

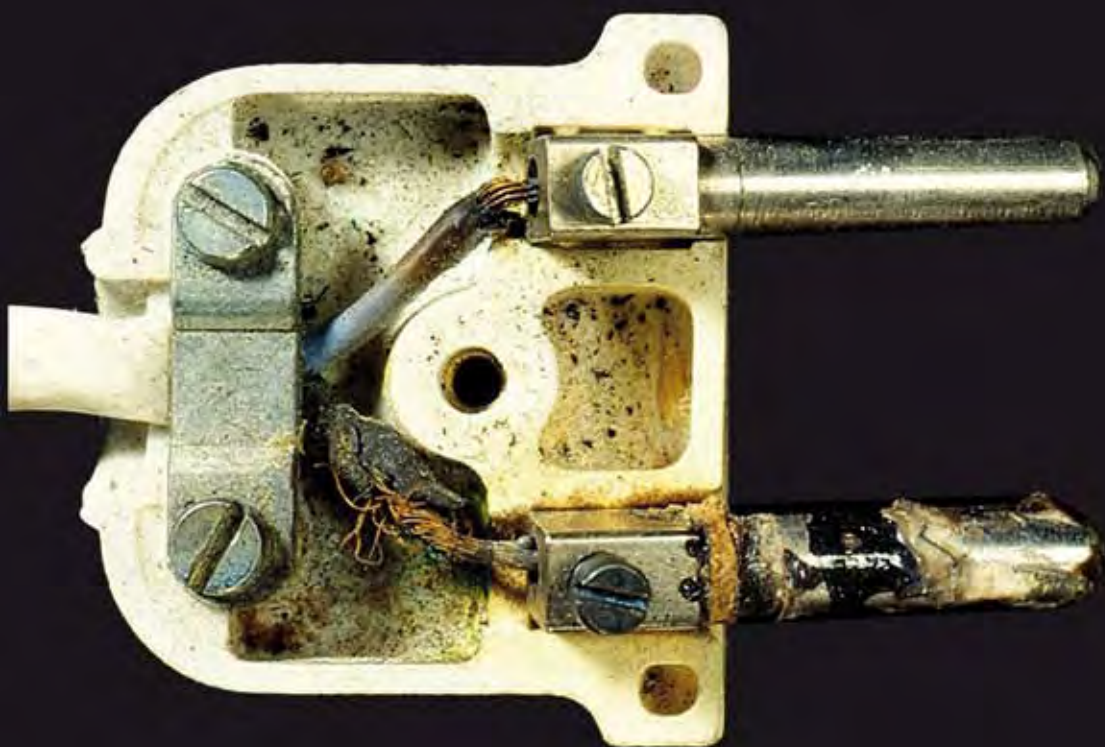


Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

DAVID WIDLUND

Elektricitet och bränder

med inriktning på brandutredning





David Widlund är elektriker med utbildning på Ålands yrkesskola under 1993–1996 och brandingenjör med utbildning på Lunds tekniska högskola under 1999–2002. Efter en ettårig räddningstjänstut-

bildning på Räddningsverket 2003 har han arbetat inom räddningstjänsten. David utbildades till brandutredare 2006 och sedan 2007 arbetar han på Södertörns brandförsvarsförbund. I arbetsuppgifterna ingår förebyggande arbete, uttryckande arbete som befäl samt brandutredning.

DAVID WIDLUND

Elektricitet och bränder

– med inriktning på brandutredning

MYNDIGHETEN FÖR SAMHÄLLSSKYDD OCH BEREDSKAP
BRANDSKYDDSFÖRENINGEN, ELEKTRISKA NÄMNDEN
STATENS KRIMINALTEKNISKA LABORATORIUM

**Elektricitet och bränder
– med inriktning på brandutredning**

Författare: David Widlund

Referensgrupp: Björn Albinson, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Conny Ohlsson, Statens kriminaltekniska laboratorium. Mette Lindahl Olsson, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Reijo Eriksson, Brandskyddsföreningen – Elektriska Nämnden. Ulf Erlandsson, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

Extern sakgranskning: Göran Svensson, Stockholms brandförsvär. Thomas Balleby, Dansk brand och sikrings-teknisk institut m.fl.

Språkgranskning: Semantix

Formgivning: Per Steffensen

Illustratör: Per Hardestam

Tryck: AB Danagårds grafiska

Omslagsfoto: SKL

Utgivningsår: 2009

Publ.nr MSB 0084-09

ISBN 978-91-7383-041-6

©2009 MSB och David Widlund

Att mångfaldiga innehållet i denna bok, helt eller delvis, utan medgivande av MSB är förbjudet enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk. Förbudet gäller varje mångfaldigande genom tryckning, kopiering, bandinspelning etc.

Innehåll

FÖRORD 6

FÖRFATTARENS TACK 7

BAKGRUND 8

MÅLGRUPP 8

AVGRÄNSNING 8

1 Ellära

GRUNDLÄGGANDE ELLÄRA 11

Ström 11, Spänning 12, Likström och växelström 12, Resistans 13
Effekt 14, Energi 14, Beräkning 15, Serie- och parallellkoppling 17
Elektrisk ledare 20, Övertoner (fördjupning) 25

ELEKTRISKA SKYDD 28

Dubbelisolering 28, Jordfelsbrytare 28, Säkring 30, Termostat 33
Överhettningsskydd 33, Överlastskydd 34, Överspänningsskydd 34

EL TILL OCH I BOSTÄDER 34

Villa 34, Flerbostadshus 36

2 Brandförlopp

ANTÄNDNING 39

FLAMPUNKT 41

TERMISK TÄNDPUNKT 41

BRÄNNBARHETSOMRÅDE 42

PYROLYS 43

FLAMMOR, FLAMSPRIDNING OCH BRAND-V 44

TRYCK 47

EFFEKTUTVECKLING 49

BRANDFÖRLOPP I BRANDRUMMET	49	
Brandkurvan och övertändning	50, Bränslekontrollerad brand	53
Ventilationskontrollerad brand	54, Sammanfattning	63
BRANDFÖRLOPP UTANFÖR BRANDRUMMET	63	
Brandgasexplosion	63	

3 Lagstiftning

REGLERVERK FÖR ELSÄKERHET	67			
Ellagen	67, Arbetsmiljölagen	68, Behörighet	69, Elektrisk materiel	69
REGLERVERK FÖR BRANDSÄKERHET	70			
Lag om skydd mot olyckor	70, Arbetsmiljölagen	71, Bygglagstiftningen	71	
Lagen om brandfarliga ochexplosiva varor	73			

4 Elektriska smältskador

FEL SOM KAN LEDA TILL BRAND	82		
Glappkontakt	82, Vagabonderande strömmar	86, Överbelastning	88
Överhettning	91, Överledning	92, Överspänning	96
SKADOR TILL FÖLJD AV BRAND	99		
Brandvärmeskada	99, Legeringsskada	99	
SAMMANFATTNING	102		

5 Elektriska startföremål

SJÄLVTEST – VAD KAN ORSAKA EN BRAND?	105			
GENERELLA KONSTRUKTIONER OCH FÖRETEELSER	111			
Plaster	111, Varvkortslutning i spolar	113, Kondensator	114, Kontakter	114
BASTU	115			
BELYSNING	116			
Glödlampor	116, Ljusslang	117, Lysrörsarmaturer	118, Halogenlampor	119
Dimmer	120			
DISKMASKIN	121			
ELCENTRAL	124			
ELLEDNINGAR	129			
För långa elledningar	133, Skarvsladd	134		
FRITÖS	136			
KAFFEBRYGGARE	137			
KYL OCH FRY	137			
SPIS	140			
STRYKJÄRN	142			
TORKTUMLARE	143			
TV	145			

TVÄTTMASKIN 147
VATTENKOKARE 148
VÄRMEDYNA ELLER BÄDDVÄRMARE 150
ÅSKA 151

7 Undersökning av elbränder

VILKEN UTRUSTNING KAN REKOMMENDERAS 153
AKTÖRER 156
 Brandskyddsföreningen – Elektriska nämnden 156
 Elsäkerhetsverket 156, Försäkringsbolag 157, Polismyndigheten 157
 Räddningstjänsten 161, Statens haverikommission 162
 Statens kriminaltekniska laboratorium 163, Räddningsverket 163
TILLVÄGAGÅNGSSÄTT OCH ERFARENHETER 164
 Elektriska apparater 165, El i byggnader 168
FASTSTÄLLA PRIMÄRBRANDPLATS 169

8 Åtgärder för att förebygga elbränder

9 Ordlista

10 Resultat av självtest

11 Referenser

Förord

Kunskapen om bränder, dess orsaker och förlopp samt kunskapen om hur man förhindrar nya bränder har tagit ett stort kliv framåt de senaste åren. En stor anledning är Räddningsverkets brandutredningsverksamhet under åren 1996–2008 med brandutredare från kommunernas räddningstjänster. Sverige ligger långt fram inom brandutredningsområdet och tjänar som en förebild för resten av Europa.

Räddningsverket har tidigare givit ut två böcker inom området, boken Brandutredning (Ulf Erlandsson och Lars-Göran Bengtsson 2005) och boken Olycksundersökning (Stefan Särdivqvist 2005). Djupgående litteratur om elektriska brandsaker har dock saknats i Sverige och även internationellt har det funnits mycket få böcker på det ämnet.

Syftet med denna bok är att öka kunskapen om elektriska brandsaker och sprida erfarenheter från de bränder som har inträffat. Tanken är att boken ska användas som kunskapskälla och lärobok för brandutredare inom räddningstjänst, polis och försäkringsbolag samt för elektriker, besiktningsmän med flera. Boken kan också användas för att förebygga elbränder och ge en inblick i regelverk inom el- och brandsäkerhet. Genom den expertkunskap och de praktiska exempel som samlats i boken vill vi öka kunskapen om elbränder, framför allt i bostäder, samt om vad som orsakar bränder och hur en elektrisk brandsak både kan fastställas och uteslutas.

Efter initiativ från bokens författare David Widlund, Södertörns brandförsvarsförbund, har denna bok förverkligats och givits ut av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (fram till 31 december 2008 kallad Räddningsverket) i samverkan med Statens kriminaltekniska laboratorium och Brandskyddsföreningen – Elektriska Nämnden. En referensgrupp har bidragit till arbetet, bestående av Conny Olsson, Statens kriminaltekniska laboratorium, Reijo Eriksson, Brandskyddsföreningen – Elektriska Nämnden samt Ulf Erlandsson, Björn Albinson och under-tecknad från Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

Mette Lindahl Olsson

Enhetschef

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

Författarens tack

Under arbetet med denna bok är det många som varit med och bidragit på olika sätt, bl.a. genom att delta vid laborationer, ställa upp på intervjuer, sakgranska innehållet, korrekturläsa texten och bidra med bilder. Många brandutredningar som brandutredare runt om i Sverige har gjort har lästs och använts som underlag till den här boken. Ett stort tack till er alla som hjälpt till att föra boken framåt.

Ett stort tack också till mina arbetsgivare som har låtit mig skriva på arbetstid och till mina kollegor som hjälpt mig att frigöra tid för skrivandet. Ytterligare ett stort tack till referensgruppen som har granskat innehållet och kommit med förslag till förbättringar under arbetets gång.

David Widlund

Hösten 2009

Bakgrund

När en brand har inträffat är det relativt vanligt att orsaken anges som elektrisk utan att det görs någon djupare undersökning. En anledning kan vara att kunskapen om hur en elbrand¹ kan och bör utredas har varit för låg. Det är naturligtvis viktigt att kunna avgöra att en brand orsakades av elektricitet, liksom varför, men det är också viktigt att ha tillräckliga kunskaper för att kunna utesluta elektricitet som brandorsak. Både i Sverige och internationellt har det varit brist på litteratur som kan användas som underlag vid utredning av bränder där el varit brandorsaken eller där elkunskaper kan användas för att fastställa var branden börjat.

Målgrupp

Denna bok är tänkt att kunna användas av verksamma brandutredare och vid utbildning av brandutredare. De brandutredare som avses är utredare inom bland annat polisen, räddningstjänsten och olika försäkringsbolag. Boken kan dessutom fungera som ett underlag för utbildningar och det förebyggande arbete som bedrivs på olika håll i landet genom att bland annat öka kunskapen om vanliga brandorsaker och vad som inte är vanliga brandorsaker. På så sätt kan den förebyggande verksamheten få rätt inriktning. Det är också viktigt att dessa kunskaper når fram till elektriker, blivande elektriker, besiktningmän och andra som är verksamma inom området.

Avgränsning

Denna bok tar upp utredning av bränder i framför allt bostäder. Innehållet har begränsats till växelström med en frekvens av 50 Hz och med en spänning på 230/400 V. Alltså ingår inte utredningar av bränder i elektrisk utrustning med likström och klenspanning² (dvs. en spänning upp till 50 V). Åska är en förekommande brandorsak i byggnader och därför kan det vara bra att känna till dessa skador. Dock beskrivs inte statisk elektricitet som fenomen eftersom det inte ingår i avgräns-

1 Definition av elbrand finns i ordlistan i kapitel 9

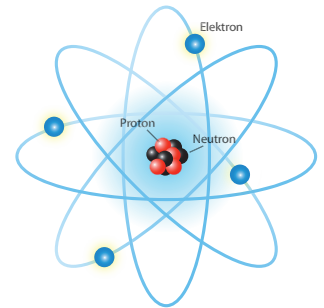
2 Definition av klenspanning finns i ordlistan i kapitel 9

ningen. Den största säkringsstorlek³ som behandlas är 63 A, vilket utesluter bränder i exempelvis större industrier, kraftledningar och fordon. De strömmar och spänningar som inte tas upp i boken kan dock också orsaka bränder.

3 Definition av säkring finns i ordlistan i kapitel 9

1 Ellära

Syftet med detta kapitel är att ge grundläggande kunskaper om elektricitet för att kunna förstå och ta del av informationen i de övriga kapitlen. Den som bedömer sig ha tillräckliga kunskaper kan naturligtvis hoppa över kapitlet och gå vidare till nästa.



Figur 1. Atomkärnan är uppbyggd av neutroner och protoner runt vilka det kretsar elektroner.

Grundläggande ellära

STRÖM

All materia är uppbyggd av atomer. En atom är i sin tur uppbyggd av en atomkärna med neutroner och protoner, och med elektroner som kretsar runt kärnan (figur 1). Protonerna i kärnan har en positiv laddning, neutronerna är oladdade och elektronerna har en negativ laddning. Elektronerna kan lämna en atom och förflytta sig till andra atomer, och på så sätt kan det uppstå en *elektrisk ström*. Hur lätt dessa elektroner kan förflytta sig från en atom till en annan är beroende av materialet. I exempelvis metaller förflyttar sig elektronerna relativt lätt mellan atomerna, och därför är metaller lämpliga som elektriska ledare. Olika metaller är dock olika bra som elektriska ledare. Ström betecknas I och mäts i *ampere* som betecknas A .

Ett batteri har en positiv pol och en negativ pol. Den positiva polen är positivt laddad och den negativa är negativt laddad. Dessa poler märks vanligtvis på ett batteri med ett plus-tecken respektive ett minus-tecken. En elektrisk ström flyter från pluspolen till minuspolen men elektronerna strömmar från minuspolen till pluspolen.

SPÄNNING

För att det ska kunna uppstå en elektrisk ström krävs en potentialskillnad, dvs. tryckskillnad, mellan två punkter. Inom elläran kallas detta för spänning som betecknas U . Spänningen i en elektrisk krets mäts i volt och betecknas V . För att förstå begreppen ström och spänning kan man jämföra dem med vatten i ledningar. Strömmen är flödet på vattnet som strömmar fram genom ledningen, alltså den mängd vatten som passerar en viss tvärsnittsarea i ledningen. Trycket i ledningen kan sedan jämföras med spänningen i den elektriska kretsen där trycket påverkar hur stort flödet kan bli i vattenledningen. Ju högre tryck desto högre flöde, och för elektricitet innebär det att högre spänning ger högre ström i en krets.

Ibland används termerna klen-, låg- och högspänning⁴, och gränsen mellan dessa går vid 50 V och vid 1 000 V för växelspanning. Spänning under 50 V räknas alltså som klenspanning, mellan 50 och 1 000 V som lågspänning⁵ och över 1 000 V kallas det för högspänning. Våra vägguttag⁶ i bostaden har normalt 230 V, det vill säga lågspänning.

LIKSTRÖM OCH VÄXELSTRÖM

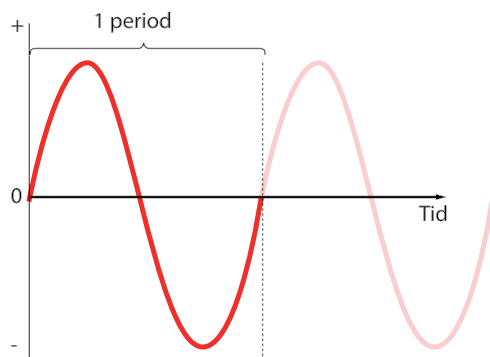
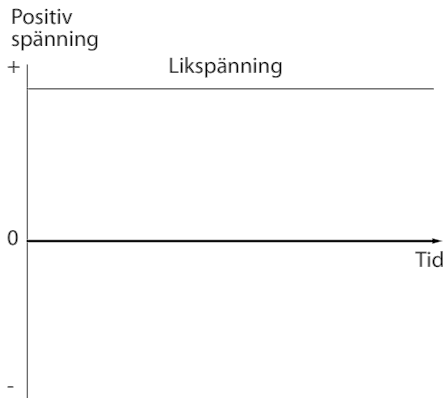
Det finns två typer av ström inom elektriciteten – *likström* och *växelström*. Likström innebär att strömmen enbart går i en riktning (figur 2), från plus till minus. Likström förekommer inte i det vanliga elnätet utan är vanligast i batterier. Växelström ändrar däremot riktning, och hur ofta den ändrar riktning beror på vilken *frekvens* strömmen har. Frekvensen mäts i Hz (Hertz). I Sverige har växelströmmen en frekvens av 50 Hz. Växelströmmen kan ritas upp med en sinuskurva⁷ (figur 3) där frekvensen anger hur många svängningar eller perioder som strömmen gör under 1 sekund. För 50 Hz innebär det 100 svängningar och 50 perioder per sekund.

4 Definition av högspänning finns i ordlistan i kapitel 9

5 Definition av lågspänning finns i ordlistan i kapitel 9

6 Definition av uttag finns i ordlistan i kapitel 9

7 Definition av sinus finns i ordlistan i kapitel 9

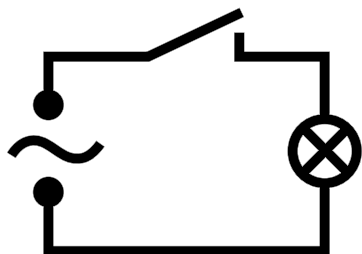


Figur 2. Likspänningen håller ett konstant värde.

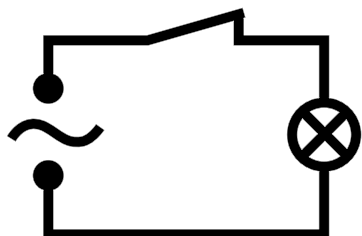
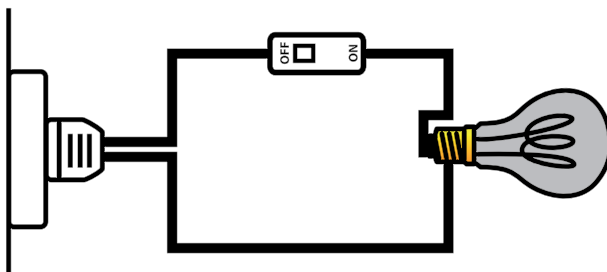
Figur 3. En sinuskurva för växelström ändrar värde hela tiden.

RESISTANS

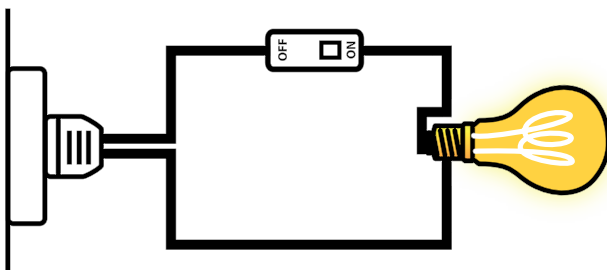
En elektrisk krets kan antingen vara öppen eller sluten, se figur 4 och 5. I en öppen krets finns det ingen kontakt mellan den positiva polen och den negativa polen i en likströmskrets. När kretsen sedan är sluten behöver någon form av motstånd, dvs. en belastning, kopplas in i kretsen för att strömmen inte ska bli för hög. I våra hem fungerar exempelvis lampor, en spis eller en brödrost som denna belastning. Även en elektrisk ledare (i en kabel kan det finnas en eller flera ledare) har ett visst motstånd i sig även om det är väldigt litet i förhållande till den inkopplade belastningen. Motståndet i ledaren kan jämföras med motståndet för vatten att ta sig igenom en vattenledning. Många känner kanske till att trycket vid änden av en vattenledning blir lägre om ledningen är lång än om den är kort, vilket beror på motståndet i ledningen. Ett motstånd i en elektrisk krets benämns *resistans* och betecknas R . Storleken på resistansen mäts i *ohm* som betecknas Ω . Resistansen i en ledare beror på materialet, längden och snittyttans area. Tjockleken på en vattenledning påverkar hur mycket vatten som kan strömma fram i den, och på samma sätt påverkar tjockleken på en elektrisk ledare hur mycket ström som kan strömma fram i den. Ju grövre ledare, desto högre ström kan gå genom den. Ju längre en ledare är, desto högre blir också resistansen i ledningen.



Figur 4. En öppen krets.



Figur 5. En sluten krets.



EFFEKT

När en belastning kopplas in i en elektrisk krets ger det upphov till en ström genom belastningen, förutsatt att kretsen är sluten. Dessutom blir det en spänning över belastningen. Genom att veta hur stor spänningen är över belastningen och hur stor ström som går genom den kan man bestämma belastningens *effekt*, som betecknas P . Effekten mäts i *watt* som betecknas W . Effekten kan jämföras med en kraft eller en styrka. De flesta vet också att en 60 W glödlampa lyser starkare än en glödlampa på 25 W om de kopplas in på samma spänning.

ENERGI

Energien kan beskrivas som den effekt som omsätts under en viss tid. Ordet energi används ofta i samband med att ett utfört arbete och då för att nämna hur mycket arbete som blivit utfört. Energi betecknas W eller E och mäts i enheten *joule* som betecknas J . En joule är detsamma som en *wattsekund* (Ws). Det kanske vanligaste sättet att komma i kontakt med energi är när vi tittar på elräkningen. Där anges ofta kostnaden per kWh, och 1 kWh är det samma som 1 000 watt-timmar. Kostnaden beräknas alltså för den energi som hushållet förbrukar. Energi kan dock inte upphöra eller försvinna, utan den omsätts alltid på något sätt. Det mesta av den elektriska energin som används i bostäder övergår i värmeenergi.

BERÄKNING

Den grundläggande ekvationen för beräkningar av elektricitet är *Ohms lag*:

$$U = I \times R \text{ där}$$

U = spänningen i volt

I = strömmen i ampere

R = resistansen i ohm

Ekvationen kan även skrivas: $I = U / R$ eller $R = U / I$

Beräkningsexempel:

Genom en glödlampa går en ström på 0,26 A och lampan är inkopplad till ett vägguttag där spänningen är 230 V. Vilken resistans har lampan?

Då används formeln $R = U / I$, vilket ger $230 \text{ V} / 0,26 \text{ A} = 885 \Omega$.

Effekten kan beräknas med följande formel:

$$P = U \times I \text{ där}$$

P = effekten i watt

U = spänningen i volt

I = strömmen i ampere

Beräkningsexempel:

En glödlampa på 60 W kopplas in till ett vägguttag med 230 V. Vad blir strömmen genom lampan?

Då används formeln $I = P / U$, vilket ger $60 \text{ W} / 230 \text{ V} = 0,26 \text{ A}$.

Energin betecknas med W eller E och beräknas med följande formel:

$$W = P \times t \text{ där}$$

W = energin i joule (J eller Ws)

P = effekten i watt (W)

T = tiden i sekunder (s)

Beräkningsexempel:

En bastu är påslagen på maxeffekt i fyra timmar, och effekten är på 4 kW. Termostaten i den här bastun bryter inte när rätt temperatur har nåtts, utan bastuspisen är hela tiden påslagen

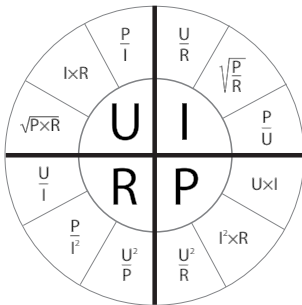
på högsta effekt. Vad är den totala energiförbrukningen och vad kostar det att ha bastuspisen påslagen om priset är 1 kr/kWh?

Då används formeln $W = P \times t$, vilket ger $4 \text{ kW} \times 4 \text{ h} = 16 \text{ kWh}$.
 Kostnad = $16 \text{ kWh} \times 1 \text{ kr/kWh} = 16 \text{ kr}$.

Sammanfattning beräkning



Genom att härleda de olika ekvationerna kan man ta fram de ekvationer som finns i cirkeln i figur 6. Själva härledningarna redovisas inte här, utan figuren visar bara resultatet. I den mittersta cirkeln väljs antingen I, P, R eller U beroende på vad som ska beräknas. I det yttersta området finns sedan tre formler som hör till varje val.

På nästa sida visas några produkter som är vanliga i ett hem. För varje produkt redovisas effekten, strömmen är beräknad med hjälp av formlerna ovan. Om de fyra förbrukarna (dvs. apparaterna) nedan är anslutna samtidigt till en och samma säkring skulle det gemensamt belasta säkringen med en ström på 13,8 A. Den vanligaste säkringen i en bostad har en märkström⁸ på 10 ampere, och därmed skulle den överbelastas av dessa förbrukare.



Figur 6. Formler för att beräkna olika elektriska storheter.

8 Definition av märkström finns i ordlistan i kapitel 9

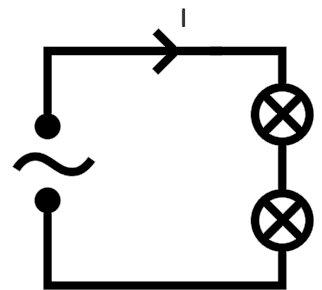
Belastning	Effekt, spänning och ström
	Hårtork Effekt: 1600 W. Spänning: 230 V. Ström: cirka 7 A.
	Kaffebryggare (perkulator) Effekt: 800 W. Spänning: 230 V. Ström: cirka 3,5 A.
	Smörgåsgrill Effekt: 700 W. Spänning: 230 V. Ström: 3 A.
	Tv Effekt: 73 W. Spänning: 230 V. Ström: 0,3 A.

SERIE- OCH PARALLELLKOPPLING

Seriekoppling

När flera belastningar kopplas in till en krets kan de antingen kopplas i serie eller parallellt med varandra. Det kan också finnas både serie och parallellkopplingar i samma krets. När två belastningar kopplas i serie med varandra som i figur 7 går samma ström genom båda belastningarna, i detta fall lampor.

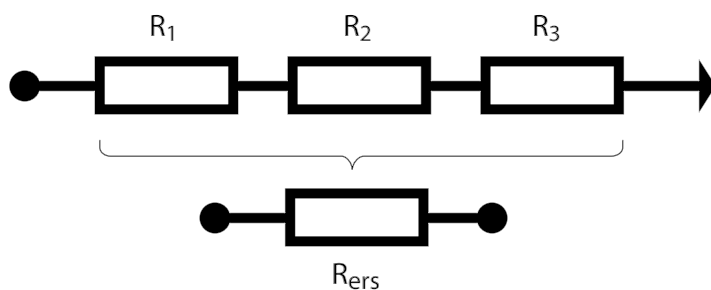
Hur stor spänningen blir över varje lampa är beroende av lampornas resistans. Om lamporna har samma resistans blir



Figur7. Seriekoppling av två lampor.

spänningen jämnt fördelad över dem, men är resistansen olika stor kommer spänningen över lamporna också att bli olika. För en seriekoppling är strömmen alltid lika stor genom alla belastningar medan spänningen blir olika stor över varje belastning om de har olika resistans. För att få veta hur stor ström som passerar genom kretsen och hur stor spänningen blir över varje belastning beräknas först den totala resistansen i kretsen, genom att beräkna en ersättningsresistans (figur 8) för alla belastningar i serie.

$$R_{\text{ers}} = R_1 + R_2 + R_3 \dots$$



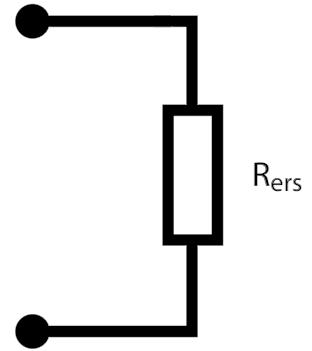
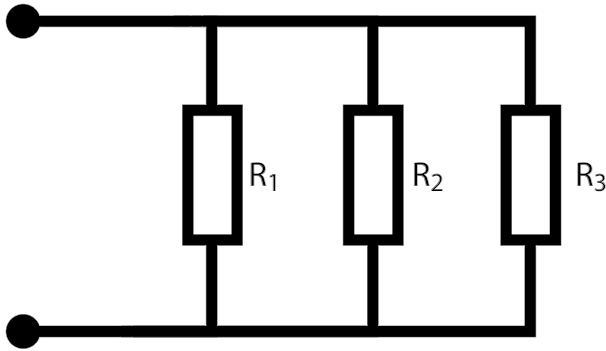
Figur 8. Beräkning av ersättningsresistans vid seriekoppling.

När den totala resistansen är beräknad kan man sedan använda Ohms lag för att beräkna strömmen i kretsen, förutsatt att spänningen över hela kretsen är känd. När sedan strömmen är beräknad och denna är densamma genom alla belastningarna kan man också använda Ohms lag för att beräkna spänningen över varje belastning.

Seriekoppling är bland annat vanligt i adventsljusstakar och i julgransbelysningar. När en lampa skruvas ur är kretsen inte längre sluten och alla lampor slocknar.

Parallellkoppling

Vid en parallellkoppling som i figur 10 kommer spänningen att bli densamma över båda belastningarna, medan strömmen över varje belastning beror på dess resistans. För en parallellkoppling gäller att spänningen alltid blir densamma över alla belastningar medan strömmen är beroende av resistansen. Endast om de två belastningarna i figur 10 har samma resistans kommer det gå lika stor ström genom båda belastningarna.



Figur 9. Beräkning av ersättningsresistans vid parallellkoppling.

Även för en parallellkoppling beräknas strömmen genom kretsen med hjälp av en ersättningsresistans (figur 9). Ersättningsresistansen beräknas genom följande formel:

$$1 / R_{ers} = 1 / R_1 + 1 / R_2 + 1 / R_3$$

När den totala resistansen har beräknats kan man också beräkna den totala strömmen genom kretsen. Eftersom spänningen är densamma över alla belastningar kan sedan strömmen genom respektive belastning i kretsen beräknas. Den totala resistansen i kretsen blir alltid mindre än den enskilt minsta resistansen av de inkopplade belastningarna.

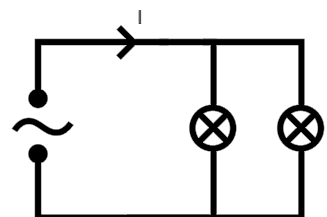
Sammanfattning

Seriekoppling

Strömmen blir densamma genom alla belastningar. Spänningen över varje belastning är proportionell mot resistansen.

Parallellkoppling

Spänningen blir densamma över varje belastning. Strömmen är proportionell mot resistansen. Den totala resistansen i kretsen är mindre än resistansen hos den minsta inkopplade belastningen.



Figur 10. Parallellkoppling av två lampor.

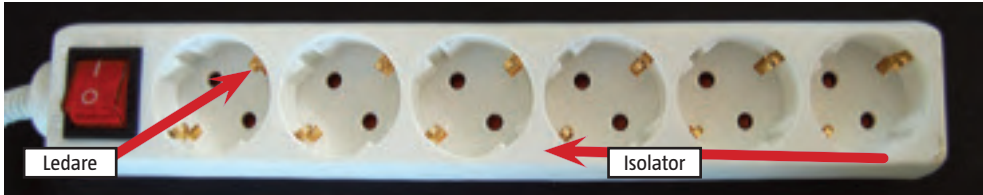
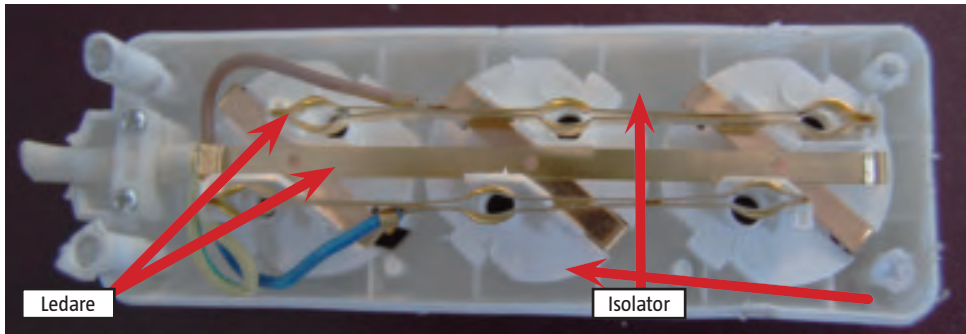


Bild 1. Ledare, skyddsledare¹⁰ och isolator i ett grenuttag.

Bild 2. Ledare och isolator i ett grenuttag.

ELEKTRISK LEDARE

Ledare och isolator

För att en ström ska kunna flyta i en elektrisk krets krävs något som kan leda strömmen. Hur bra ett material leder ström beror bland annat på materialets resistivitet⁹ och på hur hårt bundna elektronerna är i atomerna, det vill säga hur pass bra elektronerna kan förflytta sig mellan atomerna. Koppar har en relativt låg resistivitet och leder därmed ström bra, vilket gör att den metallen ofta används som en ledare för ström. Andra typer av ledare är andra metaller, kol, saltlösningar, syror och baser. För att hindra att strömmen tar oönskade vägar används isolatorer med en hög resistans, exempelvis gummi, plast, porslin, glas eller keramik. En kabel är en elektrisk ledare som har försetts med en isolering av plast eller gummi. Dessutom finns det så kallade halvledare – material med egenskaper som ligger mellan en isolator och en ledare. Exempel på halvledare är germanium, kisel och selen. Bild 1 och 2 visar grenuttag där koppar används som ledare och plast som isolator.

⁹ Definition av resistivitet finns i ordlistan i kapitel 9

¹⁰ Definition av skyddsledare finns i ordlistan i kapitel 9

Fasledare, neutralledare, skyddsledare och PEN-ledare

För likström finns benämningarna plus och minus, och de elektriska ledarna anges som pluskabel eller minuskabel. För växelström där strömmen hela tiden växlar mellan plus och minus benämns kablarna annorlunda. Strömmen kommer då till en belastning med en ledning som kallas fasledare¹¹ (fas) och går från belastningen genom en annan ledning som kallas neutralledare¹² (nolla). En skyddsledare (kallas ibland för jordledare) är förbunden med marken och som namnet antyder fungerar den som ett skydd. Vid ett fel i en elektrisk apparat, exempelvis så att ett hölje av metall blir spänningssatt, ska strömmen gå genom skyddsledaren till jord¹³. Strömmen ska också bli så hög att säkringen löser ut. I ett ojordat vägguttag finns en fasledare och en neutralledare, men ingen skyddsledare.

