



# Forskningsförstudie: Frågeställningar avseende elektriska kontakteringar vid långa drifttider inom svensk kärnkraft

Lars Fast och Johan Hedberg

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

# Forskningsförstudie: Frågeställningar avseende elektriska kontakteringar vid långa drifttider inom svensk kärnkraft

Lars Fast och Johan Hedberg

## Abstract

### Study concerning electrical connections during long periods of operation at Swedish nuclear power plants

This report is the result of a study that SP Technical Research Institute of Sweden (SP) has done for The Swedish Radiation Safety Authority (Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM) during the autumn of 2011.

The aim with the study was to try to answer the following questions around possible problems with ageing electrical connections in Swedish Nuclear Power Plants (NPP):

- The extent of ageing problems for different types of electrical connections
- The extent of these that can cause safety problems
- The awareness of NPP licensees of these safety problems
- The knowledge to prevent or counteract these safety problems caused by ageing connections

The study was limited to equipment important to safety.

To answer the questions SP searched the fault database TUD and interviewed personnel working at the NPP's Forsmark, Oskarshamn and Ringhals.

**Database:** The TUD database is a joint program between the Swedish NPP owners and the Finnish NPP owner TVO. It contains aggregated reliability data of components from Barsebäck, Forsmark, Oskarshamn, Ringhals and Oulkilouto 1-2 NPP's, from the end of the 1970-ties.

TUD requires a fault to be coded according to a prearranged scheme and additional information can be written in as text. This implies that we had to limit the search of the database to faults which could be associated with electrical equipment firstly and then secondly try to search the free text fields of the database to pick out the faults which could be associated with electrical connections. Since the text fields are filled out by many different persons a certain fault can be reported in many different ways. Also one should note that the reporting person might not understand the problem with the equipment and therefore not give correct information. We concluded that results from the data might be difficult to interpret.

When summarising our database search, we noticed a small increase in the number of faults with time that could be associated with our interpretation of faults relating to electrical connections. However the statistical material was rather small so one should be careful with the interpretation of this result.

**Interviews:** The personnel working at the NPP's are in general not of the opinion that there is a major problem with ageing electrical connections at their sites today. However after modernisation programs or larger refurbishments one can notice that the number of faults associated with electrical connections is higher than usual during a limited period of time.

**Key words:** Elektriska kontakteringar, åldring, långa drifttider

**SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**  
SP Technical Research Institute of Sweden

SP Rapport 2012:32  
ISBN 978-91-87017-46-9  
ISSN 0284-5172  
Borås

# Innehållsförteckning / Contents

<b>Abstract</b>	<b>3</b>
<b>Innehållsförteckning / Contents</b>	<b>5</b>
<b>Förord / Preface</b>	<b>7</b>
<b>Sammanfattning</b>	<b>8</b>
<b>1 Uppdrag</b>	<b>10</b>
<b>2 Databassökning – Utförande</b>	<b>11</b>
2.1 Identifiering av relevanta feltyper i TUD databas	11
2.2 Systemkategorier	11
2.3 Definition av ensembler	12
2.3.1 Ensemble EL I&C	12
2.3.2 Ensemble SÄK EL I&C	12
2.4 Felkällor	13
<b>3 Databassökning - Fördelning av fel</b>	<b>14</b>
3.1 Tidsperiodisering	14
3.2 Ensembler EL I&C och SÄK EL I&C	14
3.3 Ensembler EL I&C och SÄK EL I&C – tidsberoende	15
3.4 Feltyper för delar av ensembler SÄK EL I&C och EL I&C	17
3.5 Resultat – Ensembler	20
<b>4 Databassökning - Sökning i ensemblerna</b>	<b>21</b>
4.1 Allmän kommentar	21
4.2 Sökord	21
4.3 Sökord – statistik	21
4.4 Resultat – Sökord	24
4.5 RO felfrekvens	24
4.6 Resultat – RO	25
<b>5 Intervju med personal</b>	<b>27</b>
5.1 Underlag	27
5.2 Resultat intervjuer	27
<b>6 Slutsatser</b>	<b>29</b>
<b>7 Förslag till framtida arbete</b>	<b>30</b>
<b>Annex 1</b>	<b>31</b>
<b>Annex 2</b>	<b>32</b>
<b>Annex 3</b>	<b>34</b>
<b>Annex 4</b>	<b>38</b>



## Förord / Preface

Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) har gett SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (SP) i uppdrag att undersöka om problem med åldrande elektriska kontakteringar ökar med tiden på de svenska kärnkraftverken. I botten ligger ett regeringsuppdrag till SSM att utreda ett flertal frågor avseende den långsiktiga säkerhetsutvecklingen i de svenska kärnkraftverken vid långa drifttider där åldringsfrågor är en del av detta.

Uppdraget omfattar el- och kontrollutrustning inklusive instrumenteringsutrustning som har betydelse för säkerheten vid de svenska kärnkraftverken.

Studien syftar till att belysa följande frågor:

- Omfattningen av kontakteringsproblem för olika typer av kontakteringar
- Omfattningen av dessa som kan vålla säkerhetsproblem
- Medvetenheten hos tillståndshavarna (TH) för kontakteringsproblem som kan påverka säkerheten
- Tillståndshavarnas kunskaper runt att förebygga eller motverka eventuella säkerhetsproblem pga. åldrande kontakteringar

Undersökningen har gjorts genom att SSM har tillåtit SP att söka i TUD databasen samt genom intervjuer på personal som jobbar på de svenska kärnkraftverken. TUD databasen innehåller alla rapporterade komponentfel från de svenska kärnkraftverken samt två finska verk (TVO).

## Sammanfattning

Uppdraget bestod i att undersöka om problem med elektriska kontakteringar, speciellt i säkerhetsklassad utrustning på svenska kärnkraftverk, ökar med drifttiden.

Två olika angreppssätt har använts för att belysa problemen med elektriska kontakteringar, databassökning och intervjuer:

### 1. Databassökning:

Den databas som använts som källa är TUD vilken innehåller felstatistik från tolv svenska och två finska kärnkraftverk. För att begränsa mängden data till att gälla rapporterade fel på elektriska komponenter, valdes ett antal feltyper och systemnummer ut. Två ensembler skapades, dels en större vilken innehöll både driftklassad och säkerhetsklassad utrustning, dels en mindre vilken till största delen innehöll säkerhetsklassad utrustning.

- a. De två ensembler som skapats visade inte att felfrekvensen ökade med drifttiden, utan att efter en initial ökning av antalet fel vid idrifttagande av nya reaktorer, så följer felfrekvensen en amplitud som är proportionell mot antalet reaktorer i drift.
- b. För att extrahera fel ur de två ensemblerna avseende elektriska kontakteringar specifikt, valdes att antal sökord ut vilka ansågs vara representativa för elektriska kontakteringar. Felfrekvensen för dessa delmängder ur ensemblerna drift- samt säkerhetsklassad utrustning, påminner om de ursprungliga felfrekvenserna initialt, men avviker under de sista åren, genom att vända uppåt något. Resultatet kan tolkas som att antal fel ökar gällande elektriska kontakteringar, men då det statistiska underlaget är litet så måste resultatet användas med försiktighet.
- c. Ytterligare ett urval gjordes ur de två ursprungliga ensemblerna. I detta urval valdes fel relaterade till Rapportervärda Omständigheter (RO) ut. Initialt ökar felfrekvensen i detta urval, för att nå ett maximum runt 1998 och att därefter avtaga under de 13 sista åren. Detta skulle kunna indikera att underhållet har rätt inriktning. Det finns dock även andra orsaker som medfört en känd minskning, särskilt 1998-1999 då det infördes ändrade och tydligare krav på vad som skall rapporteras som RO.

### 2. Intervjuer:

Ett konkret resultat av de genomförda intervjuerna var att det inte fanns en generell uppfattning om att fel på elektriska kontakteringar var ett stort problem på de olika kärnkraftsanläggningarna. Det nämndes dock att felfrekvensen tillfälligt kunde öka efter exempelvis större ombyggnationer.

Tillståndshavarna tar till sig ny kunskap för att förbättra kvalitet och verksamhet genom deltagande i både interna forum på de olika kärnkraftverken samt genom deltagande i olika typer av nationella samt internationella forum.

Det finns en stor medvetenhet hos tillståndshavarna för kontakteringsproblem som kan påverka säkerheten. Den generella uppfattningen är att kontakteringsproblem inte är något större bekymmer om man jämför med andra typer av fel men när man väl upptäcker några problem/brister kring kontakteringar så vidtager man kraftfulla åtgärder och vid



behov t.ex. byter ut alla kontakteringar av en viss typ/fabrikat som har visat sig vara felbenägen

Säkerhetsproblem pga. åldrande kontakteringar förebyggs och/eller motverkas bland annat med hjälp av:

- Vanlig uppföljning via FU (Förebyggande Underhåll)
- STF (Säkerhets Tekniska Föreskrifter) beskriver hur ofta man skall kalibrera en komponent och vilka åtgärder man skall vidta i samband med detta.
- Ålderhanteringsprogram har lett fram till rekommendationer.
- I samband med större ombyggnader och projekt byts ofta kablar och elektriska komponenter ut vilket även innebär nya kontakteringar.
- För miljöqualificerade komponenter hanteras frågan genom förebyggande underhåll som då är ett krav i tillhörande miljöqualificering.

# 1 Uppdrag

Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) har 2010 erhållit ett regeringsuppdrag att utreda ett flertal frågeställningar avseende den långsiktiga säkerhetsutvecklingen i den svenska kärnkraften. Detta uppdrag har resulterat i ett GD uppdrag till avdelningen för kärnkraftsäkerhet vilket innehåller tre olika utredningar.

En av dessa berör långa drifttider och har titeln ”Utredning av analys av förutsättningar för långa drifttider med hänsyn till åldringsaspekter”.

SSM har givit SP i uppdrag att undersöka om problem med elektriska kontakteringar på svenska kärnkraftverk ökar med tiden. Till hjälp för detta har SSM givit SP tillåtelse att söka i TUD databasen.

Uppdraget omfattar elförsörjnings- och kontrollutrustning inklusive instrumenteringsutrustning (I&C) som har betydelse för säkerheten vid de svenska kärnkraftverken. Detta är normalt utrustning som tillhör funktionsklass 1E enligt IEEE 603 och 308 eller CAT A enligt IEC 61226.

Följande frågeställningar kring elektriska kontakter är av intresse att belysa i denna förstudie:

- Omfattningen av kontakteringsproblem för olika typer av kontakteringar
- Omfattningen av dessa som kan vålla säkerhetsproblem
- Medvetenheten hos tillståndshavarna (TH) för kontakteringsproblem som kan påverka säkerheten
- Tillståndshavarnas kunskaper runt att förebygga eller motverka eventuella säkerhetsproblem pga. åldrande kontakteringar.

TUD är ett driftsäkerhetsdatasystem som innehåller felhändelseinformation, komponentdata, driftdata på blocknivå och drifttidavläsningar för vissa komponenter från tolv svenska och två finska kärnkraftblock (OL1 & OL2). Antalet reaktorer i drift har varierat över tiden.

Följande typer av kontakteringar är aktuella:

- Kontaktdon av olika slag
- Lödningar
- Skruvkontakter
- Presskontakter
- Virförband

## 2 Databassökning – Utförande

### 2.1 Identifiering av relevanta feltyper i TUD databas

I TUD databasen måste en av följande feltyper väljas vid inrapportering av ett enskilt fel:

- A- Brott/spricka
- D- Internt tubläckage
- E- Externt tätningsläckage
- F- Internt tätningsläckage
- G- Deformation, förskjutning
- H- Vibrationer, oljud
- I- Igensättning, avlagring, beläggning
- J- Kärkning, iskärning
- L- glappkontakt
- M- avbrott, el
- N- jordfel, isolationsfel
- O- kortslutning
- P- Avvikelse från kalibrering/inställning
- R- PE system Basprogramfel/Operativsystemfel
- S- PE system Applikationsprogramfel
- T- PE system Databasfel
- U- korrosion, erosion, slitage
- Q- PE system Kretskortfel
- V- PE system Periferiutrustnings fel
- Y- elektronikkomponentfel
- W- Handhavandefel/felaktig basbeläggning
- Z- Övrigt

SP bedömer efter diskussion med TUD kansliet att följande feltyper från TUD databasen kan associeras till fel på elektriska komponenter, se TUD handboken för detaljer.

- L- glappkontakt
- M- avbrott, el
- N- jordfel, isolationsfel
- O- kortslutning
- U- korrosion, erosion, slitage
- Y- elektronikkomponentfel

### 2.2 Systemkategorier

För att beskriva olika komponenter som används av tillståndshavarna så utnyttjas systemkategorier. Följande systemkategorier används:

- 1xx - Byggnader
- 2xx - Reaktortank med hjälpsystem
- 3xx - Reaktorns processsystem
- 4xx - Turbinanläggning
- 5xx - Kontrollsystem
- 6xx - Elektriska kraftsystem

- 7xx - Servicesystem
- 8xx - Övriga utrustningar
- 9xx - Speciell utrustning (endast vissa TH)

Där xx står för två siffror; exempelvis 512, då är xx = 12.

