



Felträdsanalys för spisvakter

Lars Strandén

Abstract

This report consists logically of results from two parts: specific aspects for stove guard and guidance when using FTA (Fault Tree Analysis) for analysis of stove guard. The results concerning specific aspects for stove guard show how to structure and evaluate prerequisites. The results of the FTA analysis of stove guard show leaves, subtrees and a number of fault trees representing dangerous or unwanted top events.

A limited state-of-the-art evaluation has been made for stove guards. Before an FTA can be applied it is necessary to identify system limitations, borders and terminology in order to be clear what is included and not. Guidance is given for this. FTA is a suitable method mainly because it is easy to understand and survey. In many cases only two gate types are needed; OR and AND. The keys for successful handling of fault tree are the definitions of leaves and subtrees and finding the most suitable level of abstraction. In this report a textual representation is used for fault trees. The advantages are that the representation is tool independent and that it is more compact than graphical representation.

Key words: Stove guard, FTA, analysis, kitchen, fire, top-event

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
SP Technical Research Institute of Sweden

SP Rapport 2016: 88
ISBN 978-91-88349-76-7
ISSN 0284-5172
Borås 2016

Innehållsförteckning

Abstract	3
Innehållsförteckning	4
Förord	6
Sammanfattning	7
1 Introduktion	9
2 Spisvakter – “state-of-the-art”	10
2.1 Introduktion	10
2.2 Standarder	10
2.3 Bakgrund	11
3 Förutsättningar	12
4 Terminologi	13
5 Systemgränser	13
6 Topp-händelser	14
7 Specifikation av felträd	15
7.1 Introduktion	15
7.2 Felträdsstruktur	16
7.3 Varianthantering	16
7.4 Abstraktionsnivå för löv	16
7.4.1 Introduktion	16
7.4.2 Inom systemgränserna	17
7.4.3 Så långt det är unikt	17
7.5 Skapande av felträd	17
7.5.1 Introduktion	17
7.5.2 Initiering	18
7.5.3 Hantering löv	18
7.5.4 Skapa inre delar av felträdet	18
8 FTA – representation	18
9 Löv	19
10 Subträd (ST)	20
10.1 Introduktion	21
10.2 ST-PersonBrister	21
10.3 ST-Produktutvecklingsfel	21
10.4 ST-FelhanteradSpisvakt	21
10.5 ST-Sensorfel	22
10.6 ST-Aktuatorfel	22
10.7 ST-Vätskesläckningsfel	23
10.8 ST-Timerfel	23
10.9 ST-Antändning	23
10.10 ST-BrandFinns	24
11 Felträd	24
11.1 Farliga topphändelser	24
11.1.1 Misslyckas att detektera spisbrand i tid	24
11.1.2 Misslyckas att släcka spisbrand	24
11.1.3 Misslyckas att stänga av spis vid brand/detektion	25
11.2 Icke-önskvärda topphändelser	25
11.2.1 Släckning av brand startas felaktigt	25

11.2.2	Spis stängs av utan anledning	25
12	Slutsatser	26
13	Referenser	26
Appendix A: Sökord		28
Appendix B: Utvärdering av produkter		29

Förord

Denna rapport är ett delresultat av projektet ”Analys av brandsäkerhetens fysiska bestämningsfaktorer och tekniska åtgärder som stöd till nollvisionen”. Projektet finansieras av MSB (Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap) och deltagande parter är SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut och Lunds Tekniska Högskola.

Jag vill rikta ett stort tack till referensgruppen och till övriga personer inom projektet som kommit med många konstruktiva kommentarer. På så sätt har rapporten blivit tydligare, mer sammanhållen och därmed mer förståelig.

Borås, December 2016

Lars Strandén,
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Sammanfattning

Syftet med denna rapport är ta fram felträd enligt metoden FTA (Fault Tree Analysis) och att ge råd och anvisningar för hur man kan hantera en FTA för spisvakter. Spisvakter är viktiga för att minska antalet och omfattningen av bränder i kök. Fördelen med FTA är att man startar med oönskade topphändelser, dvs en top-down metod, och analyserar sedan orsakerna till topphändelserna med hjälp av successiv förfining. FTA möjliggör en analyserbar, strukturerad och tydlig hantering.

För att kunna tillämpa FTA krävs dock att man är fullständigt klar med vilka förutsättningar som finns och vilka gränssnitt som finns mot omgivningen. Denna rapport innehåller råd och anvisningar för att hantera dessa. Vidare måste man förstå att ett entydigt (unikt) felträd inte är möjligt utan kommer att bero på inblandade personers tycke och smak, kunskap och erfarenheter. Rapporten visar därför på de fundamentala aspekterna på löv, subträd och felträdet i sig och hur de hanteras.

Resultaten av detta arbete kan sammanfattas som ett realistiskt försök till komplett hantering av FTA för applikationen spisvakt.

Rapporten är uppdelad enligt följande:

Kapitel 1 ger en bakgrund till användning av FTA och beskriver allmänt bränder i kök.

Kapitel 2 anger standard och sammanfattar de viktigaste aspekterna från ett antal referenser.

Kapitel 3, 4 och 5 ger förutsättningar, terminologi och systemgränser vid användning av spisvakt i en typisk användning. Ett flertal av begränsningarna är kopplade till funktionella krav.

Kapitel 6 listar farliga / icke-önskvärda topphändelser för en spisvakt och konsekvenser om en topphändelse inträffar.

Kapitel 7 beskriver informellt de delar som är relevanta för en FTA. Här ingår bl.a. abstraktionsnivå för löv, principiell process för att skapa felträdet och strukturaspekter.

Kapitel 8 anger den textuella notation som används i detta arbete för felträd.

Kapitel 9 visar en tabell med alla löv som är relevanta för FTA av spisvakt. Löven visar de aspekter som är möjligt att uttrycka i ett felträd.

Kapitel 10 definierar ett antal subträd som är helt avgörande för att få en tydlig och lättförståelig bild av felträdet.

Kapitel 11 innehåller felträden från analysen av en spisvakt. Tack vare de definierade subträden blir felträden koncentrerade och lätta att överblicka.

Kapitel 12 redovisar erfarenheter som från arbetet med denna rapport.

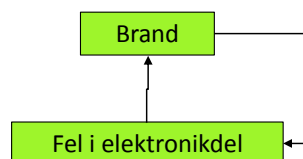
Kapitel 13 listar bl.a. de dokument som gåtts igenom i ”state-of-the-art”.