Bild 3 och 4 visar ett vägguttag och en stickpropp¹⁴ med skyddsledaren, neutralledaren och fasledaren utmärkta. En voltmätare som kopplas in för att mäta spänningen mellan fasledaren och neutralledaren kommer att visa 230 V. Som

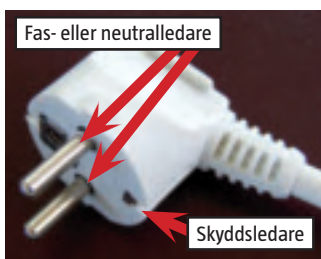
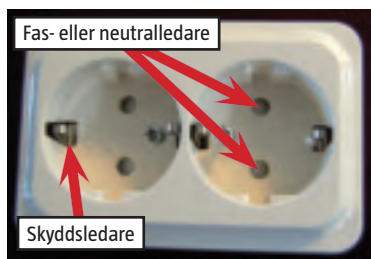


Bild 3. Fas- eller neutralledare och skyddsledare i ett vägguttag.

Bild 4. Fas- eller neutralledare och skyddsledare i en stickpropp.

beskrivits ovan ändras dock spänningen hela tiden. Den spänning som visas i voltmätaren kallas för spänningens effektivvärde. Den maximala spänning som uppnås i sinuskurvan är 325 V, vilket framgår av figur 11. I dagligt tal när spänningen i en krets nämns är det alltid effektivvärdet som avses, även om detta inte nämns.

I hus som är byggda efter den 1 januari 1994 ska alla uttag vara jordade.¹⁵ När befintliga installationer kompletteras får man bara installera ojordade uttag i hus där det redan finns

¹¹ Definition av fasledare finns i ordlistan i kapitel 9

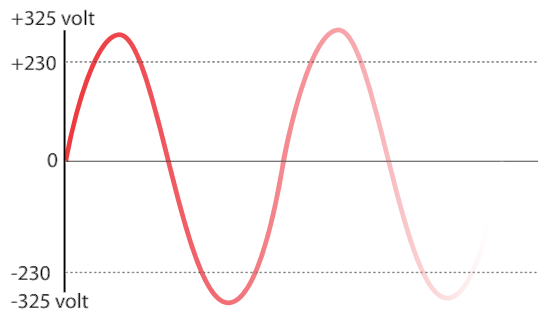
¹² Definition av neutralledare finns i ordlistan i kapitel 9

¹³ Definition av jord finns i ordlistan i kapitel 9

¹⁴ Definition av stickpropp finns i ordlistan i kapitel 9

¹⁵ Johnsson Bo & Frid Johnny; Elsäkerhet

Figur 11. Effektivvärdets förhållande till maxspänningen i en sinuskurva. Effektivvärdets storlek visas med den streckade linjen.



sådana ojordade uttag. I en bostad är skyddsledaren och neutralledaren frånskilda men förbinds normalt i elcentralen och går vidare därifrån som en gemensam ledare som kallas PEN-ledare¹⁶. Förkortningen PEN kommer från engelskans Protective Earth Neutral vilket är ett gemensamt ord för skyddsledare och neutralledare. Protective earth är skyddsledare och neutral är neutralledare.

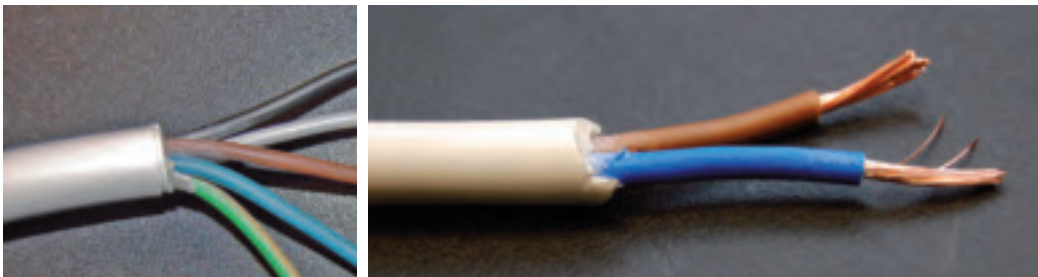
Tre faser

Till en vanlig lampa i en bostad går det två eller tre ledare. Om det är två ledare (bild 6) är det en fasledare och en neutralledare. Den tredje ledaren är då en skyddsledare om det behövs en sådan. En fasledare räcker för belastningar med lägre effekt, men om det krävs en större effekt behövs tre faser (bild 5). I det svenska elnätet finns tre fasledare som går fram till elcentralen i varje hus, och de belastningar som har en stor effekt är anslutna till alla tre faserna. Sådana belastningar kan exempelvis vara spis, bastuaggregat och varmvattenberedare.

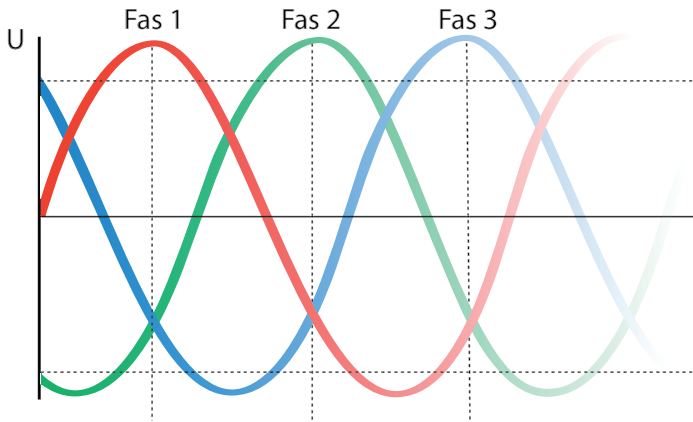
Mellan de tre faserna finns också en spänningsskillnad. Spänningsskillnaden (effektivvärdet) mellan faserna är 400 V,

Bild 5 (vänster). En kabel med fem ledare. Kabeln har tre faser (svart, vit och brun) samt en blå neutralledare och en grön och gul skyddsledare.

Bild 6 (höger). En kabel med två ledare.



16 Definition av PEN-ledare finns i ordlistan i kapitel 9

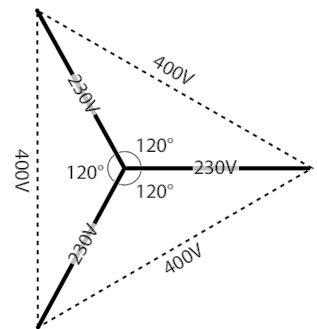


Figur 12. Sinuskurva för tre faser.

medan varje fas har en spänningsskillnad mot neutralledaren och skyddsledaren på 230 V. Denna spänningsskillnad mellan faserna beror på att de aldrig har samma värde på spänningen samtidigt. Som beskrivits ovan ändras hela tiden spänningens storlek i växelspanning, och dessa tre faser är förskjutna mot varandra vilket framgår av figur 12 och 13. Som beskrivits tidigare går spänningen från noll till spänningens positiva maxvärde och tillbaka till noll, för att sedan gå till spänningens negativa maxvärde och tillbaka till noll. Detta kallas för en period. Om en period är 360 grader så är varje fas förskjutet till de andra två med en tredjedel, det vill säga 120 grader. Summan av de tre fasspänningarna vid en viss tidpunkt är alltid lika med noll.

Ledningsareor

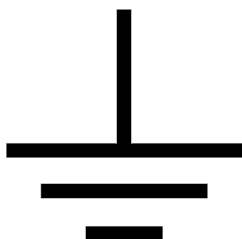
För att strömmen i en ledare inte ska bli för hög finns det bestämmelser om hur stor säkring en ledning får ha. Om strömmen blir för hög kan det medföra att ledarens temperatur blir högre än vad som är tillåtet. När ledarens temperatur ökar blir isoleringen mjukare och när temperaturen blir tillräckligt hög finns en risk att isoleringen eller något angränsande brännbart material börjar brinna. I tabell 1 visas den minsta area en ledning måste ha för att kopplas till en viss säkringsstorlek.



Figur 13. De tre faserna har en vinkel mellan varandra på 120 o samt en spänningsskillnad på 400 V.

Säkringsstorlek (ampere)	Area (mm ²)
10	1,5
16	2,5
20	4
25	6
35	10
50	16
63	25

Tabell 1. Förhållandet mellan säkringsstorlek och minsta area till säkringen.



Figur 14. Symbolen för en skyddsledare.

Färger och symboler

De tre faserna betecknas vanligen L1, L2 och L3, neutralledaren markeras med ett N och skyddsledare betecknas antingen med PE eller med symbolen i figur 14. En enfasbelastning kan betecknas 1 ~ och en trefasbelastning med 3 ~.

För att särskilja de olika ledarna används olika färger. Färgerna har dock varierat med åren, men i tabell 2 redovisas de färger som är vanligast i dag.

Ledare	Beteckning	Nya färger	Exempel på färger i äldre installationer
Skyddsledare	PE, G,	Grön och gul	Röd
Neutralledare	N	Blå	Svart, vit
Fas 1	L1, R	Svart (brun kan förekomma)	Svart
Fas 2	L2, S	Brun (svart kan förekomma)	Svart, brun
Fas 3	L3, T	Svart med vitt streck	Vit, grå

Tabell 2. Färger på ledare i elinstallationer.

Kablar och bränder

Det finns många typer av kablar för att leda ström och en del av dem innehåller polyvinylklorid (PVC). PVC är ett material som slocknar av sig själv vid en brand men det kan brinna under inverkan av en extern låga eller värmekälla. Exempelvis kan PVC brinna om en ljusbåge¹⁷ kommer i kontakt med materialet. När PVC brinner bildas bland annat saltsyra (HCl) när gaserna som bildas vid branden kondenseras och kommer i kontakt med fukt (vatten). Saltsyra är en syra som är starkt

¹⁷ Definition av ljusbåge finns i ordlistan i kapitel 9

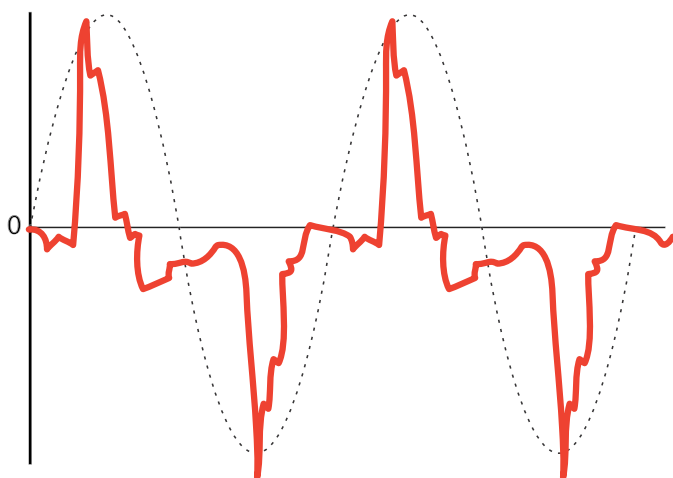
frätande och kan orsaka korrosion på elektrisk utrustning samtidigt som den är hälsovådlig för människor. Det räcker med att en fingertjock och decimeterlång kabelbit brinner för att det ska bildas tillräckligt mycket saltsyra för att metaller i ett rum med en volym på 100 m³ ska korrodera.¹⁸

ÖVERTONER (FÖRDJUPNING)

Fenomenet övertoner¹⁹ kan vara svårt att förstå. Det viktigaste med detta kapitel är inte att lära sig vad övertoner är utan att vara medveten om var det kan inträffa och vilka följder det kan få. På så sätt kan man tillkalla expertis när det finns någon misstanke om att övertoner har orsakat en brand.

Det svenska elnätet har som tidigare nämnts en frekvens av 50 Hz, vilket är en grundfrekvens eller grundton. Den frekvensen förutsätter dock att spänningen och strömmen är helt sinusformade, och linjära belastningar ger sinusformade kurvor. Att förbrukaren är linjär innebär att strömmen och spänningen båda är sinusformade och att sinuskurvan hela tiden är likadan för båda, vilket visas i figur 11.

Utöver de linjära förbrukarna finns det även olinjära förbrukare. Dessa förbrukare drar endast ström under en del av sinusperioden, vilket medför att strömmen inte får en jämn sinuskurva (figur 15). Då kommer sinuskurvorna för spänningen och strömmen inte längre att följas åt eftersom förbruka-



Figur 15. En jämförelse mellan en jämn sinuskurva och en kurva som inte är jämn.

¹⁸ Restvärdesräddning i samverkan, Svenska Brandförsvarsföreningen

¹⁹ Definition av överton finns i ordlistan i kapitel 9

Bild 7. En lågenergilampa som det brunnit i.



ren drar av ström under korta intervaller. Exempel på olinjära förbrukare i hemmiljö är

- lågenergilampor (bild 7)
- dimmer till belysning
- tyristorer (en komponent som kan finnas i elektrisk utrustning)
- datorer
- videoapparater
- batteriladdare.

När sinuskurvorna blir olika kommer strömmar i andra frekvenser än 50 Hz, även kallad grundtonen, att bildas. Att det bildas strömmar med andra frekvenser kan också benämnas på så sätt att det bildas andra toner, så kallade övertoner (eftersom tonerna har en högre frekvens än grundtonen). Övertoner innebär strömmar som inte har en frekvens på 50 Hz utan högre. De övertoner som bildas i elkretsen är i jämna 50-tal och frekvensen blir 100 Hz (första övertonen), 150 Hz (andra övertonen) osv.

Strömmen i neutralledaren kan bli högre än vad den klarar av.

Den vanligaste övertonen i en elanläggning i bostäder är den som har en frekvens på 150 Hz eftersom den är störst vid enfasiga förbrukare. Den vanligaste övertonen i industrier har en frekvens på 250 Hz (fjärde övertonen). Som beskrivits tidigare är summan av strömmarna alltid lika med noll för trefaser förutsatt att strömmen har en frekvens på 50 Hz. Om strömmen är symmetrisk kommer summan av strömmarna i de tre faserna också att vara noll vid varje tidpunkt. Detta gäller dock

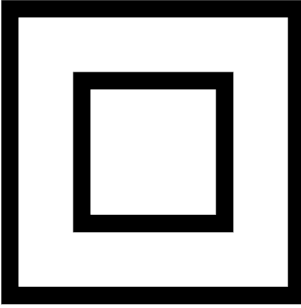
endast med jämna sinuskurvor där spänning och ström följs åt. Vid dessa tillfällen går det ingen ström genom neutralledaren. När övertoner uppstår med en frekvens av 150 Hz kommer strömmarna däremot inte att tas ut av varandra mellan faserna, utan det kommer att gå en ström genom neutralledaren. Denna ström kan som störst bli lika stor som strömmen i de tre faserna tillsammans. På samma sätt som vågor på vattnet blir högre när de kommer i fas med varandra och mindre när de inte är i fas kan även strömmen bli högre när den är i fas. Om strömmen i de tre fasledarna inte längre har en frekvens på 50 Hz är det möjligt att de vid vissa tidpunkter kommer i fas med varandra, och då kan strömmen bli högre.

**Kondensatorer är känsliga mot övertoner och kan gå sönder
(explodera)**

I dagens samhälle används allt fler datorer, lågenergilampor, batteriladdare etc. vilket också leder till fler strömmar med andra frekvenser än 50 Hz, dvs. övertoner. I byggnader med äldre elinstallationer²⁰ kan den så kallade PEN-ledaren ha endast hälften så stor area som fasledarna, och då kan ledaren överbelastas om strömmen enligt ovan blir högre än i fasledarna. Speciellt kondensatorer²¹ kan vara känsliga för övertoner eftersom övertonerna kan orsaka högre strömmar genom kondensatorn än vad den klarar av. Övertoner är bland annat en orsak till att kondensatorer i lysrör går sönder och exploderar. En kondensator är en elektrisk komponent som precis som ett batteri kan lagra en viss elektrisk mängd, dvs. laddas upp. En kondensator laddas först upp under en viss tid och kan sen användas som en spänningskälla med hög effekt.

20 Definition av elinstallation finns i ordlistan i kapitel 9

21 Definition av kondensator finns i ordlistan i kapitel 9



Figur 16. Symbolen för dubbelisolering.

Elektriska skydd

DUBBELISOLERING

En del elektriska apparater har en extra isolering, s.k. dubbelisolering²², för att förhindra att apparatens hölje ska bli spänningssatt. Detta gäller exempelvis bormaskiner, tv-apparater med mera. Apparaten har då en symbol enligt figur 16. Stickproppen till dessa apparater passar både jordade och ojordade vägguttag.

JORDFELSBRYTARE

En jordfelsbrytare²³ fungerar så att den mäter hur mycket ström som passerar ut i den elektriska kretsen genom fasledarna och hur mycket ström som kommer tillbaka genom neutralledare, och om skillnaden blir för stor bryter den strömmen till kretsen. Om det blir något fel på en apparat kommer strömmen att gå tillbaka via exempelvis skyddsledaren, eller så kan en människa få strömmen genom sig och strömmen går sedan ner i jord. Det kan inträffa exempelvis om en person kommer i kontakt med en spänningsförande ledare och samtidigt håller i ett jordat vattenrör eller en jordad diskbänk. Det vanligaste i bostadsmiljö är att jordfelsbrytaren bryter strömmen om skillnaden mellan utgående och inkommande ström är större än 30 mA, vilket är en strömstyrka som en människa normalt klarar under en mycket kort tid. Jordfelsbrytare finns både för enfas och för trefas. Jordfelsbrytare som inte ska skydda människor utan endast mot brand har ofta en utlösningström på 300 mA. I tabell 3 redovisas hur människan påverkas av strömmar.²⁴



Bild 8. En portabel jordfelsbrytare.

Ström (mA)	Påverkan på människan
0,5	Förnimbarehetsgräns. Obehag kan upplevas.
10	Kramp kan uppstå så att en person inte kan släppa greppet om ett strömförande föremål.
25	Obehag men vanligtvis inga skador.
40–50	Risk för hjärtflimmer och dödlig påverkan.

Tabell 3.

22 Definition av dubbelisolering finns i ordlistan i kapitel 9

23 Definition av jordfelsbrytare finns i ordlistan i kapitel 9

24 Svenska Elektriska Kommissionen; Handbok 413 Potentialutjämning i byggnader

Det finns fasta jordfelsbrytare (bild 9) som installeras i elcentralen och som skyddar det mesta av den el som är ansluten till centralen. Dessutom finns det portabla jordfelsbrytare (bild 8) som kan anslutas till ett vägguttag och som bara skyddar det som är anslutet till just det uttaget. All elektricitet i en byggnad behöver inte gå via jordfelsbrytaren, utan det förekommer att exempelvis varmvattenberedaren är kopplade utanför.

I vissa fall måste det finnas jordfelsbrytare till vägguttag, bland annat i följande platser:^{25,26}

- Bygg- och rivningsplatser.
- Uppställningsplatser för husvagnar.
- Fuktiga och våta utrymmen såsom badrum.
- Tillfälliga installationer för mässor och dylikt.
- Utomhus eller inomhus om uttaget ska användas till elektrisk utrustning som används utomhus.
- Vid ny- och ombyggnationer av bostäder, grundskolor, fritidshem och daghem.

Sedan 1 januari 2004 måste dessutom alla vägguttag i ett nybyggt hushåll skyddas av en jordfelsbrytare. Om en jordfelsbrytare installeras i elcentralen kommer den även att fungera för vägguttag som är ojordade eftersom den mäter skillnaden mellan strömmen som går till vägguttaget genom fasledarna och strömmen som går tillbaka genom neutralledaren. Den mäter alltså inte strömmen i skyddsledaren. En jordfelsbrytare bryter dock inte om det uppstår glappkontakt i en elektrisk apparat eller vid en felström²⁷ som går mellan fas och nolledare.



Bild 9. En jordfelsbrytare som är tillslagen och som är fast installerad i gruppcentralen²⁸. Jordfelsbrytaren löser ut vid 30 mA och bryter då alla tre faser och neutralledaren.

25 Installation av jordfelsbrytare; Elsäkerhetsverket: 2002 1:a reviderade upplagan

26 Jordfelsbrytare, Goda råd från Svenska Brandskyddsföreningen; Nr 212/041106

27 Definition av felström finns i ordlistan i kapitel 9

28 Definition av gruppcentral finns i ordlistan i kapitel 9

SÄKRING



Bild 10. Glasrörssäkring.



Bild 11. Proppsäkring.



Bild 12. Automatsäkring.



Bild 13. Knivsäkring.

Säkringar används för att skydda ledningar mot för höga strömmar och är ett mycket pålitligt skydd.²⁹ Det är mycket ovanligt att en säkring inte löser ut såsom den är avsedd att göra. En säkring för belysning och vanliga uttag i våra bostäder räcker för uttagen och belysningen i flera rum. Vissa förbrukare säkras dock med en egen säkring, t.ex. förbrukare som har en stor effekt eftersom en 10 A-säkring inte kan avsäkra mer än cirka 2 300 W (ger 10 A). Vissa förbrukare har en egen säkring så att de inte ska stängas av om säkringen utlöser på grund av ett fel i en annan förbrukare. Förbrukare med egna säkringar är bland annat kyl, frys, tvättmaskin, bastu och varmvattenberedare.

Det finns främst fyra olika modeller av säkringar som är bra att känna till:

- Glasrörssäkring (bild 10)
- Proppsäkring (bild 11)
- Automatsäkring (bild 12)
- Knivsäkring (bild 13)

Glasrörssäkring, proppsäkring och knivsäkring är exempel på så kallade smältsäkringar. Om strömmen blir högre än vad säkringen ska klara smälter en tråd i säkringen och går av. Hur lång tid det tar innan säkringen löser ut är beroende av hur stor överström³⁰ som går genom den. Det finns olika kurvor som visar hur länge det tar för en säkring att lösa ut beroende på vilken ström som går genom den. Kurvorna är olika för olika säkringsstorlekar och typer av säkringar. Det finns säkringar med olika utlösningstider men samma säkringsstorlek eftersom exempelvis elektriska motorer kräver en mycket högre startström än när de är i normal drift. För elektriska motorer används normalt en så kallad trög säkring för att den inte ska lösa ut när motorn startar.

I tabell 4 visas utlösningströmmar för automatsäkringar, både för överlast³¹ och för kortslutningsströmmar³². I diagram 1 visas utlösningsskurvor för proppsäkringar.

29 Beland Bernard; Examinatör av Elektriska Ledningar Efter en Brand

30 Definition av överström finns i ordlistan i kapitel 9

31 Definition av överlastström finns i ordlistan i kapitel 9

32 Definition av kortslutningsström finns i ordlistan i kapitel 9

Typ av säkring	Märkström (A)	Utlösningsström vid överlast (termisk utlösning)		Utlösningsström vid kortslutning (magnetisk utlösning)	
		X1	X2	X3	X4
B = Snabb	0,5–63	1,13 x säkringens storlek	1,45 x säkringens storlek	3 x säkringens storlek	5 x säkringens storlek
C = Trög	0,5–63	1,13 x säkringens storlek	1,45 x säkringens storlek	5 x säkringens storlek	10 x säkringens storlek
D = Extra trög (motorer etc.)	0,5–63	1,13 x säkringens storlek	1,45 x säkringens storlek	10 x säkringens storlek	20 x säkringens storlek

Teckenförklaring till tabellen:

X1: Ström vid vilken automatsäkring inte får lösa ut inom 1 h.

X2: Ström vid vilken automatsäkring måste lösa ut inom 1 h.

X3: Ström vid vilken automatsäkring får lösa ut tidigast efter 0,1 sekunder.

X4: Ström vid vilken automatsäkring måste lösa ut in inom 0,1 sekunder.

Tabell 4. Utlösningsströmmar för automatsäkringar.

Proppsäkring

En proppsäkring består av säkringen, en propphuv som skyddar mot beröring och en bottenkontakt (bild 14). Genom säkringen går en tråd som smälter och går av om belastningen blir för hög.

I elcentralen finns bottenkontakter för proppsäkringarna, och bottenkontakterna är olika stora för att man inte ska kunna sätta i en för stor säkring av misstag. Detta innebär exempelvis att det inte går att sätta en 16 A-säkring där säkringen maximalt får vara 10 A.

Proppsäkringar är märkta med olika färger och de vanligaste färgerna visas i tabell 5.

När säkringen löser ut ska smälttråden gå av. En proppsäkring har dessutom en signalpärla som ska lossna när smälttråden går av. Det kan dock vara svårt att se om säkringen har gått sönder eller inte, och därför kan man behöva mäta säkringen. Detta kan göras som på bild 15, 16 och 17.



Bild 14. Bottenkontakt på 25 A.

Märkström	Färg på signalpärla
6 A	Grön
10 A	Röd
16 A	Grå
20 A	Blå
25 A	Gul
35 A	Svart
50 A	Vit
63 A	Koppar

Tabell 5.

Glusrörssäkring

En glusrörssäkring finns ofta i t.ex. tv-apparater och räknas som en smälttrådssäkring. När en sådan säkring går sönder bör det synas genom glaset om tråden gått av, men det går också att mäta säkringen för att se om det finns någon kontakt mellan ändarna på den. Normalt står det på säkringen vilken märkström den har. När en glusrörssäkring utsätts för de strömmar som uppstår vid en kortslutning går den oftast av i stället för att bara lossna i endera änden vilket den kan göra



Bild 15. Mätning om en proppsäkring är hel. På detta sätt mäts resistansen i säkringen.

verktyg för att byta dem. Dessa säkringar avsäkrar belastningar med höga effekter, och därför krävs det både kunskap och försiktighet när de byts ut. Dessutom är det viktigt att belastningen är frånslagen när säkringen byts för att förhindra ljusbågar. En ljusbåge kan uppstå om det går en ström genom kretsen när säkringen byts, och eftersom det kan gå höga strömmar genom säkringen kan en ljusbåge också bli kraftig.

TERMOSTAT

En termostat är till för att hålla en jämn temperatur i elektrisk apparat och fungerar som en form av strömbrytare som öppnar eller stänger beroende på temperaturen (bild 18 och 19). Kretsen är antingen öppen eller slutet, och normalt öppnas kretsen när den förinställda temperaturen nås och öppnas igen när temperaturen sedan sjunker. Den enklaste formen av termostat har bimettalfjädrar som består av två metaller av olika material som är sammansatta. Eftersom fjädrarna har olika längder vid olika temperaturer kommer fjädern att böja sig åt olika håll beroende på temperaturen. På så sätt öppnar eller sluter termostaten kretsen. För att undvika gnistbildning används ofta ett relä eller en kontaktor för att sluta kretsen. En kontaktor är en form av strömbrytare som sluter om det är spänning till kontaktorn. Då blir det en slutet krets genom kontaktorn.

Ett annat exempel på termostat är ett kapillärrör som innehåller en vätska. När vätskan blir varm ökar trycket, och därmed bryts strömmen till exempelvis ett värmelement i en elektrisk apparat. Kapillärröret är av ofta koppar.

ÖVERHETTNINGSSKYDD

Ett överhettningsskydd känner också av temperaturen i kretsen på samma sätt som en termostat. Skillnaden är att när ett överhettningsskydd har brutit kretsen stannar det i brutet läge och måste återställas manuellt. Överhettningsskydd kan finnas i styrkretsen till exempelvis en kontaktor. En styrkrets består av ledningar som går till kontaktorn och som ska styra om den är tillslagen eller frånslagen.

Överhettningsskyddet finns oftast i styrkretsen till kontaktorn, och därför förses en del apparater med en så kallad



Bild 18. Kontakten i en termostat. Denna termostat har svetsat fast och orsakat en brand (de har dock brutits loss på bilden).

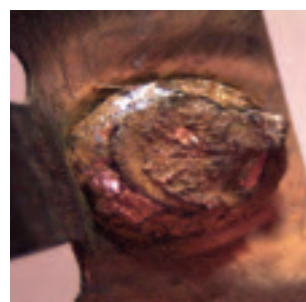


Bild 19. Den ena av kontaktorna i termostaten.



Bild 20. Överlastskydd.

shunt-utlösning som innebär att överhettningsskyddet bryter spänningen till hela utrustningen när det löser ut. Ett sätt är att utlösa ett överlastskydd eller att förse apparaten med en automatsäkring som bryts om överhettningsskyddet löser ut.

ÖVERLASTSKYDD

Överlastskydd finns bland annat på elektriska motorer, ofta vid motorn. På ett överlastskydd går det att reglera vid vilken ström skyddet ska lösa ut för. På bild 20 visas ett överlastskydd för trefaser. Överlastskyddet innehåller oftast bimetaller som värms upp när strömmen blir hög, och när den blir för hög böjer sig bimetallerna så mycket att överlastskyddet löser ut.

ÖVERSPÄNNINGSSKYDD

Syftet med ett överspänningsskydd är att skydda en elektrisk apparat mot högre spänningar än vad den är avsedd för, bland annat i samband med åsknedslag. Det finns flera olika typer av konstruktioner av överspänningsskydd. Exempelvis kan en s.k. ventilavledare användas för att leda överspänningen till jord.

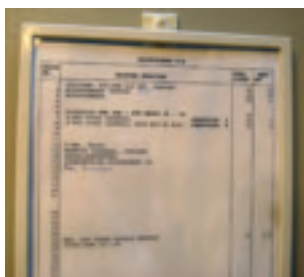


Bild 21. Grupp-schema för en elcentral.

El till och i bostäder

Avsikten med detta avsnitt är att ge läsaren en förståelse för hur elinstallationen kan se ut i en villa samt i ett flerbostadshus. Det kan i flera sammanhang vara bra att veta var olika elektriska installationer kan förväntas finnas och hur de benämns.

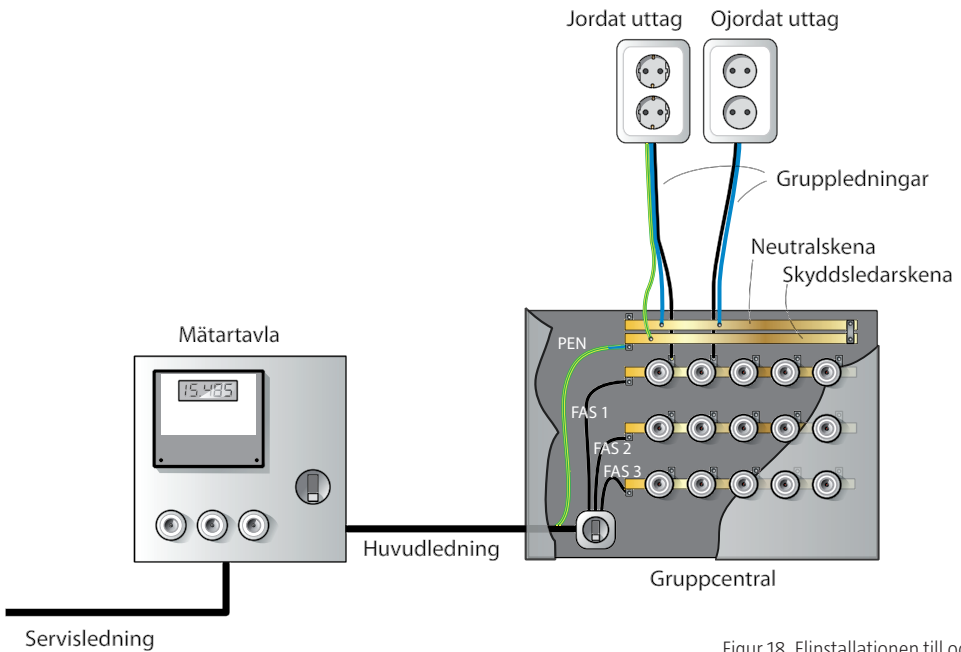
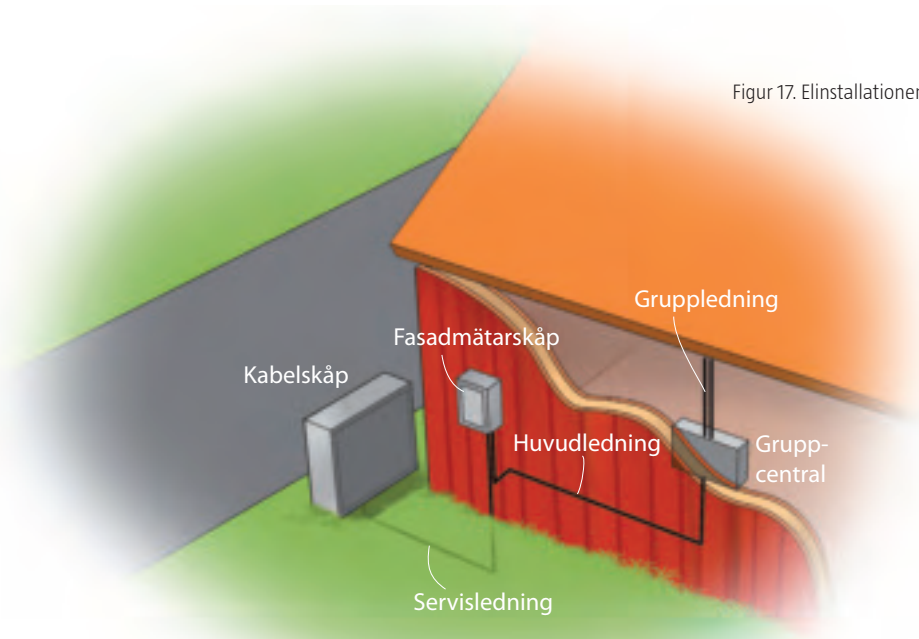
VILLA

En kund i en villa ansluts till elnätet via en servisledning som ofta är ansluten till ett kabelskåp, som i figur 17. Kabelskåpet finns ofta vid gatan vid tomtrönsen. Servisledningen går sedan till en mätartavla som ofta finns på husfasaden eller på en elstolpe intill huset. I mätartavlan finns i moderna hus normalt elmätaren samt huvudbrytaren och huvudsäkringarna (bild 22). I äldre hus kan elmätaren i stället finnas inne i bostaden. Från mätartavlan går sedan en huvudledning till gruppcentralen som normalt finns inne i själva bostaden. I gruppcentralen finns i sin tur en huvudbrytare och säkringar



Bild 22. En mätartavla till en villa.

Figur 17. Elinstallationen till en villa.



Figur 18. Elinstallationen till och i en villa där det framgår vad en mätartavla och en gruppcentral innehåller.



Bild 23. Mätartavlor i ett trapphus i ett flerbostadshus.

för det som är anslutet till gruppcentralen. Från gruppcentralen går sedan gruppledning ut till de olika belastningarna i bostaden, som vägguttag, spisuttag med mera som i figur 18.

För varje gruppledning som går ut från gruppcentralen finns det en, två eller tre säkringar i gruppcentralen beroende på antalet faser som går till belastningen. Det innebär att det i gruppcentralen kan finnas många säkringar. Däremot finns det i mätartavlan normalt enbart tre säkringar, en säkring för varje fas. Säkringsstorleken som finns på de olika platserna blir mindre ju närmare själva belastningen man kommer. Det innebär att säkringen normalt är störst i kabelskåpet, i storleksordningen 35 A, lite mindre i mätartavlan med cirka 20 A, och ytterligare lite mindre i gruppcentralen, oftast 10 eller 16 A. Säkringarna i mätartavlan ska aldrig vara mindre än i gruppcentralen, men de kan vara lika stora.

För att man ska veta vilken säkring som skyddar vilken belastning i en bostad är varje säkring numrerad. Intill gruppcentralen ska det också finnas ett grupp-schema (bild 21) som anger vilket nummer som hör till vilken belastning, vad säkringen har för storlek och arean på gruppledningen som säkringen skyddar.