Vid diskussion med SSM har det framkommit att utrustning innehållande elektriska kontakter kan finnas i alla systemkategorier utom 1xx och 9xx, både driftklassad och säkerhetsklassad utrustning.

- Driftklassad utrustning kan förenklat sägas vara sådan utrustning som tillhör produktionsdelen värme, ånga el etc.
- Säkerhetsklassad utrustning kan förenklat sägas vara all den utrustning som skall förebygga olyckor eller eliminera, reducera konsekvenserna om en olycka ändå sker.
- En detaljerad redovisning av vilken klassning olika utrustningar (system och komponenter) har framgår av varje blocks säkerhetsanalys rapport (SAR)

De olika verken utnyttjar alla ovan nämnda systemkategorisering, men koderna för de två sista siffrorna kan skilja sig mellan olika verk.

## 2.3 Definition av ensembler

Ett sätt att skapa en delmängd av TUD databasen är att välja ut de relevanta feltyperna som kan tänkas innehålla fel, som kan associeras med elektriska kontakter av olika slag. Denna delmängd kan ytterligare reduceras med hjälp av att även en begränsad mängd med system-kategorier är inkluderade.

### 2.3.1 Ensemble EL I&C

Den första delmängden av databasen är baserad på 2xx till 8xx systemkategorier och feltyperna: L, M, N, O, U och Y. Denna ensemble kallas för EL I&C.

EL I&C innehållande ca 63000 poster med fel som inträffat från runt 1973 fram till september 2011. Av dessa poster var ca 1900 även relaterade till RO:n fördelade över samma tidsperiod. RO:n står för rapportervärda omständigheter, som enligt föreskrifter måste rapporterats till SSM via RO rapporteringsrutiner.

### 2.3.2 Ensemble SÄK EL I&C

En ansats att extrahera säkerhetsklassad utrustning gjordes av SSM genom att ange systemnummer för säkerhetsklassade system. Dessa finns beskrivna i annex 1. Sökningen gjordes även i detta fall på feltyperna L, M, N, O, U och Y. Barsebäck 1 och Barsebäck 2 systemnummer för säkerhetsklassade system antogs vara samma som för Oskarshamn 2. För Olkiluoto 1 och Olkiluoto 2 antogs systemnumren vara samma som för Formark 1. Denna ensemble innehållande systemnummer där säkerhetsklassad utrustning ingår och kallas för SÄK EL I&C.

SÄK EL I&C innehållande ca 29000 poster med fel som inträffat från runt 1973 fram till september 2011. Av dessa poster var ca 1400 relaterade till RO:n fördelade över samma tidsperiod.

## 2.4 Felkällor

Felkällor vid sökningarna i TUD databasen uppkommer framförallt på två sätt:

1. Vid inmatningar av data till TUD:
  - Olika operatörer kan göra olika beskrivningar av ett och samma problem.
    - Språkbruk
    - Kunskaps bakgrund (utbildning/huvudarbetsuppgift)
    - Erfarenhet
  - Endast en delmängd av arbetsorderdatabasen skickas över till TUD.
    - Operatören ”tycker” att problemet är exakt beskrivet även i TUD.
  - Felet avhjälps men orsaken är oklar.
    - Felet försvinner, men ingen kunde precisera det.
2. Vid sökning i TUD:
  - Av praktiska skäl kan inte enskilda poster ur databasen läsas eftersom databasen är väldigt omfattande.
    - Dock kan enskilda poster läsas i kontrollsyfte.
  - Feltyperna är svåra att utnyttja eftersom ett visst godtycke finns vid inmatning.
    - Precisering av fel saknas/är omöjlig (förutom fritext)
  - Fritextfälten ifylls inte alltid konsekvent.

## 3 Databassökning - Fördelning av fel

### 3.1 Tidsperiodisering

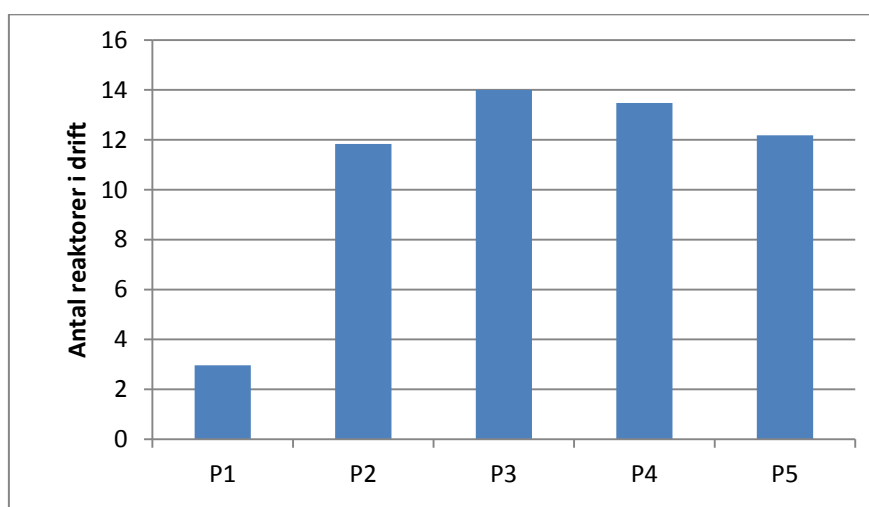
För att kunna se hur antalet fel ändrar sig med tiden måste antalet fel summeras inom ett bestämt tidsintervall. Längden på ett sådant intervall kan bestämmas på olika vis. Perioden från 1972 till 2011 har delats in i fem lika långa tidsintervall. I tabell 1 framgår detaljerna i periodindelningen. Dessa gränser är dock inte exakta utan varierar lite mellan de olika ensemblerna. Med liten variation menas att periodlängden kan ändras från 7,8 år till 7,5 år exempelvis. Antal reaktorer i drift under denna period uppskattas som ett effektivt medelvärde, där reaktorns drifttid under en period delats med periodlängden. Eventuella driftstopp har inte tagits hänsyn till.

Tiden som associeras till ett fel är vad som i TUD databasen kallas ”tid för upptäckt”.

**Tabell 1: Periodindelning med fem tidsintervall. Antal reaktorer i drift under perioden definieras som ett effektivt medelvärde från december 1972 till september 2011.**

Period	Start tid	Stopp tid	Antal reaktorer *
P1	1972-12-14	1980-09-16	3.0
P2	1980-09-16	1988-06-20	11.8
P3	1988-06-20	1996-03-24	14.0
P4	1996-03-24	2003-12-27	13.5
P5	2003-12-27	2011-09-30	12.2

\*) Antal reaktorer är ett effektivt medelvärde under perioden.



**Figur 1: Antal reaktorer i drift som funktion av tid.**

I figur 1 presenteras antal reaktorer i drift som funktion av tid. Notera att Barsebäck 1 stängs av under P4 (1999-12-31) och att Barsebäck 2 stängs av under P5 (2005-05-31).

Notera att tolv svenska reaktorer och två finska reaktorer är med i statistiken.

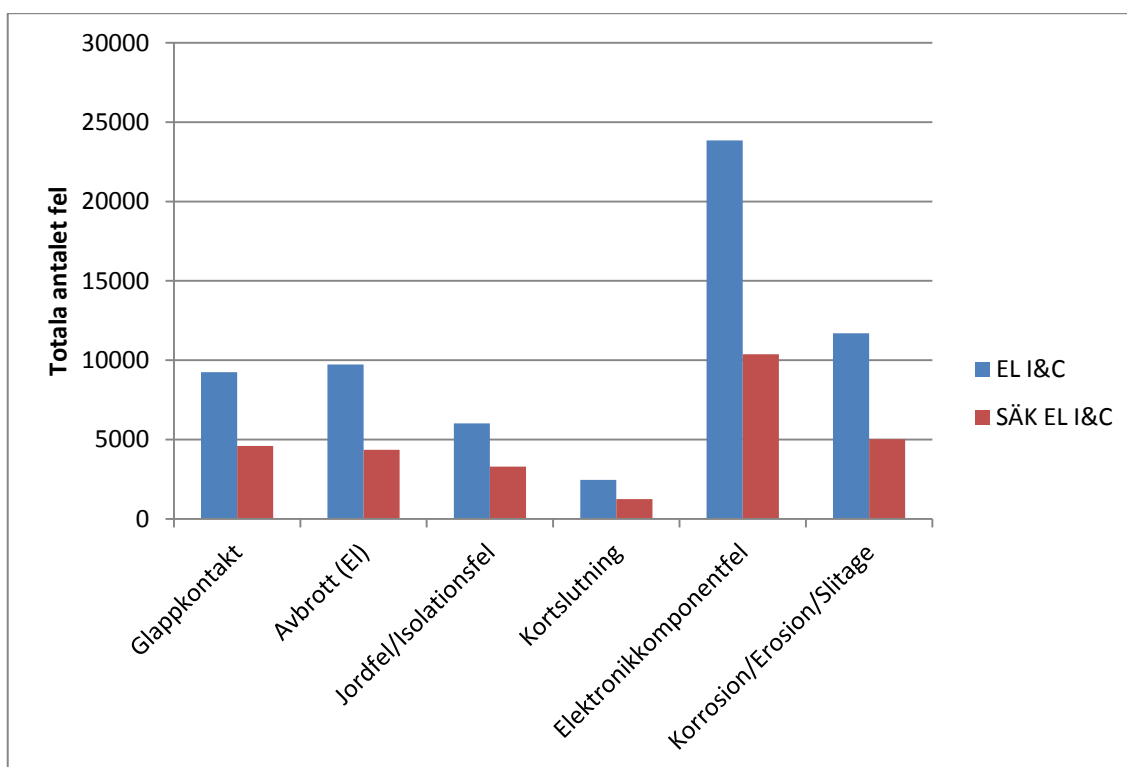
### 3.2 Ensembleer EL I&C och SÄK EL I&C

Den första delmängden av TUD databasen, kallad EL I&C, som extraherades bestod av alla poster tillhörande systemkategorier 2xx till 8xx, med feltyperna; L, M, N, O, U samt Y. En generell beskrivning av denna delmängd av rapporterade fel, är att den innehåller

elektriska komponenter i allmänhet. Det totala antalet fel var ca 63000, dessa var fördelade på de olika feltyperna; L, M, N, O, Y och U enligt figur 2. Blå staplar representerar ensemblen EL I&C.

Den andra delmängden av TUD databasen som extraherades, kallad SÄK EL I&C, bestod av alla poster presenterade i annex 1, med feltyperna; L, M, N, O, U samt Y. Urvalet gjordes av SSM. En generell beskrivning av denna delmängd av rapporterade fel är att den innehåller elektriska komponenter i allmänhet, som går att relatera till säkerhetsklassade utrustning med feltyperna L, M, N, O, U och Y. Det totala antalet fel var ca 29000, dessa var fördelade på de olika feltyperna enligt figur 2. Röda staplar representerar ensemble SÄK EL I&C.

Notera att antalet fel i ensemble EL I&C och SÄK EL I&C skiljer sig med drygt en faktor två. Detta förhållande gäller väsentligen också för de olika feltyperna, L- glappkontakt, M- avbrott, el, N- jordfel, isolationsfel, O- kortslutning, U- korrosion, erosion, slitage, Y- elektronik-komponentfel. I figur 2 framgår också att den sistnämnda feltypen (Y) har det dominerande bidraget av fel till de två ensemblena.



**Figur 2: Totala antalet fel för perioden december 1972 till och med september 2011 för de olika feltyperna: L, M, N, O, Y, samt U. Ensemble EL I&C representeras av blå staplar och ensemble SÄK EL I&C av röda staplar.**

### 3.3 Ensemble EL I&C och SÄK EL I&C – tidsberoende

I figur 3 presenteras även tidsberoendet hos totala antalet fel för ensemble EL I&C (blå staplar) och ensemble SÄK EL I&C (röda staplar), för tidsperioden december 1972 till september 2011. Ensemble SÄK EL I&C är en delmängd av ensemble EL I&C.

