt Bengt Abrahamsson själv, som är systemägare, har systemet minst 6 månaders fördröjning i förhållande till verkligheten. En annan anledning till attityden att ”vi är bättre än de” är att E.ON har köpt upp ett antal mindre elbolag som nu arbetar under samma namn, men i många avseenden fortfarande ser ut som tidigare. Under telefonintervjuerna med projektbeställarna, beskriven i 5.3.4 Den sista åtgärden är *Uppdatera riktlinjer för den okulära besiktningen*, medgav flera att de arbetade vidare på samma sätt som de gjort tidigare trots att de nu tillhör ett annat bolag, eftersom ”det var bättre förr”.

Inställningen att ”vi är bättre än de” och att ”alla problem är någon annans fel” beror sannolikt på bristande helhetssyn och kunskap om andra delar av företaget. Detta i sin tur leder till suboptimering och försämrar möjligheterna till samarbete mellan de olika delarna av E.ON och de andra parterna i försörjningskedjan. Ett exempel på detta är att under

denna studies gång har skrotningskriterier diskuterats under Workshop 1 och 2 med utgångspunkt av det skrotningsdokument som finns återgivet i bilaga 4. 2006-12-08 fick författarna sedan ett mail från en projektbeställare i Nässjö via Peter Niklasson med ett bifogat dokument innehållande en checklista för skrotning av transformator, se bilaga 5. Denna checklista stämde ganska väl överens med de aspekter som diskuterats fram under de ovan nämnda workshops och var tydligare och mer strukturerat formulerad än förslaget av Stefan Andersson i bilaga 4. Användbar information finns alltså i organisationen, men nådde inte fram till ledningen. Anledningen till att författarna fick detta i ett mail var på grund av att projektbeställare Jan Pettersson mindes detta dokument när han tillfrågades om skrotningsrutiner i telefonundersökningen.

Figur 4.12 beskriver med all önskvärd tydlighet mentaliteten som författarna har stött på i olika delar i organisationen. Dessutom var alla som intervjuades medvetna om att de eventuellt skulle bli citerade och alltså inte skämdes över sin inställning till sina kollegor. Att ändra människors inställning är ett digert arbete, men E.ON gör nog bäst i att ta problemet på allvar och arbeta för att sprida information och ett gemensamt arbetssätt.

6.7 Förändringar i efterfrågan

Stormen Gudrun och den kommande satsningen KRAFTTAG orsakade en kraftig ökning av efterfrågan på transformatorer, både nya och begagnade. Nedan följer analys av appliceringen av teorierna om bullwhipeffekten och demand management på försörjningskedjan av begagnade transformatorer.

6.7.1 Bullwhipeffekten

Anledningar till bullwhipeffekten beror främst på tre orsaker, *uppdatering av behovsprognostisering*, *partibeställning* och *bristförsäkran*, se avsnitt 4.7.1. Analys av dessa faktorer inverkan på E.ON:s försörjningskedjan presenteras i avsnittet nedan.

I dagsläget finns två tänkbara effekter av bullwhipeffekten i E.ON:s försörjningskedja; rigorös lagerhållning och dålig prognostisering. Orsaken till dagens lagerhållning är, vilket diskuterats tidigare i analysen, risken för att få stillestånd i projekt eller transformatorbrist vid felavhjälpning. Dålig prognostisering drabbar främst Transformator Service AB, men som en följd även dess kund, det vill säga E.ON. Transformator Service AB har svårt att planera sin verksamhet till följd av att entreprenörerna plockar ner transformatorerna ad hoc från det gamla nätet och den långa väntan i driftsförråden. Detta medför att det inte blir ett jämt flöde av transformatorer in till Transformator Service AB. Ytterligare en bidragande orsak till att Transformator Service AB drabbas av dålig prognostisering är projektbeställarnas bristfälliga framförhållning vid beställningar. En del av projektbeställarna beställer transformatorer med god framförhållning, medan andra väntar tills de behöver en transformator omgående.

Uppdatering av behovsprognostisering: I dagsläget finns inte några prognoser från någon part i försörjningskedjan. Entreprenörerna utlovar i och för sig att plocka ner transformatorer från det gamla nätet inom en viss utsatt tid, men denna tidsperiod kan variera enormt. Trots att E.ON meddelas i form av rapporter från driftsförråden då transformatorer kommer in, så blir svängningarna störst längre bak i försörjningskedjan. Lars Blomberg får först reda på att transformatorer är på väg till Transformator Service AB strax innan de anländer, istället för att få den informationen vid nedmonteringstillfället. Denna förändring borde ge Lars Blomberg cirka tre veckors framförhållning. Den bristfälliga prognostiseringen kan förbättras om entreprenörerna plockar ner

transformatorerna kontinuerligt, vilket föreslagits tidigare i rapporten, samt genom att projektbeställarna, då det är möjligt, lägger transformatorbeställningar med bättre framförhållning.

Partibeställning: Transportfrekvensen av trasiga transformatorer från driftsförråden till Transformator Service AB har tidigare diskuterats, se *Tidsreduktion* i avsnitt 6.4.1, men är värd att omnämnas igen. Driftsförråden väljer att vänta med att skicka iväg transformatorer till Transformator Service AB i flera månader, på grund av att de vill skicka iväg ett parti transformatorer istället för enstaka. Dock leder detta till svängningar i försörjningskedjan, det vill säga Transformator Service AB drabbas av stora oregelbundna sändningar av transformatorer. För att förhindra dessa svängningar bör mer frekventa sändningar göras.

Bristförsäkran: Nuvarande brist på transformatorer har medfört en hamstring av transformatorer. Detta gäller inte bara inköpsavdelningen på E.ON, som har köpt alla transformatorer de kommit över, utan också att driftförråden ibland beställt fler transformatorer än vad de behöver. Anledningen till detta beteende är för att försäkra sig om att inte få en brist vid eventuella större felavhjälpningar.

6.7.2 Demand Management

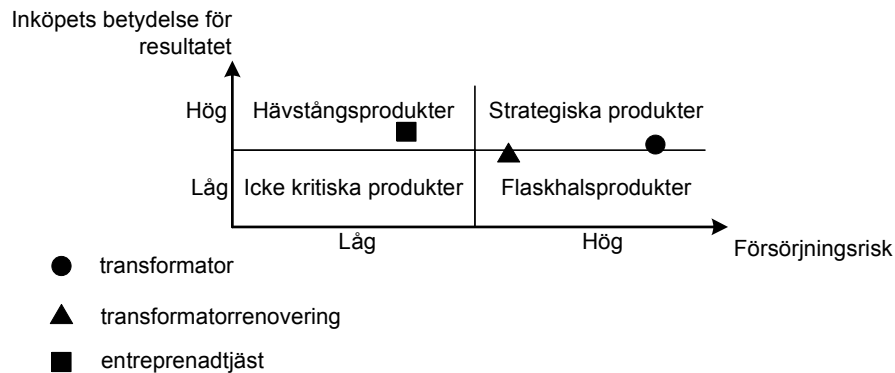
Bicheno gav en rad förslag för att utjämna efterfrågan, se avsnitt 4.7.2, vilka kommer att analyseras nedan.

Entreprenörerna använder *yield management* på E.ON, det vill säga E.ON får rabatt om de beställer tjänster inom ett visst datum. Entreprenören har sedan hela året på sig att projektera projekten och lämnar inte mycket information om när nybyggnationen verkligen ska ske. I E.ON:s fall anser författarna att rabatten försvårar deras situation, eftersom entreprenörerna har för stort inflytande och kan planera projekteringen utan E.ON:s vetskap. Konsekvenserna blir att vissa projekt blir brådskande på grund av dålig framförhållning från entreprenörernas sida. Då det är i tidsbrist i projekten används sällan Transformator Service AB utan projektbeställarna köper in nya transformatorer. I vissa fall är följaktligen inte rabatten värd de problem och komplikationer som rabattsystemet orsakar. Aleksandra Mihailovic anser att akuta transformatortransporter och extraarbete för E.ON:s personal och Transformator Service AB kostar mer än de 3% som sparas in initialt och författarna håller med. Därför bör E.ON mer noggrant beakta de negativa konsekvenserna som *yield management* innebär för dem.

Bicheno anser att svängningar bör mätas, rapporteras och spridas genom försörjningskedjan. Det vill säga då det förekommer stora avvikelser bör alla berörda parter informeras för att kunna agera på bästa sätt. Det bör alltså finnas en kontrollfunktion inom den aktuella försörjningskedjan som gör uppföljningar då det förekommit stora svängningar, vilket också diskuterades i avsnitt 6.5.1.