FLERBOSTADSHUS

Till ett flerbostadshus kommer elen också från ett kabelskåp, liksom för en villa. Från kabelskåpet, som ofta finns ute vid gatan eller tomtgränsen, går elen via en servisledning till en fördelningscentral som i figur 19. I fördelningscentralen delas elen sedan upp i olika områden. Det innebär att fördelningscentralen exempelvis kan delas in i tre områden om flerbostadshuset har två trappuppgångar A och B samt en del gemensamma utrymmen, exempelvis tvättstuga. Det första området skulle då vara alla lägenheter i trapphus A, det andra området alla lägenheter i trapphus B och det tredje området den gemensamma elen i fastigheten. Från fördelningscentralen går sedan huvudledningarna till de olika mätartavlorna. Mätartavlorna finns liksom fördelningscentralen normalt i trapphuset eller i ett elrum i källaren. Normalt finns det också en mätartavla för varje lägenhet och en för den övriga fastighetselen. I hus som är byggda från cirka 1960-talet och framåt innehåller mätar-



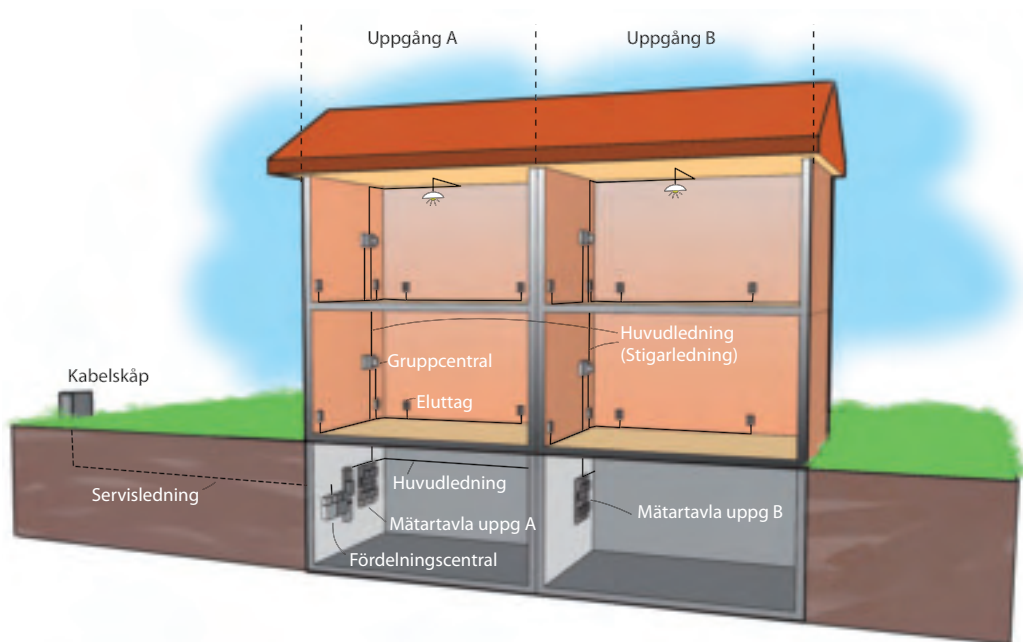
Bild 24. En normcentral som utgör en gruppcentral i en lägenhet. Gruppcentralen är från en lägenhet som byggdes på 1930-talet och därmed finns en elmätare i centralen.

tavlan en elmätare för varje lägenhet, en huvudbrytare och huvudsäkringar för lägenheten. Före 1960 monterades elmätaren oftast i själva bostaden. Från mätartavlorna går sedan huvudledningar, även kallade stigarledningar, till varje lägenhet och ansluter där till de olika gruppcentralerna. I övrigt är elen i gruppcentralen och bostaden uppbyggd på samma sätt som i en villa.

I bostäder kan det finnas två typer av elcentraler – antingen en gängsäkringscentral (bild 25) eller en normcentral (bild 24). Gängsäkringscentralen innehåller proppsäkringar medan normcentralen har automatsäkringar.



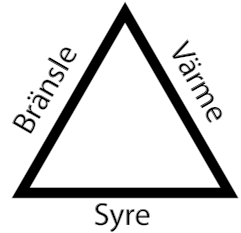
Bild 25. En gängsäkringscentral med två olika typer av bottenkontakter för säkringar med olika strömstyrkor (röda och gröna).



Figur 19. Elinstallation till ett flerbostadshus

2 Brandförlopp

Detta kapitel syftar till att ge en grundläggande kunskap om bränder för att kunna förstå och ta del av informationen i resten av boken. Den som bedömer sig ha tillräckliga kunskaper kan naturligtvis hoppa över kapitlet och gå vidare till nästa.



Figur 20. Brandtriangeln är grunden för alla bränder.

Antändning

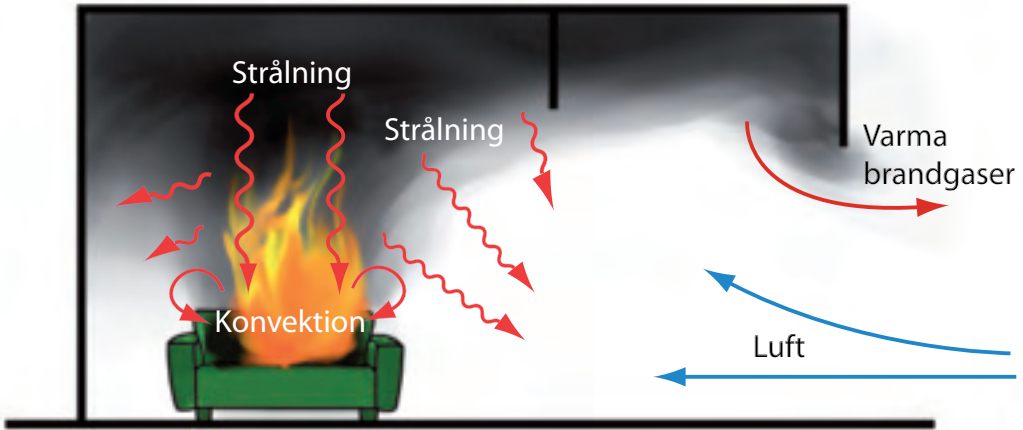
För att en eld eller brand ska kunna uppstå och fortgå krävs

- värme
- bränsle
- syre

Om proportionerna mellan dessa tre element inte är de rätta går det varken att tända en eld eller att få den fortsätta brinna. När en brand ska släckas måste ett eller flera av elementen tas bort (eller minskas till en viss proportion). Om branden orsakas av elektricitet är det värmen i brandtriangeln (figur 20) som kommer från elektriciteten. Bränsle och syre måste tillföras på något annat sätt.

En brand är en kemisk reaktion som förbrukar syre och där bränslet ofta utgörs av kolväten. Under branden bildas ofta bland annat koldioxid och vatten, samt en del andra produkter beroende på temperaturen och vad som brinner. Först när en brand uppstår måste värme i de flesta fall tillföras utifrån, men sedan alstrar branden tillräckligt mycket värme för att den ska underhålla sig själv. Antändningstemperaturen för de flesta fasta material är 300–500°C. För trä beror det bland annat på hur poröst träet är, men en källa³³ anger antändningstempera-

33 Drysdale Dougal, An introduction to Fire Dynamics



Figur 21. Olika sätt för värmen att spridas från lågorna.

turen för trä med en låga till 350°C. Värmen som krävs för att antända ett material kommer inledningsvis från den tändkälla som tillförs, exempelvis en tändare eller en tändsticka. Värmen från tändkällan får bränslet att avge brännbara gaser som kan antändas när de blandas med syre. När bränslet väl har börjat brinna går värme från lågorna till bränslet så att det fortsätter att avge brännbara gaser (figur 21). Värme kan spridas på följande tre sätt:

- *Ledning.* Olika material leder värme olika bra, men metaller är exempel på goda värmeledare.
- *Konvektion.* De luftströmmar som uppstår transporterar värme; varma gaser strömmar uppåt samtidigt som kall luft sugas in bland gaserna och värms upp.
- *Strålning.* Lågor och brandgaser avger även värme genom strålning, dvs. elektromagnetiska vågor. Ju mer sot och vattenånga som lågorna innehåller, desto mer strålning avger de. Förbränning av alkoholer bildar endast lite sot och ger alltså relativt lite strålning. Strålningen sprids i alla riktningar och därför avtar strålningen med avståndet från källan.

Metan är ett kolväte som finns i bland annat naturgas. Vid en förbränning av metan sker följande:

Metan + syre => koldioxid + vatten + värme.

Metan som brinner bildar koldioxid, vatten och värme, vilket

bildas vid de flesta bränder. Som redan nämnts går värmen bland annat åt till att värma upp bränslet som brinner.

Flampunkt

En flampunkt uppnås när en brännbar vätska är så varm att den avger tillräckliga mängder brännbara gaser för att de ska antändas om man tillför en tändkälla. Flampunkten är den lägsta temperatur när gaserna från den brännbara vätskan kan antändas, vid normalt lufttryck. I tabellen nedan visas flampunkten för några vanliga brännbara ämnen.

Ämne	Flampunkt °C
Bensin	-40
Diesel	cirka 60
E85	-30
Propan (utgör en stor del av gasol)	-105
Metan (utgör en del av stadsgas)	-188

Tabell 6. Flampunkten för några vanliga ämnen.^{34, 35}

Flampunkt kan definieras på följande sätt:³⁶

Flampunkt är den lägsta temperatur vid vilken en brännbar vätska avger ångor i sådan koncentration i luften att det är antändbara, det vill säga den temperatur när vätskans ångor når undre brännbarhetsgränsen.

Termisk tändpunkt

Med termisk tändpunkt menas den temperatur där ett ämne kan antända utan att någon tändkälla tillförs. Temperaturen är alltså så hög att ämnet självantänder. Den termiska tändpunkten kan ibland vara så låg som under 100°C men temperaturer över 300°C är mera vanligt. I tabell 7 visas den termiska tändpunkten för några ämnen.

34 RIB, Integrerat beslutsstöd för skydd mot olyckor, Farligtgodskort från Svenska brandskyddsföreningen

35 Drysdale Dougal, An introduction to Fire Dynamics

36 RIB, Integrerat beslutsstöd för skydd mot olyckor

Ämne	Termisk tändpunkt (°C)
Bensin	400
Diesel	220
E85	363
Propan (utgör en stor del av gasol)	450
Metan (utgör en del av stadsgas)	595–650
Trä	600

Tabell 7. Termiska tändpunkten^{37, 38} för några ämnen.

Termisk tändpunkt kan definieras på följande sätt:³⁹

Termisk tändpunkt är den lägsta temperatur som krävs för att ett ämne ska kunna antändas utan inverkan av låga eller annan tändkälla.

Brännbarhetsområde

För att en gas eller ångor av ett ämne ska kunna antändas måste det finnas en viss mängd syre (luft) blandat med den brännbara gasen eller ångorna. Hur mycket syre som behövs är beroende av vilket ämne det är, av temperaturen och av trycket. Exempelvis kan inte bensin i en bensintank antändas vid 20°C eftersom det blir för mycket bensin i förhållande till mängden syre i tanken. Förutsatt att det inte är väldigt lite bensin i tanken.

Det får dock inte heller vara för lite gas i förhållande till syret. Därför anges en undre och en övre gräns för hur mycket brännbar gas som får finnas i luften, *undre brännbarhetsgräns*, (UB), och *övre brännbarhetsgräns*, (ÖB). Om ämnets andel understiger den undre brännbarhetsgränsen anger är koncentrationen för låg, och om andelen överstiger den övre brännbarhetsgränsen anger är koncentrationen för hög för att ämnet ska kunna brinna. Området mellan dessa två gränser kallas *brännbarhetsområde*, och inom det området är förhållandena sådana att den brännbara gasen kan förbrännas.

37 RIB, Integrerat beslutsstöd för skydd mot olyckor

38 Drysdale Dougal, An introduction to Fire Dynamics

39 RIB, Integrerat beslutsstöd för skydd mot olyckor

I tabell 8 visas exempel på undre och övre gräns för brännbarhetsområdet för några vanliga brännbara ämnen. Gränserna anger andelen av ämnet i förhållande till luft i volymprocent. Om den undre gränsen exempelvis är 10 procent ska det vara 90 procent luft.

Ämne	Undre brännbarhetsgräns (vol%)	Övre brännbarhetsgräns (vol%)
Bensin	0,6	8
Diesel	0,6	7
E85	1	19
Propan	2,3	9,5
Metan	5	16

Tabell 8. Brännbarhetsområdet för några ämnen.⁴⁰ Gränserna anges för normalt lufttryck och rumstemperatur.

Pyrolysis

När trä brinner går en del av värmen åt till att sönderdela bränslet i mindre beståndsdelar. Man säger att ämnet pyrolyserar. Pyrolysis kan definieras på följande sätt:⁴¹

Pyrolysis är en kemisk sönderdelning eller annan kemisk omvandling från komplexa till enklare beståndsdelar, orsakad genom inverkan av värme utan hänsyn till temperatur.

Pyrolysis är vanligast i organiska material och inträffar normalt inte i vätskor eller plaster som brinner. Vid en pyrolysis avges brännbara gaser som sedan kan brinna. Laboratieförsök har visat att det också bildas en del tjära när trä pyrolyseras vid låga temperaturer. En studie⁴² av pyrolysering i temperaturen 250–350°C visade att det bland annat bildades cirka 30 procent vatten och 13 procent tjära. När temperaturen var högre bildades mindre vatten och enbart cirka 2 procent tjära.

Vid en pyrolysis kan det bildas mycket tjära som efter en brand kan synas på bland annat fönster.

40 RIB, Integrerat beslutsstöd för skydd mot olyckor

41 Ondrus Julia, Brandteori

42 Ondrus Julia, Brandteori

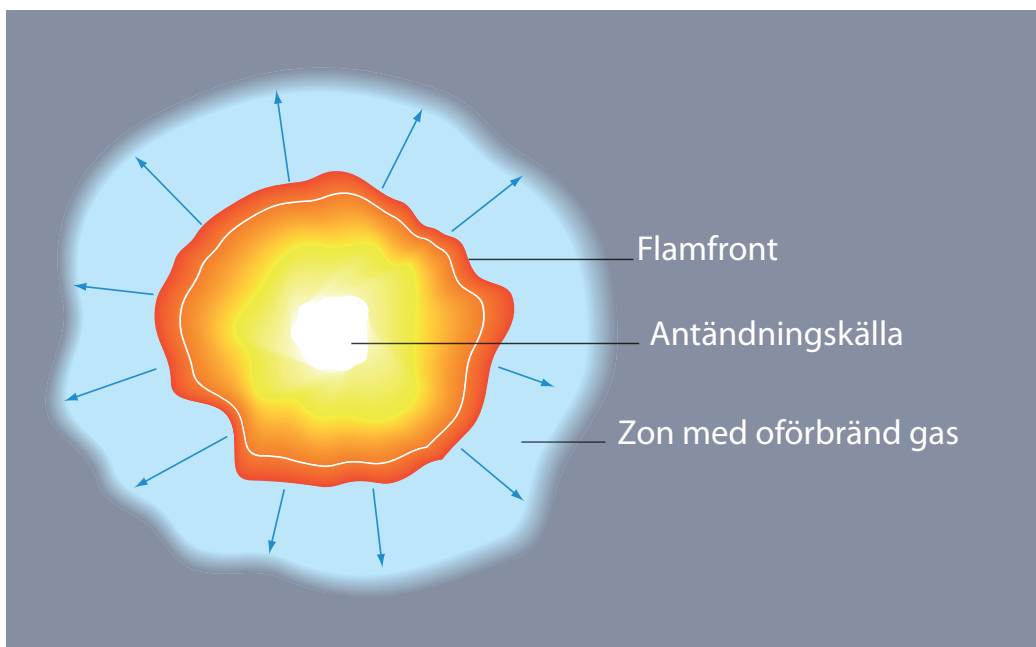
När ett material inte brinner med öppen låga utan i stället glöder bildas mycket pyrolysisprodukter. Dessa produkter förbränns inte utan kan i stället samlas i ett utrymme. Samtidigt bildas normalt gasen kolmonoxid som är giftig vid inandning eftersom gasen lättare tas upp av kroppen än syre. Kolmonoxidförgiftning är därför en vanlig orsak till att människor omkommer i bränder. Det behövs inte mycket för att det ska bli farligt att vistas i ett rum, utan det räcker med en glödbrand på ytan till ett material eller inuti ett poröst material.

Flammor, flamspridning och brand-V

Om den brännbara gasen och luften blandas innan den antänds säger man att den brinner med en *förblandad flamma*. Ett exempel är bensin som hälls ut på marken. När bensinen avdunstar blandas bensinångorna med luften, och när blandningen sedan antänds brinner det först väldigt snabbt eftersom bränsle och syre var förblandade (figur 22). Om detta inträffar inomhus kan trycket öka markant i utrymmet.

När det förblandade bränslet har brunnit upp kommer bensingasen att avdunsta och blandas med syret allt eftersom. Det är då ett exempel på en *diffusionsflamma*. När uthälld bensin

Figur 22. Antändning av en diffusionsflamma.



antänds är det ett exempel på en brand med både en förblandad flamma och en diffusionsflamma. Det kanske vanligaste exemplet på en diffusionsflamma är ett stearinljus (bild 26). Under tiden ett stearinljus brinner smälter stearinet och sugts upp i vecken. När stearinet sedan når flamman blir temperaturen där högre och stearinet omvandlas till en gas. Runt vecken blir mängden gas för hög för att kunna brinna men stearinet bryts ner till mindre beståndsdelar eftersom temperaturen är så hög. I den yttre delen av flamman blandas den brännbara gasen från stearinet med syre från luften, och gasen förbränns.

Hur snabbt en flamma sprider sig vid en brand beror på följande faktorer:⁴³

- Materialets värmeupptagningsförmåga.
- Ytans orientering och geometri.
- Den omgivande miljön.

Ju större *värmeupptagningsförmåga* ett material har, desto långsammare sprids branden längs materialets yta. Anledningen är att värmen sprids i materialet i stället för att stanna vid platsen för branden.

Ytans orientering och geometri gäller hur materialet kan värmas upp från lågor och brandgaser. En brand sprids snabbast uppåt, näst snabbast åt sidorna och långsammast neråt. I brandsammanhang får man ibland höra att det tar sekunder för en brand att spridas uppåt, minuter för den att spridas åt sidan och timmar för den att spridas neråt. Även om det inte stämmer helt så ger det en förståelse för hur en brand sprids. Detta är också en av orsakerna till att det bildas så kallade "brand-V" vid bränder, se bild 27. Branden sprids ju snabbast uppåt och sedan åt sidan, och då bildas det en V-form. Detta brand-V är ofta till stor hjälp vid brandutredningar när man ska avgöra var branden har börjat. En brand påverkar inte bara ytor där det varit lågor utan det bildas även en brandplym från branden som kan innehålla sot, tjära med mera som kan fastna på ytor ovanför branden och bilda brand-V.

Branden sprids snabbast uppåt eftersom ytan där värms upp av branden och brandgaserna. I ett hörn kommer bran-



Bild 26. Lågan på ett stearinljus är en diffusionsflamma.

den att spridas uppåt ännu snabbare än vad den gör mitt på en vägg på grund av att värmen hålls kvar på ett annat sätt (figur 23). Det är inte lika mycket värme som går ut till omgivningen, och minde luft sugas in och blandas med brandgaserna. Luften som sugas in i brandplymen kyler brandgaserna, vilket gör att brandplymen blir kallare ju längre från branden man kommer. Ju mindre vinkel det är mellan väggarna i ett hörn, desto snabbare blir brandspridningen uppåt. Denna vertikala brandspridning går snabbt på grund av att ytan ovanför värms upp, och av samma anledning går flamspridningen också snabbt på undersidan av ett tak. Brandspridning på ett horisontellt underlag går annars långsammare än på ett vertikalt, men alltså inte när det rör sig om undersidan på ett tak.

Bild 27. Brand-V efter en brand. Den kablade väggen har inte brunnit och har alltså inte orsakat formen. Detta brand-V kommer från brandgaserna i brandplymen.



Figur 23. Brandspridning upp längs en vägg samt i ett hörn. Brandspridningen uppåt går snabbare i hörnet än mitt på väggen.



Den omgivande miljön påverkar också brandspridningen. Om temperaturen är hög i omgivningen behöver inte materialet värmas upp så mycket innan det fattar eld, och därmed sprids branden snabbare med högre temperatur.

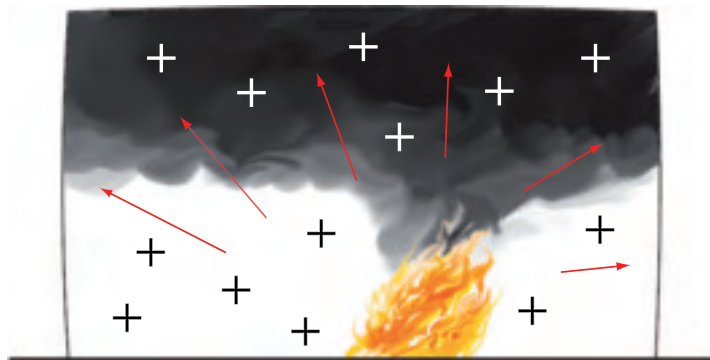
Tryck

Vid bränder ser man ofta att brandrök pressas ut genom öppningar som fönster eller otätheter i byggnadskonstruktionen. Anledningen är att trycket har ökat inne i byggnaden, och de brandgaser som bildas strömmar alltid till en plats med lägre tryck. De tryck som uppkommer vid en brand är av två typer:⁴⁴

- Förhindrad termisk expansion.
- Brandgasernas stigitkraft.

Förhindrad termisk expansion uppkommer genom att en gas expanderar när den värms upp. Om gasen inte kan få tillräckligt med utrymme kommer i stället trycket att öka i utrymmet (figur 24). Ju mindre öppningar som finns i rummet när det brinner, desto högre blir trycket. Trycket kan dock öka en hel del i ett rum med stängda fönster och dörrar utan att fönstren går sönder eftersom det alltid finns otätheter där brandgaserna kan pressas ut.

De brandgaser som bildas vid branden är varmare än den omgivande luften, och eftersom de då har lägre densitet kommer de att stiga uppåt. Det är samma princip som i luftbal-



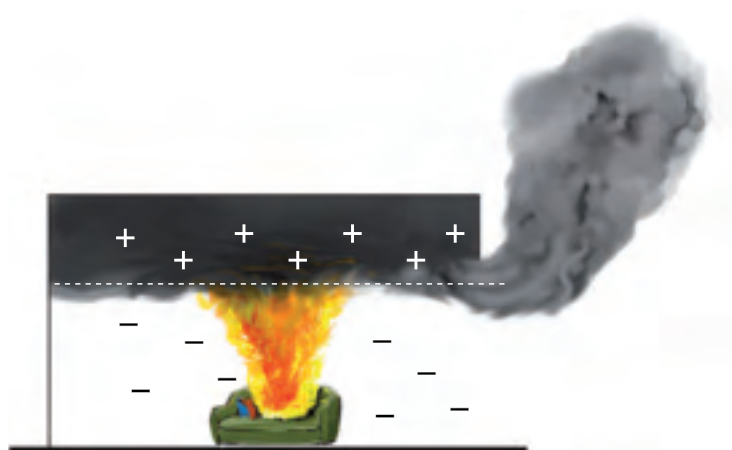
Figur 24. Tryckökning i ett slutet rum vid en brand. Trycket i rummet blir högre än i omgivningen.

longer där luften i ballongen värms upp och blir lättare än den omgivande luften så att ballongen stiger. I ett rum kommer därför de varma brandgaserna att samlas i den övre delen av rummet och den kallare luften i den nedre delen av rummet, mot golvet.

I och med att brandgaserna pressar upp och har en uppåtriktad kraft när de når taket kommer trycket att öka i den övre delen av rummet. Brandgaserna stiger uppåt så länge de har högre temperatur än den omgivande luften. Samtidigt som de stiger uppåt sugs luft hela tiden in i den plym som bildas, vilket gör att plymen blir bredare och brandgaserna kyls av. Om det brinner i ett stort rum kan brandgaserna därför först stiga uppåt, ovanför branden, medan de längre bort blandas ut i rummet och sänker sig mot golvet. Anledningen är att de kyls av så att brandgaserna får samma temperatur som den övriga luften i utrymmet.

Runt ett fönster kan man ibland se att brandgaser pressas ut i den övre delen samtidigt som luft sugs in till branden genom den nedre delen. Detta beror på de tryckförhållanden som råder i rummet. Luften sugs in eftersom trycket i den nedre delen av rummet blir lägre än vad det är utomhus, och brandgaser pressas ut genom den övre delen av rummet eftersom trycket är högre där. I en sådan situation finns det alltid en plats mellan övre och undre delen av rummet där trycket är detsamma som utanför. Denna plats hamnar ungefär där man kan se att de varma brandgaserna möter den kallare luften i den undre delen av rummet. Detta skikt benämns neutrallager (se figur 25) och

Figur 25. Tryckförhållanden vid brand i ett rum med en öppning. Trycket blir högre än det normala lufttrycket i övre delen av rummet och i den övre delen av fönstret. Trycket blir dock lägre än normalt lufttryck i den nedre delen av rummet och i den undre delen av fönstret där luft sugs in. Mitt emellan dessa två zoner är trycket normalt och ingen luft varken sugs in eller pressas ut. Denna plats kallas för neutrallager.



innebär att det bildas två zoner i rummet, en övre som är varm med brandgaser, och en undre som är kallare med vanlig luft.

Effektutveckling

Den effekt som utvecklas vid en brand beror på vad som brinner och tillgången till syre. När något börjar brinna brukar effekten öka när materialet värms upp och mera brännbara gaser avges som kan brinna. Om branden sprids vidare till andra föremål ökar också effekten. Effektutvecklingen är olika för olika typer av material och beror på om det blir en förblandad flamma eller en diffusionsflamma. Exempelvis ökar effekten snabbt om det är uthållt bensin som tänds på, medan trä normalt leder till en långsammare ökning. I tabell 9 visas den maximala effektutvecklingen från olika typer av föremål som brinner, samt några vardagliga jämförelser.

Typ av effekt	Effektutveckling
Glöden från en cigarett	5 W
Glödlampa	60 W
Människa i normal aktivitet	100 W
Brinnande papperskorg	100 kW
Brinnande fåtölj	0,5–1 MW
Brinnande soffa	1–2 MW
1 m ² bensinpöl som brinner	2,5 MW
Lastpallar staplade till 3 m höjd som brinner	10 MW
Lastad långträdare som brinner	150 MW

Tabell 9. Tabellen innehåller exempel på effektutveckling från olika föremål⁴⁵

Brandförlopp i brandrummet

I detta kapitel beskrivs först ett brandförlopp där en brand kan fortgå i ett rum med fri tillgång till syre och med en tillräcklig mängd brännbart material så att en så kallad övertändning inträffar. Sedan beskrivs också fem brandförlopp där branden antingen styrs av mängden syre eller mängden brännbart material i brandrummet. Alla dessa tre olika scenarier där branden antingen har fri tillgång till syre, begränsas av mängden syre eller begränsas av mängden bränsle kan inträffa under samma brand.

BRANDKURVAN OCH ÖVERTÄNDNING

En brand utvecklas successivt beroende på bland annat

- mängden brännbart material
- hur det brännbara materialet är placerat
- tillgången till syre
- byggnadskonstruktionen såsom brännbara ytskikt med mera.

Tiden från det att något antänds till dess att effekten börjar öka kallas för *förbrinntid* och den kan variera väldigt mycket. Om ångorna från en brännbar vätska antänds ökar effekten mycket fort medan det tar betydligt längre tid om en glödande cigarett eller glödande kol läggs mot något brännbart. Denna del av en brand kan variera från bråkdelar av en sekund och upp till många timmar.

Tiden från det skede där effekten börjar utvecklas vid en brand till dess att branden når övertändning kallas för *det tidiga brandförloppet*. Under detta förlopp brinner normalt ett eller några enstaka föremål i ett rum, och hur länge det varar beror på de faktorer som tidigare nämnts. Det är inte heller alla bränder som leder till en övertändning.

En *övertändning* inträffar under en mycket kort tidsperiod under en brand, oftast under några få sekunder. Övertändningen innebär att branden går från att endast vissa föremål i rummet brinner, till att allt brännbart i rummet fattar eld. För att en övertändning ska inträffa krävs tillräckliga mängder syre och brännbart material i ett rum. För att branden ska få tillräckligt med syre krävs det dock oftast en öppen dörr eller ett öppet fönster, eller att något av dessa ger vika under branden. Om dessa förutsättningar är uppfyllda kommer brännbara gaser att samlas vid taket, och gasernas temperatur ökar hela tiden i takt med att mer material i rummet brinner. De varma brandgaserna bildar ett skikt uppe vid taket och den kallare luften bildar ett skikt i nedre delen så att rummet delas upp i två zoner. När brandgaserna når cirka 600 grader brukar utrymmet övertändas. Det finns försök som visar att det ofta krävs en strålning på cirka 20 kW/m² för att ett vanligt rum ska övertändas.⁴⁶ Detta kan jämföras med att strålningen 10,4

46 Bengtsson Lars-Göran; Inomhusbrand

kW/m^2 börjar göra ont på huden efter cirka 3 sekunder.⁴⁷ Vid övertändningen går de två zonerna över till en, och då pyrolyseras allt brännbart material i rummet under en mycket kort tidsperiod. Efter en övertändning finns det brandgaser ända ner till golvet i rummet.

Övertändning kan definieras på följande sätt:⁴⁸

Under en rumsbrand kan det inträffa ett stadium där den termiska strålningen från branden, de varma gaserna och de varma omslutningsytorna orsakar att alla brännbara ytor i brandrummet pyrolyseras. Detta plötsliga och sammanhängande övergångsstadium av ökande brand kallas övertändning.

Det finns några varningstecken på att en övertändning är på väg att inträffa:

- Temperaturen i brandgaslagret ökar snabbt.
- Det börjar synas flammor i brandgaslagret.
- Hastigheten på brandgaserna som kommer ut ur öppningar ökar snabbt.
- Det börjar ryka från föremål i rummet eftersom det blir så varmt att alla brännbara föremål avger brännbara gaser.
- Det varma brandgaslagret sjunker snabbt mot golvet.



Bild 28. En fullt utvecklad brand i en villa. Lågor slår ut genom den övre delen av fönstret medan luft sugts in genom den nedre delen.

47 Drysdale Dougal; An introduction to Fire Dynamics

48 Bengtsson Lars-Göran; Inomhusbrand

Före övertändningen är det mängden bränsle som styr brandens intensitet, men efter en övertändning är det mängden syre som styr. Efter en övertändning uppstår något som kallas för en fullt utvecklade brand vilket innebär att allt i rummet brinner. En fullt utvecklade brand kan pågå i flera timmar och varar normalt till dess att bränslet tar slut om branden inte släcks först. När en brand är fullt utvecklade kan inte alla brännbara gaser som bildas förbrännas inne i en byggnad eftersom syret där inne inte räcker till. Därför kommer en del av gaserna att fatta eld först när de har pressats ut ur huset (bild 28). Detta innebär att lågor slår ut ur fönster eller andra öppningar under och efter en övertändning.

Fullt utvecklade brand kan definieras på följande sätt:⁴⁹

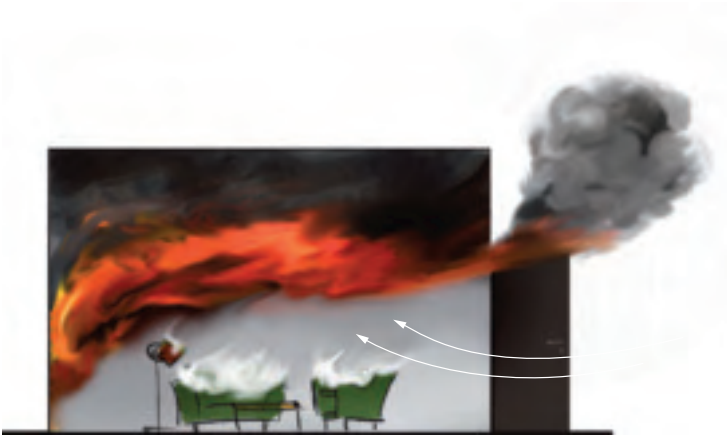
Tillstånd där samtliga brännbara ytor är involverade i en brand inom ett definierat utrymme.

Figurna 26 och 27 visar ett brandförlopp från det tidiga brandförloppet till skedet precis innan en övertändning.

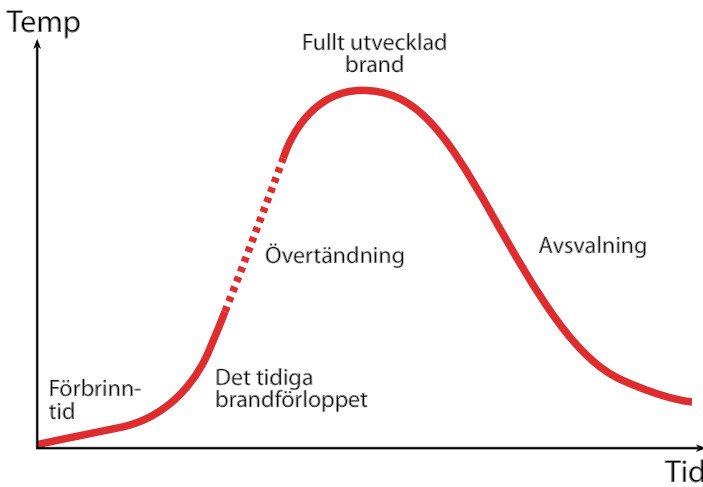
En fullt utvecklade brand övergår till slut i en avsvälningsfas som kan pågå i många timmar och upp till flera dygn beroende på hur mycket som har brunnit. Detta skede inträffar normalt när det mesta av det brännbara materialet brunnit upp och effekten börjar avta (figur 28). I stället är det vanligt med glödbränder, och det kan bildas ett tjockt skikt av material som lig-



Figur 26. En brand där varma brandgaser samlas i taket och börjar ge strålning mot saker i rummet.



Figur 27. Saker som finns i rummet börjar att pyrolysera av strålningen från brandgaserna.



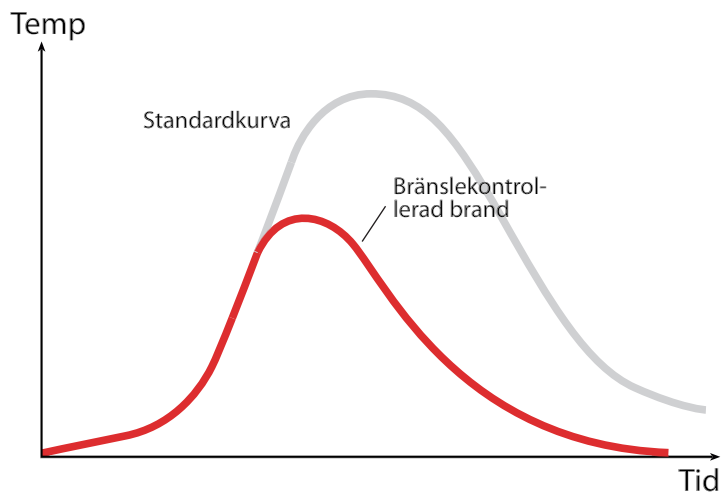
Figur 28. En kurva över ett brandförlopp i ett rum där det finns så mycket syre och bränsle att branden skulle kunna leda till en övertändning. Kurvan kan ses som en kurva för en standardbrand.

ger och glöder. Under avsvlningsfasen är branden oftast inte längre styrd av tillgången på syre utan det är snarare mängden bränsle som styr brandförloppet.