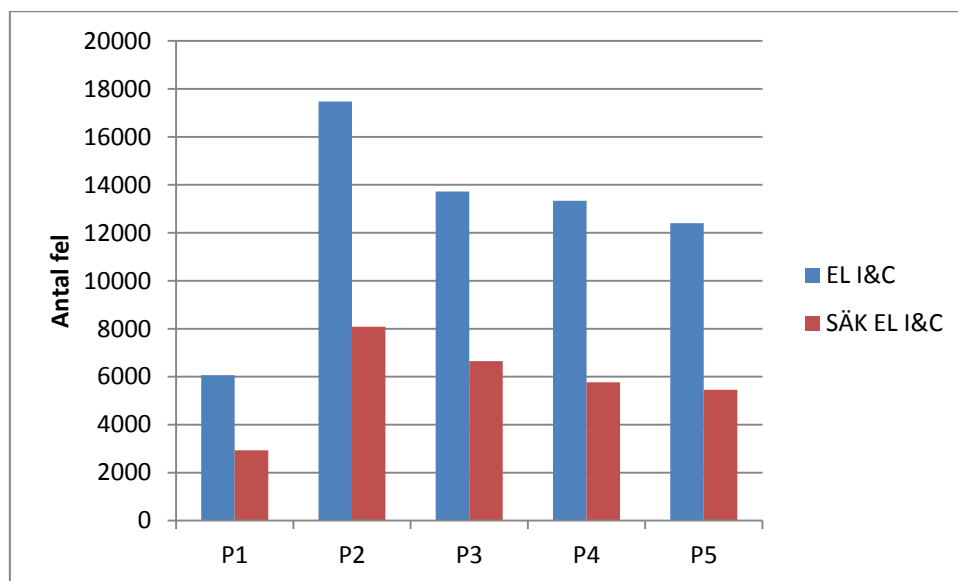
Antalet fel per tidenhet som presenteras i figur 3 indikerar att det finns ett skalningsförhållande mellan de olika ensemblena, EL I&C och SÄK EL I&C. Från figur

3 framgår det att det finns en initial ökning av antalet fel, som ungefärligt sammanfaller med antalet reaktorer i drift. Därefter minskar antalet fel till en nivå som är proportionell mot antalet reaktorer i drift. Jämför figur 3 och figur 1.

Delar man antalet fel inom en tidsperiod med antalet reaktorer i drift under denna tidsperiod får man antalet fel per reaktor i drift. Detta fel kan man sedan normera genom att dela det med det totala antalet fel per reaktor i drift, detta kallar vi i fortsättningen det relativa antalet felet per reaktor i drift.

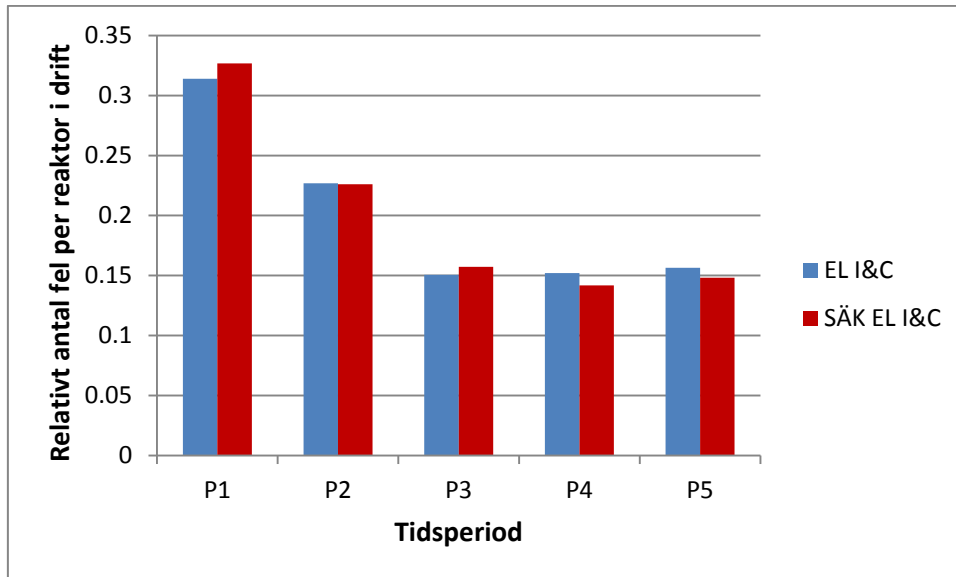
I figur 4 illustreras båda ensemblernas relativa fel per reaktor i drift, ensemble EL I&C – blå kurva, ensemble SÄK EL I&C – röd kurva.

Notera hur lika ensemble SÄK EL I&C och ensemble EL I&C är till formen (figur 4). Likheten i form mellan ensemblerna indikerar att de två ensemblerna är jämförbara.



**Figur 3: Antalet fel, summerat för feltyperna; L, M, N, O, U, och Y, presenteras som funktion av tiden (dec. 1972 till sept. 2011). Blå staplar representerar ensemble EL I&C och röda staplar ensemble SÄK EL I&C.**



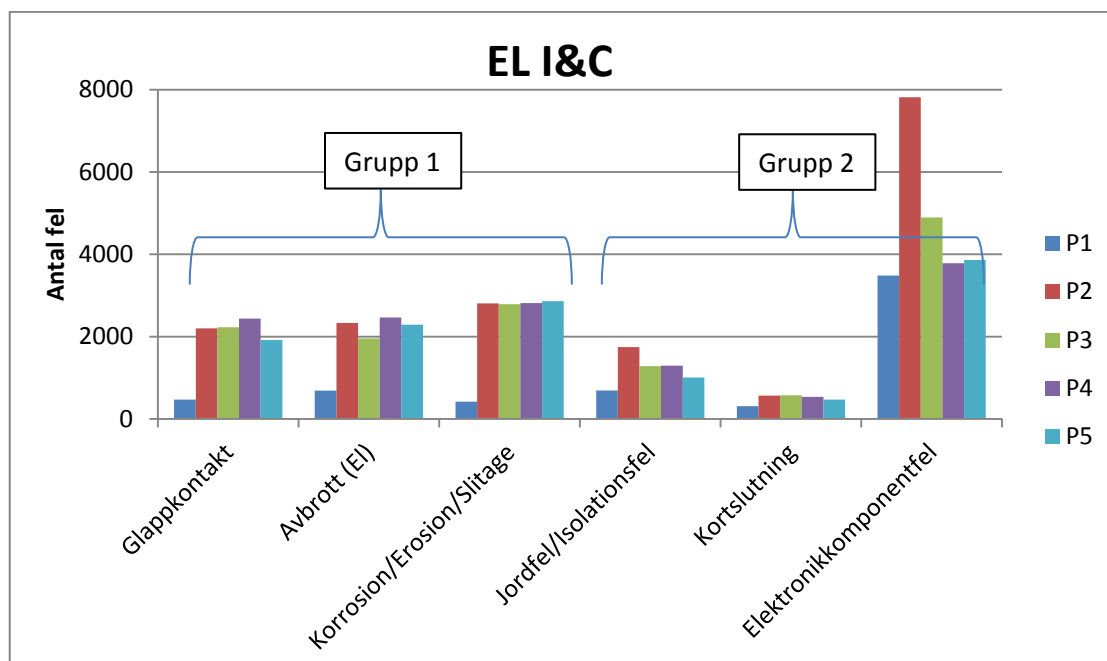


**Figur 4: Relativa antalet fel per reaktor i drift för både SÄK EL I&C ensemble, EL I&C ensemblen, som funktion av tid.**

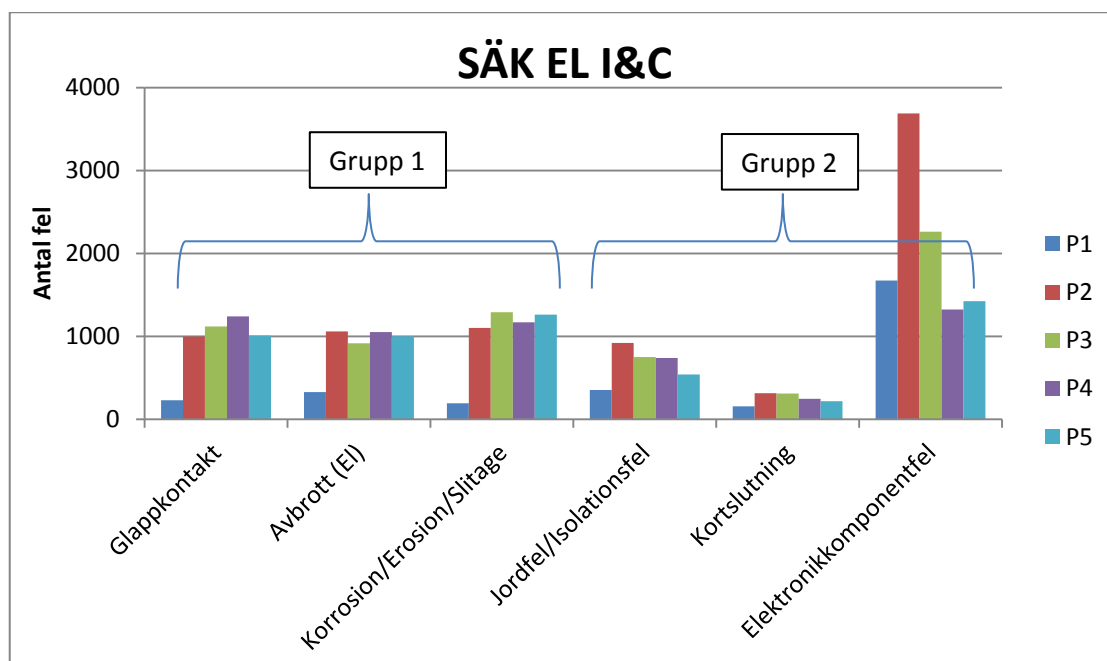
Under period P1 och P2 när de flesta reaktorerna togs i drift var felfrekvensen högre för de två ensemblen, vilket enkelt kan uttolkas från figur 4. För period P3 till P5 är det intressant att den relativa felfrekvensen per reaktor i drift är konstant. Detta är ett typiskt utseende på den vänstra delen av en s.k. badkarskurva. Början på kurvan är en inkörningsperiod med ”barnsjukdomar” följt av en period med konstant felintensitet.

### 3.4 Feltyper för delar av ensembler SÄK EL I&C och EL I&C

Antalet fel för de olika feltyperna L, M, N, O, U samt Y beter sig inte riktigt på samma sätt när tidsberoendet tas i beaktande. För att illustrera skillnaderna mellan de olika feltyperna tids- beroende och likheten mellan de två ensemblen presenteras två figurer, figur 5 för ensemble EL I&C och figur 6 för ensemble SÄK EL I&C. Tidsberoendet introduceras som serie P1 till serie P5 i båda figurerna.



Figur 5: Antal fel som funktion av tid för det enskilda feltyperna: L, M, U, N, O och Y, för ensemble EL I&C, där tidsberoendet indikeras genom serierna P1 till P5.

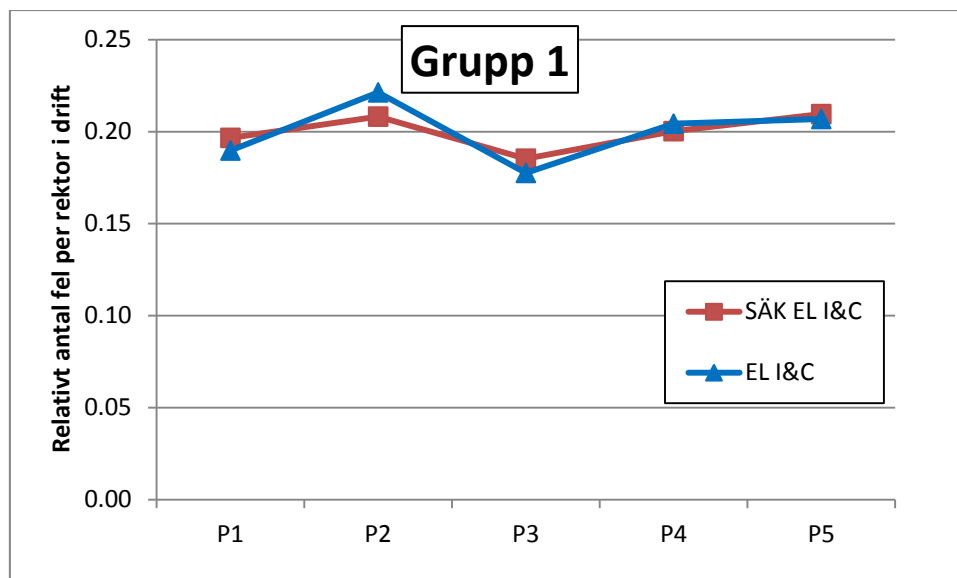


Figur 6: Antal fel som funktion av tid för det enskilda feltyperna: L, M, U, N O och Y, för ensemble SÄK EL I&C, där tidsberoendet indikeras genom serierna P1 till P5.