1 Introduktion

Varje år inträffar i storleksordningen 1300 spisbränder i Sverige. Det totala antalet bränder i bostäder i Sverige under ett år är ungefär 6000 (som räddningstjänsten är larmade till). Således utgör spisbränder en stor del av de bostadsbränder där räddningstjänsten rycker ut. Dock resulterar spisbränderna i förhållandevis få dödsfall (cirka 4 %) men de materiella skadorna är avsevärda. Eftersom köket är en central plats i en bostad är olägenheten också stor för de boende innan köket är iordningsställt efter en brand. Dessutom kan kostnaderna för iordningställandet bli stora och i en del fall har spisbränder även fått avsevärd spridning i bostaden. I och med att personer blir allt äldre, och därmed bl.a. demens kommer att drabba flera, finns det en risk att antalet spisbränder kommer att öka i framtiden. Det kommer därmed troligen bli allt viktigare med olika former av åtgärder för att förhindra spisbränder.

Vanliga åtgärder är att installera en spisvakt och separat timer för avstängning av spisen. Men det kan vara så att avstängning sker för sent, utrustning fallerar eller är otillräcklig och dessa fall behöver då analyseras med avseende på risker och konsekvenser. I och med att det finns farliga händelser så är FTA (Fault Tree Analysis, felträdsanalys) en lämplig metod. I FTA specificeras först alla farliga händelser på en så hög nivå som möjligt (topphändelser) och därefter analyseras vad som kan orsaka respektive händelse genom att bygga upp ett felträd, med ett antal successivt förfinade grenar, under respektive händelse. Man kan ansätta sannolikheter för ingående delar i felträdet för att få fram den totala sannolikheten för händelsen. Sannolikheter ingår dock inte i denna rapport främst beroende på att det är svårt, om inte omöjligt, att få fram värden som man kan anse trovärdiga. Ett exempel är om programvara ingår i en spisvakt, hur ska aktiviteter inom utvecklingsprocessen korreleras med sannolikheter för fel?

Två grundläggande aspekter för att hantera FTA är att specificera förutsättningar och att definiera systemgränser dvs vad som ingår och vad som ligger utanför systemet. I princip är systemet de saker som ingår i köket och som har relation till farliga/icke-önskvärda händelser med vissa undantag bl.a. köksskåp, belysning, hyllor. Ett rimligt krav att ställa på felträdet är det inte ska finnas några cykler. Detta underlättar analysen eftersom man då inte behöver undersöka antal ”varv” man måste gå igenom i respektive cykel. En cykel innebär att en lägre-nivå del skapad genom analys av högre-nivå del(ar) direkt också beror på en högre-nivå del. Ett exempel är ”Brand orsakas av felaktig funktion i elektronikdel som i sin tur orsakas av brand (i elektronikdelen)”, se Figur 1.



Figur 1: Ett exempel på en cykel i en felträdsanalys.

I detta exempel kan cykeln brytas upp t.ex. genom att låta ”Fel i elektronikdel” vara ett löv och alltså inte gå vidare beträffande orsaken.

I och med att exakta värden på sannolikheter inte är möjliga kan man behöva göra bedömningar på andra sätt. Ett exempel är att använda ”minimal cut set”. Denna mängd innehåller det minsta antalet löv (lägsta nivån i felträdet) som gör att topphändelsen inträffar. En mängd med många löv kan då indikera att mycket behövs för att orsaka topphändelsen dvs sannolikheten för denna kan vara låg. Ett annat mått är att se hur många oberoende löv som kan leda till topphändelsen. Är det många oberoende löv kan

det tyda på att sannolikheten är relativt stor. Ytterligare ett mått är att se om det finns delar i felträdet som är gemensamma för flera olika topphändelser ("common cause"). Ett exempel kan vara ett programvarufel i spisvakten som gör att spisen inte stängs av och inte heller släckning fungerar. Vidare så kan det vara möjligt att använda relationer mellan sannolikheter t.ex. att ansätta att sannolikheten för fel i spisen är lika stor som fel i spisvakten. Ytterligare en möjlighet är att införa kvalitativa mått på sannolikhet t.ex. försumbar, liten, medel, stor. Generellt sett, så vill man gärna på något sätt bedöma hur stor sannolikheten är för att respektive topphändelse ska inträffa och om detta är acceptabelt. Dessutom vill man se om det finns någon del som dominerar med avseende på sannolikheten och om man i så fall kan göra något åt det.

I denna rapport behandlas inte bara farliga händelser utan även icke-önskvärda sådana. Ett exempel är då släckning startas fast det inte brinner. Skadan blir då förstörd mat, städning, påfyllning av släckningsvätska och att tillverkaren får dåligt rykte och därmed lider ekonomisk skada.

Resultat av detta arbete är att

- man skapar en FTA-struktur under givna förutsättningar och som kan uppdateras vid behov.
- det finns möjligheter att lägga till sannolikheter.
- strukturen kan användas för klassificering av produkter.
- kunna identifiera delar som orsakar mer än en topphändelse ("common cause").
- man kan definiera delar utan att för närvarande veta innehållet och som kan detaljeras senare.
- man kan bedöma om åtgärder har vidtagits tillräckligt bra genom att jämföra FTA innan och efter förändring.
- använda arbetet som mall för andra liknande undersökningar.

Användare av denna rapport är de som vill ha ett ramverk för analys av spisvakter och de som vill utgå från metoder och resultat i denna rapport för andra typer av utrustning.

2 Spisvakter – “state-of-the-art”

2.1 Introduktion

Det finns många olika typer av spisvaktsrelaterade funktioner, allt från enkel tidsavstängning till system med artificiell intelligens för att analysera aktuell situation. I detta avsnitt ges en överblick av läget idag beträffande dessa funktioner. Innehållet skall inte anses komplett men ger ändå en tillräcklig översikt.

2.2 Standarder

En direkt relaterad svensk standard finns: SS-EN 50615 Elektriska hushållsapparater och liknande bruksföremål - Säkerhet - Särskilda fordringar på anordningar för att förhindra eller släcka brand på elspisar (spisvakter) [1]. Standarden är ny (från 2015) och relativt omfattande. Följande kategorier är definierade i standarden:

Kategori A: Spisvakt som klarar att släcka en uppkommen brand. När släckmedlet påförs bryts spänningen till spisen.

Kategori B: Spisvakt som bryter spänningen till spisen när det finns risk att en brand kan uppstå.

Kategori AB: Spisvakt som bryter spänningen till spisen när en det finns risk att en brand kan uppstå och som dessutom kan släcka en eventuell brand.

2.3 Bakgrund

Nedan har ett antal referenser sammanfattats med avseende på aspekter relevanta för denna rapport. Innehållet fokuserar på krav, förutsättningar och bakgrundsinformation och de har beaktats för arbetet med denna rapport.

I Nolebrink [2] anges en lista på krav för spisvakter från Hjälpmedelsinstitutet. De krav som är relevanta här är:

- Viktigt att tänka på personer med funktionshinder.
- Timer bör vara kombinerad med rörelse- eller temperatursensor.
- Spisvakten får inte i sig vara en brandrisk eller vara mycket varm.
- Spisvakten ska vara lätt att hantera.