6.8 Leverantörsstrategier

Av de olika varor och tjänster som E.ON köper in i transformarhanteringen har författarna valt ut de varor/tjänster som är mest relevanta att placera in Kraljics matris: transformatorer, transformatorrenovering och entreprenadtjänster, se Figur 6.7. Trots att detta examensarbete är avgränsat för att endast behandla begagnade transformatorer är inköp av transformatorer med i matrisen för att belysa dess vikt.



Figur 6.7 De inköpta varorna och tjänsterna inom försörjningskedjan av transformatorer insatta i Kraljics matris.

Transformatorerna är för E.ON en produkt som placeras i gränslandet mellan *Flaskhalsprodukter* och *Strategiska produkter*. Priserna varierar mellan 25 000-130 000 kronor och transformatorerna är kritiska produkter för att säkra elförsörjningen, vilket gör det till en betydande produkt för E.ON. Att det för närvarande råder kapacitetsbrist hos världens transformatorleverantörer gör att försörjningsrisken är relativt hög. Eftersom transformatorinköp inte skall behandlas i denna rapport kommer detta inte kommenteras ytterligare.

Transformatorrenoveringen, alltså de tjänster som E.ON i dagsläget köper av Transformator Service AB är relativt billiga tjänster i förhållande till en transformators nypris. Exempelvis är det maximala renoveringsbeloppet 11 700 kronor för en 1250 kVA-transformator, vilket kan jämföras med nypris på cirka 130 000 kronor. Renoveringskostnaden är alltså cirka 9 % av nypriset. Transformator Service AB har konkurrenter, både i Sverige och utanför, varför försörjningsrisken inte är ansenlig.

Till *entreprenadtjänsterna*, som E.ON köper av de femton entreprenörer som arbetar med projekten, finns det många leverantörer att välja på, eftersom tjänsten är relativt enkel. Dock pågår stora investeringar i elnätet i Sverige, vilket gör att fler kunder konkurrerar om leverantörernas kapacitet. Dock kommer den största delen av KRAFTTAG:s budget på 12 miljarder kronor gå till entreprenörsarvode, vilket gör inköpets betydelse för resultatet till stor.

6.8.1 Författarnas förslag

Transformatorrenoveringen och entreprenadtjänsterna skall enligt Kraljics teori, som är beskriven i 4.8, köpas in enligt olika strategier.

Transformatorrenoveringen är en produkt i gränslandet mellan *Flaskhalsprodukt* och *Strategisk produkt*, se Figur 6.7 och E.ON får därför ta ställning till vilken strategi som bör användas. Antingen kan E.ON välja att söka andra leverantörer, så att tjänsten kan flyttas till vänster i matrisen eller inleda ett samarbete med leverantören som är brukligt för strategiska produkter. Transformator Service AB har under intervjuerna till den empiriska studien föreslagit samarbete om exempelvis utveckling av skrotningskriterier, enligt 5.6.2. Lars Blomberg har även lämnat förslag på fel som skulle kunna renoveras, vilket dock inte är möjligt med dagens ersättning. Värt att nämna är att försäljningen av tjänster till E.ON har pågått i flera år, men att författarna fick intrycket av att E.ON inte visat något tidigare intresse av ett samarbete.

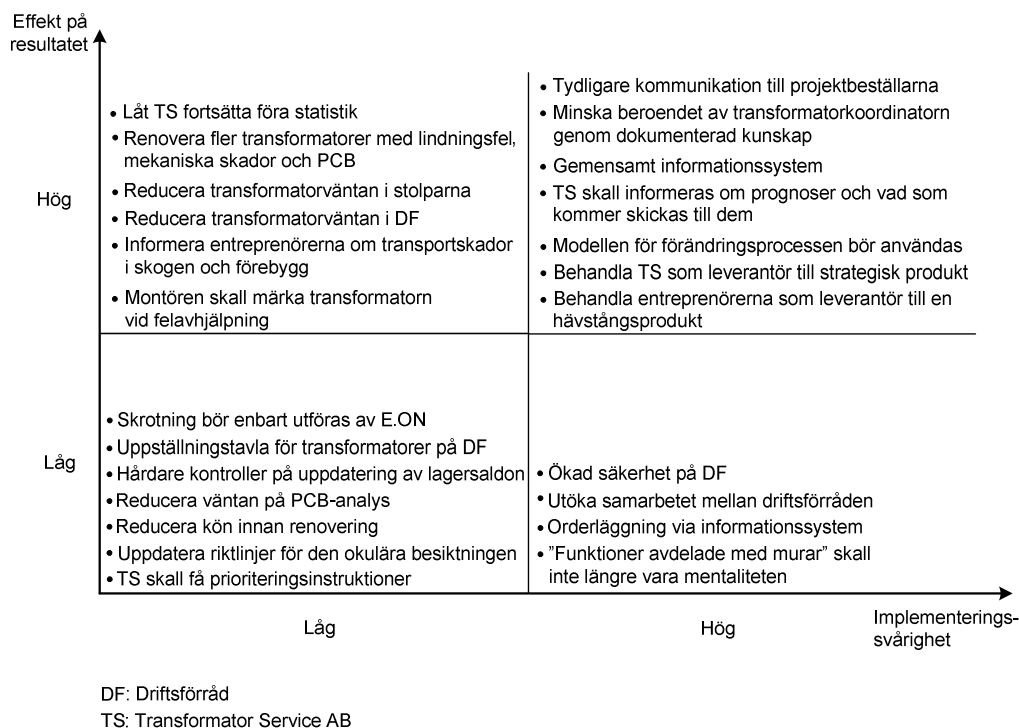
Vid inköp av entreprenadstjänsterna, som är av typen *Hävstångsprodukter*, har E.ON möjlighet att, genom att utnyttja sin storlek och konkurrensen på marknaden, förhandla om exempelvis priser och avtal. Efter att bland annat ha intervjuat ElektroSandbergs representant Joakim Svensson, se avsnitt 5.3.2, fick författarna intrycket av att precis det motsatta sker i dagsläget. Entreprenörerna styr relationen och projekten och genom att alla entreprenörer agerar på samma sätt, det vill säga kräver att själva få planera arbetet fritt över året, kan inte kunden genom att byta leverantör ändra på detta. Tidigare i analysen har författarna kommit med förslaget att montören, som är anställd av entreprenören, skall felmärka transformatorn, vilket alltså skulle innebära en utökning av dennes ansvar. Denna typ av krav skulle E.ON kunna ställa på entreprenörerna med tanke på den makt kunden faktiskt har gentemot leverantören vid inköp av *Hävstångsprodukter*. En annan åtgärd som har kommit fram under studien är att transformatorerna skall monteras ned inom någon vecka efter att spänningen har brutits i nätet, se avsnitt *Tidsstudier* i 6.4.1. För att uppnå denna förändring behöver E.ON ställa krav på entreprenören och även följa upp att detta genomförs inom utsatt tid.

6.9 Prioritering av åtgärdsförslag

I analyskapitlet av denna rapport har flera förslag lagts fram för hur E.ON skall gå tillväga för att erhålla ett ekonomiskt lönsamt flöde av begagnade transformatorer. Dessa är sammanfattade nedan och placerade i en matris i syfte att kunna prioriteras. I syfte att kunna jämföra och förstå förslagen har författarna beskrivit dem ur två perspektiv.

Det första perspektivet är implementeringssvårighet, vilket inte bara är en uppskattning av tid och resurser som kommer krävas. Bedömningen av ett förslags implementeringssvårighet baseras även på den känsla författarna har fått för E.ON:s förändringsvillighet. Det andra perspektivet är hur stor och viktig effekt åtgärden kommer att ge, både i avseende på denna studies målsättning och den allmänna nytta författarna anser att åtgärden kommer att ge företaget.

Åtgärderna har sedan delats in i fyra grupper baserad på de två perspektiven. I den första gruppen placeras åtgärder med liten implementeringssvårighet och stor effekt. Den andra gruppen karakteriseras av stor implementeringssvårighet och stor effekt. Till den tredje grupp hör åtgärder med liten implementeringssvårighet och liten effekt. Den fjärde gruppen innebär åtgärder med stor implementeringssvårighet och liten effekt. I Figur 6.8 är de fyra åtgärdsgrupperna sammanfattade grafiskt och en tydligare förklaring av de olika åtgärderna återfinns i avsnitt 6.9.1 till 6.9.4.



Figur 6.8 Författarnas gruppering av föreslagna åtgärder.

6.9.1 Åtgärdsförslag med stor effekt och liten implementeringssvårighet

Låt Transformator Service AB föra statistik: Att fortsätta med den statistiska undersökningen är en självklarhet för att ha möjlighet att mäta effekterna av förbättringsåtgärden och är därför en mycket viktig åtgärd. Vissa modifikationer av författarnas statistiska undersökning krävs, men insatsen är mycket liten.