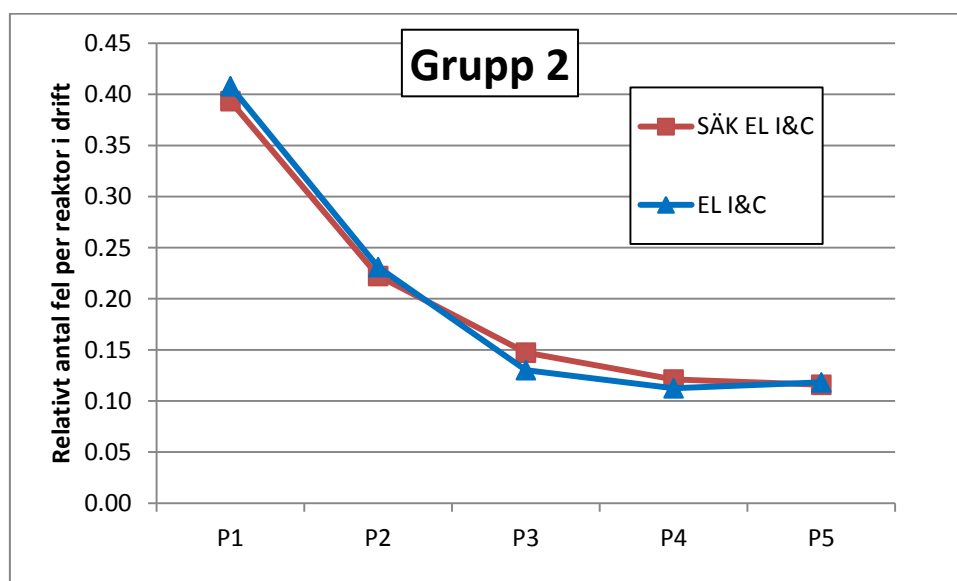
I figur 2, figur 5 och figur 6 framgår det att feltypen som dominerar antalet fel för de två ensemblerna är Y-elektronikkomponentfel. Denna feltyp står för cirka en tredjedel av de rapporterade felen.

Studerar man formen på de olika feltyperna kan man dela in dessa feltyper i två grupper. Dessa grupper kallas Grupp 1 (utseende liknade Avbrott) och Grupp 2 (utseende liknade Elektronikkomponentfel). Grupp 1 innehåller feltyperna; L - Glappkontakt, M – Avbrott och U- Korrosion / Erosion / Slitage och är indikerade i figur 5 och 6. Grupp 2 innehåller

feltyperna; N - Jordfel / Isolation, O – Kortslutning, samt Y- Elektronikkomponentfel och är indikerade i figur 5 och 6.



**Figur 7: Relativt antal fel per reaktor i drift, som funktion av tid för feltypen kallad Grupp 1. SÄK EL I&C ensemble (röd) och EL I&C ensemble (blå).**



**Figur 8: Relativt antal fel per reaktor i drift, som funktion av tid för feltypen kallad Grupp 2. SÄK EL I&C ensemble (röd) och EL I&C ensemble (blå).**

För att definiera den relativa felfrekvensen (relativt antal fel per reaktor i drift) för både Grupp 1 och Grupp 2, summeras delmängderna innan dessa normeras på tidigare definierat sätt.

I både figur 7 och figur 8 illustreras likheten mellan de två olika ensemblerna igen. I figur 7 visas att feltyperna summerade till Grupp 1 väsentligen har en relativt konstant felfrekvens medan i figur 8 visas samma typ av beteende som redan illustrerats i figur 4, där feltyperna Elektronikkomponentfel dominerar kraftigt (se figur 5 och figur 6).

I Annex 2 presenteras de enskilda normerade felfrekvens kurvorna för alla feltyper; L, M, N, O, U och Y.

### 3.5 Resultat – Ensembler

Två olika delmängder av data har extraherats ur TUD databasen. Båda delmängderna innehåller feltyperna L, M, U, N, O och Y (6 av 22 feltyper) som kan associeras med elektriska fel. Den större ensemblen kallad "EL I&C" innehåller alla systemkategorier som kan skivas 2xx till 8xx, där xx står för siffror. Den mindre ensemblen kallad "SÄK EL I&C" innehåller alla säkerhetsklassade utrustning, se annex 1 för specifikation. Ensemble "SÄK EL I&C" är väsentligen en delmängd av ensemble EL I&C.

Vid en undersökning av hur dessa ensemblers fel beror av tiden har det framkommit att även om en initial ökning av antalet fel vid idrifttagande av nya reaktorer så följer felfrekvensen en amplitud som är proportionell mot antalet reaktorer i drift.

Delmängden, som kallas Grupp 1, uppvisar en relativt konstant felfrekvens, med avseende på tidsberoendet. Den andra delmängden, Grupp 2, beteende med avseende på tiden liknade de båda ensemblerna EL I&C och SÄK EL I&C, dvs. uppvisar en avtagande och utplanande trend.

## 4 Databassökning - Sökning i ensemblerna

### 4.1 Allmän kommentar

Studerar man de delmängder av TUD data basen som ensemblerna EL I&C och SÄK EL I&C utgör, ser man en initial hög frekvens som sedan avtar för att plana ut. Detta kan tolkas som att vi har en konstant felfrekvens nås under period P3 till P5. I figur 4 ser man ett typexempel på vänstra delen av en badkarskurva.

### 4.2 Sökord

Vid rapportering av ett fel till TUD lämnas en mängd uppgifter, vissa är reglerade, som exempelvis feltyperna, och vissa är oreglerade och lämnas som fritext.

I de två presenterade ensemblerna har inte fritextsökningens möjligheten utnyttjats, endast feltypen har använts.

För att extrahera rapporterade åtgärder, ur våra två ensembler, gällande elektriska kontakteringar specifikt, valdes att antal sökord ut, som skall vara representativa för elektriska kontakteringar.

Tillsammans med TUD kansliet och SSM har följande sökord vid sökningar i de två olika ensemblerna använts: RELÄ, BRYTARE, KONTAKT, KRETSKORT, GLAPP, AVBROTT samt KORTSLUT. Man kan tänka sig att använda andra sökord än det som valdes, men det finns inget garanti för att någon typ av ensemble med sökord skulle vara mer optimal än en annan utan att ha facit i hand. Det är inte ens säkert att en felrapport innehåller tillräckligt med fakta för att kunna utröna om ett problem med elektriska kontakteringar förelåg, dels beroende på hur rapporten skrivits och dels på att det inte är säkert att felorsaken någonsin utreddes. Det är mycket troligt att fel avhjälpas utan att orsaken fastställs helt och hållet.

I databasen finns tre olika fält för fritext som kallas: FELOBS (Felobservation), FELTYP (Feltyp), VT.ÅTG (Vidtagen åtgärd). Det första fältet (Felobservation) innehåller alltid text, medan fält två (Feltyp) och fält tre (Vidtagen åtgärd) inte alltid är ifyllda. Eftersom som inte alltid fält två och fält tre är utnyttjade, fokuseras sökningen endast till fält ett (Fel observation).

### 4.3 Sökord – statistik

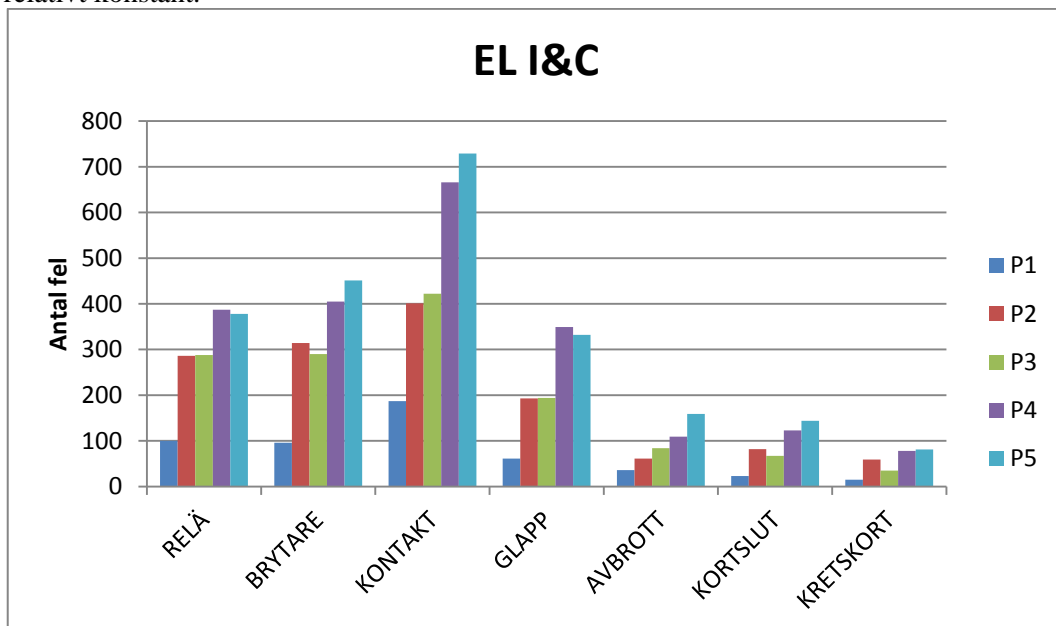
Sökningarna på de olika sökorden gjordes på de två ensemblerna EL I&C och SÄK EL I&C. Antalet felrapporter per ensemble var ca 7700 av 63000, för ensemble EL I&C och ca 3700 av ca 29000, för ensemble SÄK EL I&C. Övriga detaljer finns i Tabell 2 som visar antalet felrapporter per sökord.

**Tabell 2: Antalet fel per sökord och ensemble typ, samt summan av antalet träffar per ensemble typ.**

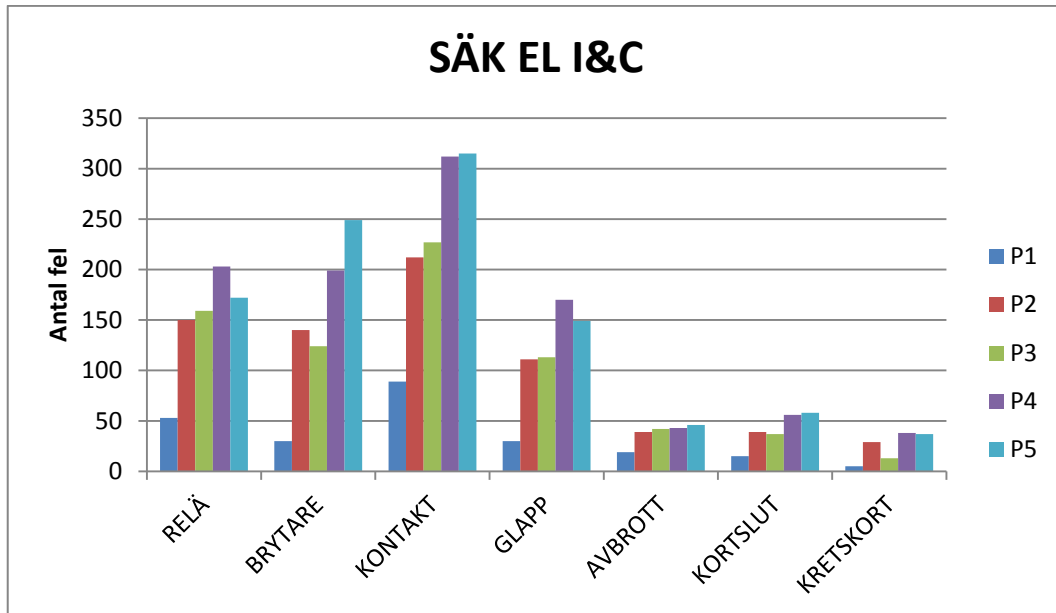
	EL I&C	SÄK EL I&C
RELÄ	1439	737
BRYTARE	1556	742
KONTAKT	2405	1155
GLAPP	1129	573
AVBROTT	449	189
KORTSLUT	439	205
KRETSKORT	268	122
Summa	7685	3723

Överlappat mellan det olika sökorden bedöms som mindre än 20 %, typiskt mindre än 10 %.

Tidsberoendet för de olika sökorden presenteras i figur 9, för ensemble EL I&C och i figur 10 för ensemble SÄK EL I&C. Tidsberoendet hos felen, som kan associeras med de olika sökorden, indikeras via serierna P1 till P5. Som framgår av dessa två figurer finns fortfarande slående likheter mellan de båda ensemblerna även om vissa skillnader börjar framträda, exempelvis för sökordet AVBROTT, se figur 9 och figur 10. För detta sökord är tendensen stigande för ensemble EL I&C och för ensemble SÄK EL I&C är den relativt konstant.