Dessutom anger Nolebrink [2] följande krav/önskemål:

- Ej återstart vid strömbrott.
- Signal som bekräftar programmering.
- Vid urkoppling av värmevakt, återkoppling efter viss tid.
- Värmevakt.
- Förlängning av timertid.
- Bortkoppling av värmevakt.
- Inkoppling av 2 timmar oavsett timertid.
- In/urkoppling av summer.
- Timertidsinställning 0-12 timmar.
- Signal som varnar vid överhettning.
- Påminnelse signal var 5 minut (när timertiden börjar ta slut, en timme).
- Lampa som bekräftar att spisvakten är på.

Mostue [3] ger bl.a. följande slutsatser:

”Komfyrer og kokeplater er klart ”verstingen” når det gjelder elektriske apparater/utstyr som forårsaker branner (nesten 20 % av boligbranner med *kjent* årsak). Tørrkoking er den hyppigste årsaken til komfyrbranner. *Komfyralarm* og *informasjon* (via TV- og radiospot om tørrkoking, komfyrtiltak og el-branner generelt) er kostnadseffektive tiltak ifølge utførte nyttekostnadsanalyser.”

Stölen, Stensaas, Steen-Hansen och Sesseng [4] ger bl.a. följande slutsatser:

- Timer är en brandrisk i sig i och med att den hanterar höga strömmar.
- Andra saker än kastruller kan ha ställts på spis/närheten av spis och spisen slagits på.
- Aluminiumkastruller kan smälta vid tørrkoking och ge brännskador och/eller starta brand.
- Återantändning efter släckning ska hindras.
- Värme upptäcks lättast för kastrull närmast värmedetektor.
- Höga kastruller kan skymma värme.
- För induktionshäll sker värmeutveckling enbart i kastruller medan i övriga typer av uppvärmning även plattor / häll bidrar. Dessa kan vara mycket varmare än kastrullinnehållet.

- Om många falsklarm fås finns risken att man kopplar ur spisvakten.
- Om många falsklarm fås finns också risken att sensorer görs mindre känsliga vilket kan göra att larm inte fås.
- Falsklarm kan fås när man tar bort kastrull från plattan och sensorer reagerar på den mycket hetare plattan i sig.
- Falsklarm kan också fås om man tar ut en het bakplåt ur ugnen och ställer den på spisen.

I [5] ges några omdömen om detektorer: ”En nackdel med rökdetektorer i köket är den relativt stora andelen falsklarm som kan förekomma på grund av ånga och os som produceras vid normal matlagning. Det finns också en risk att då en brand faktiskt uppstår kommer rökdetektorn slå av spisen först då brandrök produceras vilket kan vara för sent.”

”En nackdel med värmedetektorer är att höga temperaturer kan uppnås då flera spisplattor används samtidigt utan att någon egentlig brandfara föreligger. Den totala mängden infraröd strålning kan då bli så hög att spisvakten slår ifrån utan att temperaturen på varje enskild platta egentligen är så hög att det finns risk för brand. Eftersom spisplattorna normalt blir mycket varma kan värmedetektorn dessutom reagera om en tom platta lämnas på eftervärme.”

3 Förutsättningar

Det övergripande villkoret i detta arbete är fokuset på förlåtande system och produkter dvs system eller produkter som kan kompensera för mänskliga misstag se [6]. Nedan ges en lista på restriktioner som gäller för analysen gjord i detta arbete. Syftet är att tydliggöra gränser och omfattning och därmed skapa en stabil grund för analys.

- Värden på sannolikheter ingår inte.
- Endast elektrisk spis ingår dvs spis med vanliga gjutjärnsplattor, spishäll eller induktionshäll.
- Skada, förutom skada på utrustning relaterad till spisvakt, ingår inte.
- En enda spis och en enda spisvakt ingår i köket.
- Fläkt på/av påverkar inte spis men kan påverka spisvakt genom att rök sugts upp.
- Om släckning kan göras med hjälp av vatten och tillsatser antas att bara en relativt liten mängd vatten behövs dvs inga vattenskador fås efter denna typ av släckning.
- Släckning av räddningstjänsten ingår inte.
- Ingen personskada fås på grund av att släckning görs med hjälp av vatten och tillsatser.
- För systemlösningar som bygger på externa brandvarnare, dvs placerade utanför köket, så antas att åtminstone en brandvarnare finns som fungerar.
- Enbart farliga händelser direkt relaterade till spis och spisvakt ingår. Exempelvis separat brand i fläkt ingår inte. Att spisvakten i sig orsakar brand ingår inte heller.
- Utseende/design aspekter ingår inte.
- Ugn ingår inte.
- Det finns ingen rök eller brand orsakad av andra komponenter än de som visas i Figur 1.
- Tidsaspekter ingår inte, exempelvis antas då löv i ”minimal cut set” (se nedan) orsakar topphändelsen att alla löv i ”minimal cut set” gäller samtidigt.
- Installation, reparation och felsökning ingår inte, exempelvis om brand orsakas då man ansluter spis.

- Förutom släckmedel så ingår inte medel för att minska skadans omfattning/allvarlighet.
- Kostnadsaspekter ingår inte.
- Om strömmen slås ifrån slår den ifrån för alla enheter (förutom de som går på batteri).
- När strömmen återfås efter strömavbrott ansätts att tillståndet är detsamma som innan strömavbrottet dvs en konservativ (pessimistisk, ”worst case”) ansats.
- Sprinkler ingår inte i köket.
- Både att spis kan stängas av och att spis kan sättas på ingår.
- Hantering av varianter av spisvakter kommenteras allmänt men ingår inte i de framtagna felträden. Dessa gör dock så generella som möjligt.
- Externt till/från-slag av spis ingår inte t.ex. styrning via Internet.