Renovera fler transformatorer med lindningsfel, mekaniska skador och PCB: Åtgärden för denna rekommendation är relativt enkel, eftersom det enda som krävs är ett möte mellan E.ON och Transformator Service AB, där saken diskuteras. Den förväntade effekten är en ökning av renoveringskostnader och ett betydligt större utflöde av transformatorer från Transformator Service AB, vilket kommer att minska E.ON:s inköp av nya transformatorer.

Reducera transformatorväntan i stolparna: Genom att ställa hårdare krav på entreprenörerna kan tiden som en transformator behöver vänta i stolparna kraftigt reduceras. Effekterna blir en betydligt kortare genomloppstid för transformatorerna.

Reducera transformatorväntan i driftsförråden: Effekterna av detta förbättringsförslag förväntas bli som föregående åtgärd, det vill säga en kortare genomloppstid. Implementeringen bör inte vara svår, under förutsättning att berörda parter informeras tydligt. En avvägning gentemot transportkostnader krävs dock.

Informera entreprenörerna om skador vid transporter i skogen och förebygg: Genom att informera entreprenörerna om hur allvarliga skador ovarsam hantering kan medföra och instruera i hur en mer varsam hantering går till kan stora effekter erhållas. Dock kan ordentlig kommunikation krävas och likaså tuffare krav från E.ON, kunden, gentemot entreprenören, leverantören.

Montören skall märka transformatorn vid felavhjälpning: Detta torde vara en mycket enkel åtgärd. Effekten blir att inga defekta transformatorer monteras in i nätet.

6.9.2 Åtgärdsförslag med stor effekt och stor implementeringssvårighet

Tydligare kommunikation till projektbeställarna: Studien har konstaterat att kommunikationen mellan E.ON och projektbeställarna varit bristfällig. Denna åtgärd borde inte vara svår att ändra på, men författarna tror ändå att det behövs krafttag från E.ON:s sida. Om E.ON kommunicerar ut sitt budskap bättre kan detta medföra stor effekt på slutresultatet. Förhoppningen är att projektbeställarna ska använda sig av Transformator Service AB i större utsträckning, vilket resulterar i minskade inköpskostnader. Vidare kommer alla projektbeställare ha ett enhetligt arbetssätt, vilket är att föredra.

Minska beroendet av transformatorkoordinatören genom dokumenterad kunskap: Att dokumentera och sprida transformatorkoordinatörens kunskap, är en uppgift som är svår att ta sig an. Detsamma gäller dessutom för andra i liknande situation inom E.ON. Men riskerna med att låta det förbli oförändrat är alltför stora eftersom hela transformatorhanteringen står och faller med en person. Effekterna kommer inte att bli omedelbara som vid de andra åtgärderna, men säkerheten kommer att förbättras väsentligt inom företaget.

Gemensamt informationssystem: Ett gemensamt informationssystem för driftsförråd, E.ON Lager och Transformator Service AB skulle medföra stora förbättringar och möjligheter till minskade lagernivåer och liknande. Dock är uppgiften stor, svår, kostsam och svårunderhållen i framtiden.

Transformator Service AB skall informeras om prognoser och vad som kommer skickas till Hässleholm: För denna åtgärd krävs förutom framförhållning från projektbeställare, som skall ha kontroll på vilka transformatorer som nedmonteras, även ett mentalitetsskifte. E.ON:s personal måste se Transformator Service AB som en samarbetspartner. Effekterna kan bli stora och omedelbara eftersom de transformatorer som behövs kan hinna bli renoverade tack vare framförhållningen.

Modellen för förändringsprocessen bör användas: I avsnitt 6.5.1 har författarna gjort en sammanfattning av flera kända modeller för förändringsarbete, speciellt för E.ON. Denna process har många arbetsamma steg, varför implementeringssvårigheten klassas som hög. Om den används som sig bör medför den dock möjligheter att strukturerat genomföra en förändring, följa upp effekterna och ständigt förbättra verksamheten.

Behandla Transformator Service AB som leverantör till strategisk produkt: Att inleda ett samarbete med en part som tidigare endast klassades som leverantör innebär en hel del arbete under hela samarbetstiden. Dock är E.ON så beroende av denna part att vinsterna sannolikt blir betydande.

Behandla entreprenörerna som leverantör till en hävstångsprodukt: Till skillnad från åtgärden ovan anser författarna att entreprenörerna behandlas för försiktigt och att de ges för mycket makt. Att ändra på denna typ av relation är sannolikt svårt ur förhandlingssynpunkt men stora tidsvinster finns att göra på många områden i transformatorcykeln.

6.9.3 Åtgärdsförslag med liten effekt och liten implementeringssvårighet

Skrotning bör enbart utföras av E.ON: Denna åtgärd bör inte vara svår att implementera, eftersom det enda som behöver genomföras är att E.ON går ut med tydliga direktiv till

entreprenörerna. Resultatet i stort kommer inte att påverkas avsevärt, men författarna anser ändå att det är en viktig åtgärd, i synnerhet av miljömässiga skäl.

Uppställningstavla för transformatorer på driftsförråden: En sådan uppställningstavla kommer att underlätta det dagliga arbetet och överblicken på driftsförråden. Effekten på transformatorflödet är dock relativt liten. Däremot bör det vara en relativt enkel uppgift att genomföra på samtliga driftsförråd.

Hårdare kontroller på uppdatering av lagersaldon: Denna åtgärd är viktig trots att den inte har så stor effekt på slutresultatet. Uppdaterade och korrekta lagersaldon är en förutsättning för att ha bättre kontroll på driftsförråden. Den enda åtgärd som behöver vidtas är att se till att de ansvariga på driftsförråden verkligen sköter denna uppgift.

Reducera väntan på PCB-analys: Genom att Lars Blomberg minskar väntan för att skicka PCB-proverna kan genomloppstiden för transformatorerna minskas. Dock har denna minskning endast en mindre inverkan på slutresultatet, eftersom besparingen endast blir någon vecka, men är relativt lätt att implementera.

Reducera kön innan renovering: Samma resonemang gäller för denna förbättringsåtgärd som för förbättringsåtgärden *Reducera väntan på PCB-analys*.

Uppdatera riktlinjer för den okulära besiktningen: Genom att diskutera igenom vilka punkter som bör inkluderas vid den okulära besiktningen kan riktlinjerna bestämmas. Fördelen är att den okulära besiktningen genomförs med samma kriterier oberoende av vem som utför den. Dock kommer införandet av riktlinjerna inte ha någon stor effekt på det totala resultatet.

Transformator Service AB skall få prioriteringsinstruktioner: Istället för att som i dagsläget överlåta prioriteringen och planeringen av renoveringsarbetet på Transformator Service AB bör E.ON lämna instruktioner för hur de anser att renoveringen bör prioriteras. Antingen på ett övergripande sätt eller löpande. Denna åtgärd är relativt enkel och effekterna totalt sett blir ganska små.

6.9.4 Åtgärdsförslag med liten effekt och stor implementeringssvårighet

Ökad säkerhet på driftsförråden: Att vidta samma säkerhetsåtgärder på alla driftsförråd som på ElektroSandbergs driftsförråd i Malmö är oerhört kostsamt för E.ON. Trots att E.ON kan förhindra vandalisering på ett antal transformatorer tror författarna inte att det har en betydande effekt på slutresultatet.

Utöka samarbete mellan driftsförråden: Genom att ge driftsförråden större möjlighet och skyldighet att låna transformatorer av varandra vid akut behov minskar risken för brister. Införandet av ett informationssystem, se 6.9.2, skulle förenkla denna åtgärd.

Orderläggning via informationssystem: Under förutsättning att ett nytt informationssystem implementeras skulle funktionen orderläggning kunna inkluderas, så att kunderna lägger order i leverantörens system. Detta skulle förenkla något för projektbeställarna och transformatorkoordinatören samt kunna öka utnyttjandet av renoverade transformatorer. Dock kräver åtgärder ett kostsamt informationssystem med extra funktionalitet vilket inte kommer att generera stora förbättringar i transformatorflödet.

”Funktioner avdelade med murar” skall inte längre vara mentaliteten: På sikt kan det inte vara bra för ett företag att ha dålig stämning mellan de olika avdelningarna, men insatsen för att ändra på detta är mycket stor. Dock skulle information och förståelse för hur andra jobbar kunna ändra på mentaliteten författarna har stött på olika delar i organisationen. Resultaten blir dock svåra att mäta, varför effekten av åtgärden här klassas som liten.