**Figur 9: Antal fel per sökord som funktion av tid för ensemble EL I&C. Tiden symboliseras av de olika serierna P1 till P5.**

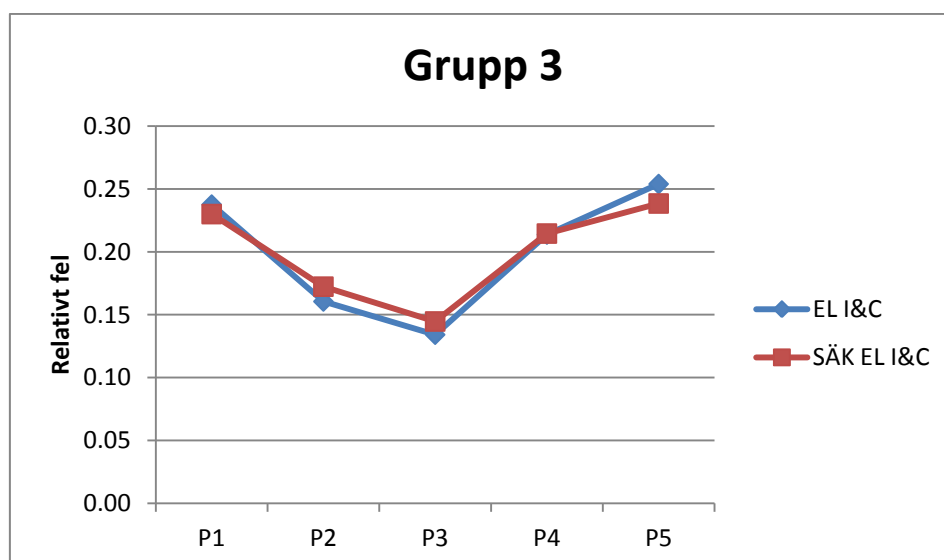


**Figur 10: Antal fel per sökord som funktion av tid för ensemble SÄK EL I&C. Tiden symboliseras av de olika serierna P1 till P5.**

Ur figur 9 och figur 10 framgår det att antalet rapporterade fel för varje specifikt sökord väsentligen ökar med tiden för båda ensembleerna.

De sju olika sökordens fel summeras per ensemble: RELÄ, BRYTARE, KONTAKT, KRETSKORT, GLAPP, AVBROTT och KORTSLUT till en kategori som kallas Grupp 3.

I figur 11 presenteras det relativa antalet fel per reaktor i drift, som funktion av tiden, för ensemble EL I&C och ensemble SÄK EL I&C för Grupp 3.



**Figur 11: Relativt antal fel per reaktor i drift som funktion av tid, för ensemble EL I&C och ensemble SÄK EL I&C. Sökorden som ingår i de relativa felen kategoriseras som Grupp 3.**

I figur 11 ses inte samma beteende som tidigare observerats i figur 4 och i figur 8, utan tendensen är att det relativa antalet fel per reaktor i drift, som kan associeras till kategorin

Grupp 3, istället ökar för de två sista tidsperioderna. Detta indikerar att fel som kan associeras till de olika sökorden kan vara ökande för både ensemble EL I&C och SÄK EL I&C.

I annex 3 presenteras det relativa felet för alla olika sökorden individuellt.

## 4.4 Resultat – Sökord

Sju stycken sökord valdes i samråd med TUD kansliet och SSM. Dessa var: RELÄ, BRYTARE, KONTAKT, KRETSKORT, GLAPP, AVBROTT och KORTSLUT.

Valet av sökord belyser i viss mån problemet med att identifiera ”Bra” sökord. Några valda ord var ”KORT-SLUT” och ”KRETS-KORT”, men inte ”KORT” som mycket väl kunnat vara använt för att beskriva ”KRETSKORT” i dagligt tal.

Svårigheten med att identifiera en typ av fel genom fritextsökning ligger i att rapportören av fel representerar en stor osäkerhet i databasen. Exempelvis kan olika människor beskriva ett och samma fel på flera olika sätt.

Det relativa antalet fel per reaktor i drift, som funktion av tiden visade upp likartade beteenden för båda ensembleerna, se figur 11. Jämför man dessa två relativa felfrekvenser, med felfrekvenserna för ensembleerna, som kan observeras i figur 4, ser man att initialt har man jämförbara förlopp, men period P4 och P5 är definitivt inte utplanande utan ökande i felfrekvens, se figur 11.

Om de två ensembleerna tillsammans med de sju sökorden representerar en delmängd som återspeglar fel som kan associeras med elektrisk kontaktering, då indikerar detta samband att problemen med elektriska kontakteringar är ökande.

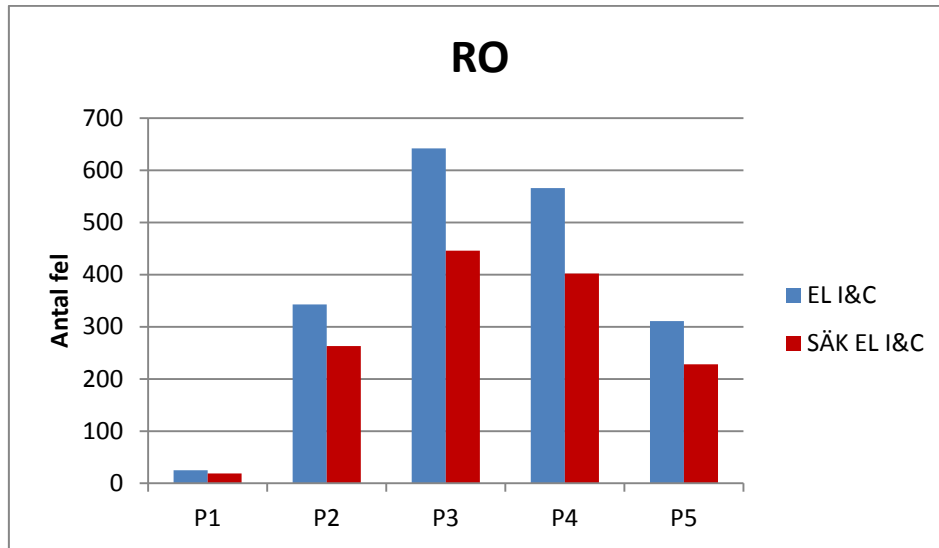
Dock bör det påpekas att osäkerheten ökar när det statistiska underlaget minskar vilket sker när vi tar ut delmängder av ensembleerna EL I&C och SÄK EL I&C. Vi uppskattar osäkerheten i statistiken med fluktuationerna under period P3 till P5 i figur 4 till ca 20 fel per reaktor i drift per tidsperiod för båda ensembleerna. I figur 11 motsvarar ensemble EL I&C ca 140 fel per rektor i drift per period och ensemble SÄK EL I&C ca 70 fel per reaktor i drift per period. Dvs. osäkerheten uppskattas till ca 15 % ensemble EL I&C och ca 30 % till ensemble SÄK EL I&C.

## 4.5 RO felfrekvens

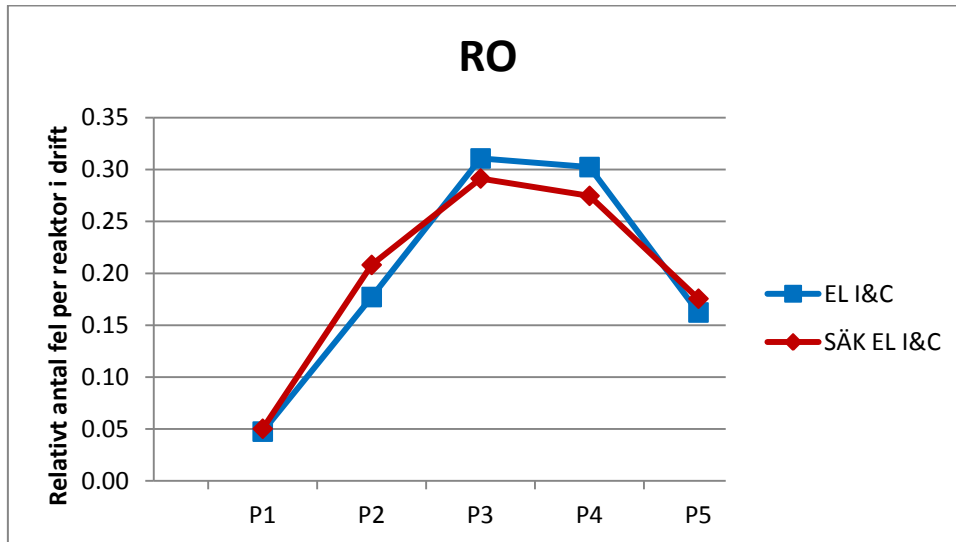
En delmängd av TUD databasen är de fel som kodas som Rapportervärda Omständigheter (RO). Vad som gör RO:n speciella är att felens konsekvenser bedöms som så allvarliga att dessa, på grund av föreskrifter, måste rapporteras till SSM via RO rapporteringsrutiner. Detta blir sedan en tilläggsinformation för ett sådant till TUD rapporterat fel. Från de finska reaktorerna rapporteras inga RO:n till TUD då de lyder under finskt regelverk.

Dessa fel går även att identifiera ur de två ensembleerna EL I&C och SÄK EL I&C. I figur 12 presenteras antalet RO:n som funktion av tiden.





Figur 12: Antalet rapporterade RO:n presenteras som funktion av tiden för de två ensemblerna EL I&C och SÄK EL I&C.



Figur 13: Relativt antal RO:n per reaktor i drift presenteras som funktion av tiden för de två ensemblerna EL I&C och SÄK EL I&C.

I figur 13 presenteras de relativa felen per reaktor i drift som funktion av tiden för de två ensemblerna EL I&C och SÄK EL I&C. För att korrigera för att inga RO:n rapporterats från de finska reaktorererna har antalet reaktorer minskats med motsvarande värden.

Jämför man båda dessa kurvor med de tidigare rapporterade resultaten ser man att antalet rapporterade RO:n faktiskt sjunker efter en initial ökning.

## 4.6 Resultat – RO

Båda ensemblernas felfrekvenser med avseende på RO:n har ett likartat beteende som funktion av tiden. Efter en initial långsam ökning, till följd av ett ökat antal reaktorer tagits i drift, följer en minskning, som är mer uttalad än vad minskningen av antalet reaktorer i drift indikerar.

Det relativa antalet fel (RO) per reaktor i drift är klart sjunkande, vilket indikerar att underhållet har rätt inriktning.

Enligt SSM så sammanfaller minskning runt 1998, med att det infördes tydligare rapporteringskrav inklusive kategoriseringsvillkor. Detta gjorde att antalet RO minskade, då man tidigare rapporterat lite mindre allvarliga händelser som RO. Det är osäkert om detta förklarar hela minskningen i antalet RO.

## 5 Intervju med personal

### 5.1 Underlag

Som ett komplement till genomförda sökningar i TUD databasen har SP genomfört telefonintervjuer med representanter från underhållsavdelningen på Ringhals-, Oskarshamn- samt Forsmarkskärnkraftverk.

Frågeformuläret som har använts finns beskrivet i Annex 4 av denna rapport. Frågeformuläret var uppdelat i en allmän del som generellt tog upp frågor kring hur man utnyttjar olika typer av uppföljningssystem på de olika kärnkraftsanläggningarna samt en mer specifik del kring elektriska kontakteringar.

Sammanfattningen av erhållna svar baseras dels på erhållna skriftliga svar från de olika kärnkraftsverken i kombination med anteckningar som SP förde under telefonintervjuerna.

Viktigt att beakta, i samband med bedömningen av framkomna slutsatser, att intervjuerna har genomförts med ett begränsat antal personer på de olika kärnkraftverken.

SP skickade ut frågeformuläret till de som skulle intervjuas några dagar innan intervjun genomfördes så de hade möjlighet att förbereda sig inför intervjun.