BRÄNSLEKONTROLLERAD BRAND

En brand sägs vara *bränslekontrollerad* när tillgången till syre är obegränsad och det i stället är mängden brännbart material som styr hur kraftig branden blir. En tändsticka och en majbrasa som brinner är båda exempel på bränslekontrollerade bränder. I båda fallen finns det rikligt med syre för att underhålla branden, och det är mängden brännbart material som styr effektutvecklingen. I figur 29 visas en kurva för hur ett brandförlopp kan se ut om branden är bränslekontrollerad i jämförelse med en standardbrandkurva. Effekten och tem-

Bild 29. En brand som börjat avta i en byggnad.



Figur 29. En kurva för en brand som avtagit med anledning av en liten mängd bränsle, jämfört med en kurva för en standardbrand.

peraturen som uppnås beror som redan nämnts på mängden bränsle.

VENTILATIONSKONTROLLERAD BRAND

När en brand är *ventilationskontrollerad* är det mängden syre som reglerar brandens utveckling i stället för mängden brännbart material. Om en brinnande tändsticka sätts in i ett litet slutet utrymme kan den slockna innan allt trä brunnit upp eftersom syret tar slut. Om stickan snabbt tas ut kan lågan flamma upp igen när den får nytt syre. Det är alltså flera faktorer som avgör hur tändstickan kan brinna i olika miljöer, och på samma sätt kan en brand få flera olika förlopp beroende på



Bild 30. En ventilationskontrollerad brand.

förutsättningarna. Bild 30 visar en brand i ett bostadshus där syret är begränsat.

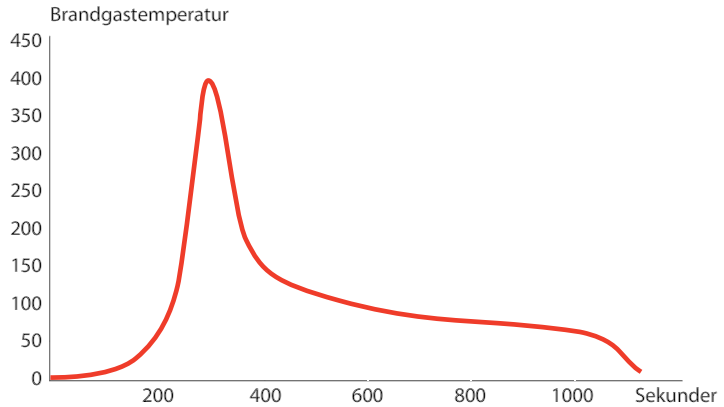
Vid en ventilationskontrollerad brand kan flera olika scenarier inträffa:

- Brandförloppet avtar på grund av syrebrist.
- Brandförloppet återupptas.
- Brandgaserna självantänder i kontakt med luft.
- Backdraft.



Bild 31. Fönster som tjära samlats på i samband med en brand som varit ventilationskontrollerad.

Figur 30. Temperaturen sjunker på grund av syrebrist innan rummet hann övertändas.

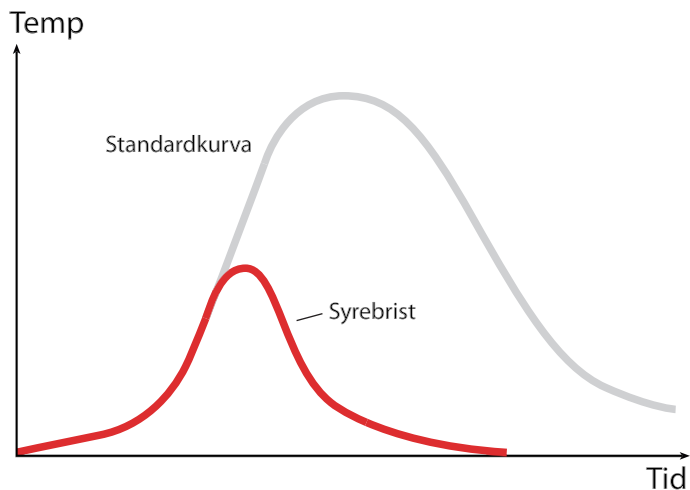


Brandförloppet avtar på grund av syrebrist

När en brand utvecklas i ett rum där alla fönster och dörrar är stängda kommer syret i rummet att minska under tiden det brinner. Om det inte tillförs nytt syre genom att exempelvis ett fönster går sönder kommer brandens fortsatta utveckling att regleras av tillgången på syre. Efter en tid minskar effekten från branden och temperaturen går ner. Detta visas i figur 31 med en kurva för en brand som avtar på grund av syrebrist, och en annan kurva för en standardbrand. Om syret är begränsat är det inte ovanligt att det bildas glödbränder eller att branden självslocknar. En glödbrand kan pågå länge, och eftersom förbränningen är ofullständig bildas det mycket tjära. Om man ser mycket tjära på fönstren efter en brand är det tecken på en ventilationskontrollerad brand där brandförloppet har avtagit på grund av syrebrist (bild 31).

När brandutvecklingen minskar på grund av syrebrist kom-

Figur 31. En kurva för en brand som avtagit genom syrebrist, jämfört med en kurva för en standardbrand.

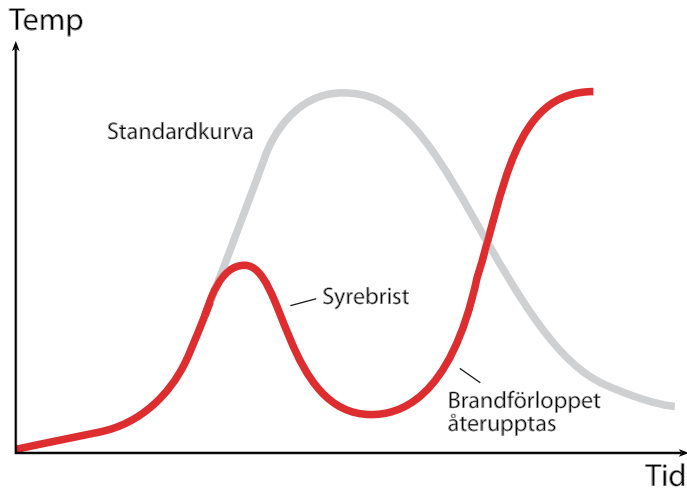




Figur 32. Ett brandförlopp som pulserar, vilket innebär att brandgaser trycks ut när det är övertryck i rummet. Detta leder till syrebrist så att temperaturen sjunker och syre sugas in. Därmed ökar branden och trycket stiger osv.

mer också temperaturen i brandrummet att sjunka (figur 30). Detta medför att det bildas oförbrända gaser och att trycket sjunker i rummet. När trycket blir lägre än hos omgivningen kommer luft att sugas in i rummet, och då kan branden

Figur 33. En kurva för en brand där brandförloppet återupptas i förhållande till en kurva för en standardbrand.



flamma upp igen. Därmed ökar trycket och brandgaser pressas ut från rummet, och om öppningarna fortfarande är små kommer branden återigen att avta på grund av syrebrist. När branden sedan dämpas kan luft återigen sugas in genom att trycket sjunker osv. Detta brukar kallas för att branden pulse-rar, vilket framgår av figur 32.

Brandförloppet återupptas

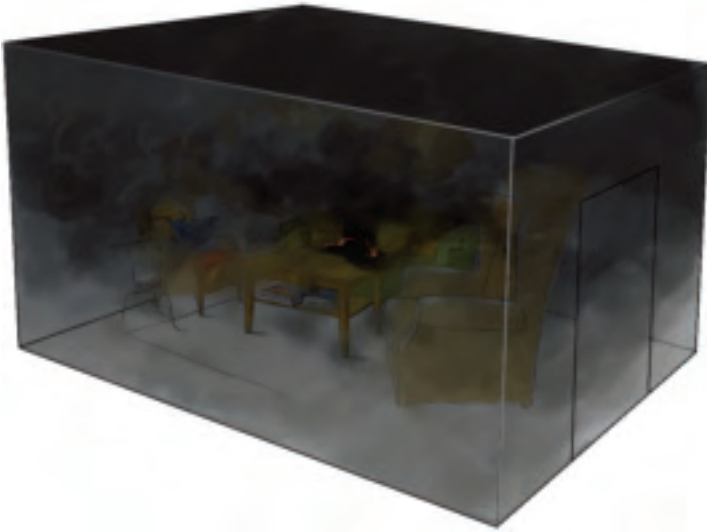
En brand som avtar på grund av syrebrist kan återupptas om nytt syre tillförs. I figur 33 visas en kurva där brandförloppet återupptas i jämförelse med en kurva för en standardbrand. Syret kan exempelvis komma in på grund av att någon öppnar en dörr till brandrummet (figur 34, 35 och 36). Hur snabbt syre måste tillföras beror bland annat på hur kraftig branden varit innan – om det fortfarande finns glödbränder eller små lågor kvar. Om rummet är varmt när branden drabbas av syrebrist kan det också fortsätta att bildas oförbrända brandgaser som kan fatta eld om syre sedan tillförs. Temperaturen i rummet kan dock inte bli tillräckligt hög för att brandgaserna ska självantända, utan det måste finnas någon form av tändkälla för att branden ska fortsätta utvecklas. Detta förlopp kan sedan leda till en fullt utvecklad brand.



Bild 32. Brandgaser som självantänder i kontakt med luft.

Brandgaserna självantänder i kontakt med luft

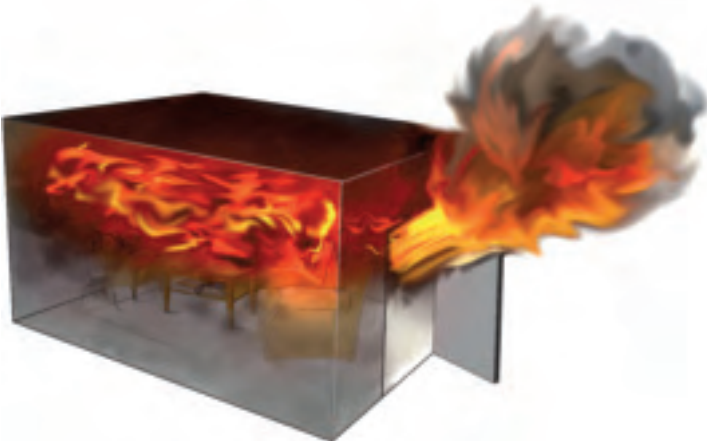
Om en brand har självslocknat på grund av syrebrist kan brandgaserna ändå självantända om de kommer i kontakt med syre, om temperaturen fortfarande är mycket hög. Figur 37 visar en kurva för en brand där brandgaserna självantänder i kontakt



Figur 34. Ett brandförlopp där branden har dämpats på grund av syrebrist.



Figur 35. Brandförloppet återupptas när luft (syre) sugns in. Med syret bildas en brännbar blandning som kan antändas av en tändkälla.

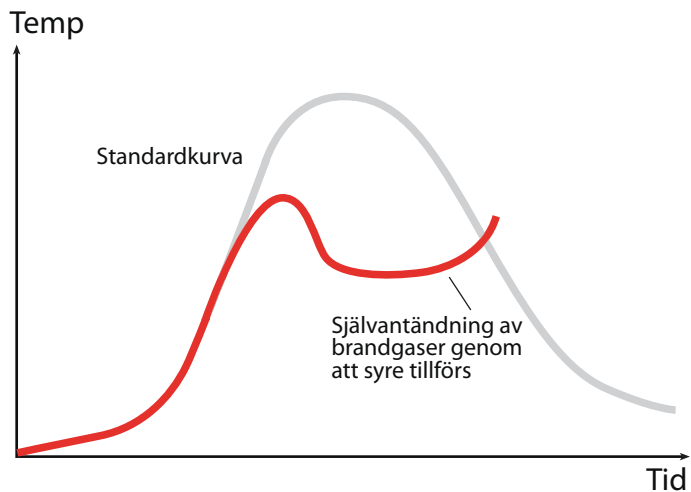


Figur 36. Brandförloppet har återupptagits och oförbrända brandgaser antänts.

Bild 33. Brandgaser som självantänder i kontakt med luft.



med luft, i jämförelse med en kurva för en standardbrand. Detta kan exempelvis inträffa om någon öppnar en dörr till ett rum där branden har slocknat på grund av syrebrist (figur 34, 35 och 36). Det måste dock ha varit en relativt kraftig brand så att rummet blivit riktigt varmt, för om temperaturen överstiger den termiska tändpunkten för brandgaserna behövs ingen tändkälla. Nor-

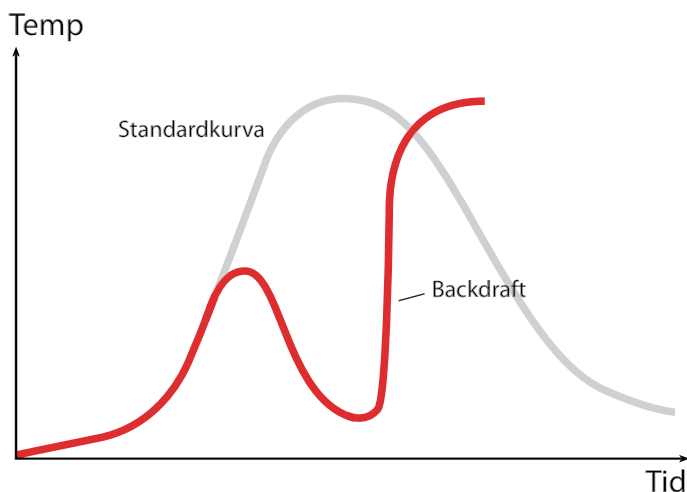


Figur 37. En kurva för en brand där brandgaserna självantänder i förhållande till en kurva för en "standardbrand".

malt krävs att temperaturen på brandgaserna är 500–600°C.⁵⁰ När brandgaserna har självantänt kan det sedan leda till en fullt utvecklad brand. Bild 32 och 33 visar bilder på två bränder där brandgaserna självantänder i kontakt med luft.

Backdraft

En backdraft kan inträffa om en brand utvecklas i ett rum där alla öppningar är stängda och om branden sedan avtar kraftigt på grund av syrebrist. Det som händer är att branden har minskat syret i brandrummet eftersom fönster och dörrar har stått emot branden, och de brännbara gaserna förbränns då inte utan ökar hela tiden. Dessutom bildas mer brännbara gaser på grund av den höga temperaturen. Om sedan luft tillförs rummet, exempelvis genom att ett fönster öppnas eller går sönder, kommer den inkommande luften att blandas med de brännbara gaserna. Inom en del av rummet skapas då en blandning av brännbara gaser och syre som är i brännbarhetsområdet, dvs. en förblandad gas där proportionerna mellan bränslet och syret är de rätta för att de ska kunna förbrännas. I resten av rummet finns det dock för lite syre för att gasen ska kunna förbrännas. Om denna brännbara blandning sedan antänds i rummet kommer nästan alltihop att fatta eld på samma gång, vilket leder till en kraftig tryckökning i rummet. Detta kallas för en backdraft. Figur 38 visar en kurva för en backdraft i jämförelse med en kurva för en standardbrand.

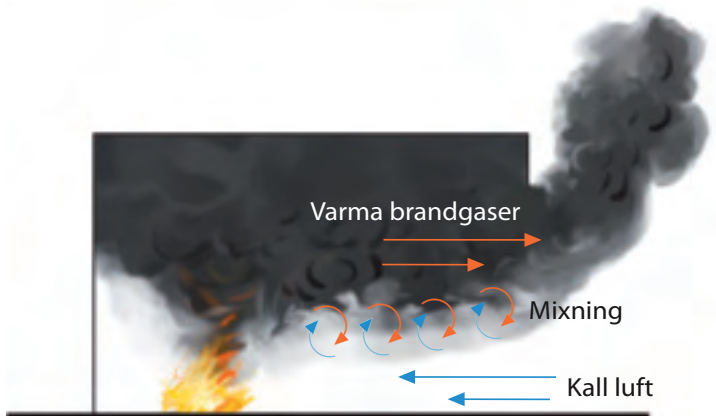


Figur 38. En kurva för en backdraft i förhållande till en kurva för en standardbrand.

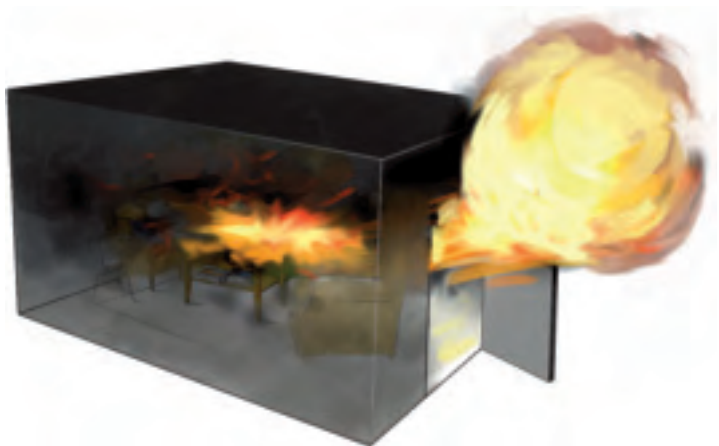
Figur 39. En brand som slocknat på grund av syrebrist.



Figur 40. När luft tillförs och blandas med de varma brandgaserna bildas en brännbar blandning.



Figur 41. Antändning av de brännbara gaserna.



En backdraft kan medföra att mycket brandgaser snabbt pressas ut och antänds utanför brandrummet. Det kan vara farligt för personer som vistas utanför.

Antändningen kan exempelvis bero på glöd eller en låga (figur 40). Ju större samling av förblandade gaser i rummet, desto mer blir det som antänds samtidigt i rummet och desto större blir också tryckökningen (figur 39). Tryckökningen pressar ut de övriga brännbara gaserna ut ur rummet och när de blandas med luften utanför kan även de antändas så att det skapas ett "eldklot" utanför brandrummet (figur 41). Detta förlopp går mycket snabbt och inträffar som tur är inte så ofta vid bränder.

För att en backdraft ska kunna inträffa måste syre tillföras på något sätt eftersom syrebristen har fått branden att avta.

Det finns några varningstecken på att en backdraft kan inträffa:

- Dörrar och fönster är varma, vilket visar att det är varmt i brandrummet och att det kan bildas brännbara gaser som inte förbränns.
- Oljiga avlagringar på fönster visar att branden har begränsad syretillförsel.
- Visslande ljud och pulserande brandgaser vid små ventilationsöppningar runt fönster, dörrar etc., vilket tyder på att det är lite syre i brandrummet.

En backdraft inträffar normalt endast om dörrar och fönster är varit stängda till brandrummet.

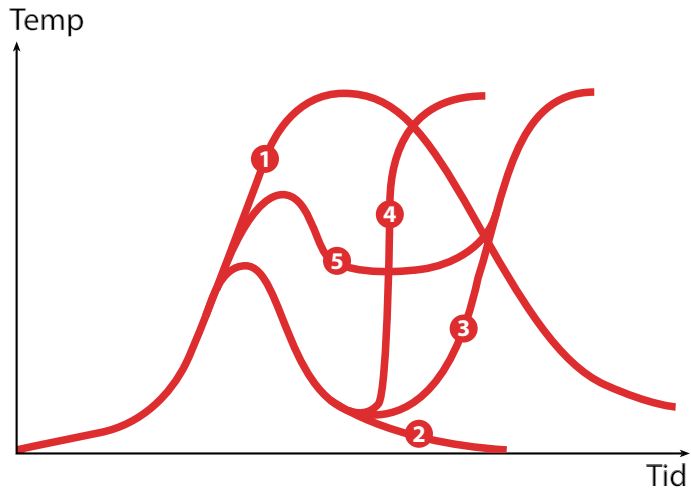
Backdraft kan definieras på följande sätt:⁵¹

Backdraft är den förbränning av oförbrända brandgaser som kan inträffa då luft introduceras i ett utrymme vars syrenehåll är starkt reducerat på grund av branden. Förbränningen kan då ske mer eller mindre snabbt.

SAMMANFATTNING

Nedan visas ett diagram med de fyra kurvorna som beskriver olika ventilationskontrollerade bränder, tillsammans med kurvan för en standardbrand.

Figur 42. Fem olika brandkurvor: Kurva 1 visar en brand som går till övertändning. Kurva 2 visar ett brandförlopp som avtar på grund av syrebrist. Kurva 3 visar ett brandförlopp som återupptas. Kurva 4 visar när en backdraft inträffar. Kurva 5 visar när brandgaserna självantänder i kontakt med luft.



Brandförlopp utanför brandrummet

I detta avsnitt beskrivs när och varför en brandgasexplosion kan inträffa. En brandgasexplosion inträffar normalt utanför brandrummet.

BRANDGASEXPLOSION

En brandgasexplosion inträffar vanligtvis inte i brandrummet utan i ett rum intill. Det som händer är att brännbara gaser från

Bild 34. En husgavel med skador som uppstått genom en brandgasexplosion. När det brann utomhus runt farstun kom brandgaserna in på vinden via takfoten och antändes sedan. Gaveln mot vinden har delvis tryckts ut.





Figur 43. Antändning av brandgaser i ett angränsande rum till brandrummet.

brandrummet tränger in till angränsade utrymmen genom exempelvis otäta genomföringar. En genomföring är ett hål som tas upp i exempelvis en vägg för att kunna dra igenom elledningar eller vattenledningar. Om det inte tätas ordentligt runt ledningarna kan rök spridas mellan olika rum genom väggen. Gaserna samlas i utrymmet och blandas med luften så att det bildas en brännbar blandning som antänds (figur 43). Gasen kan exempelvis antändas av gnistor, glöd, elektricitet eller liknande. Ju större ansamling av den brännbara blandningen och ju mindre öppningar som finns från utrymmet, desto högre blir trycket vid brandgasexplosionen. I detta fall behöver inte gaserna vara varma utan de har vanligen kylts ner en del i samband med att de lämnade brandrummet. En brandgasexplosion kan exempelvis inträffa i dolda utrymmen, som ovanför ett undertak.

En brandgasexplosion kan definieras på följande sätt:⁵²

När brandgaserna läcker in i utrymmen som gränsar till brandrummet kan de blandas mycket väl med luften. Denna blandning kan fylla ut hela eller delar av volymen och ligga inom brännbarhetsområdet. Om blandningen antänds kan tryckökningen bli mycket kraftig. Detta kallas brandgasexplosion.

Det är svårt att förutsäga en brandgasexplosion, och det enda varningstecknet är att det har trängt in brandgaser i angränsade utrymmen. Brandgasexplosioner är dock ovanliga.

Skillnaden mellan en backdraft och en brandgasexplosion är att en brandgasexplosion normalt inte inträffar i själva

52 Bengtsson Lars-Göran; Inomhusbrand

Bild 35. Skador efter en brandgas-explosion på vinden. Innertaket i vardagsrummet har tryckts ner av det tryck som byggdes upp på vinden.



brandrummet. Vidare är temperaturen normalt lägre på de brandgaser som antänds vid en brandgasexplosion. Bild 34 och 35 visar skador efter en brandgasexplosion som inträffat på vinden på en villa.

3 Lagstiftning

Detta kapitel redogör för den lagstiftning som är mest relevant för el- och brandsäkerhet samt vilka påföljderna kan bli om någon orsakar en brand, antingen medvetet eller omedvetet.

Regelverk för elsäkerhet

Detta avsnitt tar upp den mest relevanta lagstiftningen när det gäller elsäkerhet.

ELLAGEN

En del av den lagstiftning som rör elsäkerhet beskrivs nedan. Föreskrifter inom detta område ges ut av Elsäkerhetsverket.

- *Ellagen* (1997:857) trädde i kraft den 1 januari 1998. Av ellagen framgår bland annat att den som medvetet eller omedvetet bryter mot lagen kan dömas till böter eller fängelse i högst ett år, om det inte finns någon annan lag som ger ett längre straff. Lagen innehåller krav på hur elinstallationer ska utföras samt krav på att elinstallatörer ska ha behörighet för arbetet. Syftet är att förebygga personskador och skador på egendom som beror på att elektriska starkströmsanläggningar⁵³ har installerats på fel sätt.
- *Elinstallatörsförordningen* reglerar bland annat vem som har rätt att utföra elinstallationer och hur behörigheten ska utfärdas.
- *Förordningen om elektrisk materiel* innehåller säkerhetsföreskrifter om elektriskt materiel.
- *Starkströmsförordningen* innehåller föreskrifter om elsäker-

53 Definition av starkströmsanläggning finns i ordlistan i kapitel 9

het när det gäller elektriska anläggningar och anordningar. Förordningen håller på att skrivas om (november 2008).

- *Föreskrift om behörighet* är Elsäkerhetsverkets föreskrifter om elinstallatörernas behörighet.
- *Föreskrift om utförande av elanläggning* är Elsäkerhetsverkets föreskrifter och allmänna råd om hur elektriska starkströmsanläggningar ska utföras.
- *Föreskrift skötsel av elanläggning* är Elsäkerhetsverkets föreskrifter och allmänna råd om hur innehavaren ska kontrollera elektriska starkströmsanläggningar och elektriska anordningar.
- *Elinstallationsreglerna* innehåller standarder för lågspänning som gäller både inomhus och utomhus. Standarderna är en form av överenskommelse om hur elinstallationer kan utföras. De flesta av standarderna är europeiska och endast några få finns enbart i Sverige. Standarderna ges ut av Svensk Elstandard, SEK, som är en ideell organisation där det är frivilligt för svenska myndigheter, företag och organisationer att ingå.

ARBETSMILJÖLAGEN

Arbetsmiljölagen (1977:1160) trädde i kraft den 1 juli 1978 och har sedan dess ändrats flera gånger. Lagen redovisar regler och skyldigheter som ska förebygga ohälsa och olycksfall på arbetsplatser, och reglerar arbetsmiljön. Arbetsmiljölagen och några föreskrifter hanterar krav beträffande elsäkerhet. I arbetsmiljölagens 2 kap. 4 § står det bland annat:

... betryggande skyddsåtgärder skall vidtagas mot skada genom fall, ras, brand, explosion, elektrisk ström eller liknande. (författarens kursivering)

Säkerhet inom el behandlas också i dessa föreskrifter:

- AFS 1999:3 om bygnads- och anläggningsarbete, bland annat 25 §:

Anläggning för el, vatten, gas och liknande skall vara så utförd att den kan användas säkert under hela bygnads- och anläggnings-tiden. Sådan anläggning skall utformas och placeras så att den är skyddad för oavsiktlig påverkan.

- AFS 2000:42 om arbetsplatsen utformning, bland annat 37 §:

Elektriska system skall utformas så att de inte orsakar skada eller ger upphov till ohälsa ... Elektriska installationer skall utföras så att placering av uttag, kapsling av material och liknande medger en god arbetsmiljö.

BEHÖRIGHET

Bilderna till höger visar vad en privatperson har rätt att byta ut i en fast elanläggning (detta gäller inte nyinstallationer).⁵⁴

En privatperson får också montera ihop en skarvsladd.

En utbildad elektriker har inte automatiskt rätt att utföra elinstallationer. Det är Elsäkerhetsverket som ger denna behörighet som kräver en viss utbildning och praktisk erfarenhet.^{55,56} Den som är utbildad elektriker måste också ha en vidareutbildning och några års arbetslivserfarenhet. En elektriker kan dock utföra elinstallationer under överseende av en behörig elinstallatör förutsatt att båda är anställda inom samma företag.

ELEKTRISK MATERIEL

CE-märkningsprocessen

CE-märkning innebär att tillverkaren eller importören säkerställer och intygar att en produkt uppfyller säkerhetskraven som listas i de EU-direktiv som gäller för produkten. För många produkter behövs det alltså ingen oberoende granskning för att den ska få en CE-märkning. Produktsäkerhetskraven inom EU gäller

- säkerhet
- hälsa
- miljö

Vidare måste tillverkaren skriva en deklaration om produkten och följa en kontrollprocedur för att få CE märka varan. CE-märkningen är inte tänkt för konsumenten, utan ska användas av tull och kontrollmyndigheter så att en produkt ska kunna

54 Elsäkerhetsverkets föreskrifter om behörighet för elinstallatörer, ELSÄK-FS 2007:2, ISSN 1103-405X.

55 Elinstallationsförordningen (1990:806)

56 Elsäkerhetsverkets föreskrifter om behörighet för elinstallatörer, ELSÄK-FS 2007:2, ISSN 1103-405X



Byta en proppsäkkring.



Byta ett vägguttag.



Byta en strömbrytare.



Byta ett lysrör.



Byta ett skarvuttag.



Byta en armatur i torra utrymmen (inte i badrum).



CE-märke



S-märke

säljas inom alla EU-länder utan några ytterligare kontroller inom de olika länderna. Märkningen infördes i Sverige 1994.

S-märkning

S-märket innebär att det gjorts en oberoende provning och certifiering av en produkt. Denna provning genomförs till exempel av Intertek, tidigare Semko, och märket innebär att produkten är anpassad till de europeiska säkerhetskraven och att den kan säljas inom Europa utan några ytterligare tester av elsäkerheten. S-märkningen kan inte ersätta CE-märkningen utan är ett komplement till den. Märket finns i två varianter: ett S med eller utan texten "För din säkerhets skull". Säkerhetskraven för S-märkning innebär bland annat att varan kontrolleras mot en europeisk harmoniserad elsäkerhetsstandard utifrån följande aspekter:

- Elsäkerhet.
- Brandskydd.
- Värme och mekaniska skaderisker.
- Strålningsrisker.

Regelverk för brandsäkerhet

Detta avsnitt tar upp den mest relevanta lagstiftningen som styr brandsäkerheten.

LAG OM SKYDD MOT OLYCKOR

Den 1 januari 2004 började lagen (2003:778) om skydd mot olyckor att gälla, med syftet att skyddet för människors liv och hälsa samt för egendom och miljö ska vara likvärdigt i hela landet. Lagen kompletteras med förordningen om skydd mot olyckor. En del av syftet med lagen var att tydliggöra enskilda personers ansvar för brandskyddet, och i 2 kap. 2 § står följande:

Ägare eller nyttjanderättshavare till byggnader eller andra anläggningar ska i skälig omfattning hålla utrustning för släckning av brand och för livräddning vid brand eller annan olycka och i övrigt vidta de åtgärder som behövs för att förebygga brand och för att hindra eller begränsa skador till följd av brand.

Räddningsverket har också givit ut två allmänna råd som är

bra att känna till: ett om systematiskt brandskyddsarbete (2004:3) och ett om skriftlig redogörelse (2003:10). Råden ska stödja husägare och hyresgäster så att de kan ta ansvar för sitt brandskydd. Rådet om systematiskt brandskyddsarbete anger att ägaren eller hyresgästen ska arbeta systematiskt och kontinuerligt med brandskydd så länge som byggnaden används. Rådet om skriftlig redogörelse anger att vissa verksamheter regelbundet ska lämna in en skriftlig redogörelse av sitt brandskydd till kommunen.

ARBETSMILJÖLAGEN

Arbetsmiljölagen (1977:1160) beskrivs närmare i avsnitt 6.1.2. Även brandsäkerhet behandlas i arbetsmiljölagen samt i några föreskrifter. I arbetsmiljölagens 2 kap. 4 § står bland annat följande:

... betryggande skyddsåtgärder skall vidtagas mot skada genom fall, ras, brand, explosion, elektrisk ström eller liknande.

Säkerhet i form av brandsäkerhet behandlas i följande föreskrifter:

- AFS 1999:3 om byggnads- och anläggningsarbete, bland annat 32 §:

"Uppkomst och spridning av brand skall förebyggas ...

- AFS 2000:42 om arbetsplatsens utformning. Där behandlas bland annat utrymning, nödbelysning och släckmedel.

BYGGLAGSTIFTNINGEN

Boverket är en myndighet som hanterar olika former av byggfrågor. Boverket ger bland annat ut föreskrifter och allmänna råd men uttalar sig aldrig i enskilda ärenden.

Byggnadsnämnden eller motsvarande nämnd i varje kommun ska se till att byggnadslagstiftningen följs vid byggnationer. Nämnden har hand om bygglovsärendena i respektive kommun.

Brandsäkerhet behandlas bland annat i följande lagstiftning:

- Plan- och bygglag (1987:10), PBL, innehåller bestämmelser om planläggning av mark och vatten och om byggande.

Lagen är under översyn och kommer att revideras. Det tredje kapitlet innehåller krav på byggnader, men för tekniska krav hänvisas till lagen om tekniska egenskapskrav (BVL).

- Plan- och byggförordning (1987:383) ,PBF, innehåller föreskrifter för hur av plan- och bygglagen ska tillämpas.
- Lag (1994:847) om tekniska egenskapskrav på byggnader ,BVL, anger tekniska egenskapskrav på byggnader och andra anläggningar samt på byggprodukter, dvs. en produkt som ska ingå i ett byggnadsverk. I 2 § står följande:

Byggnadsverk som uppförs eller ändras skall, under förutsättning av normalt underhåll, under en ekonomisk rimlig livslängd uppfylla väsentliga tekniska egenskapskrav i fråga om [...] 2. säkerhet i händelse av brand.

- Förordning (1994:1215) om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, m.m. innehåller föreskrifter för hur lagen om tekniska egenskapskrav ska tillämpas. I 4 § står bland annat följande:

Byggnadsverk skall vara projekterade och utförda på ett sådant sätt att:

- 1. byggnadsverkets bärförmåga vid brand kan antas bestå under en viss tid**
 - 2 utvecklingen och spridning av brand och rök inom byggnadsverket begränsas**
 - 3. spridning av brand till näraliggande byggnadsverk begränsas**
 - 4. personer som befinner sig i byggnadsverket vid brand kan lämna det eller räddas på annat sätt**
 - 5. räddningsmanskapets säkerhet vid brand beaktas.**
-

- Boverkets byggregler (BBR)⁵⁷ är en regelsamling för byggnade.
- Boverkets konstruktionsregler (BKR)⁵⁸ är en regelsamling för bärande konstruktioner i byggnader och andra anläggningar. Regelsamlingen hanterar bland annat bärförmågan vid brand.

57 Boverkets byggregler, BFS, 1993:57

58 Regelsamling för konstruktion - Boverkets konstruktionsregler, BKR

LAGEN OM BRANDFARLIGA OCH EXPLOSIVA VAROR

Lagen (1988:868) om brandfarliga och explosiva varor trädde i kraft den 1 juli 1989. Lagen är under översyn och kommer att revideras. I första paragrafen i lagen står följande om lagens omfattning och syfte:

Denna lag gäller hantering och import av brandfarliga och explosiva varor. Lagens syfte är att hindra att sådana varor orsakar brand eller explosion som inte är avsedd samt att förebygga och begränsa skador på liv, hälsa, miljö eller egendom genom brand eller explosion vid hantering av sådana varor.

Lagen omfattar

- brandfarliga gaser
- brandfarliga vätskor
- brandreaktiva varor
- explosiva varor.