7 Avslutande diskussion

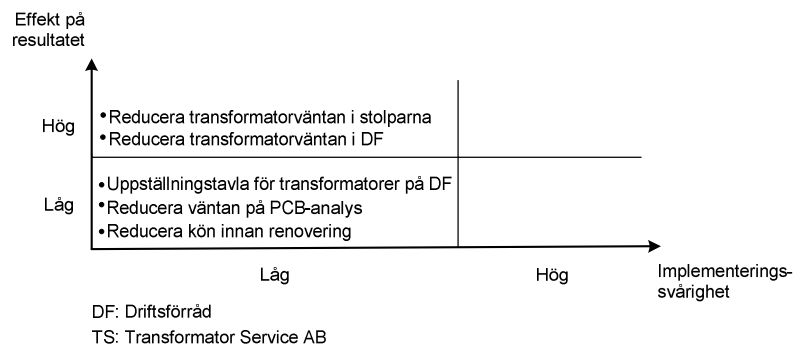
I detta kapitel sammanställs och diskuteras de åtgärdsförslag för hur E.ON ska förbättra sitt transformatorflöde i författarnas slutgiltiga rekommendation till E.ON. Resultatet stäms sedan av mot syfte och målsättning. Avslutningsvis diskuteras examensarbetets generaliserbarhet och förslag till framtida studier.

7.1 Rekommenderade åtgärder

Vissa problem framstod tydligt för författarna tidigt under studien medan andra har vuxit fram under arbetets gång. Antalet delproblem är stort, men detta leder samtidigt till en stor förbättringspotential hos E.ON varför författarna anser att transformatorflödet kan komma att fungera bättre inom en snar framtid. Något som dock krävs för en förändring av dessa mått är en förändringsvilja och en allmän önskan om förbättring. Om dessa egenskaper finns hos E.ON återstår att se men denna rapport är i alla fall ett första steg.

De åtgärdsförslag som är presenterade i kapitel 6 och är summerade och prioriterade i avsnitt 6.9 diskuteras nedan. Förslagen är indelade efter de fem problemområden som har identifierats under examensarbetet, där fyra är specifika och det femte är mer strategiskt övergripande. Endast de åtgärdsförslag som författarna anser kommer att ge utdelning i proportion till arbetsinsats är inkluderade, varför bland annat åtgärderna i gruppen *Liten effekt på resultatet / Stor implementeringssvårighet* är exkluderade. Åtgärdernas primära och sekundära resultat diskuteras samt risker och möjligheter som hör därtill.

7.1.1 Cykeltiden är för lång



Figur 7.1 Ett urval av åtgärdsförslagen som syftar till att lösa problemet att cykeltiden är för lång, beskrivna med avseende på implementeringssvårighet och effekt.

Att cykeltiden för en transformator är för lång har påvisats under examensarbetets gång. Författarna har föreslagit relativt enkla metoder och åtgärder för att reducera cykeltiden markant. Då dessa åtgärder och metoder brukas kommer fler transformatorer komma tillbaka i bruk snabbare vilket kommer att resultera i minskade inköpskostnader. Detta är en följd av att E.ON kommer ha behov av färre transformatorer totalt sett än i dagsläget eftersom färre är ur funktion.

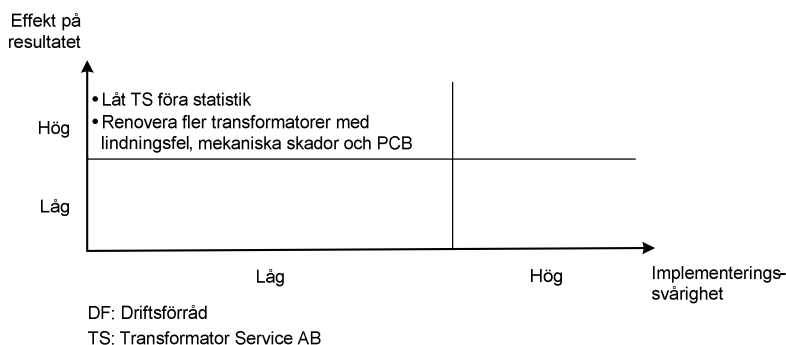
Åtgärderna *Reducera transformatorväntan i stolparna* och *Reducera transformatorväntan i driftsförråden* anser författarna att E.ON bör behandla omgående för att uppnå bästa

resultat. Förhoppningen är att då dessa åtgärder vidtas kommer ett snabbt resultat att genereras. Den första åtgärden kommer i synnerhet att utgöra en betydande faktor för slutresultatet, eftersom den kan inbringa stora tidsbesparingar. Dock ser författarna en svårighet i denna fråga. Problemet med långa cykeltider uppmärksammades på ett tidigt stadium under examensarbetets gång och åtgärder skulle vidtas omedelbart, men detta har E.ON inte levt upp till. Detta är en svaghet som E.ON måste förbättra, det vill säga att verkligen genomföra förändringen så som den var tänkt och så snart som möjligt eftersom slöseriet dessa problem medför ökar med tiden. En betydelsefull aspekt i detta avseende är enligt författarna att resultatet förväntas komma omgående efter åtgärderna tillämpats. Denna förväntan att *skapa tidiga resultat* är en av punkterna som presenterats i förändringsprocessen, se avsnitt 6.4.1. Där beskrevs den positiva effekt som skapas av att kunna uppvisa ett tidigt resultat. Således stärks resonemanget av förändringsprocessen, vilket medför att författarna anser att E.ON bör lägga mest fokus på de två ovannämnda aktiviteterna, då avsikten är att reducera cykeltiden.

Övriga tre åtgärder, *Reducera väntan på PCB*, *Reducera kön innan renovering* och *Användandet av en uppställningstavla för transformatorer på driftsförråden*, anses inte medföra en markant reduktion av cykeltiden i förhållande till föregående grupp. Detta gäller speciellt den sistnämnda åtgärden med uppställningstavla. Således ska inte dessa åtgärder prioriteras av E.ON på kort sikt eftersom de inte kommer att reducera den totala cykeltiden markant. Dock kan dessa generera ytterligare förbättringar när cykeltiden reducerats. Uppställningstavlan ger ordning och reda och gynnar åtgärden *Reducera transformatorväntan i driftsförråden* något. Vinsterna med den är inte stora, men det finns ingen anledning att vänta.

De två förstnämnda åtgärderna, tidsreduktion av transformatorväntan i stolparna och i driftsförråden, kräver en stor insats av E.ON i form av att noga och tydligt kommunicera ut förändringarna till sina samarbetspartners. E.ON själva ska inte delta i insatserna, utan det är entreprenörer, huvudentreprenörer och Transformator Service AB som förväntas ändra sina rutiner, insatser i arbetet, samt att utföra det operativa arbetet. För att detta verkligen ska åstadkommas måste parterna noga informeras om vilka förändringar som är nödvändiga och hur de ska genomföras. Vidare måste åtgärderna följas upp för att kontrollera så att de verkligen efterföljs, vilket betonas i förändringsprocessen i avsnitt 6.4.1.

7.1.2 Transformatorer skrotas i onödan



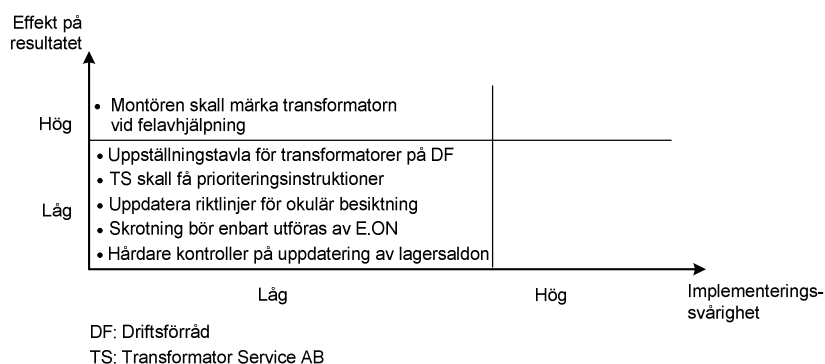
Figur 7.2 Ett urval av åtgärdsförslagen som syftar till att lösa problemet att transformatorer skrotas i onödan, beskrivna med avseende på implementeringssvårighet och effekt.

En slutsats författarna har kommit fram till under examensarbetets gång är att transformatorer stundtals skrotas i onödan. Bestämmelserna för vilka renoveringsåtgärder som Transformator Service AB ska utföra är inte uppdaterade efter dagens förutsättningar vilket leder till att relativt nya transformatorer skrotas istället för att renoveras till en kostnad som är liten i jämförelse med nypris.