### 5.2 Resultat intervjuer

Nedan sammanfattas de viktigaste slutsatserna från genomförda intervjuer:

- Allmänna uppfattningen är att man främst matar in information i TUD databasen och inte i lika stor utsträckning använder den för att läsa ut information, anledningen är att de egna uppföljningssystemen ofta ger mer detaljerad information än TUD databasen.
- Risken att olika personer rapporterar in information på olika sätt i TUD ses som ett generellt problem som kan ge missvisande information vid sökningar
- Bland annat nämndes följande förslag för att höja kvalitén i inrapporteringen
  - Fler underfeltyper så att man lättare hittar en lämplig feltyp för aktuell situation
  - Begränsa antalet personer som hanterar inrapporteringen
  - Ansvarig person granskar underlaget innan det skickas in
  - Automatisk kontroll av stavning/språk och verifiering av viss inskriven data (t.ex. tider och datum)
  - Mer uppföljningar där man diskuterar hur man fyller i information
- Allmänna uppfattningen är fritextsfältet i dagsläget ger mer information än feltypsfältet men om man i framtiden utökar med underfeltyper så kan situationen ändras
- Tillståndshavarna tar till sig ny kunskap för att förbättra kvalitet och verksamhet genom deltagande i både interna forum på de olika kärnkraftverken samt genom deltagande i olika typer av nationella samt internationella forum.
- Finns en stor medvetenhet hos tillståndshavarna för kontakteringsproblem som kan påverka säkerheten. Den generella uppfattningen är att kontakteringsproblem inte är något större bekymmer om man jämför med andra typer av fel men när man väl upptäcker några problem/brister kring

kontakteringar så vidtager man kraftfulla åtgärder och vid behov t.ex. byter ut alla kontakteringar av en viss typ/fabrikat som har visat sig vara felbenägen

- Följande feltyper ansågs vara vanligast för elektriska kontakteringar
  - Glappkontakt
  - Jordfel
  - Intermittenta fel
  - Felaktiga presskontakter i samband med anläggningsändringar
  - Felaktig skalning av kabel i samband med nymontage
  - Skruvförband, ej rätt moment
- Något olika uppfattning, hos de intervjuade personerna, huruvida man kunde urskilja att någon viss typ av elektrisk kontaktering hade högre felfrekvens än övriga
- Även olika uppfattning, hos de intervjuade personerna, på vilket sätt de bedömer att felfrekvensen har ändrats sig över tiden
  - Konstant låg felfrekvens
  - Ökad felfrekvens vid större ombyggnader
  - Felfrekvensen har ökat något med tiden
- På kärnkraftverken förekommer både automatisk- samt manuell detektering av fel på kontakteringar. För de automatiska detekteringssystemen så sker detekteringen indirekt, d.v.s. att syftet med de automatiska testen i första hand är att identifiera fel på t.ex. en transmitter men när man går vidare i analysen kan det visa sig att felindikeringen härrörde sig från ett fel på en elektrisk kontaktering
- Säkerhetsproblem pga. åldrande kontakteringar förebyggs och/eller motverkas bland annat med hjälp av:
  - Vanlig uppföljning via FU (Förebyggande Underhåll)
  - STF (Säkerhets Tekniska Föreskrifter) beskriver hur ofta man skall kalibrera en komponent och vilka åtgärder man skall vidta i samband med detta.
  - Ålderhanteringsprogram har lett fram till rekommendationer.
  - I samband med större ombyggnader och projekt byts ofta kablar och elektriska komponenter ut vilket även innebär nya kontakteringar.
  - För miljöqualificerade komponenter hanteras frågan genom förebyggande underhåll som då är ett krav i tillhörande miljöqualificering.
- Om en komponent byts ut och felet inte kan säkerställas så genomförs interna analyser på de olika kärnkraftverken och vid behov tar man även hjälp av externa labb/leverantörer för att genomföra mer detaljerade felanalyser. Eventuellt kan det vara så att resultatet av genomförd felanalys inte återmatas till TUD, detta beroende på att TUD-rapporteringen görs i samband med att arbetsordern avrapporteras, då felet i anläggningen reparerats, medan svaret från analysen av felande komponent normalt kommer senare.
- Baserat på intervjuresultaten, så kan så kallade ”Common Cause Failure” (CCF), detekteras av de befintliga underhållssystemen så länge upplösningen i rapporteringssystemen är tillräckligt noggrann (med tillräckligt noggrann menas att även delkomponenter i exempelvis kretskort dokumenteras). Om denna upplösning ej stöds av rapporteringssystemen, finns det en risk att CCF beroende på fel i delkomponenter inte detekteras.

## 6 Slutsatser

Två olika angreppssätt har använts för att belysa problemen med elektriska kontakteringar inom svenska kärnkraftverk med avseende på åldring:

### 1. Databassökning:

Sökningar i TUD databasen gjordes för feltyper som kan associeras med fel på elektriska komponenter. Detta skedde genom att ett urval av feltyper identifierades och att vissa systemkategorier och systemnummer valdes ut. Två ensembler skapades varav en var en delmängd av den andra.

- a. De dataensembler som genererades visade inte att felfrekvensen ökade med drifttiden, utan att efter en initial ökning av antalet fel vid idrifttagande av nya reaktorer, så följer felfrekvensen en amplitud som är proportionell mot antalet reaktorer i drift.
- b. Delmängder till ovan nämnda ensembler genererades genom att sökning i fritextsfälten genomfördes med sökord som skall vara representativa för elektriska kontakteringar. Felfrekvensen för dessa nya delmängder av ensemblerna är inte proportionell mot antalet reaktorer i drift under de sista 16 åren utan visar tendenser att vara ökande, men det statistiska underlaget är litet.
- c. Delmängder till i punkt a) nämnda ensembler genererades genom att fel relaterade till Rapportervärda Omständigheter (RO) identifierades. Initialt ökar dessa delmängders felfrekvens för att nå ett maximum runt 1998 och att därefter avtaga under de 13 sista åren. Detta skulle kunna indikera att underhållet riktas mot rätt utrustning. Dock skall det nämnas att reglerna för vad som skall rapporteras till SSM i form av RO:n ändrats och förtydligats under period P3 vilket också minskar antalet RO:n.

### 2. Intervjuer:

Ett konkret resultat av de genomförda intervjuerna var att det inte fanns en generell uppfattning om att fel på elektriska kontakteringar var ett stort problem på de olika kärnkraftsanläggningarna. Det nämndes dock att felfrekvensen tillfälligt kunde öka efter exempelvis större ombyggnationer.

Dessutom var den allmänna uppfattningen att man främst matade in information i TUD databasen och inte i lika stor utsträckning utnyttjade TUD databasen för egna sökningar. En anledning till detta var bland annat att man ansåg att sökningar i egna uppföljningssystem gav mer detaljerad information.

Baserat på intervjuresultaten, så kan så kallade ”Common Cause Failure” (CCF), detekteras av de befintliga underhållssystemen hos tillståndshavarna så länge upplösningen i rapporteringssystemen är tillräckligt noggrann (med tillräckligt noggrann menas att även delkomponenter i exempelvis kretskort dokumenteras).

Om denna upplösning ej stöds av rapporteringssystemen, finns det en risk att CCF beroende på fel i delkomponenter inte detekteras.

## 7 Förslag till framtida arbete

Det finns tolkningsutrymme i resultatet från denna undersökning beroende på svårigheter att söka i TUD och att TUD är en begränsad del av ett mer omfattande, lokalt databas system hos tillståndshavarna.

Ett av resultaten från det presenterade arbetet är att det finns öppna frågor:

- Hur skall fel rapporteras till TUD för att databassökningar skall underlättas?
  - Kan en större data mängd från arbetsordersystemet inkluderas i TUD för att underlätta sökningar?
- Hur långt ned bryts ett rapporterat fel ned till av tillståndshavarna (TH)?
  - Finns det risk att TH missar CCF pga. att man inte går tillräckligt djup ner på exempelvis komponent nivå?

För att besvara dessa frågor behövs ett nära samarbete med TH.

**SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**  
**Elektronik - Miljöårlighet**

Utfört av

Granskat av

Lars Fast & Johan Hedberg

Peter Leisner

## **Annex 1**

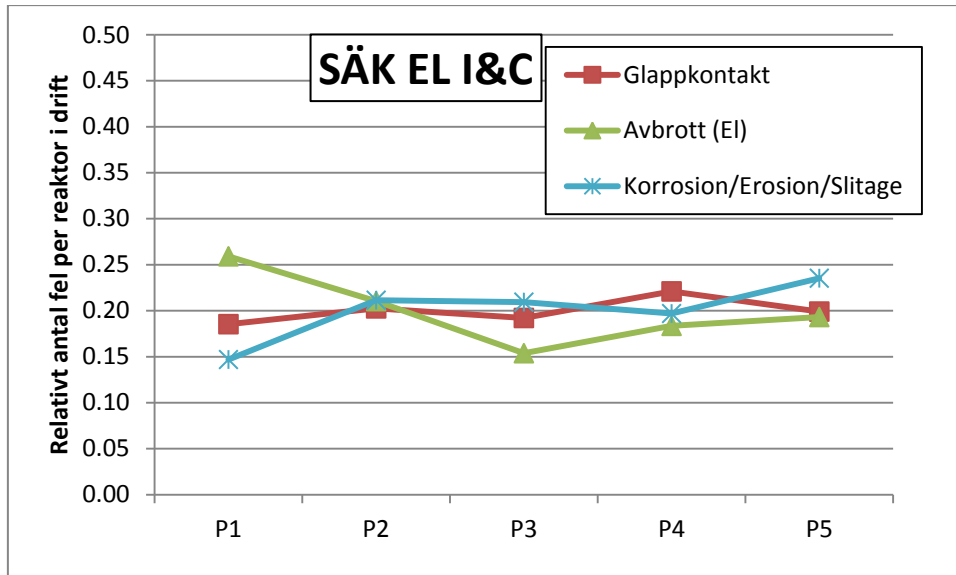
### **Systemnummer för SÄK EL I&C ensemble**

Sammanställningen av system och systemnummer för så kallad säkerhetsklassad utrustning, vilken ska förebygga olyckor eller eliminera, reducera konsekvenserna om en olycka ändå skulle ske, publiceras inte då informationen är av betydelse för säkerheten.

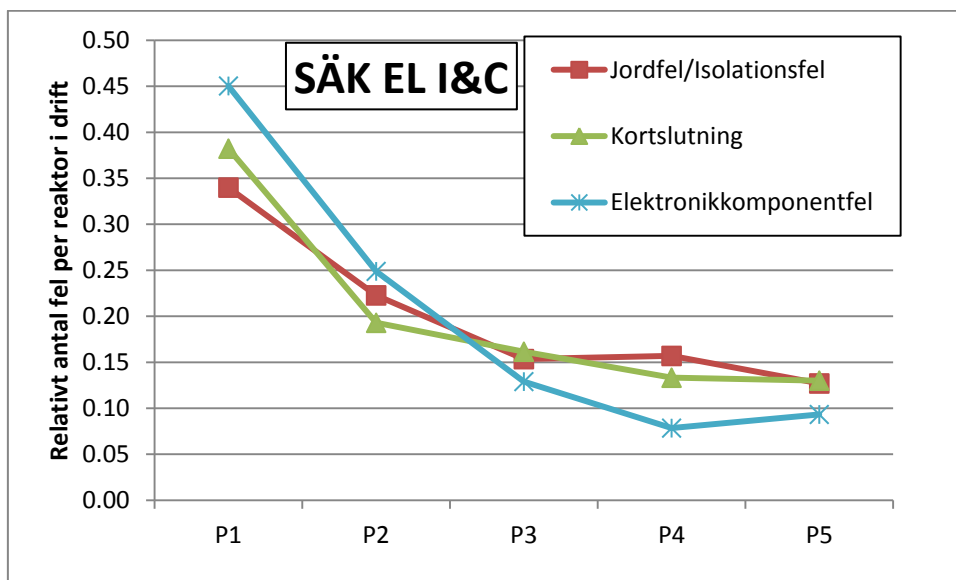
## Annex 2

### Relativa felfrekvenser för olika feltyper

De relativa antal fel per reaktor i drift presenteras för ensemble SÄK EL I&C, för feltyperna; L, M och U (figur A2 1); N, O och Y (figur A2 2).



Figur A2 1: Relativt antal fel per reaktor i drift för ensemble SÄK EL I&C för feltyperna; L, M och U.

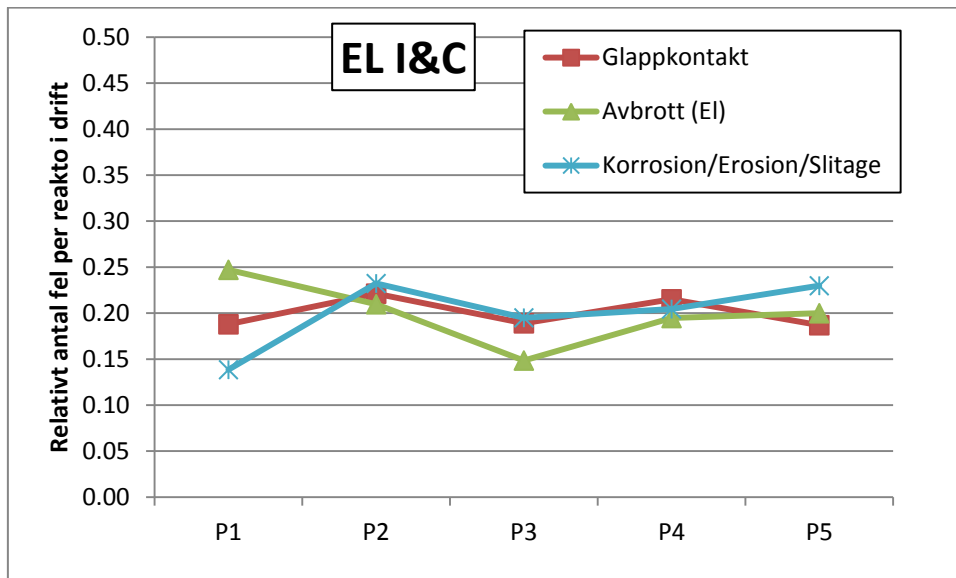


Figur A2 2: Relativt antal fel per reaktor i drift för ensemble SÄK EL I&C för feltyperna; N, O och Y.