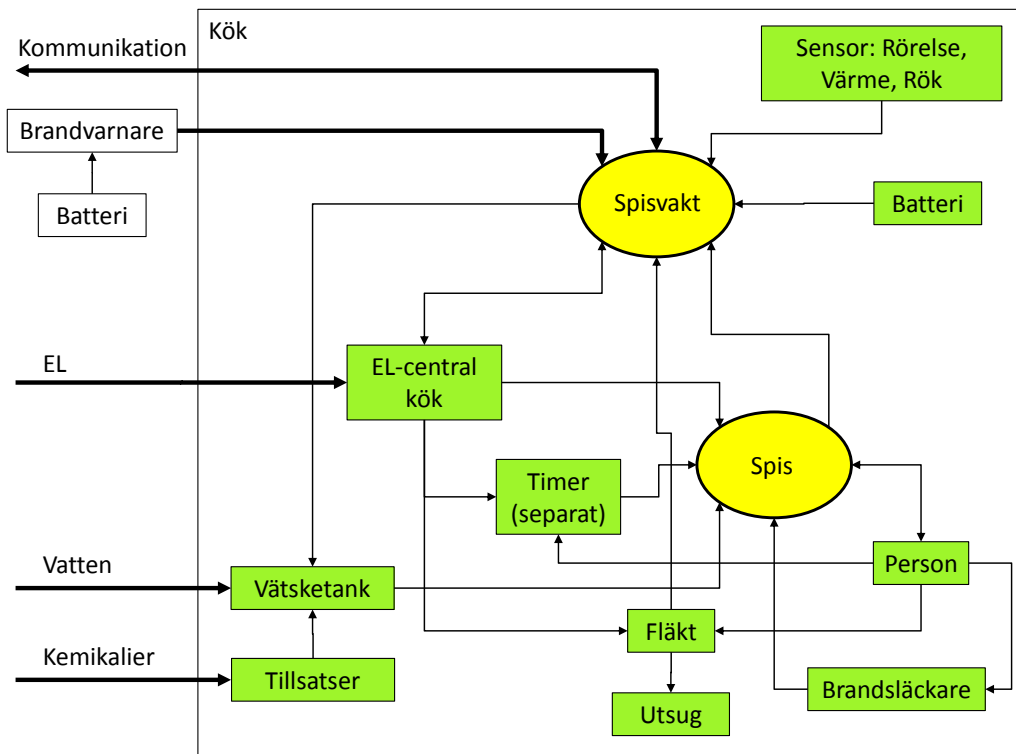
4 Terminologi

Nedanstående termer används i rapporten:

Term	Förklaring
Aktuator	Samma som ställdon och ger en utsignal som kan påverka beteendet.
Felträd	Ett träd utan cykler bestående av grindar (AND, OR etc) och kopplingar mellan dem. Överst finns en icke-önskvärd topphändelse och under den en trädstruktur som visar vad som kan leda fram till att topphändelsen inträffar. Den lägsta nivån i trädstrukturen är löv.
FTA	Felträdsanalys
HW	Hårdvara (HardWare)
Kokkärl	Används för något man sätter på spisen vid matlagning, kan vara kastrull, stekpanna, gryta mm. Ugnsplåt ingår inte utan hanteras separat.
Minimal cut set	”Minimal cut set” är den minsta mängden löv som gör att topphändelsen inträffar.
Spisvakt	Enhet som ska se till att spisbrand inte uppkommer. Spisvakt kan inkludera timer och/eller utrustning för släckning.
SW	Programvara (SoftWare)
Timer	Enhet som kan slå av strömmen till spisen efter viss tid. Timer kan vara en separat enhet eller ingå i spisvakt.

5 Systemgränser

Till grund för alla former av analyser måste man bestämma det aktuella systemet och dess gränser till omgivningen. Bilden nedan visar detta. Det som ligger utanför ”Kök” ingår inte i systemet.



Figur 2: Ingående komponenter i ett ”kök”.

En pil i Figur 2 från A till B betyder ”A påverkar B” och kan vara av olika slag t.ex. mekanik, ljud, vätska, elektricitet, muskelkraft etc. Fet stil på pil innebär gränssnitt till kökets omgivning. Bilden är tänkt att visa total möjlig omfattning och ett specifikt system kan vara en delmängd av denna. Kommunikationen kan vara trådbunden eller trådlös. Om en eller flera brandvarnare finns utanför köket är inte relevant utan enbart om ljudsignal når spisvakt eller ej.

6 Topp-händelser

I en FTA innebär en topp-händelse en situation man vill undvika på grund av att den är farlig eller icke-önskvärd (se respektive tabell nedan). För att vara av intresse behöver de relatera till något, i detta fall brand i kök (under givna förutsättningar). Så är t.ex. översvämning en farlig topp-händelse men bedöms inte vara relevant för brand i kök.

I tabellerna nedan anges topphändelser men enbart deras allvarligaste konsekvenser. Exempelvis så kan tillverkaren få dåligt rykte vid farlig topphändelse men detta är mindre allvarligt än personskada och utrustningsskada. Notera att det finns både ömsesidigt uteslutande och ömsesidigt icke-uteslutande topphändelser.

Vissa sekvenser av topphändelser (farliga och/eller icke-önskvärda) kan inträffa men varje ingående topphändelse analyseras då för sig.

Tabell 1: Farliga topphändelser

Topp händelse	Allvarligaste konsekvens
Misslyckas att detektera spisbrand i tid	Personskada eller dödsfall Skada på utrustning/egendom
Misslyckas att stänga av spis vid brand/detektion	Personskada eller dödsfall Skada på utrustning/egendom
Misslyckas att släcka spisbrand	Personskada eller dödsfall Skada på utrustning/egendom

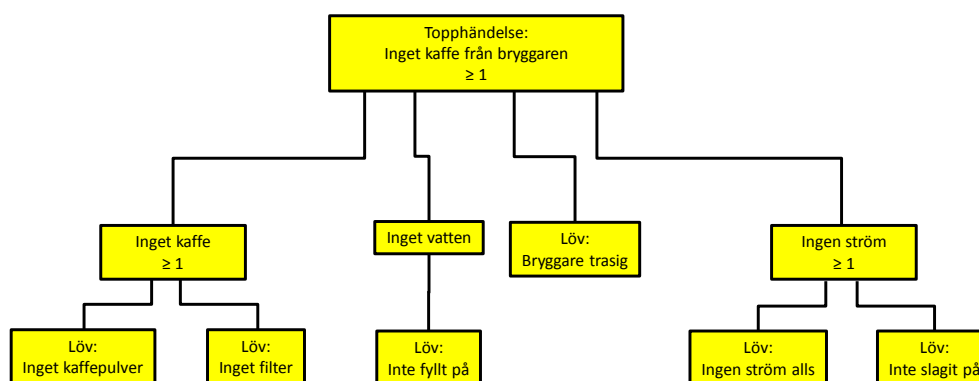
Tabell 2: Icke-önskvärda topphändelser

Topp händelse	Allvarligaste konsekvens
Släckning av brand startas felaktigt	Mat förstörs Städning nödvändig Dåligt rykte för tillverkare Tillsats för vatten måste köpas in och installeras på nytt
Spis stängs av utan anledning	Irriterande vid matlagning Dåligt rykte för tillverkare

7 Specifikation av felträd

7.1 Introduktion

Det finns inte ett unikt felträd för en given topphändelse utan olika varianter kan förekomma trots att de alla kan anses korrekta. Grundorsaken är hur man väljer vad som återspeglas i strukturen, dvs grindar och deras kopplingar och vad respektive grind står för. Figur 3 visar ett exempel med ELLER-grindar (markerade som ≥ 1).

**Figur 3: Ett exempel på ett felträd i en FTA**

”Bryggare trasig” skulle kunna upptäckas genom att vattnet rinner ut dvs läckage. Några frågor:

- Ska ”Läckage” läggas in under ”Bryggare trasig”
- Ska ”Läckage” istället läggas in under ”Inget vatten”?