Till lagen finns även förordningen om brandfarliga och explosiva varor.⁵⁹ Där står det bland annat att den som är ansvarig för en verksamhet med tillståndspliktig hantering av brandfarliga varor ska meddela tillståndsmyndigheten om det händer en olycka eller om det funnits en allvarlig risk för en olycka. Räddningsverket och Sprängämnesinspektionen (ingår sedan några år i Räddningsverket) har dessutom givit ut flera föreskrifter inom området. De frågor som hanteras av Räddningsverket kommer från den 1 januari 2009 att hanteras av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

Brottsutredning och åtal vid en brand

Det som i dagligt tal kallas för polisutredning heter egentligen förundersökning, och den som leder denna undersökning kallas för förundersökningsledare. Om polisen misstänker ett brott måste de inleda en förundersökning, förutsatt att brottet går att utreda. Skyldigheten att utreda ett brott beskrivs i 23:1 första stycket i rättegångsbalken (RB):

59 19 § Förordning (1988:1145) om brandfarliga och explosiva varor

Förundersökning ska inledas så snart det på grund av angivelse eller av annat skäl finns anledning att anta att ett brott som hör under allmänt åtal har förövats.

Villkoret om att kunna utreda brottet beskrivs i 23:1 i andra stycket i RB:

Förundersökning behöver dock inte inledas, om det är uppenbart att brottet inte går att utreda. Att förundersökning inte behöver inledas i vissa andra fall följer av 4 a § och 22 §.

Det är polismyndigheten eller en åklagare som beslutar om en förundersökning ska inledas. Syftet med förundersökningen är att reda ut vem som kan misstänkas för brottet och om det finns skäl att åtala personen för brott. Det andra syftet är att bereda målet så att det kan föras fram i ett sammanhang enligt 23:2 i RB:

Under förundersökningen ska utredas, vem som skäligen kan misstänkas för brottet och om tillräckliga skäl föreligger för åtal mot honom, samt målet så beredas, att bevisningen vid huvudförhandlingen förebringas i ett sammanhang.

Typen av brott avgör om det är någon från polismyndigheten eller en åklagare som leder förundersökningen. Det finns dock tillfällen när en åklagare ska ta över som förundersökningsledare, enligt 23:3 i RB:

Beslut om att inleda en förundersökning ska fattas av polismyndighet eller åklagaren. Har förundersökningen inletts av polismyndighet och är saken inte av enkel beskaffenhet, ska ledningen av förundersökningen avseende brottet övertas av åklagaren, så snart någon skäligen kan misstänkas för brottet. Åklagaren ska också i annat fall överta ledningen när det är påkallat av särskilda skäl.

Avslut av förundersökning

En förundersökning avslutas antingen genom att den läggs ner eller att den slutdelges den misstänkte. Det finns olika anledningar till att en förundersökning läggs ner:⁶⁰

60 Danielsson Stig; Förundersökning i brottmål

1. Det går inte att avgöra vem som är gärningsman.
2. Utredningen visar att gärningen inte är något brott.
3. Brottet kan inte styrkas.
4. Den misstänkte har flytt och det går troligen inte att få tag på honom eller henne.
5. Den misstänkte har avlidit.
6. Brottet hände för så länge sedan att det har preskriberats.

När den misstänkte har underrättats om misstankarna (s.k. slutdelgivning) kan den misstänktes försvarare fortsätta utredningen. Sedan finns det tre olika möjligheter:

- Inget åtal.
- Beslut om åtalsunderlåtelse.
- Åtal.

Inget åtal

Om åklagaren inte tror att åtalet kommer att leda till en fällande dom får han eller hon inte heller åtala den misstänkte.

Beslut om åtalsunderlåtelse

I vissa fall kan en åklagare besluta att inte väckta något åtal trots att en misstänkt bedöms vara skyldig till ett brott, så kallad åtalsunderlåtelse. Anledningen kan vara att brottet är lindrigt och att personen i stället åtalas för ett grövre brott, eller att den misstänkte är för ung för att åtalas.

Åtal

Det finns ett antal åtalpunkter som kan förekomma vid bränder. Här beskrivs

1. grov mordbrand
2. mordbrand
3. allmänfarlig vårdslöshet
4. försök
5. förberedelse och stämpling
6. medhjälp och anstiftan.

De tre sistnämnda åtalpunkterna måste vara kopplade till någon form av händelse, Av de som nämns ovan är grov mordbrand eller mordbrand de enda alternativen. Åtalpunkterna



Bild 36.

kan alltså inte kopplas till allmänfarlig vårdslöshet, vilket exempelvis innebär att försök till allmänfarlig vårdslöshet inte är brottsligt.

Grov mordbrand

I brottbalken 13 kap. 2 § står följande om grov mordbrand:

Är brott som i 1 § sägs att anse som grovt, ska för grov mordbrand dömas till fängelse på viss tid, lägst sex och högst tio år, eller på livstid. Vid bedömande huruvida brottet är grovt ska särskilt beaktas, om branden anlagts i tättbebyggt samhälle, där den lätt kunde sprida sig, eller eljest inneburit fara för flera människor eller för egendom av särskild betydelse.

Med särskild betydelse menas att en byggnad som är ekonomiskt eller kulturellt värdefull, eller betydelsefull på något annat sätt. Detta skulle exempelvis kunna vara kyrkor, muséer eller liknande. För att kunna dömas till grov mordbrand måste det ha funnits ett uppsåt, dvs. den misstänkte ska ha startat branden med avsikt att skada människor eller förstöra stora värden.

Exempel på grov mordbrand

I en stad strax söder om Stockholm fanns en nattklubb och en restaurang i samma kvarter, men skilda från varandra. En natt anlades en brand i de två lokalerna med en brandfarlig vätska, och bränderna bedömdes innebära fara för människors liv och hälsa samt fara för omfattande skador. Bränderna förstörde värden för flera miljoner kronor och det fanns risk för ytterligare skador om bränderna inte hade släckts. Två män dömdes i tingsrätten för grov mordbrand till fängelse i sex år respektive fyra år och sex månader. Den ene fick ett lägre straff än sex år i tingsrätten eftersom han var så ung. Den som fyllt 21 år brukar få ett fängelsestraff på sex till tio år för grov mordbrand. När målet till sist avgjordes i hovrätten dömdes männen för grov mordbrand till åtta respektive sex års fängelse.⁶¹

61 Södermanlands Nyheter 2008-08-25

Mordbrand

I brottsbalken 13 kap. 1 § står följande om mordbrand:

Om någon anlägger brand, som innebär fara för annans liv eller hälsa eller för omfattande förstörelse av annans egendom, döms för mordbrand till fängelse, lägst två och högst åtta år. Är brottet mindre allvarligt, döms till fängelse, lägst ett och högst tre år.

För att en person ska kunna dömas för mordbrand och få en viss påföljd måste det ha funnits ett uppsåt. Enligt en dom i Högsta domstolen innebär uppsåt att gärningsmannen visste att händelsen hade kunnat innebära en fara för liv eller egendom.⁶² Gränsen för vad som kan bedömas som omfattande förstörelse kan enligt prejudikat uppskattas till cirka 200 000 kr.⁶³ Denna summa kan dock vara lägre beroende på omständigheterna. För att klassas som mordbrand ska branden ha brunnit med öppen låga och inte varit under kontroll. Det räcker alltså inte med att det pyr. Däremot räknas det som mordbrand om det gäller en förbränningsprocess som av erfarenhet inte kommer att slockna och som av erfarenhet kommer att leda till en fullt utvecklad brand.

Exempel på mordbrand

En person dömdes till mordbrand efter att ha anlagt en brand i ett bostadshus. Kostnaden för att återställa huset beräknades till 60 000 kronor. Trots det låga värdet dömdes personen för mordbrand, eftersom hemmet hade ett högt ideellt värde för ägaren.⁶⁴

En person dömdes inte för mordbrand när en lastbil värd cirka 95 000 kronor förstördes i en brand. I det fallet ansåg rätten att det ekonomiska värdet var för lågt och att lastbilen inte hade något annat värde som var tillräckligt stort.⁶⁵

Allmänfarlig vårdslöshet

I brottsbalken 13 kap. 6 § står följande om allmänfarlig vårdslöshet:

62 Kommentarer till 13 kapitlet 1 § i brottsbalken

63 Erlandsson Ulf & Bengtsson Lars-Göran, Brandutredning

64 Kommentarer till 13 kapitlet 1 § i brottsbalken

65 Kommentarer till 13 kapitlet i § i brottsbalken

Den som av oaktsamhet, genom att umgås ovarsamt med eld eller sprängämne eller på annat sätt, vållar

1. brand eller ofärd som avses i 1, 2 eller 3 § eller framkallar fara för det,

2. skada eller hinder som avses i 4 § eller

3. skada som avses i 5 a § andra stycket 1 eller 5 b § första stycket 2 döms för allmänfarlig vårdslöshet till böter eller fängelse i högst sex månader.

Är brottet grovt, dömes till fängelse i högst två år.

Det krävs inget uppsåt för att en person ska kunna dömas till allmänfarlig vårdslöshet, utan det räcker med att personen varit oaktsam. En person skulle exempelvis kunna dömas till allmänfarlig vårdslöshet om han eller hon glömt ett tänt ljus som sedan lett till en brand, eller om han eller hon glömt spisen så att den orsakar en brand.

Försök

I brottsbalken 23 kap. 1 § står följande om försök:

Har någon påbörjat utförandet av visst brott utan att detta kommit till fullbordan, ska han i de fall särskilt stadgande givits därom dömas för försök till brottet, såframt fara förelegat att handlingen skulle leda till brottets fullbordan eller sådan fara endast på grund av tillfälliga omständigheter varit utesluten.

Straff för försök bestämmes högst till vad som gäller för fullbordat brott och må ej sättas under fängelse, om lägsta straff för det fullbordade brottet är fängelse i två år eller däröver.

Försök till mordbrand eller grov mordbrand är brottsligt. Däremot är försök till allmänfarlig vårdslöshet inte brottsligt.

Exempel på försök

En brandbomb placerades på en toalett på en McDonalds-restaurant strax söder om Stockholm en lördag eftermiddag. I lokalen fanns cirka 80–100 gäster. Brandbomben utvecklades aldrig till någon brand och det uppstod aldrig några skador. I domen från tingsrätten står följande: *"Gärningen har föregåtts av*

en noggrann planering och haft ett politiskt syfte utan hänsyn till att helt oskyldiga människor kunde komma till skada.”⁶⁶ I domen står det dock också att det inte varit så stor risk för att brottet skulle ha fullbordats. En person dömdes av tingsrätten till fängelse i ett år och sex månader för försök till grov mordbrand. Rätten tog hänsyn till att denne inte fyllt 21 år. Den andra personen dömdes till sluten ungdomsvård i ett år och två månader för medhjälp till försök till grov mordbrand. Hänsyn togs till att denne var yngre än arton år vid tillfället. I hovrätten sänktes straffet för den som dömts till sluten ungdomsvård med två månader, till ett år.

Förberedelse och stämpling

I brottsbalken 23 kap. 2 § står följande om förberedelse och stämpling:

Den som, med uppsåt att utföra eller främja brott,

- 1. tar emot eller lämnar pengar eller annat som betalning för ett brott eller för att täcka kostnader för utförande av ett brott, eller**
- 2. skaffar, tillverkar, lämnar, tar emot, förvarar, transporterar, sammanställer eller tar annan liknande befattning med något som är särskilt ägnat att användas som hjälpmedel vid ett brott,**

ska i de fall det särskilt anges dömas för förberedelse till brottet, om han inte gjort sig skyldig till fullbordat brott eller försök. I de fall det särskilt anges döms för stämpling till brott. Med stämpling förstås, att någon i samråd med annan beslutar gärningen eller att någon söker anstifta annan eller åtar eller erbjuder sig att utföra den.

Straff för förberedelse eller stämpling ska bestämmas under den högsta och får sättas under den lägsta gräns som gäller för fullbordat brott.

Högre straff än fängelse i två år får bestämmas endast om fängelse i åtta år eller däröver kan följa på det fullbordade brottet. Om faran för att brottet skulle fullbordas var ringa, ska inte dömas till ansvar.

Vid denna typ av brott håller gärningsmannen på att planera ett brott. Nästa steg i handlandet är att börja verkställa själva brottet.

Förberedelse och stämpling till mordbrand eller grov mordbrand är brottsligt. Däremot är förberedelse och stämpling till allmänfarlig vårdslöshet inte brottsligt.

Exempel på förberedelse och stämpling

En person lämnade en rökbomb till två personer i samband med en demonstration. De som tog emot rökbomben talade aldrig om för den förste att de inte tänkte använda den under demonstrationen. Rätten ansåg att det vid överlämnandet fanns en fara för att brottet skulle fullbordas. Den person som lämnade över rökbomben dömdes därför till förberedelse till misshandel eftersom denne kan ha antagit att bomben skulle användas under demonstrationen.⁶⁷

Medhjälp och anstiftan

I brottsbalken 23 kap. 4 § står följande om medhjälp och anstiftan:

Ansvar som i denna balk är föreskrivet för viss gärning ska ådömas inte bara den som utfört gärningen utan även annan som främjat denna med råd eller dåd. Detsamma ska gälla beträffande i annan lag eller författning straffbelagd gärning, för vilken fängelse är föreskrivet.

Den som inte är att anse som gärningsman döms, om han har förmått annan till utförandet, för anstiftan av brottet och annars för medhjälp till det.

Varje medverkande bedöms efter det uppsåt eller den oaktsamhet som ligger honom till last. Ansvar som är föreskrivet för gärning av syssloman, gäldenär eller annan i särskild ställning ska ådömas även den som tillsammans med honom medverkat till gärningen.

Vad som sägs i denna paragraf ska inte gälla, om något annat följer av vad för särskilda fall är föreskrivet.

Det räknas som anstiftan om en person försöker att psykiskt påverka en annan person att utföra ett brott. Om det inte bedöms vara frågan om anstiftan räknas det i stället som medhjälp. Medhjälp till ett brott kan exempelvis vara att fysiskt hjälpa till, eller att ge råd och uppmuntran. Ett exempel på medhjälp är att skjutsa en person till en plats där denne begår ett brott.

Medhjälp och anstiftan till mordbrand eller grov mordbrand är brottsligt. Däremot är medhjälp och anstiftan till allmänfarlig vårdslöshet inte brottsligt.

⁶⁷ Kommentarer till 23 kapitlet 2 § i brottsbalken.

4 Elektriska smältskador

Skador på elektriska ledare och elektrisk utrustning uppstår ofta vid bränder i byggnader. Genom att hitta och undersöka dessa skador är det eventuellt möjligt att fastställa brandorsaken eller primärbrandområdet, eller att utesluta att branden startade i någon elektrisk utrustning. Detta är möjligt då elektriska ledare i byggnader normalt är av koppar som har en smältpunkt som är lite högre än den temperatur som normalt uppstår i ett brandrum. Därför finns ledarna oftast kvar även om de kan vara sköra. Elektriska smältskador är antingen primära och har orsakat branden, eller så är de sekundära och har orsakats av branden. För att veta om smältskadorna är primära eller sekundära måste man ofta undersöka både brandbilden och den elektriska smältskadan. I detta kapitel beskrivs primära och sekundära smältskador.

I kapitlet redovisas följande elektriska fel som kan orsaka bränder:

- Glappkontakt.
- Vagabonderande strömmar.
- Överbelastning.
- Överhettning.
- Överledning.
- Överspänning.

I kapitlet redovisas också följande skador som kan uppstå till följd av en brand:

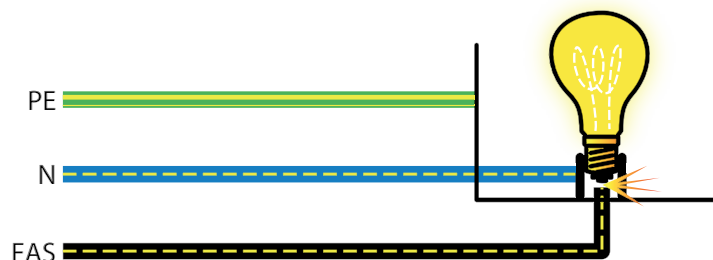
- Brandvärmeskada.
- Legeringsskada.

Fel som kan leda till brand

GLAPPKONTAKT

En glappkontakt innebär att det blir ett elektriskt fel i kretsens längdriktning (en serieljusbåge), vilket framgår av figur 44. För att det ska bli glappkontakt krävs någon form av kontakt mellan metaller eller något som kan leda ström mellan kontaktorna. Glappkontakten uppstår när det är dålig kontakt mellan metallerna, exempelvis om en ledare inte sitter ordentligt fastskruvad i en anslutning. En glappkontakt kan orsaka en ljusbåge, vilket är en kraftig elektrisk urladdning. Ljusbågar kan orsaka en brand i en glappkontakt, men vid låga spänningar måste det finnas kontakt mellan ledarna för att det ska kunna uppstå en ljusbåge. Det kommer alltså inte att bildas några ljusbågar mellan två spänningsförande ledare som har en spänning på 300 V om avståndet mellan dem är som ett hårstrås tjocklek.⁶⁸ Det behövs betydligt högre spänning, och vid 600 V kan det under speciella förutsättningar bildas gnistor mellan ledarna. När det gäller de spänningar som vi har i våra bostäder måste ledarna först få kontakt med varandra och sedan dras isär för att det ska bli någon gnistbildning.⁶⁹

En glappkontakt kan orsaka brand av två anledningar. Den ena är att det bildas ljusbågar som kan uppnå en temperatur över 3 000 °C. Den andra orsaken är att det kan bildas ett övergångsmotstånd vid glappkontakten, vilket gör att det blir extra varmt på den platsen. Ett övergångsmotstånd innebär att det av någon anledning blir ett extra motstånd i den elektriska kretsen i glappkontakten, exempelvis genom ett oxidskikt i kontaktpunkten eller för att en anslutning mellan en ledare och kontaktpunkten blivit mindre. Övergångsmotståndet kan ock-



Figur 44. Ett exempel på en glappkontakt. Strömmen går den normala vägen genom kretsen och längs den streckade linjen.

68 Beland B.; Electrical Damages- Cause or Consequence

69 Beland B. ; Examination of Electrical Conductors Following a Fire

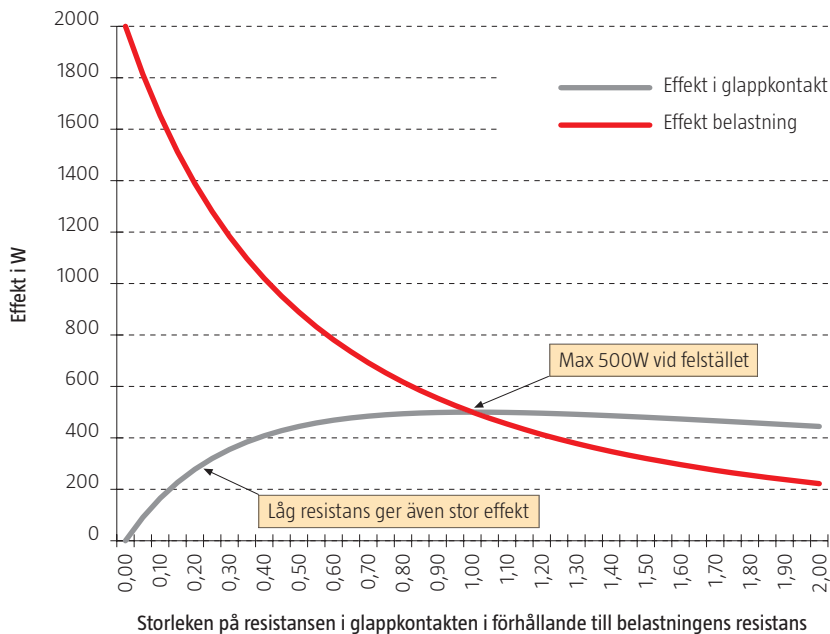


Diagram 2. Effekten i en glappkontakt ökar ju större resistansen blir till dess att resistansen är lika stor i glappkontakten som i den inkopplade belastningen. När värdet på x-axeln är 1,0 är det lika stor resistans på glappkontakten som i den inkopplade belastningen. När värdet är 2,0 är resistansen i glappkontakten dubbelt så stor som i belastningen. I detta fall visas effektens storlek i en krets där en belastning på 2 000 W är inkopplad.

så bero på att det bildats kolat material som leder ström mellan kontakterna vid glappkontakten eller att ljusbågen i sig utgör ett motstånd. Detta innebär att det blir ett större motstånd på den platsen, och ökad resistans vid en glappkontakt medför alltid minskad ström. Det gör att säkringen inte heller löser ut. Det extra motståndet kan även inträffa när det blir ljusbågar.

Förlusteffekten vid glappkontakten kan högst uppgå till en fjärdedel av den belastning som är inkopplad i kretsen. Detta innebär att ju större belastning (effekt i W) som är inkopplad på kretsen, desto högre kan värmeutvecklingen bli i glappkontakten. Därmed ökar också risken för brand. I diagram 2 visas hur effekten i glappkontakten ändras beroende på resistansens storlek i glappkontakten, i förhållande till resistansen i den inkopplade belastningen i kretsen.

En glappkontakt kan uppstå i kopplingspunkter av exempelvis följande anledningar:

- En skruv är för dåligt åtdragen eller för hårt åtdragen.
- Det har blivit någon form av beläggning på kontakterna, som oxid eller smuts (bild 37).
- Ledarisolering har kommit in mellan kontaktpunkterna.
- Utmattning av fjädrar eller kontakten i exempelvis ett grenuttag eller en strömbrytare.



Bild 37. En anslutning där en glappkontakt eller ett avbrott har uppstått. Ledaren är en PEN-ledare där kopplingen har börjat rosta och ledaren börjat ärga.



Bild 38. En stickpropp där glappkontakt uppstått. Den högra anslutningen visar tydliga smältskador efter värmeutveckling. En glappkontakt har även uppstått i den vänstra anslutningen som har smältskador och missfärgad isoleringen på ledaren. Glappkontakt har uppstått på båda ledarna.

- Dålig kontaktyta mellan en säkrings kontaktyta och säkringshållaren.
- Dålig anslutning mellan stift och hylsor i en koppling mellan två skarvsladdar.

Sammanfattningsvis beror brandrisken på effekten: ju högre effekt den inkopplade belastningen har, desto högre är risken att en glappkontakt ska orsaka en brand.

Hur ser man att en brand har orsakats av en glappkontakt?

Det första steget är att studera brandbilden för att se var branden kan ha börjat. Om branden har börjat vid en anslutning bör man kontrollera om det finns två parallella anslutningar och om det finns någon skillnad på skadorna mellan dem (bild 38). Ett sätt är att kontrollera om det finns mer skador i den ena anslutningen än i den andra. Exempelvis kan isoleringen runt metalledaren vara bortbränd runt glappkontakten, eller andra skador som enbart finns runt ena anslutningen. Om en brand har uppstått på grund av glappkontakt finns det ofta en kortslutningsskada i närheten av glappkontakten, exempelvis på elkabeln till anslutningen. Kortslutningsskadan är en sekundärskada som har orsakats av branden.



Bild 39. En närbild av änden på den flerkardelig ledaren. En flerkardelig ledare innebär att ledaren består av flera koppartrådar i stället för enbart en.

En skada efter en glappkontakt visar ofta en skarp gräns mellan det oskadade materialet och den smälta delen på ledaren

En glappkontakt kan också synas på en ledare som en ”bubbla” av koppar i änden på ledaren medan de övriga ledarna är intakta. Det är en skarp gräns mellan ”bubblan” där ledaren har smält och den i övrigt oskadade ledningen (bild 39 och 40). Denna skada är ett tecken på gnistbildning som kan uppstå vid



Bild 40. En ledare som varit inkopplad genom en jordfelsbrytare där glappkontakt uppstått.



en glappkontakt. Skadan särskiljs från en brandvärmeskada genom att en sådan normalt inte har en skarp gräns utan är mer utdragen. En skada efter en glappkontakt kan dock förväxlas med en legeringsskada, eftersom legeringsskador också kan ha skarpa gränser.

Bild 41. Anslutningen där branden börjat. Det syns tydligt att det undre stiftet och hylsan är mer brandskadade och att branden har börjat där.

Exempel 1: Brand som orsakats av glappkontakt

En brand uppstod i en kupévärmare, vilket framgår av bild 42. Kupévärmaren undersöktes, och i en kabel som innehöll två ledare upptäcktes en skillnad i brandskadorna på ledarna. Kopplingen utgjordes av stift och hylsa, men skadorna på dessa var olika för de två anslutningarna. Den ena anslutningen som bestod av ett stift och en hylsa hade mer skador än den andra anslutningen, vilket framgår av bild 41. En glappkontakt i denna anslutning hade alltså lett till värmeutveckling, och senare en brand.



Bild 42. Kupévärmaren som det brunnit i.

Exempel 2: Brand som orsakats av glappkontakt

Nedan visas ett exempel på en brand som startat i anslutningen till en elkabel. Bilderna visar de smältskador som uppstod i samband med glappkontakten.



Bild 43. En elkabel där en brand startat på grund av en glappkontakt. Glappkontakten syns inom den röda cirkeln.

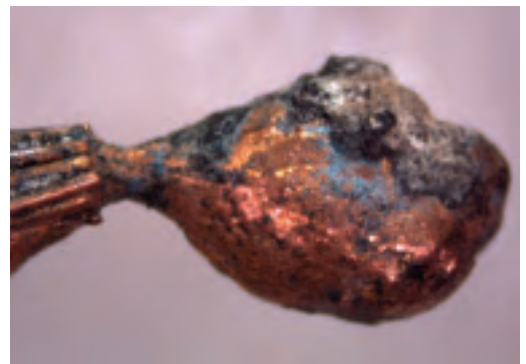


Bild 44. Närbild av den plats där glappkontakten uppstått.

VAGABONDERANDE STRÖMMAR

Vagabonderande strömmar⁷⁰ innebär att strömmar av någon anledning går från ledaren och till något metallföremål, t.ex. vattenledningar eller ventilationsrör. Strömmen tar en väg som den inte ska ta, vilket innebär att ström ”läcker ut” från den elektriska kretsen. Vagabonderande strömmar kan exempelvis uppstå om det blir något fel i en elektrisk apparat så att strömmen går till höljet på apparaten som är ansluten till skyddsledaren. I de flesta fall krävs det dock också att det är ett avbrott i skyddsledaren (eller PEN-ledaren) i elcentralen. Om sedan apparatens jordning kommer i kontakt med jordningen på andra elektriska apparater kan strömmen ledas till deras hölje, eller till vattenrör eller andra jordade metallföremål. Vagabonderande strömmar kan exempelvis uppstå i en pump i en värmecentral som har ett hölje av metall som är anslutet till skyddsjord. Detta hölje har kontakt med vattenledningsrören, och om det blir något fel på pumpen kan strömmen gå genom skyddsjorden till höljet och sedan till vattenledningsrören. Strömmens storlek är beroende av hur stor resistansen blir på den inkopplade kretsen. Om resistansen är stor i de metallrör eller annat som strömmen går genom kommer inte säkringen att lösa ut. Den löser inte heller ut om felet uppstår efter belastningen i den elektriska kretsen. Om det däremot finns en jordfelsbrytare inkopplad ska denna lösa ut om strömmen inte går tillbaka genom neutralledaren eller andra fasledare.

Hur ser man att en brand har orsakats av vagabonderande strömmar?

Bränder som orsakas av vagabonderande strömmar kan kännas igen genom att studera brandbilden i det område där branden börjat. Typiskt är att primärbrandområdet finns intill metallföremål som metallrör, och det är vanligt att hitta smältskador på metall, t.ex. på najtråd runt ett rör.

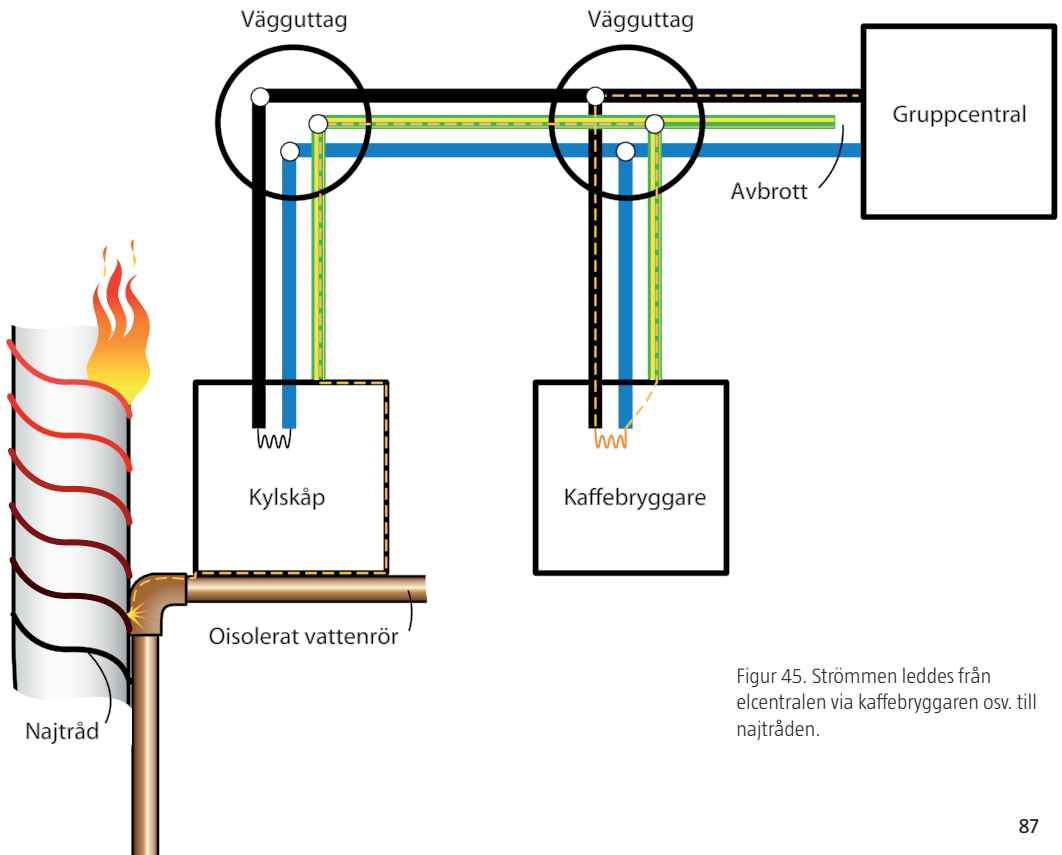
Bränder som är orsakade av vagabonderande strömmar kan exempelvis bero på att najtrådar börjar glöda och antänder något brännbart material i närheten, eller att det går ström i ett metallrör som det finns en koppling på. I kopplingen

⁷⁰ Definition av vagabonderande ström finns i ordlistan i kapitel 9

kan det vara dålig kontakt mellan röret och kopplingen på grund av exempelvis rost eller en tätning vilket kan leda till en brand.

Exempel 3: Brand som orsakats av vagabonderande strömmar

Strax efter att en person satt på kaffebryggaren hemma i sin lägenhet började det brinna i en vägg i lägenheten. En ljusbåge i kaffebryggaren hade orsakat ett hål i ett värmeelement, vilket framgår av bild 45. Detta medförde att det blev en överledning mellan värmetråden i värmeelementet och dess jordade hölje. Eftersom skyddsledaren inte var ansluten i gruppcentralen kunde inte strömmen ledas tillbaka den vägen som den borde. I stället gick strömmen till det uttag där kylskåpet var anslutet (figur 45), vilket gjorde att kylskåpets hölje blev spänningssatt. Kylskåpet och kaffebryggaren var säkrade med samma säkring. Intill kylskåpet fanns ett vattenledningsrör som var i kontakt med kylskåpet, och därför blev även vattenledningsröret spänningssatt. Detta vattenledningsrör var i sin tur i kontakt med ett isolerat vattenledningsrör där isoleringen hölls på plats av en najtråd (bild 46) med liten area. Då naj-



Figur 45. Strömmen leddes från elcentralen via kaffebryggaren osv. till najtråden.



Bild 45. Kaffebryggaren där jordfelet uppstod. Platsen där detta inträffade visas av den röda cirkeln.



Bild 46. Det isolerade vattenledningsröret och najtråden. På najtråden syns smältskador i ändarna där den smält av.

tråden hade en klen area fick den en mycket hög temperatur när strömmen gick genom den. Strömmen genom najtråden fick tråden att börja glöda vilket ledde till en brand i väggen där röret fanns. Detta hade inte kunnat hända om en jordfelsbrytare hade varit installerad eftersom brytaren hade känt av detta fel och löst ut.

ÖVERBELASTNING

En överbelastning innebär att det går högre ström i en ledning än vad den är avsedd för. Om strömmen blir för hög för den elektriska ledningen ska de säkringar som avsäkrar en elektrisk krets normalt lösa ut, om ledningsarean är för klen i förhållande till den inkopplade säkringen kan det innebära en brandfara. Detta kan innebära en brandfara om man sedan kopplar in en förbrukare som medför en hög ström i kretsen. Följande faktorer avgör om ledningen blir överbelastad eller inte:

- Storleken på strömmen som går genom ledningen.
- Ledningens omgivningstemperatur.
- Möjligheten till värmeavgivning.

För hög ström i en elektrisk ledning kan bero på flera olika saker:

- För många förbrukare ansluts till en och samma säkring via en ledare som är för klen.
- En för klen ledare kopplas in till en belastning.
- För stor säkring avsäkrar en ledare.
- Övertoner.

Vid en undersökning av en brand som kan ha orsakats av överbelastning är det viktigt att kontrollera följande:

- Säkringens storlek i förhållande till ledningsarean.
- Möjligheten till avkylning av anslutna ledningar.
- Den sammanlagda effekten på de förbrukare som är inkopplade till ledningen.

Om en brand orsakas av överbelastning är det troligare att den har börjat i en förlängningsladd än i den fasta installationen. Anledningen är att ledningarna i förlängningsladderna ofta har en klenare area än i den fasta installationen, och om flera för-



Bild 47. En kabel som har utsatts för överbelastning. På kabeln syns att isoleringen har smält runt ledarna i kabeln och att de inte längre har en rund form. Ledarna har också svärtats på ett område som var innanför den vita yttre isoleringen. Den vita isoleringen var mest skadad på insidan. På bilden har isoleringen skurits upp.

längningssladdar kopplas ihop blir strömmen högre än vad kabeln klarar av. Säkringarna ska vara dimensionerade för att säkra den installerade ledningen i den fasta elinstallationen.

Hur ser man att en brand har orsakats av överbelastning?

Vid en överbelastning blir hela ledaren varm, vilket syns på att isoleringen har smält längs hela ledaren (bild 47). Det syns också genom att studera isoleringen på ledarna och se att värmen har kommit inifrån.

Exempel 4: Brand som orsakats av överbelastning

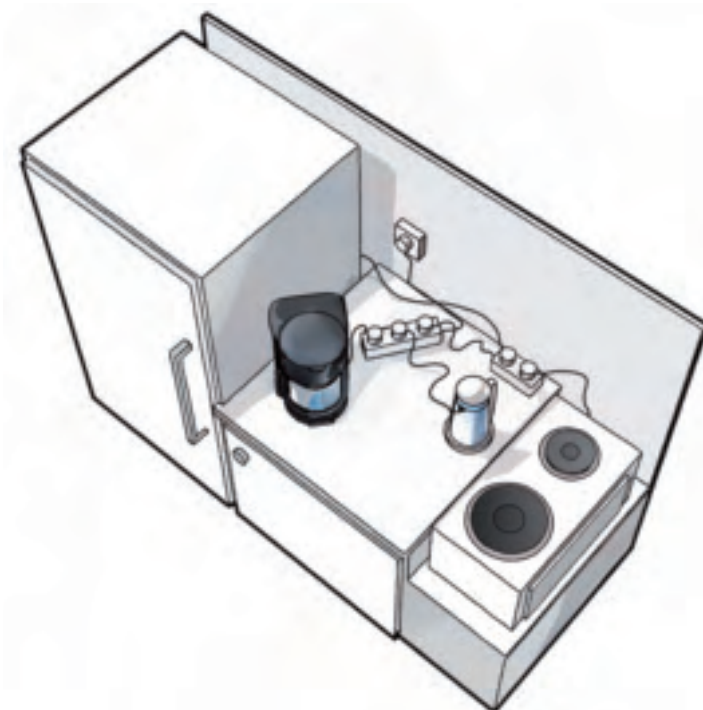
En brand i ett fritidshus hade börjat på en obrännbar skiva i ett kök. På skivan fanns en kaffebryggare, en vattenkokare och fördelningsdosor. Vid detta tillfälle hade ingen säkring i gruppcentralen löst ut, utan säkringen hade löst i huvudcentralen som satt på en stolpe utanför byggnaden. Anledningen var att huvudsäkringarna hade en storlek av 16 A och det hade även säkringen i gruppcentralen som matade uttaget där branden började.