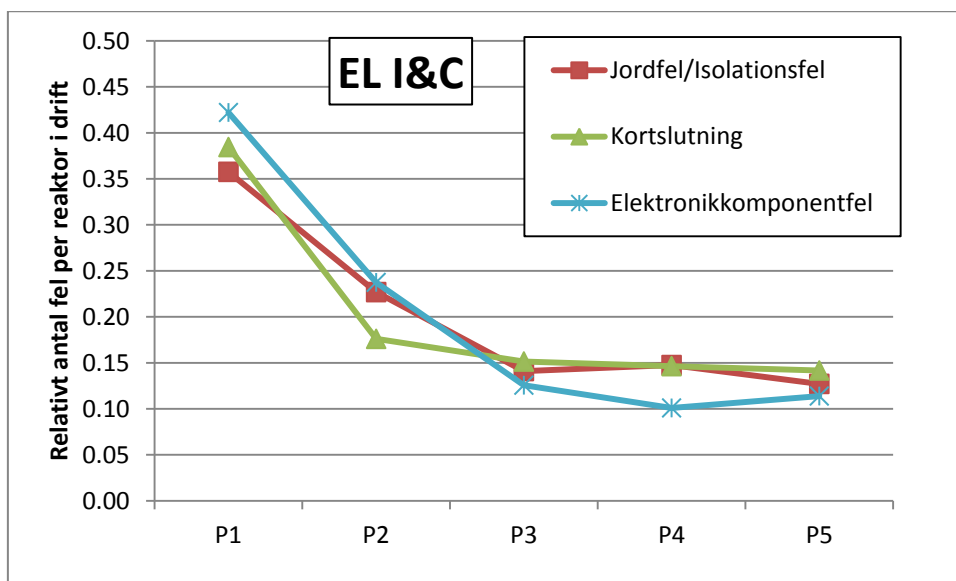
I figur A2 1 presenteras; L – Glappkontakt (röd), M – Avbrott (grön) och U – Korrosion /Erosion / Slitage (ljusblå). I figur A2 2 presenteras; N – Jordfel / Isolationsfel (röd), O – Kortslutning (grön) och Y – Elektronikkomponentfel (ljusblå).

De relativa felfrekvenserna per reaktor i drift presenteras för ensemble EL I&C, för feltyperna; L, M och U (figur A2 3); N, O och Y (figur A2 4).





Figur A2 3: Relativt antal fel per reaktor i drift för ensemble EL I&C för feltyperna; L, M och U.



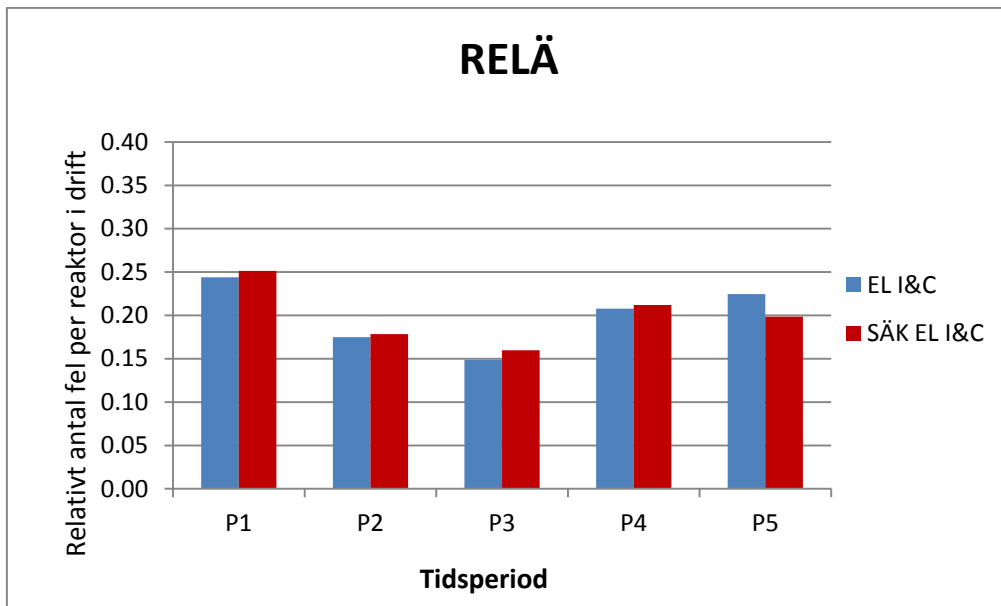
Figur A2 4: Relativt antal fel per reaktor i drift för ensemble EL I&C för feltyperna; N, O och Y.

I figur A2 3 presenteras; L – Glappkontakt (röd), M – Avbrott (grön) och U – Korrosion /Erosion / Slitage (ljusblå). I figur A2 4 presenteras; N – Jordfel / Isolationsfel (röd), O – Kortslutning (grön) och Y – Elektronikkomponentfel (ljusblå).

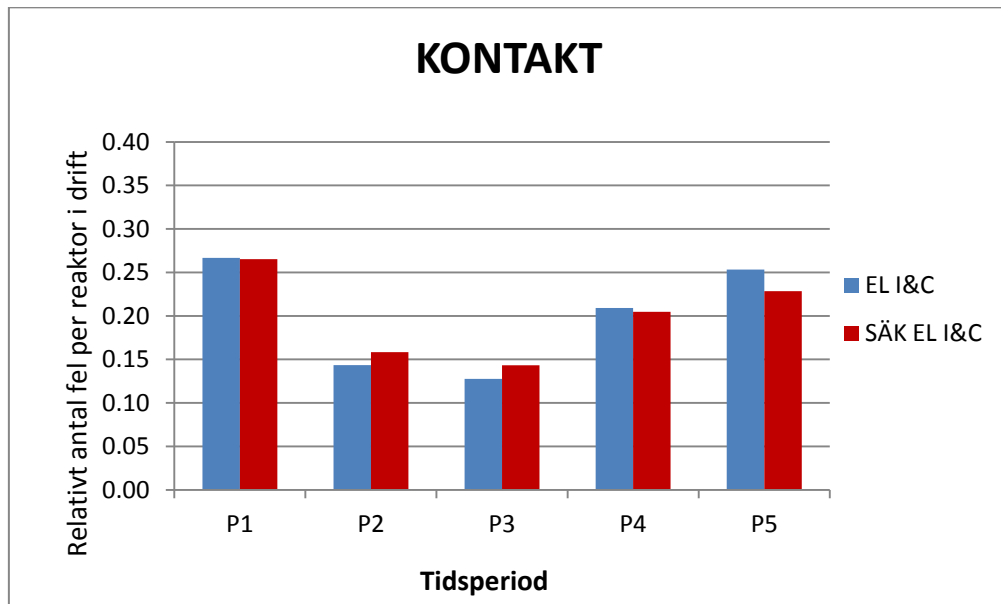
## Annex 3

### Relativt antal fel per reaktor i drift för sökorden: RELÄ, BRYTARE, KONTAKT, KRETSKORT, GLAPP, AVBROTT och KORTSLUT

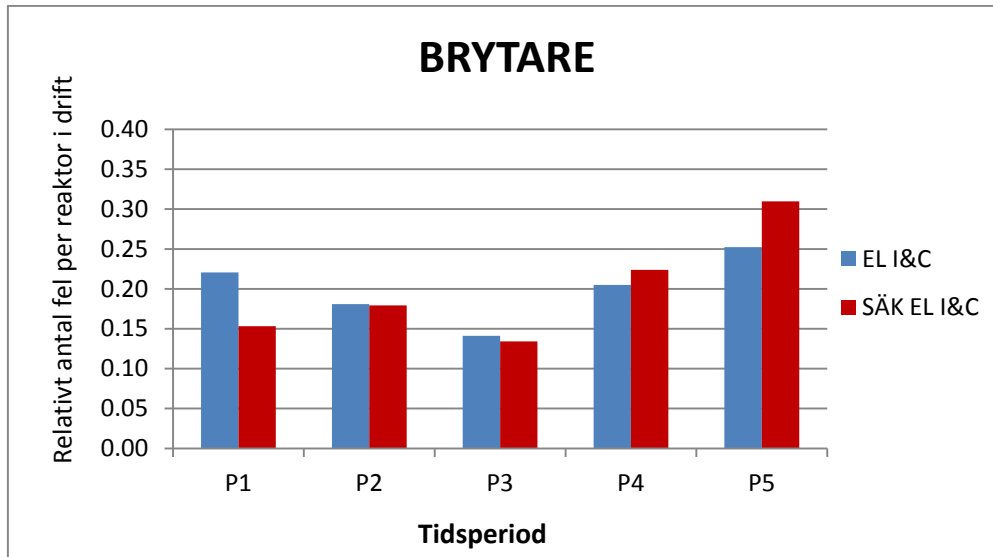
Antalet fel är normerat till populationen i ensemblen och med hänsyn till antalet reaktorer i drift.



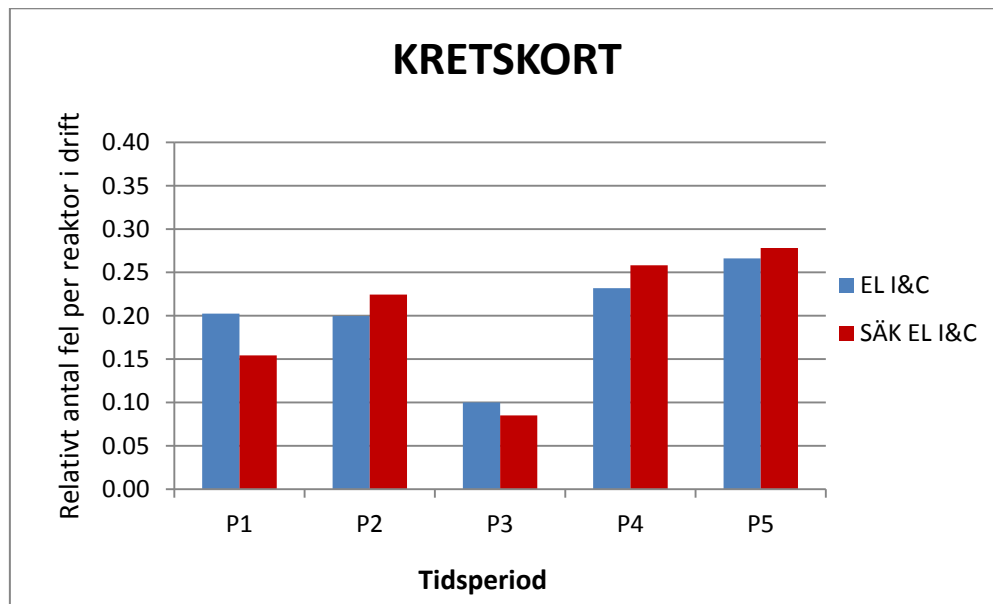
Figur A3 1: Relativt antal fel per reaktor i drift för sökordet RELÄ som funktion av tid. Blå kurva ensemble EL I&C och röd kurva ensemble SÄK EL I&C.



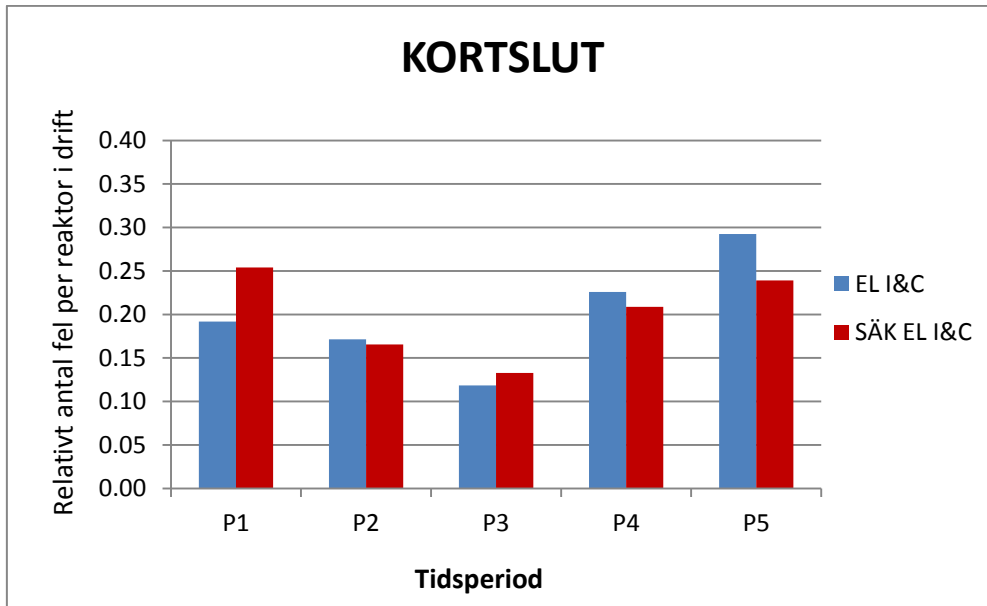
Figur A3 2: Relativt antal fel per reaktor i drift för sökordet KONTAKT som funktion av tid. Blå kurva ensemble EL I&C och röd kurva ensemble SÄK EL I&C.