- Ska ”Bryggare trasig” i stället flyttas ner under ”Inget kaffe”, ”Inget vatten” och ”Ingen ström”?
- Hur djupt ska man gå beträffande ”Bryggare trasig”?

Slutsatsen blir att både struktur och definition av respektive grind kan variera dvs det finns inget unikt, korrekt felträd för en topphändelse. Det medför att det inte är möjligt att, i det allmänna fallet, definiera signifikanta måttetal för att karakterisera felträd. Det medför i sin tur att det blir många ”tyckanden” och att kunskap och erfarenhet blir avgörande för att skapa bra felträd.

7.2 Felträdsstruktur

Ett felträd består av hopkopplade grindar i en statisk struktur i form av nivåer med topphändelsen högst upp och löven längst ned. Att gå uppåt i strukturen innebär att man närmar sig topphändelsen och vice versa för nedåt i strukturen. Grafiskt sett visas en grind som en rektangel innehållande beskrivande text, ingångar, en enda utgång och specifikation av logisk funktion från ingångar till utgång. Ingångarna markeras nedtill på grindsymbolen och utgången markeras på ovansidan. Utgången har ett binärt värde; sant eller falskt. Om grinden inte använder några ingångar är den ett löv. Om utgången på grinden inte används är den en topphändelse. En grind kan ha en enda ingång och betraktas då som en degenererad AND. En grinds utgång kan vara kopplad till ingång på flera grindar (common cause) men en grinds ingång kan inte vara kopplad till utgången från flera grindar (hanteras istället med flera separata ingångar). Kravet att felträdet inte ska innehålla några cykler omformas till att varje grinds utgång måste kopplas till grind högre upp i strukturen (dvs närmare topphändelsen). För att detta ska vara uppfyllt kan det behövas en partiell omkonstruktion av felträdet.

7.3 Varianthantering

Det kan vara så att felträdet inkluderar möjlighet att hantera varianter. Dessa kan definieras med hjälp av konfigurerings eller tillägg / borttagning / byte av grindar. Ett exempel från Figur 3 kan vara att en annan typ av bryggare har andra felorsaker.

En lämplig strategi för att hantera varianter är att försöka ha så liten påverkan på felträdet som rimligen är möjlig. Fördelen är då att man behåller en entydig överblick dvs inget eller litet arbete behövs för att byta mellan olika varianter. En stor fördel är om man kan kapsla in skillnaderna i avgränsade subträd. Man kan definiera signifikanta måttetal för att beskriva mått på ändring för respektive variant jämfört med en definierad basversion. I praktiken behöver basversionen itereras fram utgående från de möjliga varianterna. Syftet med måttet kan t.ex. vara att bedöma arbetsinsatsen för en förnyad riskanalys. En speciell typ av varianter är nya versioner av felträdet. Då kan också signifikanta måttetal användas som mått på förändring.

7.4 Abstraktionsnivå för löv

7.4.1 Introduktion

För att kunna få ett representativt felträd bör man anpassa löven så att de i någon mening befinner sig på samma nivå. Denna nivå (abstraktionsnivån) behöver också bedömas som lämplig för det man vill visa med felträdet dvs dess önskade detaljnivå. Ett exempel är

kommunikation över en databuss. För denna kan en lämplig abstraktionsnivå vara de fel som hänger ihop med vad som skickas på bussen; meddelande kommer inte fram, meddelande dubblas, felaktigt meddelande etc. Man är då inte intresserad av orsakerna till felen utan bara att de är möjliga. Om man inte har samma abstraktionsnivå på alla löven så finns det risk för följande nackdelar:

- Sanolikheter blir svårare att bedöma (ingår dock inte i detta arbete).
- Svårare att förstå och överblicka.
- ”Minimal cut set” blir inte representativt.
- Svårt att motivera olika nivåer.
- Svårare att använda subträd på olika ställen i felträdet.

Det är långt ifrån trivialt att bedöma om löv är på samma abstraktionsnivå men några förslag ges nedan. Efter att ha valt abstraktionsnivå får man gå igenom och hantera löven så att de matchar varandra.

7.4.2 Inom systemgränserna

I detta fall görs begränsning till det som finns innanför systemgränserna dvs köket. Exempelvis lövet ”Inget filter” i Figur 3 beror inte på om det var slut i affären, att man glömt att köpa etc utan anledningen betraktas helt enkelt som irrelevant. Ett annat exempel är processen för att ta fram programvara; denna bedrivs utanför köket och kan därmed inte ingå som något löv. Däremot kan programvara i sig ingå t.ex. om den finns installerad i spisvakten.

7.4.3 Så långt det är unikt

Utveckla felträd nedåt så länge som någon väg från ett löv med automatik leder till någon del inom systemgränserna dvs köket. Exempelvis ”Inget filter” i Figur 3 är då ok som löv men inte ”felaktig pappersmassa” eftersom pappersmassa kan användas till allt möjligt inte bara till kaffefilter. Samma sak gäller t.ex. för ”inga pengar”. SW-process antas bara finnas en enda hos företag som utvecklar spisvakt men processen kan användas för andra SW-applikationer och ingår därmed inte. Elkomponenter i allmänhet ingår inte heller men specialkretskort för spisvakt finns med. Resultatet blir då ett felträd som innehåller alla unika aspekter för köket och som kan innehålla löv utanför systemgränserna.

7.5 Skapande av felträd

7.5.1 Introduktion

Nedan beskrivs ett förslag på stegvis förfarande för att bygga upp ett felträd. Grunden när man gör en FTA är att gå i små steg så att man inte missar något. Vid start av skapandet finns en tophändelse definierad t.ex. som resultat av en riskanalys. Här antas för tydlighets skull att inga subträd används.

Nivå definieras som antal steg från tophändelsen eller från löv beroende på vald riktning vid skapandet av trädet (top-down eller bottom-up). Olika grenar i trädet kan ha olika antal nivåer till slut. Det måste finnas åtminstone en nivå för alla grenar dvs tophändelse och löv kan inte vara samma. Detta speglar att det måste finnas en orsak till tophändelsen.

Nedåt / lägre betecknar ökande avstånd till topphändelsen och vice versa för uppåt / högre.

7.5.2 Initiering

Välj abstraktionsnivå. Starta med en topphändelse och en tom mängd löv $L = \{\emptyset\}$. Ange ett första relevant löv.

7.5.3 Hantering löv

1. Lägg in lövet i L.
2. Anpassa löven i L så att
 - a. Ett löv inte innehåller två eller fler oberoende aspekter.
 - b. De stämmer med vald abstraktionsnivå.
 - c. Inga två löv i L innehåller samma aspekt fullständigt eller delvis.
3. Finns det fler relevanta löv som saknas? I så fall gå tillbaka till steg 1.