En undersökning av primärbrandområdet visade att det satt ett vägguttag på en vägg, och i vägguttaget satt en stickpropp som gick till ett grenuttag med tre uttag. Stickproppar fanns anslutna till alla tre uttagen. Två av dem försörjde en kaffebryggare och en vattenkokare medan det tredje uttaget försörjde ytterligare ett grenuttag (figur 46). Detta grenuttag hade i sin tur två uttag och försörjde ett kylskåp och en spis med två plattor och en ugn. Kaffebryggaren och vattenkoka-

ren samt grenuttag och elkablar på skivan var kraftigt brända och därför svåra att undersöka. Effekterna på varje inkopplad del var följande:

- Kaffebryggaren 1 000–1 400 W.
- Vattenkokaren 200–2 000 W.
- Kylskåp 69 W.
- Spisens maxeffekt 2 200 W.

Den inkopplade maxeffekten blir då 3,5–5,7 kW. De effekterna motsvarar en ström på 15,1 respektive 24,6 A. Ledarna i anslutningskabeln till grenuttagen uppskattades ha en area på 1–1,5 mm² men kan ha en area på 0,75 mm². Med andra ord kan ledarna i anslutningskabeln ha en liten area i förhållande till den ström som går genom den. En ledare på 1,5 mm² klarar maximalt en ström på 16 A om den hänger fritt i luften,⁷¹ eftersom den då får bättre kylning än om den skulle vara omgiven av något som inte leder bort värmen från ledaren. Ledare i fasta installationer i våra hus, exempelvis vägguttag, har ofta en area på 1,5 mm². En proppsäkring (inte automatsäkring) på 16 A klarar en ström på 30 A under cirka fem minuter innan den löser ut, medan den inte löser ut alls för en ström på 20 A. I detta fall



Figur 46
. Elen i brandområdet.

71 Enligt svensk standard SS 424 14 24 utgåva 6.

var den maximala strömmen på cirka 25 A och det innebär att det tar en liten stund innan säkringen löser ut. Vid detta tillfälle gick det inte att fastställa den exakta brandorsaken på grund av de kraftiga brandskadorna i primärbrandområdet, men det är sannolikt att branden orsakades av överbelastning.

ÖVERHETTNING

En överhettning innebär att det av någon anledning uppstår höga temperaturer som kan orsaka en brand. Hela eller delar av den elektriska delen får en temperatur som är över det normala. Skador som glappkontakter kan också leda till höga temperaturer, men detta avsnitt gäller inte kontaktpunkter utan hela föremål eller hela ledningar som får en förhöjd temperatur. En brand genom överhettning kan exempelvis orsakas av

- komponenter som av någon anledning blir för varma
- varvkortslutning i en lindning på en spole⁷²
- överhettning i drosseln⁷³ i ett lysrör.

En varvkortslutning kan exempelvis uppstå genom att en spole⁷⁴ skadas mekaniskt eller har ett tillverkningsfel. Då blir det kontakt mellan spolens lindningar vilket gör att spolens längd blir kortare och strömmen inte går hela vägen genom spolen. Strömmen genom den del av spolen som fortfarande ingår i kretsen blir då högre eftersom resistansen blir lägre, och spolen blir då varmare än normalt vilket kan orsaka en brand.

Hur ser man att en brand har orsakats av överhettning?

För att se om en brand har orsakats av överhettning kan man studera brandbilden för att se hur det ser ut där branden började. Ett sätt är att titta på hur höga temperaturerna har varit på olika platser, t.ex. genom att se om färgen skiftar på ett och samma material (bild 48) eller om sot är bortbränt inom ett område. Detta behöver dock inte betyda att överhettning orsakade branden, utan det kan också vara ett tecken på att det lokalt i området har brunnit mer än på andra platser.



Bild 48. Baksidan av en torktumlare där det börjat brinna på grund av överhettning. I detta fall hade kontaktorn fastnat i slutet läge till värmeelementen och de hade varit påslagna hela tiden. Det syns tydligt att det varit varmt på insidan av skyddsplåten.

72 Definition av spole finns i ordlistan i kapitel 9

73 Definition av drossel finns i ordlistan i kapitel 9

74 Definition av spole finns i ordlistan i kapitel 9

Figur 47. Ett exempel på en överledning. I detta fall går strömmen längs den streckade linjen.

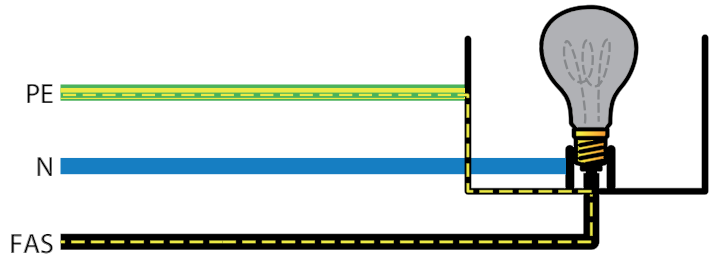


Bild 49. En ledare som blivit klämd mellan väggen och kåpan till en elcentral. Den skada som uppstått på kabeln skulle ha kunnat orsaka en brand.



Bild 50 A. Skador som har orsakats av ljusbågar. För att hindra brandutvecklingen krävdes att strömmen bröts till ledningen. En jordfelsbrytare hade sannolikt brutit strömmen vid den här skadan.

ÖVERLEDNING

En överledning innebär att det blir ett fel i en krets så att strömmen flyter på ett sätt som den inte är avsedd att göra, och tar alltså en annan väg än vad som är tänkt. Se figur 47. Strömmen kan gå på fyra sätt:

- Mellan två fasledare.
- Från en fasledare till neutralledaren.
- Från en fasledare till skyddsledaren.
- Från neutralledaren till skyddsledaren.

Strömmen kan vara allt från en liten krypström på några mA till en stor kortslutningsström på flera hundra ampere. En ren kortslutning orsakar normalt höga strömmar som gör att säkringen snabbt löser ut. Det är varaktigheten och strömstyrkan som avgör om en överledning ska orsaka en brand. Dessutom måste givetvis de andra parametrarna i brandtriangeln vara uppfyllda.

En överledning kan även uppstå mellan två ledare eller mellan ledare och ett metallföremål. Överledning uppstår ofta vid genomföringar eller på andra platser där metall på något sätt kan skära in i ledaren, alternativt om isoleringen



Bild 50 B. En kabel där det har uppstått överledning. En mus eller råtta har förmodligen gnagt på ledarna. Smältskador i form av små bubblor syns på några av ledarna.

blir hoptryckt (bild 49). Överledning kan också uppstå om en kabel blir klämd och isoleringen runt metalledarna försvagas, även kallat kallflytning⁷⁵, så att strömmen kan ta en annan väg. En kallflytning beror på att isoleringen runt ledaren tappar sin ursprungliga form genom tryck eller någon annan inverkan utan att den värms upp. Det kan leda till att isoleringen på någon plats blir tunnare än vad den egentligen ska vara, och om isoleringen blir tillräckligt tunn mellan exempelvis två klämda ledare kan strömmen ledas över mellan ledarna på den platsen. En brand kan då uppstå. Ett annat exempel på överledning är om ett metallföremål anslutet till jord av någon anledning skär in i en kabel och kommer mot en strömförande ledare.

Vanliga ”rumssladdar” orsakar sällan bränder vid överledning. Orsaken är att sådana rumssladdar oftast är fritt hängande och kommer oftast inte i kontakt med något brännbart material. Dessutom blir energin vid en överledning normalt för liten för att orsaka en brand. Sladdarna är nämligen oftast säkrade med 10 A och säkringen löser ut i ett tidigt skede. För att det ska bildas en stående ljusbåge krävs strömmar på cirka 500 A. De kortslutningsskador som hittas på rumssladdar är därför oftast sekundära skador som har orsakats av branden. En överledning inträffar lättare i en fuktig miljö än i en torr eftersom fukt kan leda ström. Bränder i elledningar orsakade av överledning är vanligast i servisledningar eller i industrier där

- spänningarna kan vara högre än 400 V
- det kan bli höga strömmar (bild 50 A)

Hur ser man att en brand har orsakats av överledning?

Det är oftast svårt att se om en brand har orsakats av överledning. Det går normalt inte att se på ledarna, men ibland går det att avgöra genom att studera brandbilden i området runt ledarna och sedan undersöka vad i det aktuella området som kan ha orsakat bilden, och utesluta andra orsaker. Bild 51-53 och 50 B visar exempel på brandtillbud som beror på överledning.



Bild 51. Brandtillbud i en lucka i en diskmaskin. Kablarna gick till luckan på diskmaskinen och skavde mot metallkanten när luckan öppnades och stängdes.

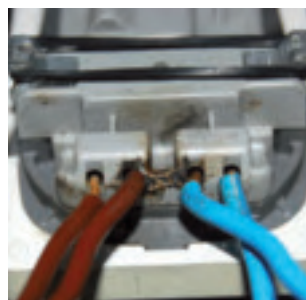


Bild 52. Spår efter en överledning som skett mellan fas och nolla i ett eluttag.

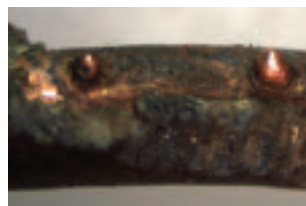


Bild 53. En närbild på av en av ledarna. Flera smältskador syns på dem.

Kortslutning mellan två stycken entrådiga kopparledare (FK)

Nedan visas två exempel på kortslutningsskador mellan två entrådiga kopparledare. Spänningen vid kortslutningen var 230 V och ledarna hade en area på 1,5 mm².

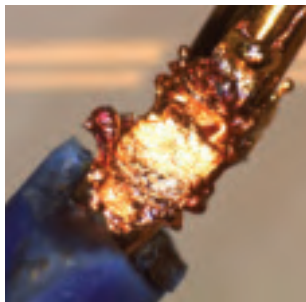


Bild 54. Kortslutningsskada på en ledare.

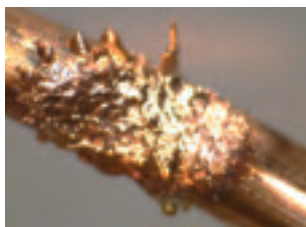


Bild 55. Kortslutningsskadan på den andra ledaren.

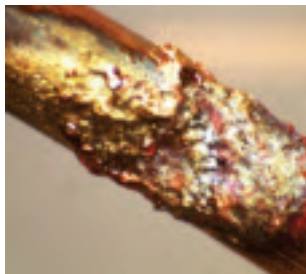


Bild 56. Kortslutningsskada på en ledare.

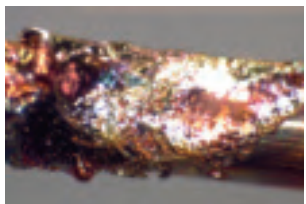


Bild 57. Kortslutningsskadan på den andra ledaren.

Kortslutning

Elektriska ledare i mindre byggnader är oftast gjorda av koppar, och för att koppar ska smälta krävs normalt en temperatur på minst 1 083°C. En kortslutning är som beskrivits ovan en typ av överledning. En ren kortslutning innebär att en hög ström och hög temperatur uppstår i kontaktpunkten, och den höga temperaturen i kontaktpunkten orsakar en skada på ledarna. För att få smältskador på koppar måste temperaturen minst nå upp till ämnets smältpunkt, förutom när metallen ingår i en legering då koppar kan få smältskador vid temperaturer under smältpunkten. Oftast räcker det dock inte med en temperatur vid smältpunkten för att orsaka en karakteristisk kortslutningsskada, utan temperaturen behöver bli betydligt högre. Den höga strömmen som uppstår vid en kortslutning beror på att resistansen i kretsen blir låg. En ljusbåge som uppstår kan få en temperatur över 3 000°C.

Precis som för överledning krävs det kontakt mellan en fasledare och ett annat metallföremål, exempelvis en annan elektrisk ledare, för att det ska kunna bli en kortslutning. Det måste också finnas en spänningsskillnad mellan kontaktpunkterna, och vid en kortslutning uppstår en skada på båda dessa kontaktpunkter. För att konstatera om det är en kortslutningsskada måste man kontrollera att det finns skador på två ställen som kan ha haft kontakt med varandra. Dessa två ställen har normalt inte kontakt med varandra efter branden, utan det vanliga är att man hittar en kortslutningsskada på en ledare och då börjar söka efter ytterligare en kortslutningsskada i området. När båda skadorna har identifierats undersöks de för att se om det är skador som ser ut att ha uppkommit av en ren kortslutning.

En ren kortslutningsskada bildar ofta en karakteristisk skada som liknar en krater med en droppe i. Om en kortslutning mellan två elektriska ledare inträffar där det inte finns någon isolering kan smält metall stänka iväg och hamna på ledarna. Det kan se ut som små bubblor av metall längs med ledarna alldeles intill kortslutningsskadan. Skadan kan ses med blotta ögat, men för att vara säker på att det är en kortslutningsskada behöver den ofta granskas med hjälp av ett förstoringsglas eller en lupp. I osäkra fall kan man använda ett mikroskop som ger en större förstoring än en lupp. Bilderna på sid 94-95

visar kortslutningsskador för olika typer av ledningar. Bilderna på skadorna är tagna med en kamera som var kopplad till ett mikroskop som maximalt ger en förstoring av 35 ggr.

En kortslutningsskada kan förväxlas med en brandvärmeskada eller en legeringsskada om den inte undersöks ordentligt

En kortslutningsskada kan förväxlas med antingen en brandvärmeskada eller en legeringsskada. Brandvärmeskador brukar smälta längre delar av en elektrisk ledare men det kan också hända att isoleringen smält på en liten plats på elkabeln och att det där uppstår en brandvärmeskada som kan förväxlas med en kortslutningsskada. Oftast har kortslutningsskador dock en skarp gräns mellan det som är smält och inte, medan en brandvärmeskada har mera utbredda skador på ledaren av metall. Legeringsskador kan dock också ha skarpa gränser på samma sätt som en kortslutningsskada.

Om en säkring av någon anledning inte skulle lösa ut vid en överledning i en ledning kan det inträffa flera överledningar längs med ledningen. Vid den första överledningen blir den elektriska kretsen kortare eftersom strömmen går den lättaste och kortaste vägen och alltså inte går hela vägen till ledningens slut när den kan gå tillbaka på en tidigare plats. Det blir också mer motstånd om strömmen går längs med hela ledningen. Om sedan flera skador uppstår längs med kabeln är det troligt att den första skadan som uppstod var den som är längst ifrån säkringen eller källan till strömmen i ledarna. Anledningen är att strömmen hela tiden går den lättaste och kortaste vägen och strömmen efter den första skadan har valt en kortare väg.

Exempel 5: Brand som orsakats av överledning

Vid sjutiden en morgon började arbetet på en lackeringsfirma och den elektriska utrustningen sattes igång. Cirka 40 minuter senare upptäcktes en vit rök i lackeringsboxarna som spred sig vidare, varvid räddningstjänsten larmades. Det fanns ett sprinklersystem i lokalen som dämpade brandens intensitet. När branden släckts gjordes en brandutredning och brandbildningen visade tydligt en plats som skulle kunna vara primärbrandplatsen. Undersökningen visade att brand-V:et slutade en bit

Kortslutning mellan två stycken flertrådiga kopparledare (FK)

Nedan visas två exempel på kortslutningsskador mellan två flertrådiga kopparledare. Spänningen vid kortslutningen var 230 V och ledarna hade en area på 1,5 mm².



Bild 58. Kortslutningsskada på en ledare.



Bild 59. Kortslutningsskada på den andra ledaren.



Bild 60. Kortslutningsskada på en ledare.



Bild 61. Kortslutningsskada på den andra ledaren.



Bild 62. Brand-V:et visade var den troliga primärbrandplatsen fanns. I överkant på bilden syns en kabelstege som är kraftigt bränd.



Bild 63. Kabeln som det uppstått kallflytning i. Som syns på bilden är de metalliska ledarna nära varandra.

ner i en isolering (se bild 62) där en elkabel gick ner i isoleringen. Elkabeln undersöktes, både i isoleringen och på en annan plats utanför isoleringen. Utanför isoleringen kunde man se att kabeln hade fått en så kallad kallflytning, vilket framgår av bild 63. Det var därmed fullt möjligt att det uppstått en brand i kabeln där den går genom isoleringen eftersom temperaturen i kabeln blev högre där än utanför isoleringen. Det finns också uppgifter om problem med kallflytning i just denna kabel som var tillverkad på 1970-talet.

ÖVERSPÄNNING

Överspänning innebär att en elektrisk ledare eller utrustning utsätts för en högre spänning än vad den är dimensionerad för. Överspänning kan exempelvis orsakas av

- åska (statisk elektricitet)
- PEN-ledaravbrott (förklaras i avsnitt 7.1.6.1)
- avbrott i neutralledare
- in- och urkoppling av elektrisk utrustning
- statisk elektricitet.

Skador till följd av överspänning uppstår vanligtvis på elledningar, kretskort, brytare och komponenter som inte tål höga spänningar, till exempel kondensatorer (bild 64).

PEN-ledaravbrott

En PEN-ledare är en gemensam skydds- och neutralledare, och ett avbrott i PEN-ledaren kan bland annat bero på följande saker:

- Träd faller på en luftledning så att ledningen dras loss från anslutningen.
- Dålig anslutning exempelvis genom en ärgad ledning, en dåligt åtdragen skruv eller en dåligt utförd skarvning.
- Vid dräneringsgrävningar runt en byggnad kan det bli



Bild 64. En armatur där det varit ett brandtillbud i kondensatorn, orsakat av överspänning. Ett avbrott i PEN-ledaren visade att överspänning hade orsakat branden.

högre tryck än tidigare på den inkommande elkabeln när massorna fylls tillbaka. Detta kan då medföra att kabeln lossnar eller att det blir glapp i anslutningen.

- Grävarbeten som skadar kabeln.

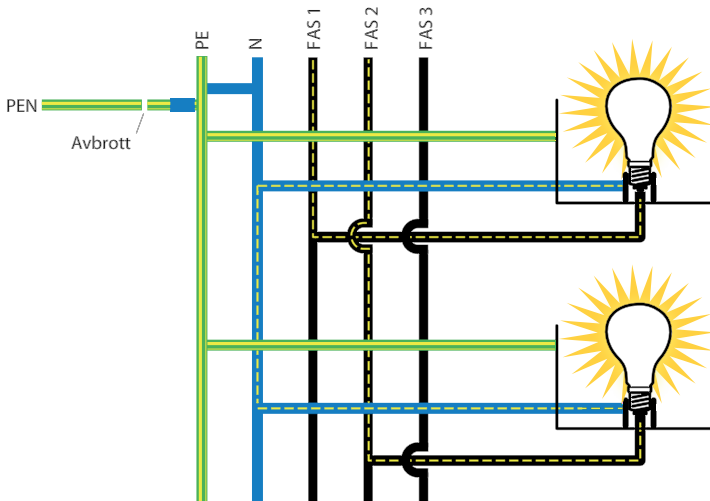
Det finns flera tecken på ett PEN-ledaravbrott i en byggnad:

- Gnistor mellan skyddsjordade föremål som står intill varandra, exempelvis spis och diskbänk eller kylskåp och diskbänk.
- Någon får en stöt från ett skyddsjordat föremål.
- Det luktar bränt om ansluten elutrustning i byggnaden, och lukten kan komma från flera apparater samtidigt.
- Lampor lyser starkare än normalt.
- Flera apparater går sönder samtidigt.

Om ett PEN-ledaravbrott inträffar finns följande risker:

- Vagabonderande strömmar kan uppstå.
- Höljen på apparater kan bli spänningssatta.
- Det kan bli upp till 400 V i vägguttag i stället för 230 V.

Om något av de tre sistnämnda tecknen ovan skulle inträffa kan det tyda på att bara neutralledaren har släppt och alltså inte skyddsjorden. Om skyddledaren skulle vara korrekt ansluten skulle nämligen strömmen ledas tillbaka via skyddsledaren i stället för att gå mellan olika skyddsjordade föremål. Ett PEN-ledaravbrott kan orsaka vagabonderande strömmar



Figur 48. Ett exempel på ett PEN-ledaravbrott. Den streckade linjen visar hur strömmen går. Spänningen över lampan blir i detta fall 400 V i stället för 230 V. Lamporna blir också seriekopplade mellan L1 och L2. Dessutom blir skyddsjorden spänningssatt i detta fall.



Bild 65. Brytaren för huvudledningen (stigarledningen). Till vänster syns PEN-ledaren där avbrottet var. Ledningarna är smälta på båda sidor om kopplingen vilket visar att det varit en glappkontakt.



Bild 66. En koppling för en PEN-ledare där porslinet har spruckit, vilket lett till en brand i en bostad. Vid detta tillfälle har isoleringen lossnat på den undre PEN-ledaren för att den var gammal. Detta hade dock inget med brandsaken att göra vid detta tillfälle.



Bild 67. Ledningarna som delvis lossnat vid dränering. Som syns på bilden har plinten till PEN-ledaren överbryggs, vilket förmodligen beror på att det varit dålig kontakt.

och även överspänning i den elektriska kretsen. En gnistbildning mellan jordade föremål kan också bero på att det finns en spänningsskillnad mellan den elektriska jorden och exempelvis vattenledningsrör, vilket förekommer i gamla hus. Anledningen är att vattenrören och den elektriska jorden inte alltid är förbundna, vilket de måste vara i nya hus.

Vid ett avbrott i PEN-ledaren kan strömmen inte ledas tillbaka via den utan tar en annan väg. Då kan skyddsjorden bli spänningssatt, eller så kan strömmen i stället gå via neutralledaren till en annan belastning, och om den är inkopplad till en annan fasledare blir spänningen i kretsen 400 V i stället för 230 V, enligt figur 48.

Exempel 6: Tillbud som orsakats av ett avbrott i PEN-ledaren

En privatperson ringde efter hjälp eftersom gnistor bildades mellan diskbänk och spis samt att lampor i bostaden lyste starkare än normalt. Den person som fick samtalet var sakkunnig inom el och bedömde det som ett PEN-ledaravbrott. Personen åkte ut och bröt den inkommande elen till hyreshuset som innehöll flera lägenheter. Flera personer hade också ringt in om samma sak, vilket tydde på att felet fanns i en inkommande ledning till byggnaden och all el måste därför brytas. En kontroll av servisledningen och stigarledningen visade att det inträffat ett avbrott i PEN-ledaren, i en brytare för en stigarledning till byggnaden (bild 65). Skruven som ska dras åt i kopplingen hade dragits åt för hårt så att porslinsisoleringen under kopplingen hade spruckit. Hur det kan se ut framgår av bild 66. En glappkontakt uppstod då. För att ta reda på om det varit något glapp kan man lossa skruven och se under hatten om det finns några sotmärken eller brännmärken.

Exempel 7: Tillbud som orsakats av ett avbrott i PEN-ledaren

Runt en villa hade man grävt för dränering. När diket hade fyllts igen uppstod tecken på överspänning i elektriska apparater i huset. En undersökning visade skador vid huvudsäkringarna som satt på husväggen. När diket fylldes igen runt huset tryckte massorna på den inkommande elledningen så att ledarna delvis lossnade och porslinsisoleringen till säkringarna gick sönder (bild 67).



Bild 68. En brandvärmeskada som uppstått mellan två stycken enkardeliga kopparledare.



Bild 69. Brandvärmeskada.

Skador till följd av brand

BRANDVÄRMESKADA

Brandvärmeskador uppstår när en elektrisk ledare blir så varm att den når smältpunkten eller ännu högre. Om en brandvärmeskada hittas vid en brand kan man inte utesluta att det från början funnits en kortslutningsskada som utsatts för höga temperaturer och därför ändrat form. En brandvärmeskada kan förväxlas med en kortslutnings- eller legeringsskada om den inte undersöks ordentligt, och det kan kräva mycket kunskap för att avgöra vilken typ av smältskada det är. Olika brandvärmeskador visas i bild 68 till och med bild 71.

En brandvärmeskada kan förväxlas med en kortslutningsskada eller en legeringsskada om den inte undersöks ordentligt.

LEGERINGSSKADA

En legering är en blandning av två eller flera grundämnen där minst det ena är en metall. I en legering kan det också finnas icke-metaller och kemiska föreningar av olika slag. Det vanligaste sättet att framställa en metallegering är att blanda smältor av olika metaller som sedan får stelna. En smälta innebär att en metall har hettats upp så att den övergår från fast fas till flytande (vid smältpunkten). En metall har en specifik temperatur där den övergår från fast fas till flytande och tvärt om. Den punkten är densamma om metallen går från flytande till fast (vid stelningspunkten) eller tvärt om. Detsamma gäl-



Bild 70. En brandvärmeskada.



Bild 71. Brandvärmeskada.

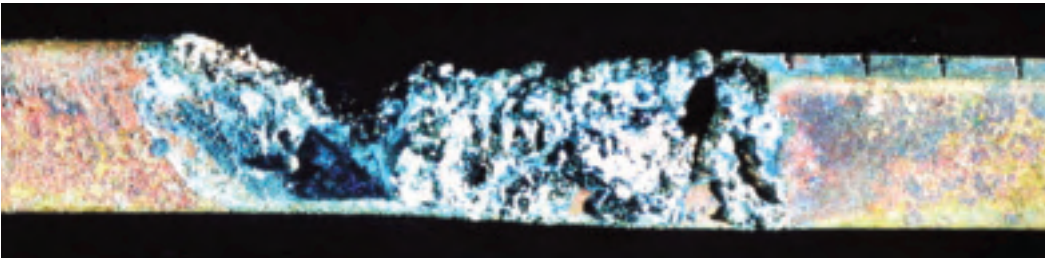


Bild 72. Legeringsskada som uppstått vid en legering mellan koppar och en annan metall.

ler för vatten förutsatt att det inte finns några inblandningar i det. För en legering varierar dock smält- och stelningspunkten beroende på den aktuella sammansättningen, vilket brukar kallas för att legeringen har ett stelningsintervall. Smältpunkterna för olika metaller och legeringar framgår av tabell 10.

Metall/Legering	Smältpunkt°C
Aluminium	650
Guld	1063
Järn	1528
Koppar	1083
Krom	1615
Mässing	Ca 900
Silver	961
Stål	Ca 1400–1450
Tenn	232
Zink	419
Wolfram	3410

Tabell 10. Smältpunkten⁷⁶ för olika metaller och legeringar



Bild 73. Legeringsskada som uppstått vid en legering mellan koppar och aluminium. Legeringens färg visar att det är en legeringsskada med aluminium.

Det finns ett antal vanliga legeringar:

- Brons är en legering mellan koppar och i huvudsak tenn.
- Stål är en legering mellan järn och kol.
- Mässing är en legering mellan koppar och zink. Legeringen är gulaktig.
- Legeringar mellan aluminium och koppar. Legeringen är spröd och går lätt sönder om ledningen böjs, och kan bli som ett grått eller glänsande silvrigt område på kopparledningens yta efter en brand.

Det går inte att lösa hur mycket salt som helst i vatten, och

76 Burström Per Gunnar, Byggnadsmaterial

på samma sätt går det inte heller att lösa vilka mängder som helst av olika metaller i varandra. När man tillsätter mer salt i en saltlösning hamnar till slut saltet på botten. Om lösningen däremot värms upp kan mer salt lösas upp i den. På samma sätt påverkas lösligheten hos metaller av temperaturen, men också av atomradien⁷⁷, kristallstrukturen⁷⁸ samt metallernas benägenhet att bilda nya kemiska föreningar.

När en elektrisk ledare av koppar utsätts för en brand kan oxidhinnan runt kopparledaren brytas igenom, och en legering bildas genom att koppar kommer i kontakt med en annan smältande metall (bild 72), exempelvis aluminium (bild 73). Det kan då bildas en skada på kopparledningen som utgörs av en legering mellan kopparen och en annan metall, dvs. en legeringsskada. Denna skada kan bli liten och ha skarpa gränser, och därför kan den förväxlas med andra smältskador. Koppar har en smältpunkt på 1 083°C och aluminium 650°C. Legeringens smältpunkt är som lägst 548°C, vilket inträffar när legeringen innehåller 33 procent koppar, och den får en smältpunkt som är lägre än både aluminiumet och kopparens smältpunkt. Vid en brandutredning kan det vara bra att känna till vid vilka temperaturer som de olika smältskadorna kan inträffa. En legering mellan koppar och aluminium kan exempelvis uppstå genom att aluminium droppar på en kopparledning. Om aluminiumet kyls av för fort kommer den endast delvis att fästa i kopparen. Om den i stället värms en längre tid kan oxidhinnan på kopparn brytas igenom och en legering mellan de två metallerna kan bildas.

En legeringsskada kan förväxlas med en kortslutningsskada eller en brandvärmeskada om den inte undersöks ordentligt








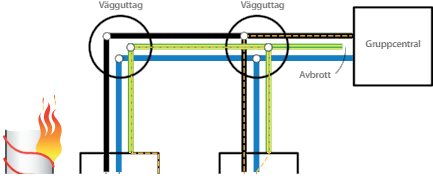
Det kan vara svårt att känna igen en legering bara genom färgen, utan det kan behövas en grundämnesanalys för att se vad den innehåller. En legeringsskada kan också förväxlas med en kortslutningsskada eller brandvärmeskada. Bild x och x visar två exempel på legeringsskador som har uppstått vid bränder.

77 Definition av atomradie finns i ordlistan i kapitel 9

78 Definition av kristallstruktur finns i ordlistan i kapitel 9

Sammanfattning

På nästa sida redovisas en sammanfattning av de skador som har beskrivits i detta kapitel. Det är viktigt att kunna skilja mellan dessa skador även om det kan kräva mycket kunskap. Vissa kan behöva studeras i exempelvis ett mikroskop för att kunna se skillnaderna mellan dem.

Skada	Bild	Orsak till branden eller inte
Överledning		Kan orsaka brand
Kortslutning (en typ av överledning)		Kan orsaka brand men det är ovanligt. Uppstår oftast till följd av branden
Brandvärmeskada		Orsakas av branden
Legeringsskada		Orsakas av branden
Glappkontakt		Kan orsaka brand
Överbelastning		Kan orsaka brand
Överhettning		Kan orsaka brand
Vagabonderande strömmar		Kan orsaka brand

5 Elektriska startföremål

I detta kapitel redovisas statistik över elektriska brandorsaker i byggnader samt exempel på vad som orsakar bränder i olika elektriska apparater. Tanken är att kapitlet ska ge en vägledning om vad som orsakar bränder och vad som inte gör det. Kapitlet ska också kunna användas vid brandutredningar för att slå upp vilka brandorsaker som är vanliga för en viss produkt.

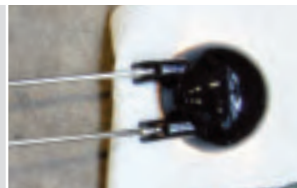
Självtest – vad kan orsaka en brand?

Nedan redovisas ett test med olika elektriska produkter som utvecklar värme. För att göra testet behöver du ett papper och en penna, och du ska för varje produkt 1–10 ange vad du tror att resultatet blir av testet. Skriv ner svaret på frågorna på ett papper innan du tittar på resultatet. Varje produkt har testats i 30 minuter och resultatet redovisas på sidan 187. För varje produkt ska du välja ett av följande alternativ:

1. Brand med lågor.
- X. Inga lågor, men däremot rök.
2. Varken rök eller lågor.

Produkt	Bild
1. Strykjärn, 1 200 W, placeras påslaget på maxeffekt mot ett bomullstyg.	
2. Brödrost, 1 300 W, med fyra rostbrödsivor fastnar "nere" i tillslaget läge.	
3. Fläkt, 2 000 W, påslagen på maxeffekt. Fläkten täcks med ett bomullstyg.	 
4. Element, 600 W, som påslaget täcks med ett bomullstyg.	
5. Matolja i en kastrull på en påslagen spisplatta, 1 500 W. Matoljan är cirka 0,5 cm djup.	
6. Tänd halogenlampa, 500 W, läggs mot en spånskiva.	
7. En tänd "vanlig" glödlampa på 60 W bäddas in i fyra lager lakan på båda sidor – fyra lager under lampan och fyra lager ovanpå lampan.	
8. En tänd vanlig glödlampa på 100 W bäddas in i fyra lager lakan på båda sidor, som i test 7 ovan.	

9. En tänd halogenlampa på 20 W (bordslampa) läggs mot åtta lager med bomullslakan.



10. En tänd kronljuslampa på 25 W bäddas in i fyra lager lakan på båda sidor, som i test 7 ovan.



Statistik

Statistik är bland annat viktigt för att kunna se vad som är vanliga brandorsaker och inte. Det är dessutom viktigt att kunna se trender och därmed avgöra om bränder tenderar att bli vanligare i något föremål eller område. Enligt statistik från Försäkringsförbundet för åren 2000–2006 orsakades 9–11 procent av alla bränder av el. Den statistik som Räddningsverket⁷⁹ har omfattar bara de bränder eller tillbud då räddningstjänsten har larmats, och orsaken är oftast en uppskattning av befälet som varit på platsen.

Det kan inte uteslutas att statistiken påverkas av att vissa produkter har dåligt rykte. Dessutom kan det inte uteslutas att vissa brandorsaker är felaktiga. Exempelvis kan bränder anläggas i elektriska apparater, och orsaken kan bedömas som ett elektriskt fel genom att en ordentlig undersökning inte genomfördes.

I tabell 11 visas antalet bränder där startföremålen var eller kan ha varit elektriska, utifrån räddningstjänstens larm under åren 1997–2007. Tabellen visar att cirka 10 procent av alla bränder har startat i ett elektriskt föremål, vilket stämmer med försäkringsbolagens statistik. Summan av antalet startföremål stämmer dock inte överens med antalet bränder i byggnader. Anledningen är att flera startföremål kan anges för en brand.