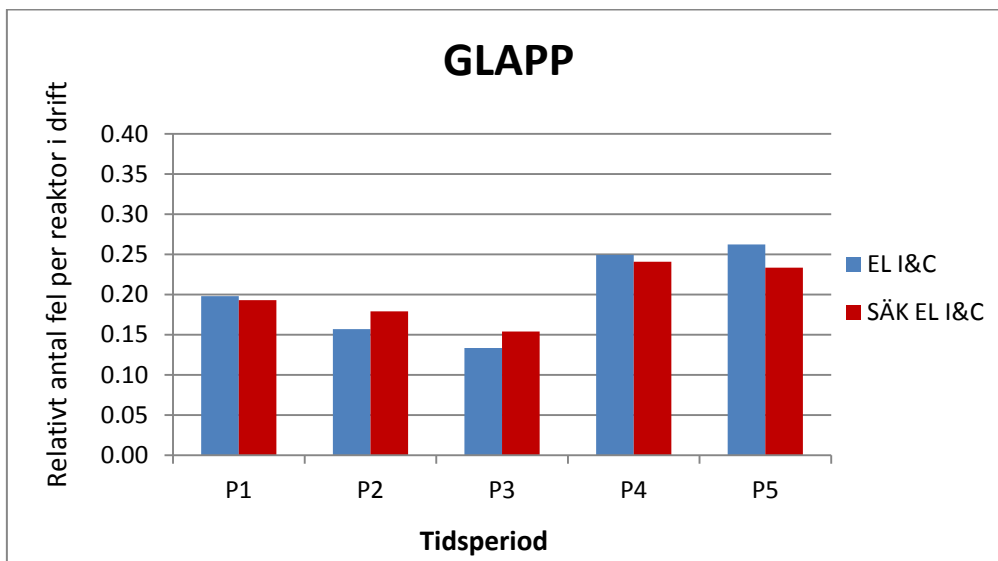
**Figur A3 3:** Relativt antal fel per reaktor i drift för sökordet BRYTARE som funktion av tid. Blå kurva ensemble EL I&C och röd kurva ensemble SÄK EL I&C.



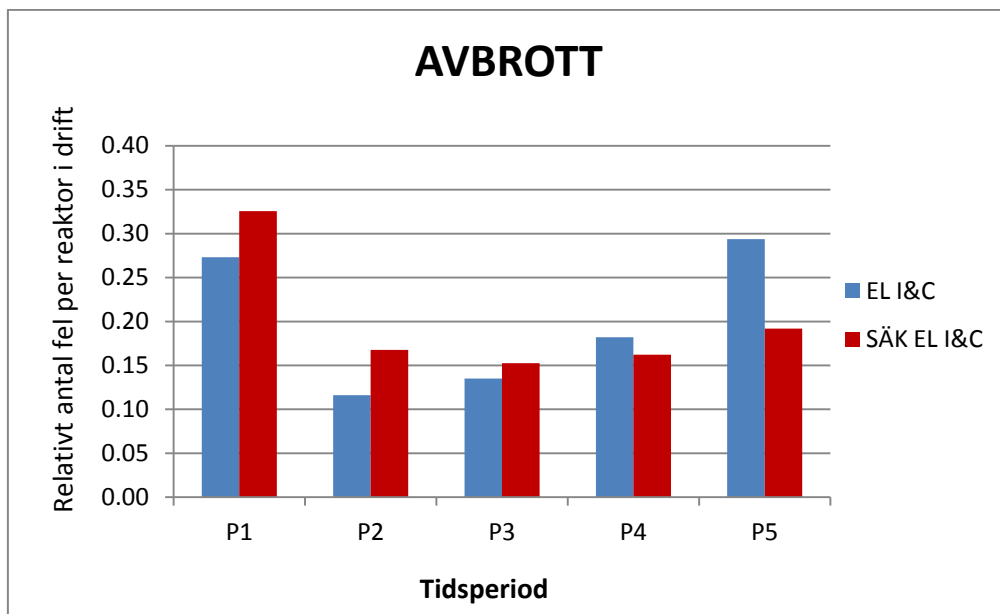
**Figur A3 4:** Relativt antal fel per reaktor i drift för sökordet BRYTARE som funktion av tid. Blå kurva ensemble EL I&C och röd kurva ensemble SÄK EL I&C.



**Figur A3 5: Relativt antal fel per reaktor i drift för sökordet KORTSLUT som funktion av tid. Blå kurva ensemble EL I&C och röd kurva ensemble SÄK EL I&C.**



**Figur A3 6: Relativt antal fel per reaktor i drift för sökordet GLAPP som funktion av tid. Blå kurva ensemble EL I&C och röd kurva ensemble SÄK EL I&C.**



**Figur A3 7: Relativt antal fel per reaktor i drift för sökordet AVBROTT som funktion av tid. Blå kurva ensemble EL I&C och röd kurva ensemble SÄK EL I&C.**

## Annex 4

### Frågeställningar i samband med intervjuer avseende elektriska kontakteringar vid långa drifttider inom svensk kärnkraft

Som ett komplement till genomförda sökningar i TUD databasen har SP genomfört telefonintervjuer med representanter från underhållsavdelningen på Ringhals,

Oskarshamns samt Forsmarks kärnkraftverk.

Frågeformuläret som har använts finns beskrivna i detta annex 4 av rapporten.

Frågeformuläret var uppdelat i en allmän del som generellt tog upp frågor kring hur man utnyttjar olika typer av uppföljningssystem på de olika kärnkraftsanläggningarna samt en mer specifik del kring elektriska kontakteringar.

#### Allmän del:

Runt om i världen samlar tillverkare/användare information om fel som uppstår i kärnkraftverk (t.ex. BWORG, NOG, TUD (enbart Sverige och Finland).

1. Hur utnyttjar Tillståndshavarna (TH) denna typ av information för att återkoppla till egen verksamhet, t.ex. trendning, läsa ut indikatorer?
2. Finns det hos TH egna (fel)uppföljningssystem
3. Exempel på hur sådan information skulle kunna påverka är:
  - i. Frekvens för rutinkontroller.
  - ii. Antal kontrollerade ”samples” av en viss typ av komponent.
  - iii. Frekvens för underhåll.
  - iv. Rutinmässigt utbyte av komponent efter ett antal år.
  - v. Behov av förtida utbyte
- a. Har ni infört några nya rutiner i er verksamhet p.g.a. återkoppling från uppföljningssystemen?
- b. Ser ni att någon av ovan nämnda exempel skulle vara relevant i någon del av er verksamhet?
4. Finns det någon intern rutin om hur och när man skall mata in information i respektive uppföljningssystem?
5. Vad ser ni för risker/problem med att olika personer kan rapportera in information på olika sätt i olika typer uppföljningssystem?
6. Har ni några synpunkter/förslag på hur man skulle kunna förbättra inrapporteringen till olika typer av uppföljningssystem?
7. Brukar fritextssökningsfältet användas?
8. Vilket fält ger bäst information om både feltyps- samt fritextsfälts har angivits i uppföljningssystemet?

9. Hur kan man i uppföljningssystemet skilja på att en komponent har bytts ut p.g.a. rutinmässigt underhåll eller p.g.a. att den var trasig?
10. Gör ni egna sökningar i interna/externa uppföljningssystemet på er anläggning?
11. Använder ni de olika uppföljningssystemen på något annat sätt än som påtalats i denna enkät?
12. Hur tar TH till sig ny kunskap för att förbättra kvalitet och verksamhet?
13. Medvetenheten hos tillståndshavarna (TH) för kontakteringsproblem som kan påverka säkerheten.

### **Specifikt kring elektriska kontakteringar:**

Med kontaktering avses i detta sammanhang en elektrisk kontakt av något slag för att överföra elektrisk ström mellan två ledande material.

Följande typer av kontakteringar är aktuella:

- Kontaktdon av olika slag
- Lödningar
- Skruvkontakter
- Presskontakter
- Virning

- 1) Vilka är de vanligaste feltyperna för elektriska kontakteringar?
- 2) Hur vanligt är det att fel i elektriska kontakteringar skapar säkerhetsproblem?  
1 ggr per vecka?  
1 ggr per månad?  
1 ggr per år?  
Annat intervall?
- 3) Kan man särskilja att vissa typer av kontakteringar har högre felfrekvens?
- 4) Kan du ge förslag på lämpliga sökbegrepp vid fritextsökning som är relevanta för elektriska kontakteringar?
- 5) Finns det någon typ av automatisk detektering att elektriska kontakteringar är på väg att sluta fungera?
- 6) Vilka andra sätt används för att kontrollera elektriska kontakteringar?
- 7) Ange de trender kring elektriska kontakteringar som eventuellt har upptäckts, t.ex. ökad/minskad/konstant felfrekvens över tiden?
- 8) Byter man ut elektriska kontakteringar periodiskt med visst tidsintervall?
- 9) Hur förebygger eller motverkar ni eventuella säkerhetsproblem pga. åldrande kontakteringar?
- 10) Är det olika underhållskrav beroende på om den elektriska kontaktingen ingår som en del av ett säkerhetssystem eller inte?

11) Om en komponent byts ut och felet inte kan säkerställas:

a) Skickas den på felanalys?

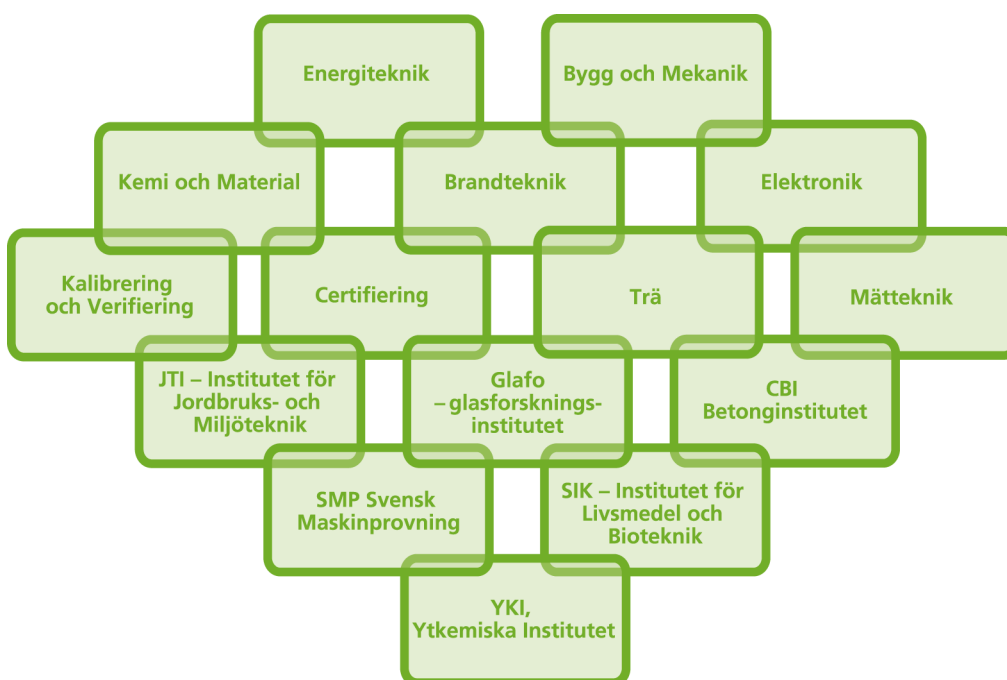
b) Återkopplas eventuell felanalys resultat till TUD?

12) Ändras era rutiner då ny utrustning introduceras?



### SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Vi arbetar med innovation och värdeskapande teknikutveckling. Genom att vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling har vi stor betydelse för näringslivets konkurrenskraft och hållbara utveckling. Vår forskning sker i nära samarbete med universitet och högskolor och bland våra cirka 10000 kunder finns allt från nytänkande småföretag till internationella koncerner.



### SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 BORÅS

Telefon: 010-516 50 00, Telefax: 033-13 55 02

E-post: [info@sp.se](mailto:info@sp.se), Internet: [www.sp.se](http://www.sp.se)

[www.sp.se](http://www.sp.se)

Mer information om SP:s publikationer: [www.sp.se/publ](http://www.sp.se/publ)

Elektronik

SP Rapport :32

ISBN 978-91-87017-46-9

ISSN 0284-5172