Två av åtgärderna som presenterades i avsnitt 6.9.1 skulle kunna motverka detta problem; *Renovera fler transformatorer med lindningsfel, mekaniska skador och PCB* och *Låt Transformator Service AB fortsätta föra statistik*. Båda åtgärderna är inom gruppen *Stor effekt/liten implementeringssvårighet*, vilket är den ultimata åtgärdsgruppen för E.ON. Författarna råder därför E.ON att genast ta itu med problemet genom dessa två åtgärder. Som många av de andra åtgärderna författarna har föreslagit ligger det operativa ansvaret på en annan part, nämligen Transformator Service AB, vilket ytterligare underlättar implementeringen för E.ON. Något som dock kommer att krävas av E.ON är tydliga direktiv gentemot Transformator Service AB samt ett samarbete för att ta fram riktlinjer för en mer utförlig renovering av nya transformatorer än i dagsläget.

För att dessa åtgärder skall ge något faktiskt värde till E.ON och åstadkomma en ökning av transformatoråteranvändningen måste företaget ta itu med uppdateringen av renoveringskostnader och det snarast. Detta problem identifierades tidigt under examensarbetets gång av författarna tillsammans med Stefan Andersson på E.ON. Dock har cirka tre månader gått och ingenting har gjorts åt problemet. Detta understryker de faktiska svårigheterna med förändring inom organisationen E.ON, eftersom en liten insats krävs i relation till behållningen, men ändå har ingenting hänt. Att få Transformator Service AB att fortsätta föra statistik anser författarna är en lättare åtgärd att genomföra än att utöka renoveringsgraden, men för att den ska ge någon behållning behöver statistiken användas och granskas av E.ON. Författarna anser att denna statistik är en bra måttstock för om läget förbättras eller inte, men anledningen till att föra statistik är ju att dra slutsatser av dess data och vidta åtgärder, vilket det i dagsläget finns risk att ingen tar ansvar för. Om åtgärderna vidtas av E.ON kan stora summor sparas i inköpskostnader med något ökade renoveringskostnader. I förlängningen kan detta ökade samarbete med Transformator Service AB eventuellt medföra att fler förbättringsförslag når E.ON om E.ON visar intresse.

7.1.3 Behov av riktlinjer och rutiner



Figur 7.3 Ett urval av åtgärdsförslagen som syftar till att lösa problemet att det finns ett behov av riktlinjer och rutiner, beskrivna med avseende på implementeringssvårighet och effekt.

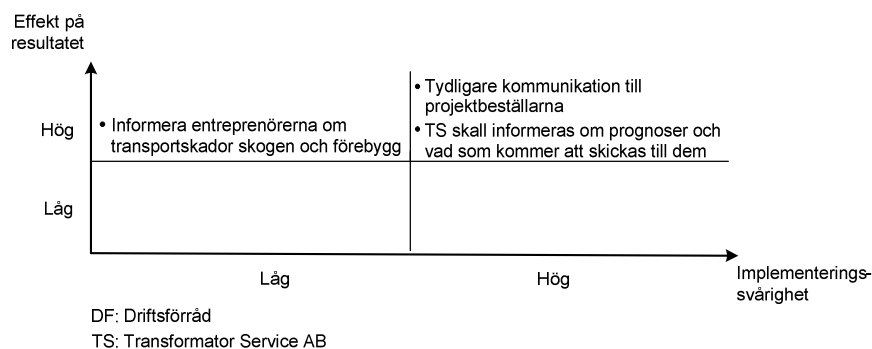
I ett tidigt stadium av examensarbetet uppmärksammande författarna att det fanns tydliga brister i hur E.ON handhar riktlinjer och regler för styrningen av transformatorerna. Detta gäller både interna såsom externa styrprinciper.

Sex åtgärder kan hänföras till denna gruppering, se Figur 7.3. Emellertid är det endast en av åtgärderna som kommer att generera en stor effekt, utan att kräva alltför stora ansträngningar av E.ON. Denna åtgärd är att *Montören skall märka transformatorn vid felavhjälpning*. Författarna anser att det finns goda möjligheter till att lyckas genomföra denna åtgärd på kort sikt med ett resultat som är långsiktigt ihållande. För att uppnå ett önskat resultat med märkningen krävs att E.ON informerar och kommunicerar önskad åtgärd och utförande till sina entreprenörer. Med tanke på den maktställning som entreprenörerna har och utövar på E.ON är det extra viktigt att denna åtgärd läggs fram på ett sådant sätt så att vederbörande förstår innebörden av dem. Ännu en gång återfinns argumenten för dessa punkter i den förändringsprocess som beskrev i avsnitt 6.4.1.

Resterande åtgärder, de som har *Låg effekt på resultatet / Låg implementeringssvårighet*, bör E.ON ta itu med i ett senare skede, eftersom författarna anser att de trots allt har relativt stor betydelse. Åtgärden *TS ska få prioriteringsinstruktioner* kommer vara väsentlig då Transformator Service AB har ett större inflöde än i dagsläget, vilket är ett tänkbart framtida scenario. Om inte instruktionerna vidtas kan följderna bli att Transformator Service AB prioriterar fel, vilket resulterar i att de inte kan möta efterfrågan tillfredställande. I slutändan drabbar detta E.ON som tvingas köpa in fler transformatorer vilket ökar deras inköpskostnader. Samma motivering kan användas för åtgärden *Uppdatera riktlinjer för den okulära besiktningen*. Transformatorerna ägs av E.ON och då borde de säkerställa en miljögodkänd skrotning, med andra ord åtgärden *Skrotning bör endast utföras av E.ON* ska tillämpas för att målsättningen ökad kontroll skall uppnås. I dagsläget löper E.ON en risk att försena felavhjälpningen till följd av att uppdateringen av lagersaldon på driftsförråden fungerar dåligt. Detta resulterar i en ökad kostnadspost för ersättning till kunder. Därför bör E.ON införa *Hårdare kontroller på uppdatering av lagersaldon*. Den åtgärd som antas bidra minst till det slutgiltiga resultatet är *Uppställningstavlan för transformatorer på driftsförråden*, eftersom resultatet endast är bättre översyn och enhetlighet.

Författarna anser att avsaknaden av riktlinjer leder till en försämrad elförsörjning till kunderna. Då en transformator bedöms olika i fall till fall finns risken att vissa fel inte uppmärksammas och transformatorn tas i bruk trots att den inte är funktionsduglig. Genom att en uppdatering av riktlinjerna kan E.ON höja sin servicenivå ut till kund. När eller om dessa åtgärder med *Låg effekt på resultatet / Låg implementeringssvårighet*, genomförs är upp till E.ON, men författarna rekommenderar alltså E.ON till en framtida översyn av dessa aktiviteter och tror att de är genomförbara på lång sikt.

7.1.4 Kommunikation och informationsspridning är ett generellt problem



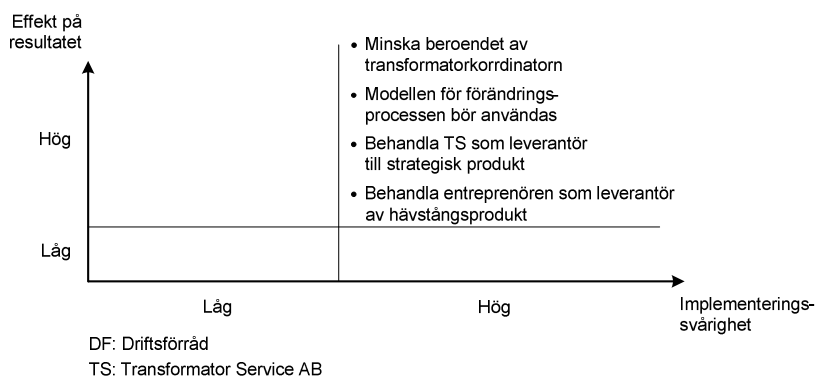
Figur 7.4 Ett urval av åtgärdsförslagen som syftar till att lösa problemet med kommunikation och informationsspridning, beskrivna med avseende på implementeringssvårighet och effekt.

Under examensarbetet har författarna gång på gång stött på exempel på att kommunikation och informationsspridningen inte fungerar tillfredställande inom E.ON. Åtgärdsförslagen som behandlar detta problem är sammanfattade i Figur 7.4.

Åtgärden *Informera entreprenörerna om transportskador i skogen och förebygg* som tillhör gruppen *Stor effekt / liten implementeringssvårighet* bör kunna rädda några transformatorer per år från skrotning till en mycket liten kostnad. Det som dock krävs är att E.ON har kunskap om hur transporterna sköts på bästa sätt och sedan kan förmedla detta till entreprenörerna. Eventuellt räcker inte bara information och utbildning utan formella krav kan behöva ställas, vilket hör ihop med strategin hur entreprenörer skall behandlas, beskrivet i avsnitt 7.1.5.