79 Frågorna hanteras från den 1 januari 2009 av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

Start-föremål	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Bastuaggregat	71	81	87	54	86	91	97	97	67	73	85
Diskmaskin	69	65	70	59	47	46	42	40	41	29	54
Glödlampa	65	73	88	80	63	71	67	69	60	55	64
Kaffebryggare	35	27	28	22	17	26	24	25	20	19	25
Kyl/frys	105	84	98	81	89	81	82	67	74	83	77
Lysrör	135	127	113	125	132	128	113	95	102	156	173
Stereo/video/dvd	15	13	16	21	15	8	8	6	7	12	8
Strykjärn	5	4	6	12	4	2	9	5	6	6	7
Torktumlare	117	118	112	112	105	88	84	77	94	101	78
Torkskåp	31	16	20	24	19	21	21	10	14	8	21
Transformator	83	71	58	57	66	63	69	36	42	50	64
Tv	141	149	149	152	164	125	108	101	91	87	75
Tvättmaskin	153	157	139	145	131	126	129	110	96	96	88
Andra elinst.	462	420	425	449	455	426	459	430	431	306	311
Summa elbränder	1 487	1 405	1 409	1 393	1 393	1 302	1 312	1 168	1 145	1 081	1 130
Summa andra startföremål	9 521	8 710	8 660	8 638	8 652	8 289	8 641	7 364	7 946	8 293	9 349
Okänt	1 805	1 337	1 343	1 121	1 296	1 419	1 410	1 152	1 233	1 128	1 224
Summa insatser för brand i byggnad	12 290	11 116	11 186	10 826	10 981	10 735	11 050	9 684	10 324	10 502	11 110

Tabell 11. Tabellen visar att antalet bränder minskade något under perioden, liksom bränder orsakade av elektricitet. Dock inträffade fler bränder under 2007 jämfört med de senaste åren. Diagram 3 visar startföremål för 2007 för att tydligare visa skillnaden mellan hur ofta olika elektriska apparater börjar brinna. Exempelvis framgår det att kaffebryggare orsakar relativt få bränder med tanke på hur vanliga de är i hemmen. Trots detta finns en allmän uppfattning om att kaffebryggare ska vara ett relativt vanligt startföremål för bränder.

Diagram 3. Startföremål i bostäder under 2007. Diagrammet visar startföremålet där branden kan ha berott på en elektrisk apparat. Statistiken är hämtad från Räddningsverket⁸⁰ och gäller de bränder där räddningstjänsten larmats.

80 Räddningstjänst i siffror 2007

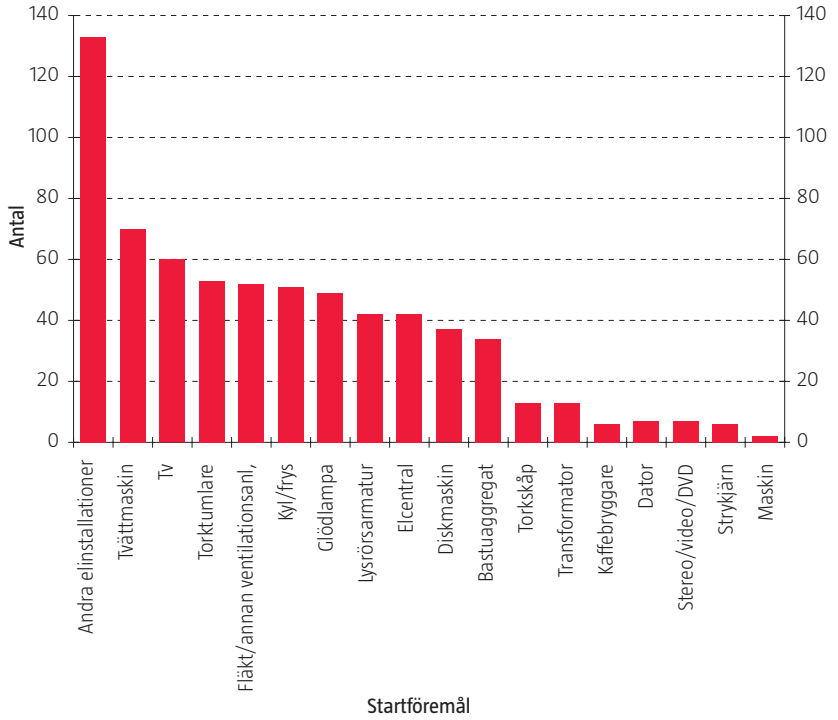
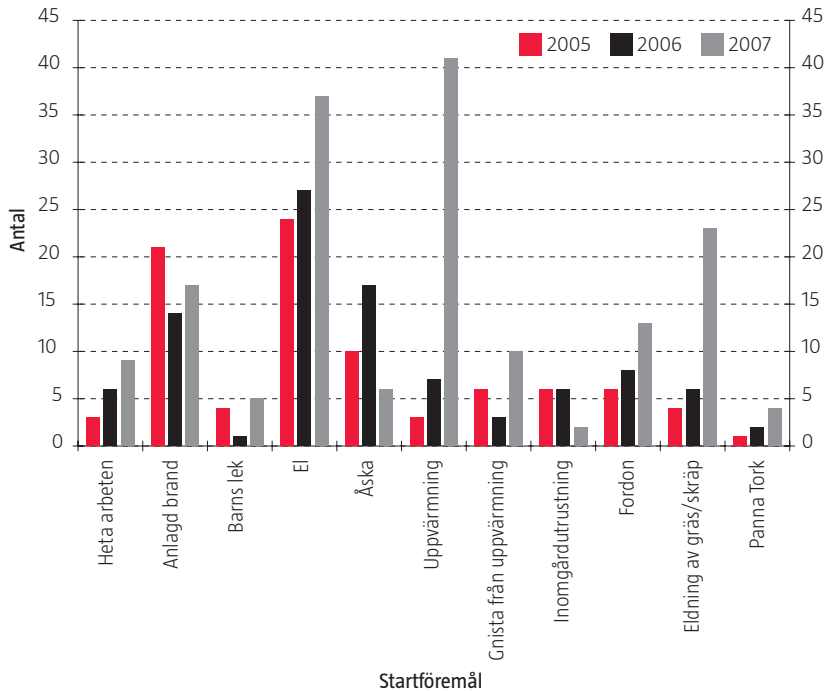


Diagram 4. Brandorsaken inom lantbruk 2005–2007 utifrån uppgifter från försäkringsbolagen.



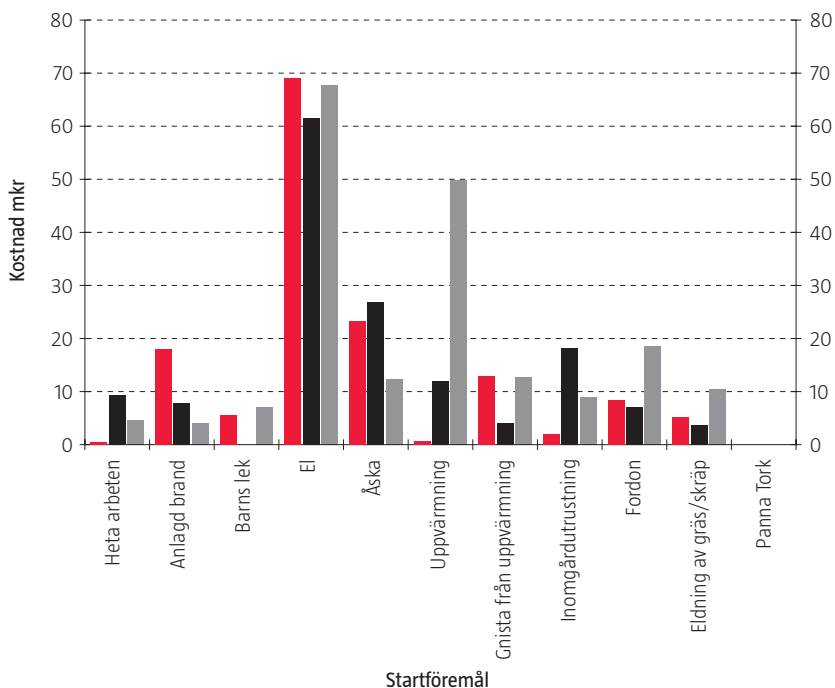


Diagram 5. Kostnader för bränder utifrån brandorsak för åren 2005–2007 utifrån uppgifter från försäkringsbolagen.

Det finns ingen statistik över hur mycket bränderna kostar utifrån olika startföremål och i alla typer av byggnader och miljöer. För lantbruk finns dock statistik att tillgå från försäkringsbolagen. I diagram⁸¹ 4 och 5 redovisas brandorsaker i lantbruk samt kostanden för bränderna utifrån brandorsak.

Generella konstruktioner och företeelser

I detta kapitel beskrivs komponenter som kan ingå i flera av de startföremål som finns i detta kapitel, tillsammans med händelser som kan inträffa i dem. Det är därför inte meningsfullt att beskriva komponenterna och företeelserna under varje startföremål utan de beskrivs i stället skilt i detta avsnitt.

PLASTER

Fram till början av 1980-talet bestod beröringsskydd i elektriska utrustningar främst av metall, bakelit eller hårdplast.



Bild 74. Eldosa som brinner.

81 Statistiken är erhållen från Länsförsäkringar



Bild 75. Brinnande plast droppar från dosan.

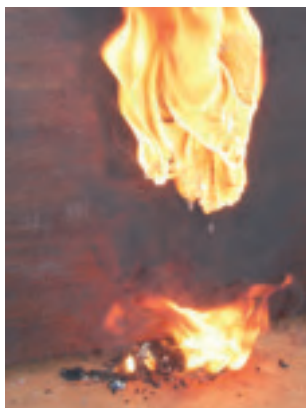


Bild 76. Brinnande plast har hamnat på marken under dosan.



Bild 77. En överledning som uppstått i en plast mellan fas och nolla i ett eluttag.

Materialen brandprovades genom ett så kallat glöddornsprov som gick ut på att en spetskon värmdes upp till 300–500°C beroende på vilket material som skulle provas. Spetsen sattes sedan mot materialet och om plasten skadades underkändes materialet. Under 1980-talet ersattes de hårda materialen i beröringsskydden av den mjukare termoplasten. I samband med det ändrades även provningsmetoderna så att man i stället använde en glödtråd ("glow wire") som värmdes upp till 650–960°C. För att klara testet skulle materialet självslockna inom 30 sekunder.

Plaster används i de flesta elektriska produkter. En brinnande plast kan ge upphov till en "pölbrand", dvs. smält plast som bildar en flytande, brinnande pöl vilket syns på bilderna 74, 75 och 76. Termoplaster smälter vid temperaturer på 80–110°C medan hårdplaster förkolnar i stället för att smälta. Termoplaster kan bidra till att sprida en brand genom att droppar av brinnande plast sprider branden nedåt. Vid undersökning av en brandplats där det finns plast kan det gå att se om plasten har skyddat mot branden eller om den snarare hjälpt till att sprida den. Genom att försiktigt ta bort smält plast från ett område där det brunnit kan man undersöka hur det ser ut under materialet, om ytan är oskadad eller om den har brunnit. Om ytan under plasten är brandskadad är det troligt att den smälta plasten började droppa ner när branden redan pågått ett tag.

Polyvinylklorid (PVC) är en självslocknande plast som ofta används som isolering i kablar. PVC innehåller klor som tillsammans med vatten från brandplatsen kan bilda saltsyra när gaserna kondenserar. Syran är frätande och kan skada människor och föremål.

Vissa isolatorer, t.ex. plaster, består av organiska material som innehåller kol. Undantagen är exempelvis glas och keramiska isolatorer. Tanken med isolatorer är att de inte ska leda ström, men om det kommer fukt på ytan kan isolatorn ändå bli strömförande genom att fukten kommer mellan två anslutningar med en inbördes spänningsskillnad. När en ström leds genom fukten och påverkar isolatorn kan den börja pyrolysera, och då kan det bildas en kolbrygga i isolatorn som gör att det leds ännu större ström mellan kontakterna (bild 77). När

fuken sedan har avdunstat kan strömmen gå genom kolbryggan mellan kontakterna, och då har isolatorn på den platsen blivit en ledare i stället för en isolator. Ju mer kol som bildas, desto högre kan strömmen bli mellan kontakterna, och högre ström leder också till högre värme. Strömmen som går genom denna kolbrygga ger en värmeutveckling som kan leda till brand om inte exempelvis en säkring eller jordfelsbrytare löser ut. Detta fenomen är vanligast vid högre spänningar. Det är också vanligare att bränder uppstår i komponenter som har rörliga delar, t.ex. strömbrytare och reläer, eller i kapslingar när kondens uppstår för att kall och varm luft möts.⁸² Enligt tester som gjorts i USA uppstod fenomenet inte när spänningen var under 70 V.⁸³

Om en kolbrygga har orsakat en brand går det att konstatera genom att mäta resistansen mellan kontakterna för att se om ledningsförmågan har ökat genom kolbildning och om det inte längre är isolerat mellan dem.⁸⁴ Ett annat sätt är att noggrant undersöka plasten för att se om det bildats en linje eller en spricka mellan kontakterna.⁸⁵ En sådan linje bildas lätt i vissa plaster såsom bakelit.⁸⁶ Om branden verkligen började i området kan man se kolbildningar inne i exempelvis en kopplingsdosa och att det varit varmt på alla sidor runt om anslutningen. Genom att undersöka brandskadorna i exempelvis en kopplingsdosa kan man avgöra om värmen kom utifrån eller inifrån. På bild 78 och 79 syns brandskador i ett startrelä där branden började på grund av gnistbildning. Startreläet fanns på en kompressor som framgår av bild 80.

VARVKORTSLUTNING I SPOLAR

En varvkortslutning kan exempelvis uppstå genom att spolen skadas mekaniskt eller har ett tillverkningsfel. Då uppstår kontakt mellan ledarna i spolen vilket kan medföra att spolen blir kortare när strömmen inte går hela vägen genom den. Då blir också strömmen högre genom denna del eftersom resis-



Bild 78. Ett startrelä som har börjat brinna och det syns att det blivit en kolbildning. Bränder i startreläer beror på att gnistor bildas i dem. På bilden ser man att värmen kom inifrån startreläet.



Bild 79. Kopparbleck som finns i startreläer. På bilden syns att kopparblecket fått skador av de höga temperaturerna från ljusbågar.



Bild 80. Startreläets placering på en kompressor. Kompressorn sitter normalt nere vid golvet på baksidan av en kyl eller frys. Startreläet är markerat med cirkeln.

82 Yearance Robert A., Electrical Fire Analysis

83 Beland B. & Fortier C. ; Arc tracking in relation to fire investigation

84 Yereance Robert A.; Electrical fire analysis

85 Yeareance Robert A.; Electrical fire analysis

86 Beland B. & Fortier C. ; Arc tracking in relation to fire investigation

Bild 81. En spole som orsakat en brand i en diskmaskin. Spolen satt i en avloppspump. Branden har orsakats av att det blivit en överledning mellan lindningsvarven i spolen vilket har lett till överhettning. Detta syns genom små smältpärlor som finns på lindningen.



tansen blir lägre, och spolen blir varmare än normalt vilket kan orsaka en brand. Bild 81 visar smältskador på en spole vilket är ett tecken på att det uppstått en varvkortslutning.

KONDENSATOR

En kondensator är en elektrisk komponent och den kan precis som ett batteri lagra en viss elektrisk mängd, dvs. laddas upp. En kondensator laddas först upp under en viss tid och kan sen användas som en spänningskälla med hög effekt. En brand kan starta i en kondensator på grund av bland annat

- övertoner
- överspänning.

I en kondensator kan det bli ett genomslag mellan olika folielager vilket kan leda till att en kondensator bli så pass varm att isoleringen som finns i den smälter och förgasas. Detta innebär att trycket ökar och höljet går sönder. När elektrolyten⁸⁷ i kondensatorn rinner ut (bild 82) kan en brand uppstå.

KONTAKTOR

En kontaktor är normalt konstruerad så att den via en manöverkrets får ström så att den öppnar eller sluter sig. Om den är spänningssatt genom manöverkretsen är alltså den slutet och strömmen kan passera genom kontaktorn. Dock händer det att kontaktorn fastnar i ett slutet läge (bild 83) och stannar



Bild 82. En kondensator som det varit ett brandtillbud i.

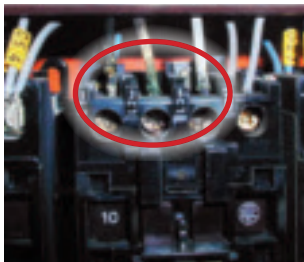


Bild 83. En varmgång i en kontaktor. På bilden syns att kontaktorn är i slutet läge och att isoleringen på de tre faserna har skadats av höga temperaturer.

87 Definition av elektrolyt finns i ordlistan i kapitel 9

så även om spänningen till manöverkretsen bryts. Detta kan till exempel medföra att värmeelement är spänningssatta när de inte ska vara det.

Att en brytare eller kontakter med metaller som ansluter mot varandra fastnar i slutet läge kan bero på att kontakten varit dålig och att det bildats gnistor som svetsat ihop kontakterna. Förutom hopsvetsade kontakter kan man efter en brand också hitta skador efter gnistbildning på dem. Vidare kan brandbilden visa vad som orsakat brandskadorna.

Bastu

Varje år larmas räddningstjänsten på cirka 80 bränder som har börjat i en bastu. Den vanligaste orsaken är inte fel på utrustningen utan i stället att bastun har använts på fel sätt och att aggregatet varit placerat på fel ställe. Nedan nämns fyra förekommande orsaker till bränder i bastu:

- Bastuaggregatet har suttit för nära brännbart material, vanligtvis träpanelen, som torkar ut och torrdestilleras. Det kan ta flera år innan en brand uppstår.
- Bastun används för att exempelvis torka tvätt. Antingen ramlar tvätten från tvättlinan ner på bastuaggregatet eller så är tvättlinan av plast som mjuknar av värmen och töjs eller går av, så att tvätten hamnar på bastuaggregatet.
- Brännbart material har placerats på bastuaggregatet eller intill det. Om manöverpanelen sitter i ett annat rum och slås på utan att man först kontrollerar aggregatet kan det brännbara materialet fatta eld.
- Ventilationen i bastun är felaktigt utförd så att det blir för varmt i någon del av bastun.

På manöverpanelen finns oftast ett reglage för aggregatets effekt. Dock finns det inget skydd som löser ut om något brännbart material hamnar på aggregatet och leder till en värmeutveckling.

Exempel 8: Brand i en bastu

Strömmen bröts i en villa i södra Stockholm. Detta hade enligt uppgift hänt några gånger tidigare och de boende trodde att det berodde på överbelastning. Alla säkringar (automatsäk-



Bild 84. Bastuaggregatet där branden började.

ringar) som var frånslogna slogs till igen. Efter ett tag kändes röklukt och man kunde snart konstatera att det kom rök från bastun, trots att de boende i villan aldrig hade använt den utan i stället förvarade saker i utrymmet. De boende och senare räddningstjänsten lyckades begränsa branden till bastun och utrymmet intill. Manöverpanelen till bastun fanns utanför och den hade ett vred för av och på samt ett vred för att reglera temperaturen. Efter branden kunde man konstatera att bastun var påslagen på manöverpanelen och att värmen från bastuaggregatet hade antänt föremålen när säkringarna slogs till. Ett tydligt brand-V syntes på väggen i bastun (bild 84).



Bild 85. En klotlampa på 40 W har orsakat en brand på ett äldreboende genom att brännbart material placerats mot lampan.



Bild 86. Kronljuslampa.

Belysning

GLÖDLAMPOR

Det är allmänt känt att glödlampor kan utveckla bränder. Av den effekt som en glödlampa förbrukar används cirka 93 procent till att alstra värme och 7 procent för att ge ljus.⁸⁸ Om en glödlampa orsakar en brand eller inte beror på dess effekt, dess utformning och dess omgivning. Om glödlampan placeras så att värmen inte kan försvinna kommer den i stället att värma upp omgivningen, och om där finns något brännbart material kan de flesta glödlampor orsaka en brand.

Klotlampor (bild 85) och så kallade kronljuslampor (bild 86) kan orsaka bränder vid lägre effekter än "vanliga" glödlampor eftersom avståndet från glödtråden till lampgloben är mindre och ytan därmed blir varmare. Många bränder orsakas av lampor som av någon anledning faller ner i en säng eller liknade. Andra brandorsaker är skrivbordslampor med halogenlampor, klämspottar som har ett fjädrande klämfäste, och så kallade uplight-lampor. I det sist nämnda fallet är det oftast gardiner eller något annat brännbart material som av någon anledning har ramlat ner över lampan och som till slut fattar eld. Enbart i Malmö inträffade under en period fyra lägenhetsbränder av denna orsak. Vid ett av tillfällena hade den boende hängt gardinen över lampan för att putsa fönstret och sedan glömt bort det.

88 Elkunskap för vardagsbruk, Svenska elverksföreningen

LJUSSLANG

Ljusslangar har blivit mycket populära på senare år och har också orsakat flera bränder. Dessa beror på bland annat följande fyra orsaker:

1. Ljusslangen har legat ihoprullad. Värmeutvecklingen blir högre på ett litet område.
2. Ljusslangen har täckts med brännbart material. Som beskrivits ovan avger belysningen inte enbart ljus, utan även värme.
3. Ljusslangens konstruktion med seriekopplade lampor. För att slangen inte ska slockna om en lampa går sönder är den konstruerad att kortsluta vid den trasiga lampan så att kretsen fortfarande är sluten. Varje lampa har ett visst motstånd i den elektriska kretsen, och om alla lampor har samma motstånd kommer spänningen att fördelas jämnt över lamporna. När en lampa går sönder blir dock spänningen högre över de kvarvarande lamporna eftersom det totala motståndet i slingan blir lägre. Ju fler lampor som går sönder, desto högre spänning blir det över varje lampa, och ju högre spänning över varje lampa desto högre blir värmeutvecklingen i respektive lampa. Detta fenomen ledde troligtvis till ett brandtillbud i en bar i Gävle där ljusslangen satt monterad på en bardisk.
4. Glappkontakt i kopplingen så att bränder har startat i anslutningen till ljusslangen.

Exempel 9: Brand orsakad av en ljusslang

På en hönsgård med cirka 10 000 höns upptäckte en anställd att det kom rök från ventilationssystemet. Denne tog sig in i hönsgården och såg att det brann under ett transportband och att det var rökigt i utrymmet. Personen lämnade fläktarna på till utrymmet där hönsen fanns för att minska röken och larmade sedan räddningstjänsten. En ljusslang som gick under ett av transportbanden hade krånglat en tid och ljusslangen hade slocknat några gånger. Ljusslingan var säkrad med en säkring på 10 A och var kopplad till en jordfelsbrytare. Vid tillfället för branden löste en av dessa ut, men det är osäkert vilken. Ljusslangen var ansluten till 230 V och hade en effekt

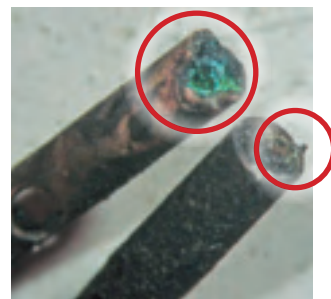


Bild 87. Hylsorna från anslutningen. Den vänstra har ganska stora skador i ena änden medan den högra har som en liten droppe i änden.



Bild 88. Närbild av det högra stiftet.



Bild 89. En glimtändare som orsakat ett brandtillbud.



Bild 90. En kondensator som har orsakat en brand i ett lysrör. Att kondensatorn orsakat branden framgår av de hål som finns i den röda ringen.



Bild 91. En kondensator som det varit ett brandtillbud i.



Bild 92. En lysrörsarmatur där det börjat brinna i en drossel. Branden har börjat i området som markeras med en röd ring. Branden orsakades av en varvkortslutning i drosseln.

av 16,1 W/meter. Brandutredningen visade att branden hade börjat i kontakten till ljusslangen (bild 87 och 88) och berodde på glappkontakt i kontakten. En kontroll av den elektriska installationen visade att ljusslingan inte var avsedd för den aktuella miljön. I en hönsgård bildas ammoniak vilket kan medföra att stickproppen korroderar om den inte är gjord i rätt material.

LYSRÖRSARMATURER

Enligt statistik från Räddningsverket larmades räddningstjänsten till 156 bränder i lysrörsarmaturer under 2006. Undersökningar visar att de flesta av dessa bränder var tillbud som endast skadar själva armaturen. Det finns dock exempel på bränder som har börjat i lysrörsarmaturer och som vällat stora brandskador. En möjlig orsak till brandspridningen från lysrörsarmaturen är att brinnande plast har droppat ner från armaturen.

Bränder i lysrörsarmaturer beror på fel på drosseln (bild 92), på glimtändaren (bild 89) eller på kondensatorn (bild 90 och 91). De kan också bero på glappkontakt i lysrörshållarna. Ett vanligt fel är att lysrören står och blinkar när glimtändaren gör upprepade tändningsförsök. Detta ökar temperaturerna i komponenterna i lysrörsarmaturen. Vid dessa fall brukar bland annat drosseln lukta bränt. I en sådan situation kan även glimtändaren kortslutas genom att bimetallbrytaren smälter ihop, vilket leder till hög värmeutveckling. Ett sätt att förhindra det är att använda en säkerhetsglimtändare som bryter strömmen om lysrören inte tänds efter några tändningsförsök. Om armaturen misstänks vara brandorsaken kan det vara bra att fråga om lysrörsarmaturen stod och blinkade före branden.

Bränder i en drossel eller reaktor kan orsakas av ett isolationsfel i drosseln. Isolationsfelet kan antingen vara materialfel eller bero på att den utsatts för höga temperaturer som då lett till att den försvagats och spruckit. I dessa fall har isolationsfelet lett till en varvkortslutning i drosseln, och när det uppstår hjälper det inte att ha en säkerhetsglimtändare.

HALOGENLAMPOR

Halogenlampor ger starkt ljus men utvecklar även mycket värme. En 500 W:s halogenlampa kan ge en temperatur av 1 000–1 300°C på halogenröret.

Det finns två typer av halogenlampor, en som ger det mesta av värmen framåt (s.k. ALU-lampor) och en som sprider huvuddelen av värmen bakåt. Det är viktigt att veta vilken typ av halogenlampa som ska användas, och om en spotlight ska fällas in i t.ex. ett tak måste den vara försedd med en reflektor som riktar värmen neråt i stället för uppåt. Det är också viktigt att kontrollera att det är bra ventilation runt lampan och att avståndet till brännbart material är tillräckligt.

För en så kallad bygglampa anger tillverkaren att det inte får finnas något brännbart material inom en meter framför lampan. Tester visar att en bygglampa på 500 W som inte har skyddsglas och som ligger ner med strålkastaren mot en spånskiva snabbt får skivan att börja pyrolysera. Vid ett annat test där det fanns en springa mellan lampan och skivan började det att brinna ganska snart. I stället för en så kallad bygglampa kan man exempelvis använda en lampa som på bild 93. Den ger ett bra ljus samtidigt som de tre lysrören endast har en effekt på 3 x 36 W.

Det finns i regel två anledningar till att halogenlampor orsakar bränder:

- Lampan antänder brännbart material i närheten om det finns för nära eller om värmeavgivningen är för dålig.
- Den varma halogenlampan i spotlighten lossnar och ramlar ner och orsakar bränder.

I stället för att använda halogenlampor som spotlights går det bra med så kallade LED-lampor. De ger en betydligt lägre temperatur och därmed minskar risken för brand avsevärt. Tyvärr är de dyrare och ger en annan färg på ljuset. Det har även varit problem med att uppnå samma ljusstyrka som halogenlamporna har.

Exempel 10: Brand orsakad av en form av halogenlampa

I en villa hade en sollampa (bild 94) av någon anledning blivit liggande påslagen mot ett trägolv. Efter en tid började det



Bild 93. En lampa som skulle kunna vara ett alternativ till en så kallad bygglampa eftersom den inte blir lika varm men ändå ger ett bra ljus.



Bild 94. Sollampan som legat mot golvet. I nedre högra hörnet syns på brytarna att lampan varit påslagen samt att den varit tillslagen i IR-läge, värmeläge. Effekten var på cirka 300 W.



Bild 95. Hålet i golvet där sollampan "kolat" igenom.

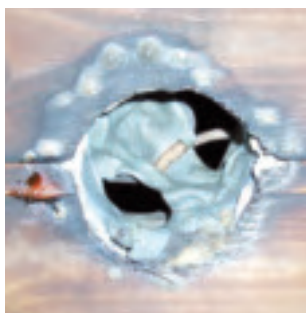


Bild 96. Taket i badrummet där en spotlight suttit.



Bild 97. Toaletten i badrummet. En av lamporna i spotlightsen hade lossnat och ramlat ner på toalettstolen.

brinna och brandskadorna blev kraftiga i sovrummet där lampan legat. Hela villan fick mycket kraftiga rökskador. Sollampan hade varit tillslagen i IR-läge (värmeläge) och i det här fallet hade sollampan "kolat" ner genom trägolvet (bild 95). En undersökning av elkabeln till lampan visade en kortslutningsskada på kabeln cirka 20 cm från lampan. Detta stärkte ytterligare bevisen att lampan hade orsakat branden eftersom all el i rummet var säkrad med en säkring. Det kunde därför bara bli en kortslutningsskada i rummet och den kan som i det här fallet ge en indikation på vilket område branden börjat i. Branden bör alltså ha startat i närheten av kortslutningen som var en sekundär brandskada. Branden hade därmed i ett tidigt skede nått kabeln till lampan, vilket medförde att ledarna smälte ihop och en kortslutningsskada uppstod.

Exempel 11: Brand orsakad av spotlights

I en villa i södra Sverige renoverades badrummet 2003–2004. I juni 2007 brann det i villan och branden hade börjat i taket i badrummet (bild 96) där en fackman hade installerat spotlights. Lamporna matades med en spänning på 230 V och hade en effekt av 50 W styck. Totalt monterades sex stycken spotlights i taket och alla var monterade i plastkoppor. Taket bestod, från badrummet mot vinden sett, av träpanel, gips, träpanel och isolering. När branden upptäcktes var lamporna inte tända. Brandorsaken bedömdes vara en torrdestillation av träet runt lamporna vilket gjort att träet till slut hade antänts. Eftersom kopporna var av plast kunde branden också spridas upp på vinden. Vid detta tillfälle löste både jordfelsbrytaren och säkringen till lamporna ut, men det hjälpte inte eftersom branden började i träet när temperaturen blivit så hög att träet antänts. Vid branden lossnade en av lamporna i dessa spotlights och ramlade ner på toalettstolen (bild 97). Som tur var utvecklades det ingen brand där.

DIMMER

En dimmer kan fungera på olika sätt. Ett sätt som inte är så vanligt längre är att det finns ett reglerbart motstånd i dimmern. Motståndet kopplas i serie med den elektriska utrustning som den ska reglera, exempelvis belysning. På så sätt blir



Bild 98. En dimmer som har brunnit.

spänningen i belysningen lägre när en del spänning förbrukas i dimmern. Denna spänning över dimmern omvandlas till värme i motståndet, och ett problem med denna dimmertyp är vart värmen ska ledas. Ju mer dämpad belysningen är, desto högre är motståndet i dimmern, vilket alltså innebär att värmeutvecklingen i dimmern är högre. Sådana dimrar har orsakat flera bränder.

En annan typ av dimmer har en elektronisk styrning med en halvledarkomponent som släpper fram strömmen under en viss del av växelströmsperioden. Metoden innebär att värmeutvecklingen i dimmern blir lägre. En sådan dimmer passar bra för glödlampor men lysrör måste vara anpassade för denna dimmertyp för att inte ska skadas. Bild 98 visar en dimmer som det brunnit i.

Diskmaskin

Bränder i diskmaskiner kan bland annat bero på följande anledningar:

- Ledningar har skavt mot metall när luckan stängts och öppnats.
- Dålig kontakt mellan kretskortet och ledningarna som går till det. Branden kan börja i anslutningen på grund av glappkontakt.
- Något brännbart material, exempelvis smörknivar av plast



Bild 99. Ett kretskort i en diskmaskin som det börjat brinna på. Branden har börjat i den röda ringen.



Bild 100. Platsen på kretskortet där branden börjat framgår av den röda ringen. Koppar har smält bort på platsen inom den röda ringen. Pennan visar en liten bubbla av koppar – ett spår efter höga temperaturer.



Bild 101. Brandskadorna på diskmaskinen.

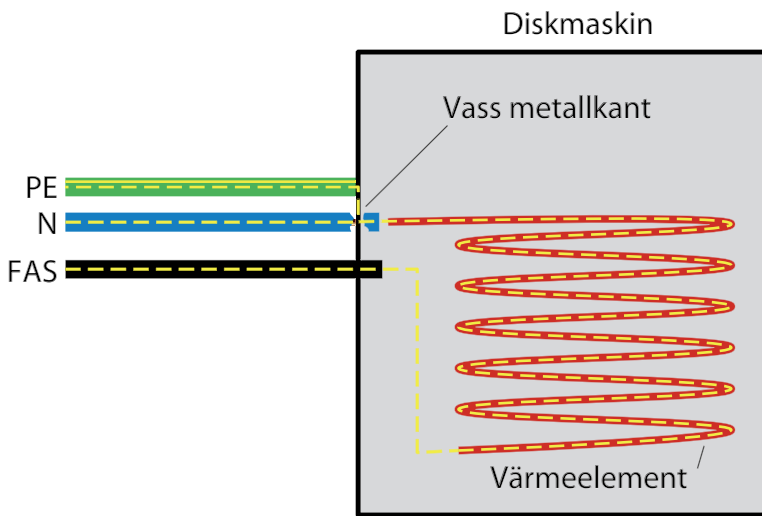
- eller trä, har fallit ner på värmeelementen i diskmaskinen
- Nivåvakten har fått ett fel som gör att nivåvakten börjat brinna eller att maskinen fortsatt programmet utan att ta in något vatten. En nivåvakt reglerar hur mycket vatten som maskinen tar in.
- Komponentfel på kretskort (bild 99 och 100).
- Varvkortslutning i de spolar som öppnar och stänger vattenflödet.
- Brand i programverk.

Exempel 12: Brand i en diskmaskin

I en bostad i Stockholmsområdet hörde en boende att brandvarnaren pep, och det visade sig att det brann i diskmaskinen. Personen agerade exemplariskt genom att släcka branden med en skumsläckare, stänga av diskmaskinen och larma räddningstjänsten. Brandutredningen visade att det börjat brinna i en anslutning till ett kretskort (bild 101 och 102). Anledningen var glappkontakt mellan en kontakt och en ledare som berodde på ett fel vid tillverkningen. Kontakten blev inte helt ansluten mot metallen i ledaren, vilket ledde till en varmgång i kontakten. Brandutredaren tog kontakt med tillverkaren som kände till att problemet fanns på deras diskmaskiner.



Bild 102. Kretskortet som det brunnit. En röd cirkel visar kontakten där branden startat.



Figur 49. En överledning efter belastningen i diskmaskinen.

Exempel 13: Brand i en diskmaskin

I en villa i Stockholmsområdet kände ägaren röklukt och konstaterade att lukten kom från diskmaskinen. Personen stängde föredömligt av strömmen, hämtade en handbrandsläckare och larmade räddningstjänsten. Brandutredare kunde sedan konstatera att branden orsakats av att kablar skavt mot en metallkant i luckans nederkant (bild 103) när den öppnades och stängdes. En överledning hade sedan inträffat mellan en elektrisk ledare och en metallkant i diskmaskinen så att gnistor bildades och kablarna började brinna tillsammans med ett papper med kopplingsschema som fanns i luckan. I dessa fall löser en jordfelsbrytare ut oavsett var på kretsen skadan inträffar, om överledningen sker till jord. En säkring löser dock inte ut om skadan inträffar efter belastningen, alltså om skadan inträffar på neutralledaren som i figur 49 eftersom strömmen då inte ökar i kretsen. Vid detta tillfälle kunde man se att branden varit begränsad till ledningarna. Ledarisoleringen är normalt av PVC och sådana ledare ska självslockna som de gjorde i detta fall och som syns på bilden.



Bild 103. Det har blivit en urgröpnung i metallkanten där den varit i kontakt med de strömförande ledarna. Ledarna och metallkanten syns i den röda ringen.