Status till slut är att alla relevanta löv, så vitt man kan bedöma, finns i L och är atomära dvs anger en enda aspekt var. Fortsatt hantering kan dock komma att ändra antalet löv i L men villkoren a – c gäller alltid.

7.5.4 Skapa inre delar av felträdet

Att istället för top-down använda bottom-up är inte praktiskt rimligt eftersom man då inte kan se hur lägre nivåer relaterar till högre. Både bredden-först och djupet-först top-down är möjliga för att skapa de inre delarna. Dessa blir desamma i det fall då endast en gren finns mellan topphändelsen och nivån under. Det finns en risk att man vid djupet-först skapar suboptimeringar, t.ex. grindar som är nästan desamma i olika grenar, eftersom man har ett lokalt perspektiv. Rekommendationen är därför att använda bredden-först vilket görs nedan.

1. Starta med topphändelsen.
2. Betrakta nivån under:
 - a. Om löv så avsluta grenen.
 - b. Skapa nya löv vid behov och hantera på samma sätt som ovan.
 - c. Skapa grindar som ligger beroendemässigt så nära nivån ovan som möjligt men som tydligt kan hållas isär på aktuell nivå. Koppla ihop grindarna mellan nivåerna.
3. Om inte alla grenar är avslutade med löv så gå tillbaka till steg 2.
4. Ta bort de löv i mängden L som inte används.

8 FTA – representation

Felträd kan representeras på många olika sätt. Oftast används grafik för att åskådliggöra dessa. Det finns många verktyg, även gratis sådana som t.ex. OpenFTA [7], för att grafiskt skapa felträd. Nackdelen med grafiska felträd är dock att det lätt blir stora grafer som kan vara svåra att hantera och överblicka. Dessutom kan olika verktyg ha olika omfattning och support.

I denna rapport används textuell representation enligt följande:

- Indentering (två mellanslag) anger en nivå lägre i felträdet som har relation till nivån direkt över.
- Parenteser kan användas för gruppering eller för tydlighet.
- Följande grindar är definierade: NOT, AND, OR, EXCL-OR, N-OF-M (N, M positiva heltal $N \leq M$, $M > 1$)
- AND används i det degenererade fallet där det bara finns en enda koppling till grinden under.
- Subträd betecknas med ST-<namn>
- Subträd kan nestlas dvs inuti ett subträd finns referens till andra subträd.
- Identifierare: inga mellanslag, stor bokstav vid nytt ord.
- Topphändelse startar två mellanslag in (för att skilja från brödtext)
- Grind utgång och koppling mellan grindar har binära värden. Om man behöver reella värden för utdata kan man lösa det genom att ange ett intervall; innanför ges SANN annars FALSK.
- Kommentar skrivs inom <>

Den stora fördelen med denna representation är att den är mycket mera kompakt jämfört med grafiska representationer. Dessutom är den verktygsberoende. Nackdelen kan då vara att man saknar den grafiska bilden som man är van vid. Nedan visas samma exempel som i Figur 3.

IngetKaffeFrånBryggaren

```
IngetKaffe
  IngetKaffePulver
  OR
  IngetFilter
OR
IngetVatten
  InteFylltPå
OR
BryggareTrasig
OR
IngenStröm
  IngenStrömAlls
  OR
  InteSlagitPå
```

Här har man gjort bedömningen att lagom abstraktionsnivå uppnåtts och att alla relevanta faktorer, enligt önskat fokus, är med så är felträdet klart. Visst fokus är på IngenStröm men man har då ansett att detaljering av fel i bryggaren är på en alltför detaljerad abstraktionsnivå. Vidare har man t.ex. inte inkluderat BryggareTrasig som en anledning till IngetVatten.

9 Löv

Abstraktionsnivå väljs enligt kapitel ”Inom systemgränserna”. För varje löv görs en kort motivering till varför lövet ingår. Löven nedan har olika betydelse beroende var de används. Ett exempel är ”trasig” som kan innebära fel av olika slag. Löven är i så stort sett gjorda så att det negativa framhålls. På det sättet minimeras behovet av grinden NOT.

Motiv till att inte gå vidare utan stanna vid vald definition av löv är en eller flera av:

- Produktspecifik aspekt – t.ex. parametrar för konfigurering. FTA är i detta arbete produktberoende.
- Orsaken till löv ligger utanför systemgränserna – t.ex. orsak till mänskligt felbeteende kan bero på bristande utbildning men denna görs inte i köket.

Löv	Förklaring
ExekverarFelaktigt	Elektronik som kan agera felaktigt.
AgerarInte	Människa eller elektronik som kan agera.
AgerarMedvetetFel	Människa som kan agera.
AgerarOmedvetetFel	Människa som kan agera.
BrandKraftigareÄnDimensioneratFör	System underdimensionerat.
EjFylltMedVatten	Behållare som kan vara från tom till fylld med vatten.
EjKorrektKonfigurerad	Parametrar ingår för konfigurering men beror på vald produkt.
EjKraftmatning	Matning gäller 230 V.
EjTillsats	Tillsats för släckning med vatten.
FelaktigAktuatorAnslutning	Inkoppling av aktuator.
FelaktigAktuatorMontering	Montering av aktuator.
FelaktigManual	Manual antas ska finnas i köket.
FelaktigSensorAnslutning	Inkoppling av sensor.
FelaktigSensorMontering	Montering av sensor. Spisområde täcks inte, kan vara fel eller bero på att vald sensor inte räcker till.
HetElektriskEnhet	Enhet som drivs elektriskt. Kan orsaka brand.
HettKokkär	Se terminologi beträffande kokkär. Kan orsaka brand.
HetPlatta	Tom överhettad platta ger ingen rök => rökdetektor reagerar inte. Plattan i sig orsakar inte brand men kan ske i kombination med brännbart material.
IngetBatteri	Batteri saknas
Läckage	Vattenläckage
ManuelltAvstängd	Enhet som kan vara PÅ eller AV.
MaterialSomKanBrinna	Ej närmare specificerat.
MekanisktSiktHinder	Exempel kan vara kokkär med höga kanter, hylla i köket mm.
RökFrånHetUgnsplåt	Plåten antas inte kunna orsaka brand men kan orsaka rök vid kombination med något material.
RökFrånSpis	Rök hindrar sikt (för människa och sensor). Rök antas här bara komma från spis.
SensorFelfunktion	Exempelvis på grund av smuts.
SeparatSläckareFungerarInte	Manuell brandsläckare
SyreFinnsFörBrand	Möjliggör brand.
Trasig	Ej närmare specificerat.
ÖverhettatMaterialVidSpisen	Kan orsaka brand.