Två åtgärder för att förbättra informationsspridningen tillhör gruppen *Stor effekt / stor implementeringssvårighet*; *Tydligare kommunikation till projektbeställarna* och *Transformator Service AB skall informeras om prognoser och om vad som kommer skickas till Hässleholm*. För att dessa åtgärder skall ge någon effekt krävs en medveten strategi för hur E.ON skall gå tillväga och att arbetet med detta blir en rutin. För det första av dessa två förslag kan personen som är ansvarig över projektbeställarna behöva visa mer auktoritet eller på annat sätt försäkra sig om att dessa att tar till sig information. Den andra åtgärden kan generera snabba resultat om E.ON lyckas ge Transformator Service AB den framförhållning som krävs. Något som kan leda till att de tillfredställande beställningarna av renoverade transformatorer leder till ett större förtroende för Transformator Service AB hos projektbeställarna och att utnyttjandet av renoverade transformatorer ökar ytterligare.

7.1.5 Behov av förändringar av strategi



Figur 7.5 Ett urval av åtgärdsförslagen som syftar till att lösa problemet angående behovet av en förändring av strategi, beskrivna med avseende på implementeringssvårighet och effekt.

I organisationen kring transformatorhanteringen har författarna funnit problem på en strategisk nivå, se Figur 7.5. Åtgärderna som rör dessa problem hanterar endast transformatorhanteringen indirekt och tillhör gruppen *Stor effekt / stor implementeringssvårighet*.

Den *Modell för förändringsprocessen* författarna har tagit fram kan ses som en samling viktiga begrepp att iakta vid genomförandet av en förändring. Att sköta förändringsprocessen på ett så strukturerat sätt kräver ett åtagande vilket författarna inte tror att E.ON har möjlighet till, men det kan trots allt finnas delar i modellen E.ON kan ha nytta av att utföra separat. Andemeningen med modellen är dock de fyra stegen *Planera, Gör, Studera* och *Agera* som betonar behovet av uppföljning och utvärdering vilket E.ON skulle ha mycket att vinna på att införa, eftersom åtgärdsförslagen som är presenterade i detta avsnitt har stora möjligheter till förbättring men behöver utvärderas för bästa möjliga resultat.

Att *Minska behovet av transformatorkoordinatören genom dokumenterad kunskap* skulle inte ge några direkta vinster med avseende på transformatoråteranvändning, men att inte göra någon förändring anser författarna är alltför riskfyllt. De långsiktiga vinsterna med denna åtgärd är att synergieffekter kan erhållas av två eller flera medarbetare som kompletterar varandra. Det finns sannolikt ansvar och arbetsuppgifter som inte lämpar sig för uppdelning, men det viktigaste på lång sikt är att flera personer har insyn och dokumenterar kunskapen för att andra medarbetare skall kunna lära sig arbetet i framtiden.

Författarna anser att E.ON bör *Behandla Transformator Service AB som en leverantör till en strategiskt viktig produkt* och därmed samarbeta mer än i dagsläget. Detta är nämnt tidigare som en bisats i 7.1.2 men bör understrykas ytterligare. Tack vare en intervju och några extra telefonsamtal har författarna fått flera förslag på förändringar i transformatorhanteringen som skulle gynna både E.ON och Transformator Service AB. Intrycket författarna har fått är att ingen tidigare har visat intresse för någon förändring, varför inte Transformator Service AB har delat med sig av sina kunskaper. Vid ett tätare framtida samarbete kan sannolikt fler förbättringsförslag framkomma. För att denna åtgärd skall ge utdelning anser författarna att en medveten satsning krävs från både E.ON:s sida och Transformator Service AB sida. Åtgärden är inte svår eller resurskrävande i sig, men mentaliteten författarna har mött inom E.ON tyder på att det kommer att krävas en stor förändring och ett annat sätt att tänka.

Flera mindre implementeringssvåra åtgärder innefattar entreprenörerna och sammanfattande för dessa är att E.ON bör *Behandla entreprenörerna som leverantörer av hävstångsprodukter*. Med detta menas att högre krav bör ställas på entreprenörerna och att dessa krav uppfylls enligt E.ON:s önskemål bör följas upp. Följderna av denna åtgärd kan vara allt ifrån ökade kostnader för entreprenörstjänster, vilket är att vänta, till att entreprenörerna inte accepterar eller negligerar E.ON:s önskemål vilket kan skada relationerna.

7.2 Avslutande reflektioner

Syftet med examensarbetet har varit att kartlägga och begripa flödet av begagnade transformatorer samt att lägga fram förslag till förbättring. Detta har lett till en intressant och mångfacetterad uppgift för författarna av denna rapport med många givande möten och diskussioner. Författarnas förbättringsförslag har varit många och att prioritera och analysera dessa blev en diger uppgift. Dock finner författarna att rapporten har uppnått sitt syfte genom beskrivning av nuläget och en samling åtgärdsförslag.

Denna studie är specifik för E.ON Elnät Sverige AB:s behov och verksamhet och är därför inte generaliserbar i sin helhet. Dock finns det sannolikt möjlighet att applicera vissa åtgärdsförslag på organisationer med liknande verksamhet.

Under uppdragets gång har intressanta frågeställningar väckts som inte ryms inom examensarbetets avgränsningar.

- Att ett informationssystem för E.ON:s samlade transformator tillgångar skulle vara användbart konstaterades på ett tidigt stadium. I dagsläget finns inget sätt att lokalisera transformatorerna och att dokumentera dess geografiska position manuellt, vilket sker i dagsläget, medför stora risker. Därför anser författarna att det vore lämpligt att undersöka möjligheten att förse transformatorerna med någon typ av sändare för att på så sätt enkelt kunna spåra alla transformatorer.
- Detta examensarbete är avgränsat till att endast behandla transformatorhanteringen inom E.ON. För att få ett vidare perspektiv och nya infallsvinklar skulle fokus kunna vidgas till att innefatta en benchmarking-studie. Eftersom flera andra elbolag i Sverige också investerar i nybyggnation just nu borde begagnade transformatorer medföra problem även där.

Referenser

Skriftliga källor

- Alaküla, Mats; Gertmar, Lars och Samuelsson, Olof (2004) *Elenergiteknik*. KFS AB. Lund
- Alfredsson, Alf (1994) *Elkraft*. Andra upplagan. Liber AB. Stockholm
- Andersson, Ib (1998) *Den uppenbara verkligheten*. Studentlitteratur. Lund
- Arbner, Ingemar och Bjerke, Björn (1994) *Företagsekonomisk metodlära*. Andra upplagan. Studentlitteratur. Lund.
- Aronsson, Håkan; Ekdahl, Bengt och Oskarsson Björn (2003) *Modern logistik – för ökad lönsamhet*. Liber AB. Lund
- Bell, Judith (1995) *Introduktion till forskningsmetodik*. Andra upplagan. Studentlitteratur. Lund.
- Bergman, Bo och Klefsjö, Bengt (2001) *Kvalitet från behov till användning*. Studentlitteratur. Lund
- Bicheno, John (2004) *The new lean toolbox - forwards fast, flexible flow*. PICSIE Books. Buckingham.
- Bjørnland, Dag; Persson, Göran och Virum, Helge (2003) *Logistik för konkurrenskraft – ett ledaransvar*. Liber AB. Malmö
- Burkholder, Vel Rae (1983) “Cost reduction program through the use of the Gantt chart”. *Int. J. Hospitality Management*. Vol. 2 No. 3 1983. Sid 153-155.
- Gummesson, Evert (1985) *Forskare och konsult – om aktionsforskning och fallstudier i företagsekonomi*. Studentlitteratur. Lund.
- Holme, Idar Magne och Solvang, Bernt Krohn (1997) *Forskningsmetodik – Om kvalitativa och kvantitativa metoder*. Andra upplagan. Studentlitteratur. Lund.
- Jones, Christopher V (1988) “The Three-Dimensional Gantt Chart”. *Operations Research*. Vol 36 No 6 1988. Sid 891-903
- Lee, Hau.L; Padmanabhan, V och Whang, Seungjin (1997) “The Bullwip Effect in Supply Chains”. *Sloan Management Review*. Spring 1997. Sid 93-102
- Ljungberg, Anders och Everth Larsson (2001) *Processbaserad verksamhetsutveckling*. Studentlitteratur. Lund
- Lumsden, Kenth (1998) *Logistikens grunder*. Studentlitteratur. Lund
- Mattsson, Stig-Arne (2002) *Logistik i försörjningskedjor*. Studentlitteratur. Lund

- Mattsson, Stig-Arne (2001) *Effektivisering av materialflöden i supply chains*. Växjö universitet. Växjö
- Merriam, Sharan B (1994) *Fallstudien som forskningsmetod*. Studentlitteratur. Lund.
- Patel, Runa och Davidson, Bo (1994) *Forskningsmetodikens grunder - Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Andra upplagan. Studentlitteratur. Lund
- Persson, Virum (1996) *Logistik för konkurrenskraft*. Liber-Hermod. Malmö
- Schary, Philip och Skjøtt-Larsen, Tage (2001) *Managing the Global Supply Chain*. Andra upplagan. Copenhagen Business School Press. Köpenhamn
- Svenning, Conny (2003) *Metodboken*. Femte upplagan. Lorentz Förlag. Eslöv
- Thurén, Torsten (1991) *Vetenskapsteori för nybörjare*. Första upplagan. Liber AB. Stockholm
- Van Weele, Arjan (2005) *Purchasing & Supply Chain Management*. Fjärde upplagan. Thomson Learning. London
- Wallén, Göran (1993) *Vetenskapsteori och forskningsmetodik*. Studentlitteratur. Lund.
- Whitaker, Jerry C (1999) *AC Power Systems Handbook*. Andra upplagan. CRC PressLLC. Boca Raton.

Muntliga källor

- Abrahamsson, Bengt, *Systemägare för FACIL*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-10
- Alsenmyr, Bo, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-09
- Andersson, Leif, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-09
- Andersson, Magnus, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-15
- Andersson, Mats, *Enhetschef på Anläggningsenheten*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-04-19
- Andersson, Stefan, *Inköpare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-09-06, 2006-10-18, 2006-10-19 och 2006-12-04
- Arvidsson, Lars, *Västerås PetroleumKemi AB*, 2006-11-24
- Axelsson, Claes, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-08
- Axelsson, Daniel, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-12
- Blomberg, Lars, *Ägare till Transformator Service AB*, 2006-08-26, 2006-09-26, 2006-11-24, 2006-11-30 och 2006-12-04
- Göransson, Mats, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-09
- Hermansson, Åke, *Anställd på driftsförrådet i Asarum*, Fortum, 2006-09-26

Ipsen, Peter, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-10

Ivarsson, Sven-Ove, Fortum, 2006-11-27

Jansson, Bengt-Olov, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-14

Johansson, Gunnar, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-09

Johansson, Johnnie, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-09

Karlsson, Peter, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-10

Kristensson, Gert, *Projektchef på Anläggningsenheten*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-08-28, 2006-09-04 och 2006-09-15

Lagerbratt, Sture, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-09

Ljungberg, Anders, VD, Trivector LogiQ AB, 2005-09-05, Industriell ekonomi vid LTH, Processbaserad verksamhetsutveckling MTT 230, Föreläsning 1

Lundberg, Johnnie, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-09

Magnusson, Bosse, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-04

Mihailovic, Aleksandra, *Controller*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-10-01

Möller, Allan, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-14

Netz, Lars-Göran, *Inköpare på Anläggningsenheten*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-10-05

Niklasson, Peter, *Ledningsansvarig på Anläggning/Projekt*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-08-28 och 2006-12-01

Nilsson, Lennart, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-01, 2007-01-12

Nyman, Per-Olof, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-09

Olsson, Hans G, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-08

Olsson, Johnnie, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-08

Pettersson, Jan, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-08

Ragnarsson, Bengt, *Transformator Koordinator*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-09-06, 2006-11-27 och 2006-12-07

Sjodin, Magnus, *Anställd på driftsförrådet i Malmö*, ElektroSandberg, 2006-09-28 och 2006-11-10

Sten, Jörgen, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-08

Styf, Tomas, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-13

Svenningsson, Henrik, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-12

Svensson, Joakim, *ElektroSandberg*, 2006-11-10

Svensson, Lars-Göran, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-09

Åkerblom, Martin, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-09

Öiås, Anna-Lena, *Projektbeställare*, E.ON Elnät Sverige AB, 2006-11-08

Elektroniska källor

ATIS (2007-01-29) <http://www.atis.org/tg2k/>

E.ON (2006-09-14) <http://www.eon.se/templates/StartPageCategory.aspx?id=39225>

E.ON (2006-09-20) <http://www.eon.se/templates/InformationPage.aspx?id=72945>

E.ON (2006-10-05) <http://www.eon.se/templates/InformationPage.aspx?id=38633>

E.ON (2006-10-05) <http://www.eon.se/templates/InformationPage.aspx?id=39049>

Stena Gotthard AB (2006-11-23)

<http://www.stenametall.com/Swedish/Companies/Stena+Gotthard+AB/Products+and+Services/Transformatorer/>

Svensk författningssamling 9 a § (2006-09-20)

http://www.elit2006.se/contents/%5B0010%5D_Lagar/Ellag.htm

Transformator Service AB (2006-11-17)

<http://www.transformatorservice.se/tranformatorservice.pdf>

Västerås PetroleumKemi AB (2006-12-04) <http://www.petroleumkemi.se/perl/index.cgi>

Wikipedia (2006-11-18) http://sv.wikipedia.org/wiki/Polyklorerade_bifenylor

Företagsinterna källor

Andersson, Mats (2006-04-19) Växjödialogen.komprimerad.ppt

Andersson, Stefan (2006-12-04) NUT-050615-015 Ramavtal Transformatorservice.doc, Bilaga 1

Kristensson, Gert (2006-08-29) E.ON Elnät.ppt

Kristensson, Gert (2006-08-30) E.ON tar ett KRAFTTAG för kunden

Kristensson, Gert (2006-08-31) Efter Stormen

Bilagor

BILAGA 1: Riktlinjer för beställningar av transformatorer till projekt

BILAGA 2: Lagernivåer för driftsförråden

BILAGA 3: Statistik från Transformator Service AB

BILAGA 4: Skrotningskriterier från E.ON

BILAGA 5: Skrotningskriterier från Jan Pettersson

BILAGA 1: Riktlinjer för beställningar av transformatorer till projekt



Från		Datum		Slutdatum		Arkiv			
E.ON Elnät Sverige AB		2006-05-11							
Process/Kontor		Ersätter tidigare dokument		Giltighetstid					
APL/Växjö									
Författare		Tel		Tagit del		Tillskyrkt		Godkänt	
Peter Niklasson/Bengt Ragnarsson		0470-25015							
För åtgärd till		För kännedom till							

Ärende	Ref
--------	-----

Beställningar av transformatorer till projekt

Beställningar via avtal med ABB

- Beställningar på transformatorer som görs till ABB skall **endast skickas via e-post** till Ingela Eriksson. Ingela.m.eriksson@se.abb.com (anledningen till det är att hon ibland fått beställningar både via fax, e-post och telefon som gäller samma beställning)
- Leveransadress måste anges på ordersedel.
- Fax eller telefonnummer måste anges som speditören kan avisera till.

Beställning via övriga avtal

- Beställning via Bengt Ragnarsson görs om ABB inte kan leverera inom önskad tid.
- Beställning aviseras via mail till bengt.ragnarsson@eon.se
- Vid beställning ska följande information finnas med.
 - Typ av transformator (ex. 100kVA, 12kV)
 - Ordernummer på projektet.
 - Vad den ska godsmärkas med.
 - Önskad leveranstid. (*den tid då den måste finnas hos exempelvis nst.tilly.*)
 - Leveransadress. (*annan basplats, skall tfn.nr: till kontaktperson finnas med*)
 -
- Ev. redan beställda transformatorer från ABB som det visar sig att lev. tiden ligger för långt fram skall annulleras (först efter att PB varit i kontakt med Bengt Ragnarsson).

Beställning av transformatorer med spole

- Avrop av transformatorer med spole görs av PB till Bengt Ragnarsson via mail bengt.ragnarsson@eon.se
- Vid beställning ska följande information finnas med.
 - Typ av transformator (ex. 100kVA, 12kV, 10A)
 - Ordernummer på projektet.
 - Vad den ska godsmärkas med.
 - Önskad leveranstid. (*den tid då den måste finnas hos exempelvis nst.tilly*)
 - Leveransadress. (*annan basplats, skall tfn.nr: till kontaktperson finnas med*)
-

Beställningar begagnade transformatorer via Transformatorservice i Hässleholm

- Bokning av begagnad transformator görs direkt av transformatorservice i Hässleholm, Lars Blomberg tel.0451-459 80 fax.0451-459 81
- Beställning görs även för transporten av transformatorn (*alt.1 separat beställningsnummer tas ut för transporten i SAP, alt.2 transportkostnaden går via entreprenaden som ett tillägg*).