10 Subträd (ST)

10.1 Introduktion

Syftet med att skapa subträd är att slippa upprepa identiska grenar av felträdet, att göra det möjligt att förtydliga felträdets struktur, att modifiera lokalt (jämför inkapsling i objektorienterad modellering) och att underlätta återanvändning. Det kan vara av värde att definiera subträd även om det bara används en gång i felträdet t.ex. för framtida användning. Här definieras subträd som innehållande löv dvs lövens abstraktionsnivå måste vara specificerad innan subträd kan definieras. Abstraktionsnivå väljs enligt kapitel ”Inom systemgränserna”. Som tidigare angetts ingår inte tidsaspekter. Innehållet i subträd är gjort så att det ska matcha vad som kan finnas i kök men även vad som skulle kunna finnas utanför (även om detta inte ingår i detta arbete).

Vid skapandet av subträd tas många beslut speciellt i situationer där man ska välja om subträd, löv eller grind är lämpligast. Det innebär i praktiken ett iterativt arbetssätt: uppdatera subträd – uppdatera löv och felträd – uppdatera subträd etc. Man kan se uppsättningen av subträd som en form av högnivåspråk fastän inte komplett. Vid analys av felträd måste man dock använda innehållet i alla subträd bl.a. för identifiering av ”minimal cut set”.

10.2 ST-PersonBrister

Som nämnts ovan så har detta arbete fokus på förlåtande system dvs system som kan kompensera för mänskliga misstag. För den valda abstraktionsnivån finns orsaken till mänskligt misstag inte med och ingår alltså inte.

PersonBrister

AgerarInte

OR

AgerarFelaktigt

AgerarMedvetetFel

OR

AgerarOmedvetetFel

10.3 ST-Produktutvecklingsfel

Produkt är här en enhet som kan styra saker och är oftast en dator. Som synes är likheten stor med ST-PersonBrister. Skillnaderna ligger utanför systemgränserna.

Detta subträd gäller själva utvecklingen av produkten medan saker relaterade till drift av spisvakt täcks av ST-FelhanteradSpisvakt.

Produktutvecklingsfel

AgerarInte

OR

ExekverarFelaktigt

10.4 ST-FelhanteradSpisvakt

Här antas att det bara är montering av spisvakt som är kritisk inte t.ex. montering av separat timer. Felaktig manual påverkar på många ställen men har i stället lagts högst upp här.

FelhanteradSpisvakt

ManuelltAvstängd

OR

EjSpänningssatt

IngetBatteri

OR

EjKraftmatning

OR

EjKorrektKonfigurerad

OR

FelaktigManual

OR

EjKorrektAnsluten

FelaktigSensorAnslutning <en eller flera>

OR

FelaktigAktuatorAnslutning <en eller flera>

10.5 ST-Sensorfel

Här antas att ingen konfigurering görs av sensorn i sig utan konfigurering ingår istället i hanteringen av spisvakt. Även själva sensoranslutningen ingår i hanteringen av spisvakt. Sensorn antas inte behöva egen strömförsörjning. Typen av sensor är inget löv och ligger på en nivå någonstans över ST-Sensorfel.

Sensorfel

FelaktigSensorMontering <men korrekt manual>

OR

FelaktigManual

OR

SensorFelfunktion

OR

Trasig <dvs inre omständighet>

10.6 ST-Aktuatorfel

Här antas att ingen konfigurering görs av aktuatoren i sig utan konfigurering ingår istället i hanteringen av spisvakt. Även själva aktuatoranslutningen ingår i hanteringen av spisvakt. Aktuatoren antas inte behöva egen strömförsörjning. Typen av aktuator är inget löv och ligger på en nivå någonstans över ST-Aktuatorfel.

Aktuatorfel

FelaktigAktuatorMontering <men korrekt manual>

OR

FelaktigManual

OR

Trasig

10.7 ST-Vätskesläckningsfel

För att tydliggöra vätskesläckning har den separerats från spisvakten även om det skulle vara så att vätskesläckningen i praktiken ingår i spisvakten.

Vätskesläckningsfel

```
FelaktigManual
OR
EjKorrektKonfigurerad
OR
EjFylltMedVatten
OR
EjTillsats
OR
Trasig
OR
Läckage <t.ex. i rör>
```

10.8 ST-Timerfel

För att tydliggöra timerhantering har den separerats från spisvakten även om det skulle vara så att timerhanteringen i praktiken ingår i spisvakten.

Timerfel

```
EjKorrektKonfigurerad
OR
Trasig
```

10.9 ST-Antändning

Kokkärn inkluderar även andra typer, se terminologi. Förutsättningen är att brand inte startat men kan orsakas av nedanstående.

Tillräckligt hett för att kunna antända.

Antändning

```
ÖverhettatMaterialVidSpisen
OR
HetPlatta
OR
HettKokkärn
OR
HetElektriskEnhet
```

10.10 ST-BrandFinns

```
BrandFinns
  ST-Antändning
  AND
  SyreFinnsFörBrand
  AND
  MaterialSomKanBrinna
```

11 Felträd

11.1 Farliga topphändelser

11.1.1 Misslyckas att detektera spisbrand i tid

Konsekvensen blir brand men topphändelsen stannar vid tappad förmåga.

```
MisslyckadDetektionSpisbrand
  ST-BrandFinns
  AND
  BrandSkymms
    RökFrånSpis
    OR
    RökFrånHetUgnsplåt
    OR
    MekanisktSiktHinder <t.ex. kokkärl med höga kanter>
  OR
  ST-Sensorfel
  OR
  ST-Produktutvecklingsfel
  OR
  ST-FelhanteradSpisvakt
```

11.1.2 Misslyckas att släcka spisbrand

Här antas att brand har detekterats korrekt. Här ingår också att minska brandens omfattning misslyckas.

```
MisslyckadSläckningSpisbrand
  FelaktigAktuatorMontering
  OR
  ST-Vätskesläckningsfel
  OR
  BrandKraftigareÄnDimensioneratFör
  OR
```


ST-Produktutvecklingsfel
OR
MekanisktSiktHinder

11.1.3 Misslyckas att stänga av spis vid brand/detektion

Om avstängning inte görs kan brand fortsätta eller starta på nytt. Här inkluderas också möjligheten att spis slås på (dvs felaktigt).

MisslyckadAvstängningAvSpis

ST-Timerfel
OR
HetElektriskEnhet
OR
ST-Produktutvecklingsfel
OR
ST-PersonBrister <här inkluderas möjligheten att person
borde agera>

11.2 Icke-önskvärda topphändelser

11.2.1 Släckning av brand startas felaktigt

Här antas att brand inte finns.

SläckningSpisbrandAktiverasFelaktigt

ST-Sensorfel
OR
ST-Aktuatorfel
OR
Spisvaktfel
ST-Produktutvecklingsfel
OR
EjKorrektKonfigurerad
OR
FelaktigManual
OR
EjKorrektAnsluten
FelaktigSensorAnslutning <en eller flera>
OR
FelaktigAktuatorAnslutning <en eller flera>

11.2.2 Spis stängs av utan anledning

Omotiverad avstängning medför irritation.