Transformatorer Driftförråd E.ON Elnät Sverige AB

6-0,4 kV	Ströms.	Soll./Fors.	H-strand	Sundsv.	Upplan-V.	Örebro	Norrk.	Åtvidab.	G.ved	Kungsb.	Eksjö	Färjest.	Asarum	Fagerh.	B-Berga	Malmö	H-Holm		
50 kVA																			
100 kVA					1														
200 kVA					1			2											
315 kVA					1														
500 kVA					1														
800 kVA																			
1000 kVA																			
1250 kVA																			
	0	0	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
10-0,4 kV																			
50 kVA		1		4		2	2	2	4		4	3	2	3		1	8		
100 kVA	3	2		6	1	2	8	6	3		5	3	4	5		4	8		
150 kVA																			
200 kVA				1	1	5	4	1	1			1	1	2		1	1		
300 kVA	1	3		1															
315 kVA					1	2	4		1		1	3		1		2	1		
500 kVA		2		1	2	2	7	1	1		1					3	2		
800 kVA		3		2	2	1	1	1	1	1						3	1		
1000 kVA					2	1	1		1	1							2		
1250 kVA					1	1										1	1		
	4	11	0	15	10	16	27	11	12	2	11	10	7	11	0	15	24	186	
20-0,4 kV																			
50 kVA		3	6			1		1	1				1	4		1	10		
100 kVA	3	4	7		2	5		2						2		2	2		
200 kVA		1	3		2	5		6	1					4		2	7		
300 kVA																			
315 kVA		3	4		1	1		1	1				1	1		2	4		
500 kVA		3	1		1	2		1								2	1		
800 kVA		1			1	1		1								1	7		
1000 kVA						1													
1250 kVA					1														
1600 kVA					1														

BILAGA 2: Lagernivåer för driftförråden

	3	15	21	0	9	16	0	12	3	0	0	0	2	11	0	10	31	133
10/20-0,4kV																		
100 kVA	1	1																
150 kVA																		
200 kVA	1	1							4									
315 kVA	1	1							2									
500 kVA	1	3																
800 kVA		1																
	4	7	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	17

Trafo /																			
driftförråd	11	33	21	15	23	32	27	23	23	2	11	10	9	22	0	25	55		
																		Summa totalt	342

BILAGA 3: Statistik från Transformator Service AB

Renoverade transformatorer under perioden 2006-09-27 till 2006-10-24

Spänning	Effekt	Antal utan expansionskärl	Antal med expansionskärl
6-0,4 kV	50 kVA	0	2
	100 kVA	0	0
	200 kVA	0	0
	315 kVA	0	0
	500 kVA	0	0
	800 kVA	0	0
	1000 kVA	0	0
	1250 kVA	0	0
		0	2
10-0,4 kV	50 kVA	4	4
	100 kVA	9	7
	150 kVA	0	0
	200 kVA	3	5
	300 kVA	0	0
	315 kVA	1	3
	500 kVA	0	1
	800 kVA	0	2
	1000 kVA	0	0
	1250 kVA	0	0
			17
20-0,4 kV	50 kVA	3	1
	100 kVA	1	1
	200 kVA	0	0
	300 kVA	0	0
	315 kVA	0	0
	500 kVA	1	0
	800 kVA	0	0
	1000 kVA	0	0
	1250 kVA	0	0
	1600 kVA	0	0
		5	2
10/20-0,4kV	100 kVA	0	0
	150 kVA	0	0
	200 kVA	0	0
	315 kVA	0	0
	500 kVA	0	0
	800 kVA	0	1
			0
	Totalt antal	22	27
	Totalt antal reparerade transformatorer		49

Skrotade transformatorer under perioden 2006-09-27 till 2006-10-24

Spänning	Effekt	Antal
6-0,4 kV	30 kVA	9,00
	50 kVA	6,00
	100 kVA	1,00
	200 kVA	2,00
	315 kVA	0,00
	500 kVA	0,00
	800 kVA	0,00
	1000 kVA	0,00
	1250 kVA	0,00
	18,00	
10-0,4 kV	30 kVA	3,00
	50 kVA	14,00
	100 kVA	23,00
	150 kVA	0,00
	200 kVA	2,00
	300 kVA	0,00
	315 kVA	2,00
	500 kVA	2,00
	800 kVA	2,00
	1000 kVA	1,00
	1250 kVA	0,00
		49,00
20-0,4 kV	50 kVA	8,00
	100 kVA	16,00
	200 kVA	2,00
	300 kVA	0,00
	315 kVA	1,00
	500 kVA	0,00
	800 kVA	1,00
	1000 kVA	0,00
	1250 kVA	0,00
	1600 kVA	0,00
		28,00
10/20-0,4kV	100 kVA	0,00
	150 kVA	0,00
	200 kVA	0,00
	315 kVA	0,00
	500 kVA	0,00
	800 kVA	0,00
		0,00
Totalt antal	95,00	

BILAGA 4: Skrotningskriterier från E.ON

Hantering av Distributionstransformatorer i samband med förändringar i nätet.

1.

Transformatorer yngre än 25 år återanvändes i projekten eller om detta inte går transporteras dom till närmsta driftförråd för uppställning/lagring tills behov uppstår.

Detta gäller under förutsättning att transformatorn vid en okulär besiktning bedöms felfri.

Om transformatorn inte bedöms vara felfri, märkes den och transporteras till närmsta driftförråd för vidare transport till Transformatorservice i Hässleholm för renovering.

Se även 2 och 3 med tanke på eventuell skrotning.

2

Transformatorer storlek 50, 100 , 200 och 315 kVA äldre än 25 år märkes och transporteras till närmsta driftförråd för vidare transport till Transformatorservice i Hässleholm för renovering.

Transformatorer av dessa storlekar med expansionskärl skrotas genom entreprenörens försorg. Glöm ej PCB prov om sådant ej är utfört tidigare eller transformatorn är märkt PCB fri.

3.

Transformatorer större än 315 kVA mellan 25 och 40 år gamla märkes och transporteras till närmsta driftförråd för vidare transport till Transformatorservice i Hässleholm för renovering.

Transformatorer av dessa storlekar äldre än 40 år skrotas genom entreprenörens försorg. Glöm ej PCB prov om sådant ej är utfört tidigare eller transformatorn är märkt PCB fri.

BILAGA 5: Skrotningskriterier från projektbeställare Jan Pettersson

Klassning av nedtagna transformatorer i fält

I våra projekt där nedtagning av transformator är en del av projektet har vi i kalkylen avräknat en summa för återanvändning av transformatorn

Denna summa krediteras Distribution

I de fall transformatorn inte ska återanvändas utan skrotas, skall denna summa faktureras Distribution. Detta skal hanteras som en reglerbar mängd i projektet. För att klara det på ett bra sätt utan att vi förlorar pengar i projektet måste vi i fält bedöma om transformatorn skal skrotas eller återanvändas.

Denna hantering sker på följande sätt:

Alla nedanstående kriterier ska uppfyllas för att en transformator skal kunna återanvändas, uppfylls de ej skall transformatorn skrotas.

1. 5 kopplingslägen
2. Tillverkad efter 1983
3. Fri från större mekaniska skador och djupgående rostangrepp
4. Inte vara 30kVA
5. Galvaniserad eller lackerad (dock ej ASEA:s plastfärg ljusblå)
6. PCB-fri
7. Kostnaderna för renovering ska vara rimliga
(max 30% av nyvärde)

När transformatorn tas ned gör montören en bedömning av kriterierna ovan och fyller i bifogad checklista. Samtliga kriterier kan inte bedömas i fält (PCB och renoveringskostnad) med de i checklistan upptagna punkterna ska gås igenom. PCB-prov och Renoveringsbedömning görs enligt tidigare rutiner.

När checklistan är ifylld sparas den och lämnas till projektansvarig som tar upp den som en reglerbar mängd, om den ska skrotas. Ska den inte skrotas bevaras listan bland övriga projekthandlingar.

I våra nya föresatser om ekonomin i projekten vill vi reglera de reglerbara mängderna så fort det är möjligt.

Den måste dock vara hos projektansvarig innan projektet avslutas för att inte riskera att vi inte får betalt för de utskrotade transformatorerna.

Checklista för bedömning av nedtagen transformator

Projekt 8073962

Transformator.....

1. Transformatorn har 5 kopplingslägen?

2. Transformatorn är tillverkad senare än 1983?

3. Transformatorn är fri från större mekaniska skador?

4. Transformatorn är fri från djupgående rostangrepp?

5. Transformatorn är galvad eller lackerad?

(dock ej ASEA:s plastfärg ljusblå)

6. Transformatorn är inte 30 kVA

Bedömningen gjord av

dat