OmotiveradAvstängningAvSpis

```

ST-Sensorfel
OR
ST-Aktuatorfel
OR
TimerFelfunktion
  ST-Produktutvecklingsfel
  OR
  ST-Timerfel
  OR
  FelaktigManual
  OR
  EjKorrektAnsluten
    FelaktigSensorAnslutning <en eller flera>
    OR
    FelaktigAktuatorAnslutning <en eller flera>

```

12 Slutsatser

Denna rapport består logiskt av två delar: specifika aspekter för spisvakt och råd och anvisningar för hur FTA kan tillämpas i praktiska fall (här spisvakt). En övergripande state-of-the-art har också gjorts för spisvakter. Syftet har inte varit en komplett undersökning utan istället visa på allmänna men viktiga aspekter.

När man beaktar ett system är det viktigaste att förstå grundläggande aspekter, beroenden och förutsättningar. Dessa är ofta fler, när man verkligen gått igenom systemet, än vad man först tror. I detta arbete är de i storleksordningen 25 stycken. Vidare är det lämpligt att införa klargörande definitioner där det finns tolkningsutrymme kvar.

FTA är en lämplig metod för analys framförallt för att felträdet är lätt att förstå och överblicka bl.a. för att i många fall man klarar sig med två grindtyper OR och AND. Nycklarna till FTA för att bygga upp trädet är definitionen av löv och subträd. Viktigt att komma ihåg är att flera olika korrekta träd är möjliga framförallt beroende på hur grindarna namnges och hur pass många nivåer man väljer. Av avgörande betydelse för analysen är också om man kan hålla löven på samma abstraktionsnivå. I så fall blir ”minimal cut set” ett relevant mått för felträdet.

I rapporten används en textuell representation i stället för en grafisk. Fördelarna är att kunna vara verktygsberoende och kunna använda ett mycket kompakt skrivsätt. En generell process beskrivs också för att ta fram och underhålla felträd.

13 Referenser

- [1] SS-EN 50615 Elektriska hushållsapparater och liknande bruksföremål - Säkerhet - Särskilda fordringar på anordningar för att förhindra eller släcka brand på elspisar (spisvakter).
- [2] ”Utveckling av manöverdon till spisvakt”, Jonas Löfgren, Daniel Nolebrink, Luleå tekniska universitet
- [3] ”Brannskadeutviklingen i Norge – Tilltak for å redusere brannskadene”, Bodil Aamnes Mostue, SINTEF rapport, ISBN 978-82-14-00067-2

- [4] ”Brann til middag?”, Reidar Stölen, Jan Stensaas, Anne Steen-Hansen, Christian Sesseng, SINTEF rapport 2011-05-04
- [5] ”Kartläggning av spisvakter ”, En kunskapssammanställning, våren 2011, Ville Bexander, Brandskyddsföreningen
- [6] ”Förlåtande system och produkter: Kartläggning av funktion och effektivitet vid bostadsbränder”, Magnus Arvidson, Ida Larsson, Anna Bergstrand, Joakim Franzon, SP Rapport 2015:48
- [7] OpenFTA <http://www.openfta.com/default.aspx>

Appendix A: Sökord

Tabellen visar speciella sökbegrepp som använts för olika språk vid sökning av referenser.

Svenska	Norska	Danska	Engelska
spis	Komfyr	komfur	Stove stove top cook top
spisvakt	komfyr vakt	komfur vagt	stove guard stove safeguard
vakt	Vakt	vagt	Guard safeguard
skydd	beskyttelse	beskyttelse	protection
undertryckande	undertrykkelse	undertrykkelse	suppression
förebyggande	forebygging	forebyggelse	prevention

Appendix B: Utvärdering av produkter

För att kunna utvärdera och jämföra produkter behövs ett antal kriterier. Dessa kan i sin tur kombineras och viktas för att framhäva olika kriteriers betydelse. Kriterierna kan dessutom detaljeras till önskad nivå. Nedan finns förslag på kriterier som kan appliceras på de listade produkterna. Observera att produkter och kriterier bara är exempel men kan vara lämpliga att utgå från. Notera också att det kan finnas olika varianter av produkter och dessutom att de kan konfigureras. Följande kriterier föreslås för att utvärdera och jämföra produkter där varje aspekt besvaras med Ja eller Nej.

- Timer (aktuator)
- Vätskesläckning (aktuator)
- Extern brandvarnare – indikerar externt brand (givare)
- Extern kommunikation – utbyter information med omgivningen (givare)
- Rörelsedetektor (samma som Persondetektor) (givare)
- Rökdetektor (givare)
- Värmedetektor – detekterar IR (givare)
- Ljusstyrka (givare)
- Lufttemperatur (givare)
- Effekt (givare)

Nedan ges en lista på produkter (med fokus på den svenska marknaden).

Tillverkare / Modell	Länk
Sensagon C.status	http://www.sensagon.se/default.asp
Gustav Westerstrand Production AB	http://www.timer.nu/
Athena Nordic Spisec 2.1	http://www.athenanordic.se/
JFAB-CENMATIC AB	http://jfab.se/spisvakt/
Norwesco	http://www.norwesco.se/sv/produkter/spisvakter/spisvakter/
Lumex	http://www.lumex.se/list.asp
Safera premium	http://www.safera.se/
Spisvakt SFC 202	http://www.spisvakt.nu/
Spisvakt Elin	http://www.sttcondigi.com/
Spisvakt modell 1	http://www.rutab.se/
Trygg spisbevakning	http://www.tryggdirekt.se/
EFP Nordic	http://www.komfyrvakt.no
ELT Alarmer ApS	http://www.hmi-basen.dk/r11x.asp?linkinfo=12289

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

SP-koncernens vision är att vara en internationellt ledande innovationspartner. Våra 1 400 medarbetare, varav över hälften akademiker och cirka 380 med forskarutbildning, utgör en betydande kunskapsresurs. Vi utför årligen uppdrag åt fler än 10 000 kunder för att öka deras konkurrenskraft och bidra till hållbar utveckling. Uppdragen omfattar såväl tvärtekniska forsknings- och innovationsprojekt som marknadsnära insatser inom provning och certifiering. Våra sex affärsområden (IKT, Risk och Säkerhet, Energi, Transport, Samhällsbyggnad och Life Science) svarar mot samhällets och näringslivets behov och knyter samman koncernens tekniska enheter och dotterbolag. SP-koncernen omsätter ca 1,5 miljarder kronor och ägs av svenska staten via RISE Research Institutes of Sweden AB.



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 BORÅS

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

E-post: info@sp.se, Internet: www.sp.se

www.sp.se

Mer information om SP:s publikationer: www.sp.se/publ

SP Rapport: 88

ISBN 978-91-88349-76-7

ISSN 0284-5172

PART OF **RISE**