Bild 104. En brandskada som beror på att fukt hade samlats i fasskenan i en normcentral, så att det inträffade en överledning mellan fasskenorna.



Elcentral

Den nya typen av elcentraler (normcentraler) innehåller automatsäkringar, även kallade dvärgsäkringar, och började användas på 1980-talet. Det har uppstått en del bränder i dessa centraler, främst i fuktiga utrymmen som lador, uthus, maskinhallar och andra utrymmen utan uppvärmning. Problemen med centralerna har bland annat varit följande:

- Metallspån som orsakar ljusbågar eller överledning. Skenorna som automatsäkringarna ansluts till kapas med en metallsåg och det finns då en risk att spånen blir kvar och leder ström.
- Fukt samlas i de u-formade skenorna. Eftersom skenorna oftast är monterade under säkringar samlar de lätt upp vätska, vilket kan medföra överledning och ljusbågar (bild 104).
- Dålig kontakt mellan skruven och skenan i en koppling. Skenorna är oftast placerade under säkringarna, och då kan det vara svårt att veta om det blivit en bra kontakt. Det finns en risk för att skenorna inte hamnar mellan skruven och det som skenan ska skruvas mot, utan skenans u-formade anslutningsbleck kan i stället hamna ovanpå skruvskallen. Detta kan leda till en glappkontakt vilket också har hänt i elcentralen på bild 105. Det kan även förekomma att skruven inte har dragits åt tillräckligt hårt, som i elcentralen på bild 106 och 107.
- Varmgång i huvudbrytare. Centraler som finns i verksamheter som är i drift med höga strömmar under en längre tid utsätts för långvariga höga temperaturer. I huvudbrytaren passerar stora strömmar och det finns en risk för att brytaren ska hettas upp om inte värmen avleds tillräckligt bra. Uppvärmningen kan med tiden leda till att en fjäder som ska hålla en bra kontakt i brytaren tappar sin härdning och spänst, vilket i sin tur leder till en glappkontakt. Detta kan leda till varmgång och slutligen ljusbågar som kan orsaka en brand.

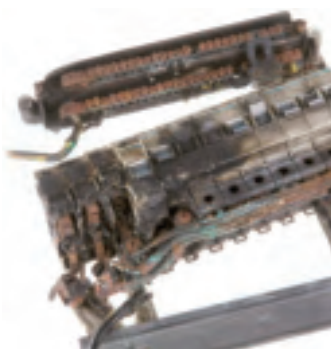


Bild 105. En elcentral, även kallad normcentral, som det brunnit i. Branden orsakades av glappkontakt på grund av att en skruv i en anslutning var helt nedskruvad. Därmed fanns det ingen plats för anslutnings-skenans u-formade bleck som skulle sitta under skruvskallen. Blecket hade hamnat ovanför skruvskallen och det uppstod en glappkontakt.



Bild 106. En elcentral där branden börjat för att en skruv inte varit åtdragen, se bild 107. Detta ledde till en glappkontakt och en brand i elcentralen som följde.

Exempel 14: Brand i en elcentral

På ett lantbruk gick fastighetsägaren in för att dricka kaffe och upptäckte att det inte fanns någon ström i huset. Alla säkringar i gruppcentralen i huset kontrollerades och visade sig vara hela. Fastighetsägaren kontrollerade också huvudcentralen där en av de tre huvudsäkringarna på 63 A hade löst ut. Säkringens byttes, men den löste ut direkt igen. Fastighetsägaren slog då ifrån några belastningar i ett svinhus och bytte huvudsäkringens för andra gången. Denna gång löste inte säkringen ut. Därefter kopplades belastningarna på igen och allt verkade fungera. När allt var tillslaget igen gick fastighetsägaren för att kontrollera en undercentral i svinhuset, men utrymmet var rökfyllt och fastighetsägaren upptäckte att det brann med öppen låga i elcentralen. Ett släckförsök med en handbrandsläckare misslyckades. Fastighetsägaren bröt då strömmen till undercentralen på en annan plats och lyckades sedan släcka branden med en handbrandsläckare.

Brandutredningen visade att branden börjat i en brytare i undercentralen (bild 108 och 109), antingen på grund av att det blivit för varmt i brytaren för att värmen inte kunnat avges tillräckligt, eller på grund av en glappkontakt som lett till en värmeutveckling. Centralen var godkänd och provad för att klara 650 °C, men eftersom elcentralen var av plast kunde branden spridas till den. Efteråt gjordes ett test då lågan från ett stearinljus hölls mot centralen. Efter cirka 30 sekunder brann centralen och det droppade dessutom brinnande plast från den.

Exempel 15: Brand som startat i en elcentral

En sakkunnig inom el ringdes ut till en villa för att det brann i en elcentral (bild 110). Undersökningen visade att en vattenläcka i villan hade gjort att det runnit vatten längs med ledningar ner i centralen. I elcentralen uppstod sedan en överledning och det började brinna.

Exempel 16: Brand som startat i en elcentral

En brandutredning gjordes efter en brand strax söder om Stockholm. Elcentralen hade varit infälld i en innervägg i villan och i väggen fanns ingen isolering. Elcentralen var nästan



Bild 107. Skruven som inte varit åtdragen i automatsäkringens.



Bild 108. En elcentral där branden börjat i huvudbrytaren. Huvudbrytarens placering framgår av den röda ringen.



Bild 109. En huvudbrytare som det börjat brinna i.



Bild 110. Elcentralen där det börjat brinna på grund av en vattenläcka.



Bild 111. Som syns på bilden är rummet kraftigt brandskadat och utifrån brandbilden är det svårt att avgöra var i rummet branden började. Det syns att branden varit kraftig och att brandskadorna är låga. Med anledning av att en brand sprider sig mycket snabbare uppåt än nedåt är det alltid intressant att undersöka de lägsta brandskadorna för att se om branden börjat där.



Bild 112. Rören som dragits upp ovanför isoleringen och som i förlängningen orsakat branden i villan.

helt bortbränd efter branden och rummet hade mycket stora brandskador (bild 111). I rummet fanns även annan elektrisk utrustning. Eftersom det inte fanns någon isolering i väggen vid elcentralen började utredaren misstänka att kondens hade uppstått i ledningsrören till elcentralen. En kontroll gjordes på vinden ovanför elcentralen och där visade det sig att rör från elcentralen hade lagts ovanpå isoleringen (bild 112). En del rör innehöll elledningar medan andra var oanvända och hade dragits upp till vinden utan att dras vidare. När varmluft steg upp i rören till vinden hade den kylts av och bildat kondens, vattnet rann tillbaka ner i rören till centralen. Rör för el ska dras under isoleringen och inte ovanpå som i det här fallet.

Elektriska anslutningar

Problem vid elektriska anslutningar beror oftast på glappkontakt av exempelvis följande anledningar:

- En anslutning dras åt för hårt så att ledningen går av.
- En anslutning dras åt för löst vilket medför glapp.
- Oxiderade eller smutsiga kontaktytor.
- Dåligt kontaktryck på grund av utmattade fjädrar i elektrisk utrustning
- Underdimensionerade kontakter.
- En felaktig anslutning som medför dålig kontakt.

Exempel 17: Brand som startat i en anslutning

Boende i en lägenhet i Stockholm hade känt röklukt men kunde inte lokalisera källan. Drygt två dagar senare hördes något som beskrevs som ett ”pang” och de boende upptäckte att två säkringar i elcentralen hade slagit ifrån. De försökte återställa dessa men automatsäkringarna slog ifrån igen. Då upptäckte de boende att det kom rök från sidan på spisen där en platta var påslagen eftersom man lagade mat. Spisen drogs fram, stickproppen till spisen drogs ut och all el i bostaden slogs ifrån i gruppcentralen. Brandskadorna begränsades till anslutningen till spisen. Brandutredningen visade att två huvudsäkringar på 20 A hade löst ut, och att två säkringar i gruppcentralen i bostaden också hade löst ut.

En genomgång av anslutningen till spisen visade att det fanns brandskador på stickproppen (bild 113), vägguttaget (bild 114 och 115) och en ledare (fasledare) till vägguttaget. Isoleringen på ledaren hade smält en bit från uttaget och ledaren visade tecken på att ha utsatts för höga temperaturer, men inte så höga att det fanns smältskador på metallen. I stickproppen hade det ena stiftet smält ner nästan helt och endast en liten del av stiftet återstod. Ledaren till stiftet var korrekt ansluten. Det fanns lite kolningsskador i området runt stiftet mot andra faser och skyddsledaren. En del av locket till vägguttaget hade smält och runt omkring fanns kolningsskador. Även under locket till vägguttaget fanns kolningsskador. Alla smältskador var runt en fasledare och runt det vägguttaget såg man att anslutningsblecket hade smält ner i änden, det vill säga den del som är närmast stiftet (bild 116). Anslutnings-



Bild 113. Stickproppen till spisen. I ringen finns resterna av det ena stiftet. Stickproppen har haft fyra stift (tre faser och en jord).



Bild 114. Ringen visar var glappkontakten uppstått i vägguttaget.



Bild 115. Hålet i locket till vägguttaget visar tydligt var glappkontakten varit.



Bild 116. Anslutningsblecket (hylsan) i vägguttaget har smält vid glappkontakten. Bilden visar en förstoring på hylsan som finns i ringen på bild 114.

blecket visade dock inga tecken på utmattning och hade inte vidgats på något sätt. När ett stift sattes i anslöt det korrekt. Ingen kortslutningsskada hittades, och det var inte heller förväntat eftersom endast en ledare hade smält isolering. Därmed kunde ledarna inte ha haft någon kontakt med varandra. Inte heller där isoleringen hade smält kunde ledaren få kontakt med jordad metall, och därmed kunde det inte uppstå någon kortslutning där.

Sammantaget visar skadorna att en glappkontakt uppstått mellan stiftet och anslutningsblecket (hylsan). Temperaturen har varit så hög att metallen smält. Med tiden bildades en kolbrygga som lett till en överledning då säkringarna slog ifrån.

Elektriska motorer

Bränder i elektriska motorer beror vanligtvis på någon av följande anledningar:⁸⁹

- Värme eller gnistor från motorn som antänder brännbart material i närheten.
- Friktion från exempelvis ett lager som kan leda till gnistbildning eller en ljusbåge alternativt överhettning.
- Överbelastning som kan leda till överhettning.
- Varvkortslutning i motorlindningen.
- En kondensator som börjar brinna.
- Hög belastning på faserna. Detta kan inträffa om en fas faller ifrån under driften, exempelvis genom att en säkring löser ut, och då blir belastningen för hög på de andra faserna. Normalt löser motorskyddet ut då, så det måste vara ur funktion för att överbelastningen ska orsaka en brand.

Om axeln inte går runt på större motorer kan det vara ett tecken på att branden har börjat i motorn. Anledningen är att de stora strömmar som går genom motorn kan svetsa fast axeln.

Exempel 18: Brand som startat i en elektrisk motor

En lördag kändes röklukt i en villa, och återigen på måndagen. På onsdagen började det att brinna i källaren och räddningstjänsten tillkallades. Branden inträffade alltså fyra dagar efter

89 Korkalo Jorma, Keijonen Ari & Nurmi Veli-Pekka; Elektriska brandrisker och deras hantering

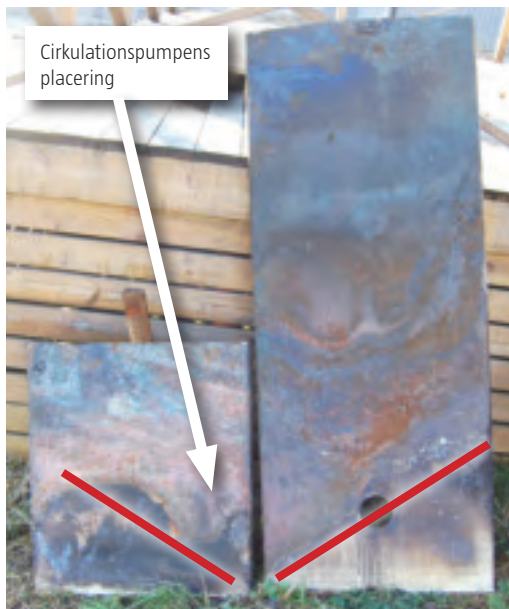


Bild 117. Plåten som suttit framför bergvärmeanläggningen har ett brand-V som anger i vilket område branden börjat.



Bild 118. Anslutningsplinten på cirkulationspumpen.

det att de boende första gången känt lukt av rök. Brandskadorna i källaren blev mycket kraftiga. En undersökning av elcentralerna visade att en säkring löst i huvudcentralen, och i gruppcentralen hade de tre byglade huvudsäkringarna också löst ut. Om en byglad säkring löser ut, kommer den samtidigt att lösa ut de andra två. Även jordfelsbrytaren hade löst ut. Brandutredningen visade att branden hade börjat i en bergvärmeanläggning, närmare bestämt i en kopplingsdosa till en cirkulationspump (värmebärarpump). Utredaren kom fram till det genom att se på brandbilden (bild 117) och på skadorna i kopplingsdosan (bild 118). I kopplingsdosan fanns två anslutningsstift, och runt dem var det bränt på alla sidor. Brandbilden visade också att värmen inte kom utifrån utan från stiftet (bild 119). Den övriga elektrisk utrustning som undersöktes visade att värmen kom utifrån.

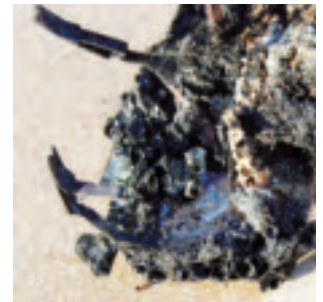


Bild 119. Kopplingsdosan på cirkulationspumpen och de båda stiftet som syns till vänster i bild.

Elledningar

Det är relativt ovanligt att bränder börjar längs med en elledning där det inte finns några anslutningar, såvida ledningen inte är skadad på något sätt. Det finns dock några orsaker



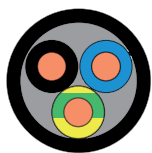
Bild 120. En ledning med gummiisolerings som börjat falla sönder på grund av åldrande.

till att en brand uppstår längs med en elledning och inte vid anslutningar eller liknande:

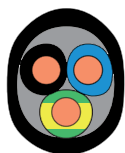
- Ledningen (främst ledningar med stora belastningar) blir för varm på grund av följande anledningar:
 - Omgivningstemperaturen är för hög.
 - Högre ström än vad som är tillåtet går genom ledningen.
 - Kabeln går genom en brandcellsgräns med värmeisolerande tätning, vilket höjer temperaturen i kabeln.
 - Tätningen i brandcellsgränsen är för lång, vilket höjer temperaturen i kabeln.
- Mekanisk åverkan på grund av följande anledningar:
 - En elkabel kan exempelvis böjas för kraftigt (bild 121). Böjningsradien ska vara minst 10 ggr kabelns diameter. Figur 50 visar vad som kan hända om en kabel böjs för kraftigt.
 - Skavning eller någon annan åverkan från exempelvis verktyg eller vassa kanter som skär in i kabeln. Detta kan exempelvis uppstå där en anslutningskabel passerar ut genom en kopplingslåda eller liknande till någon elektrisk utrustning.
- Tryck på kabeln som kan orsaka överledning.
- Råttor gnager på hål på isoleringen.
- Gamla ledningar och kablar där isoleringen har lossnat för att den torkat och blivit spröd (bild 120). Detta kan exempelvis inträffa när man gör en ny elinstallation där det redan finns en gammal installation. Arbetet med de nya kablarna kan göra att de gamla utsätts för stötar eller någon annan påfrestning som gör att isoleringen lossnar. Elkablar med gummiisolerings brukar åldras snabbare än andra ledningar.
- Långa elledningar.



Bild 121. En kuloledning som böjts för mycket så att böjningsradien blivit för liten och kabeln har tagit skada.



Normalt läge för en ledare i en enkel kabel



I en ledningsböj som har för liten radie ($< 10 \times d$) finns risk för att ledningspartnerna trycker mot varandra så att kallflytning uppstår



I ett slutskede av kallflytningsprocessen är isolationen så tunn att överledningsström uppstår

Figur 50. En schematisk figur av hur det ser ut i en ledare när ledarna i kabeln trycks ihop.

I vissa fall kan man misstänka att en brand har startat där en elkabel passerar en vass kant av metall, t.ex. en genomföring där inget skyddar elkabeln mot den vassa kanten. Då kan det vara bra att undersöka kanten med ett mikroskop eller förstoringsglas för att se om det finns några rester efter smält koppar.

Exempel 19: Brand som startat i en elkabel

En brand uppstod i ett hyreshus, men räddningstjänsten lyckades släcka branden i ett tidigt skede så att det var möjligt att finna var branden börjat och fastställa den troliga brandorsaken. Efter branden såg man ett tydligt brand-V, och i spetsen på det gick en kuloledning som matade ett element. Därför misstänkte man att ett elektriskt fel hade orsakat branden, och en brandutredning genomfördes.

Kabeln som var en så kallad kuloledning med tre ledare som vardera hade en area på $1,5 \text{ mm}^2$. Undersökningen visade att ledningarna var oskadda utöver skadorna i primärbrandområdet. Kabeln hade ingen påverkan av åldrande eller av något annat som hade kunnat bryta ner den. Primärbrandområdet visade att skyddsledaren gått av, och på fasledaren hittades en smältpärla som visade att det inträffat en ljusbåge och en överledning (bild 122). I detta fall användes en lupp för att under-



Bild 122. De tre ledarna som fanns i kabeln. Den röda pilen visar var smältskadan på fasledaren hittades.

söka smältpärnan. Från den plats där smältskadan hittades var kabeln förkolnad några decimeter i vardera riktningen.

I detta fall orsakades branden av en kallflytning i kabeln, exempelvis på grund av en för kraftig böj på kabeln eller en skada på plåtmanteln som skurit in i kabeln.

Exempel 20: Brand som startat i en elkabel

En vaktmästare skruvade in en skruv i en vägg för att sätta upp en klocka och senare uppstod en brand i väggen. Branden släcktes i ett tidigt skede, vilket gjorde det lättare att fastställa den exakta brandorsaken. Brandutredningen visade att skruven hade trängt in i ett plaströr med en elkabel och sedan in i både fas- och neutralledaren. Brandbilden visade tydligt att branden hade börjat där skruven gått in i röret (bild 123). Säkringen till fasledaren hade löst ut vid branden, men det är troligt att det först skett en överledning mellan fas och neutralledare och att det sedan blivit en ren kortslutning som gjorde att säkringen löste ut. Om förloppet hade börjat med en ren kortslutning skulle branden troligtvis aldrig ha startat. Det satt en smält-



Bild 123. En bit av det blå plaströret syns i bildens nederkant. En pil visar hålet där skruven har trängt in i väggen och startat branden.

pärla på neutralledaren men inte på fasledaren, och därför kan man antas att skruven först trängt in i fasledaren och fått kontakt med metall, och sedan trängt in i neutralledaren.

Röret för ledarna var av plast och skulle enligt tillverkaren vara självslocknande. Dessa provas normalt med en sticklåga, och när denna låga tas bort ska plaströret slockna inom 30 sekunder. Efter branden testades dock röret, det slocknade inte. Därför kunde branden spridas.

FÖR LÅNGA ELLEDNINGAR

Om en elledning är tillräckligt lång finns det en risk att resistansen blir så hög i ledningen att säkringen inte löser ut vid en ren överledning (kortslutning). Detta visas i figur 51. Förutsättningen är att överledningen inträffar tillräckligt långt från säkringen eller från transformatorn. För en gruppleddning som går mellan en gruppcentral och ett uttag ska säkringar i bostäder lösa ut inom 0,4 sekunder om ett jordfel uppstår och säkringen är på max 16 A. Anledningen är att tiden då en människa kan utsättas för en farlig ström genom kroppen ska bli så kort som



Figur 51. Ledningen får inte bli för lång.

möjlig. Vid en överledning mellan fas och neutralledare på ett visst avstånd från säkringen blir dock resistansen så hög att strömmen inte blir tillräckligt stor för att lösa ut säkringen.

Ju längre en ledning är, desto högre blir resistansen. För att avgöra hur lång en ledning kan vara måste man ta hänsyn till den resistans som finns fram till uttaget och dessutom till resistansen i den ledning som är ansluten till uttaget eller någon annan anslutning. Resistansens storlek påverkas av ledarens längd, area samt vilken metall den är av. Sedan måste man också ta hänsyn till storleken på säkringen. Tabell 12 visar hur lång en ledning kan vara beroende på dess area utan att riskera att säkringen inte löser ut vid en överledning.

Area på ledning	Storlek på säkring	Max längd på ledning
0,75	10	65
1,5	10	130
1,5	16	85
2,5	10	220
2,5	16	145

Tabell 12.

Överledningen kan leda till en värmeutveckling som kan smälta isoleringen vid överledningen. Detta kan göra att skadan sedan "vandrar" mot säkringen om isoleringen smälter och ledarna får kontakt med varandra på en plats som är närmare säkringen eller strömkällan. Strömmen kommer då att hela tiden gå den kortare vägen genom kretsen.

Förutom risken att säkringen inte löser ut kan det också ta lång tid för en säkring att lösa ut om en kortslutning eller överledning inträffar långt från transformatorn. Detta är inte så vanligt i städer där det oftast är nära till transformatorerna, men det kan inträffa på landsbygden. Därför kan även en vanlig kortslutningsskada som normalt löser ut väldigt snabbt ändå leda till en brand eftersom säkringen inte löser ut direkt.

SKARVSLADD

Bränder i skarvsladdar orsakas bland annat av följande faktorer:

- *Överhettning* om skarvsladden (i en sladdvinda) inte är utdra-

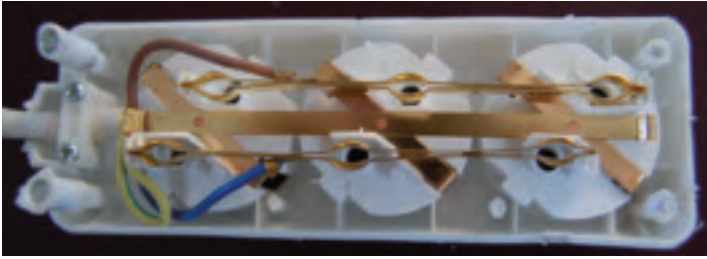


Bild 124. Ett grenuttag där kontakthylsan har kontakttryck. Bilden är tagen i ett oskadat grenuttag.

gen och det är en hög belastning inkopplad. Skarvsladden är normalt märkt med vilken effekt som kan vara ansluten om den är utdragen eller inte.

- *Glappkontakt* i en kontakthylsa eller stickpropp.
- *Fukt* som av någon anledning kommer ner i skarvuttaget.

Så kallade sladdvindor har i dag en värmesäkring som löser ut om den skulle överbelastas, men äldre sladdvindor har inte något sådant skydd.

Exempel 21: Brand som startat i ett grenuttag

Strax efter sju en morgon började det brinna i en villa. Strax innan branden upptäcktes hade en person kopplat bort bilvärmaren och åkt till jobbet. I ett område där det brunnit kraftigt hittades en utbränd lysrörsarmatur, och därmed började man misstänka ett elektriskt fel. Brandutredningen visade att lysrörsarmaturen inte varit inkopplad, men i primärbrandområdet hittades ett grenuttag som var upphängt på spikar. En

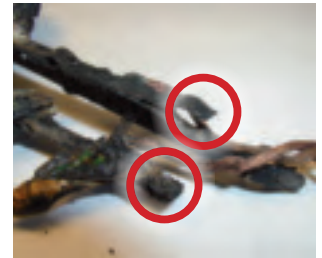


Bild 125. Den övre ringen på bilden visar kontakten som varit bristfällig. Den nedre ringen på bilden visar en kontakthylsa med bra kontakttryck.



Bild 126. På bilden syns ett brand-V (rött streck) samt resterna av sladdvinnan (röd cirkel).

pelarborrmaskin och en skarvsladd till bilvärmern var anslutna till uttaget. Bilvärmern hade varit igång under natten och morgonen. Den elektriska utrustningen i primärbrandområdet undersöktes, och en kontakthylsa visade sig ha vidgade hylsor vilket innebar att det inte fanns något kontaktryck. Skillnaden mellan skadade och oskadade kontakter framgår vid en jämförelse mellan bild 124 och 125. Detta kan ha varit brandorsaken, men skadorna kan också ha uppstått som en följd av branden.

Exempel 22: Brand som startat i en sladdvinda

Ett äldre par hade gått och lagt sig i sin villa när de kände att det luktade bränt och det äldre paret lyckades ta sig ut ur huset. Branden hade startat på vinden och brandbilden visade tydligt var. När den platsen undersöktes såg man att det suttit ett vägguttag på väggen med en sladdvinda ansluten, och till denna hade en värmefläkt på cirka 2 000 W varit ansluten. Man visste att sladdvindan inte hade varit utrustad eftersom kopparledningen låg hoprullad i brandresterna (bild 126).



Bild 127. En fritös som det börjat brinna i.

Fritös

Bränder i fritöser orsakas i regel av följande orsaker:

- Kontaktorn till värmeelementen fastnar i slutet läge. Om termostaten finns i styrkretsen hjälper det inte att de löser ut, utan värmeelementen fortsätter att värmas och branden är ett faktum.
- Oljenivån är strax under värmeelementen vilket gör att elementen blir varma och oljan inte värms upp tillräckligt för att skydden ska lösa ut. De varma värmeelementen antänder sedan ångorna från oljan.
- Fel på termostaten.
- Fel på överhettningsskyddet (kapillärröret går sönder).



Bild 128. En närbild på fritösen som det börjat brinna i.

Exempel 23: Brand som startat i en fritös

Utredningen efter en brand i en storköksfritös visade att branden hade börjat i det ena av de två "baden", se bild 127 och 128. Fritösen hade ett överhettningsskydd till varje bad, men

kapillärröret till det ena badets överhettningsskydd hade gått sönder, oljan som fanns i kapillärröret hade läckt ut och därmed fungerade inte överhettningsskyddet längre. I termostaten hade en av kontaktorna också svetsats fast vilket gjorde att även termostaten var ur funktion. Därför bröts inte strömmen till värmelementen i botten på badet vid rätt temperatur, utan oljan överhettades och antändes.

Kaffebryggare

En undersökning gjordes av alla bränder i kaffebryggare som rapporterades in till Räddningsverket under 2003. Enligt statistiken hade räddningstjänsten larmats på 24 bränder som skulle ha startat i en kaffebryggare, men en närmare undersökning visade att det endast var 9 av dessa bränder som orsakades av kaffebryggaren. Lika många gånger hade man angett kaffebryggaren som brandorsak trots att kaffebryggaren hade stått på en påslagen spisplatta. På SKL är det 5–6 år sedan man senast kunnat konstatera att en brand orsakats av en traditionell kaffebryggare. På 1970-talet orsakade kaffebryggare många bränder, men dagens statistik visar att traditionella kaffebryggare inte längre är något vanligt startföremål trots att många tror det.

Kyl och frys

Enligt statistik från Räddningsverket larmades räddningstjänsten mellan 2002–2006 till 70–80 bränder i kylar och frysar varje år. Bränder i kylar och frysar beror bland annat på dessa orsaker:

- Fel i termostaten.
- Brandfarlig vätska som förvarats i kylan eller frysen. Ångor från vätskan kan antändas av strömbrytaren eller termostaten till lampan.
- En värmepistol eller ett värmelement som har använts för avfrostning och som har antänt material i skåpet.
- Startreläer där antingen gnistbildning eller överledning leder till en brand.

Bild 129. Kompressorn på en kyl eller frys är placerad nere vid golvet på baksidan av skåpen.



Bild 130. En frys som det har börjat brinna i. Av bilden framgår att det är kraftiga brandskador långt ner, vilket beror på att branden började i startreläet på kompressorn.



Bild 131. Locket till ett startrelä som det har brunnit i. Ett brand-V syns på bilden.

Startreläer är en vanlig brandorsak i kylar och frysar, varav de flesta var av ett visst märke och tillverkade 1994 eller tidigare. 2007 gick företaget också ut med ett pressmeddelande angående detta. Orsaken är enligt uppgift⁹⁰ att gnistor har bildats i startreläet, och höljet var av en plast som kunnat sprida branden. Risken för brand är också större för kylar och frysar som har stått avstängda i sommarstugor eller liknande. När de sedan slås på i en miljö som är fuktigare än en uppvärmd bostad är brandrisken högre eftersom fukt kan ha kommit in i startreläet. Bild 129 visar var startreläet sitter – på kompressorn på kylens eller frysens baksida nere vid golvet. Detta medför också att brandbilden blir låg och att brandskadorna både på kylan eller frysen och på omgivningen kan gå ända ner till golvet (bild 130).

Exempel 24: Brand som startat i ett kylskåp

På en vårdanläggning strax söder om Stockholm hade hemtjänstpersonalen ett eget utrymme. En kväll kände personalen röklukt och belysningen slocknade i lokalen. De sökte igenom lokalen med hjälp av ljuset från en cigarettändare men när röklukten tilltog lämnade man utrymmet och larmade räddningstjänsten. Det kunde konstateras att röklukten kom från ett kylskåp så man drog ut stickproppen och slog på strömmen igen. En jordfelsbrytare hade löst ut och brutit strömmen

90 Uppgiften fanns publicerad på Danfoss hemsida 2008-08-04



Bild 132. Bilden på fryssboxen visar ett tydligt brand-v.



Bild 133. Kopparbleck som finns i startreläer. På bilden syns att kopparblecket fått skador av de höga temperaturerna från ljusbågar.



Bild 134. Ett startrelä där det har brunnit.

i personalutrymmet, och branden begränsades till startreläet. Skadorna i startreläet syns på bild 131, 133 och 134.

Exempel 25: Brand som startat i en fryssbox

En fryssbox hade under drygt ett år inte fungerat tillfredställande utan bildade mycket is. Reparatörer hade också varit där vid flera tillfällen utan att kunna åtgärda problemet ordentligt. En kväll hade personalen stängt av fryssboxen och en reparatör kallades dit på morgonen efter. Enligt reparatören kunde det hamna smältvatten på lite olika platser när isen smälte om allt inte kunde rinna undan som tänkt. Reparatören torkade torrt och startade fryssboxen som fungerade normalt. Efter ett tag började den dock först att lukta och sedan började det också ryka från fryssboxen.

En brandutredare konstaterade att branden hade börjat i ena hörnan av fryssboxen och att brandorsaken troligtvis var elektrisk (bild 132). Antagligen var det en varvkortslutning i en drossel som orsakat branden (bild 135). Drosseln var kopplad till lysröret i fryssboxen.



Bild 135. I den röda cirkeln syns en smältskada på drosselns kopparlindning där branden började.

Spis

Det är inte särskilt vanligt med bränder i spisar som orsakas av ett elektriskt fel. Den vanligaste brandorsaken vid bränder i anslutning till en spis är att något brännbart material har funnits ovanpå spisen när en platta slagits på. En spisplatta som lämnas påslagen kan bli över 600 grader varm och kan antända brännbart material som ligger ovanpå.⁹¹ Eftersom aluminium har en smältpunkt på 650 °C kan en aluminiumkastrull smälta av värmen från en påslagen spisplatta.

Det är mycket vanligt att räddningstjänsten larmas vid så kallade torrkokningar, och dessa incidenter har ökat de senaste åren till skillnad från andra brandorsaker som minskar, se

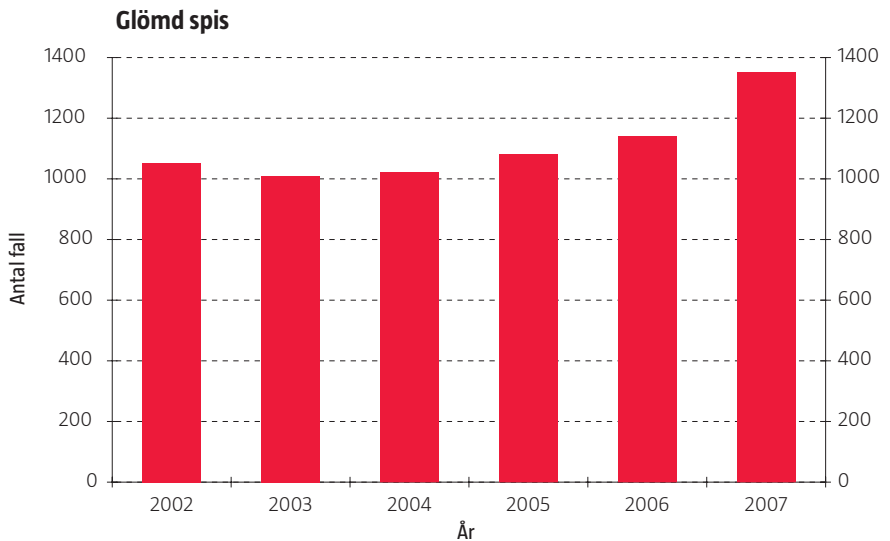


Diagram 1. Tabellen visar statistik från Räddningsverket⁹² och det antal insatser som räddningstjänsten larmats på med anledning av torrkokningar.

diagram 1. Enligt Räddningsverkets statistik för 2007 larmades räddningstjänsten till 1 130 elbränder och 1 350 torrkokningar. Alltså ger torrkokning upphov till fler utryckningar. Torrkokning innebär att en kastrull, stekpanna eller liknande lämnas för länge på en påslagen platta så att innehållet överhettas och kan fatta eld, t.ex. en kastrull med potatis när vattnet har kokat bort. Detta räknas inte som ett elektriskt fel.

De senaste åren har marknaden kommit med skydd för

91 Ulf Erlandsson & Lars-Göran Bengtsson; Brandutredning

92 Räddningstjänst i siffror, Räddningsverket

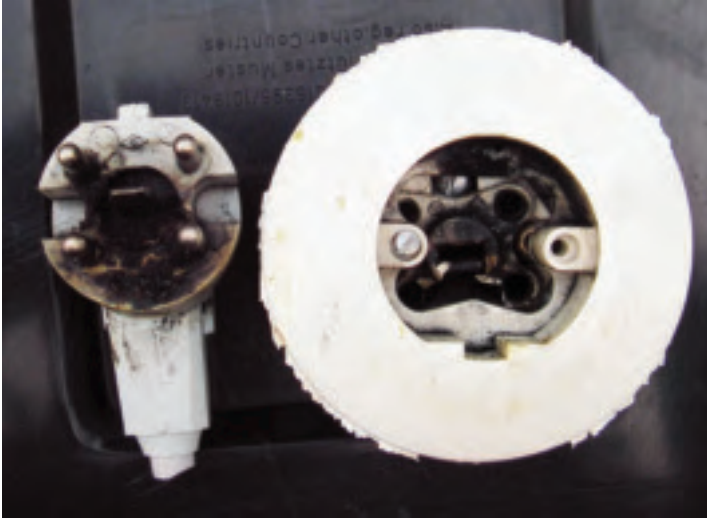


Bild 136. Ett uttag till en spis där det runnit ner vatten i uttaget och orsakat ett tillbud.

att minska antalet torrkokningar och bränder på spisar. Tri-nettkök är ofta försedda med en timer medan det har varit ovanligt på vanliga spisar. Det finns också så kallade spisvakter som ska förhindra torrkokning genom att bryta stömmen om till spisen om en torrkokning inträffar. Spisvakterna kan vara utförda på olika sätt.

Bränder vid spisar kan dock orsakas av att mat kokar över på spisen och vätska rinner ner i vägguttaget till spisen (bild 136).

Exempel 26: Brand som startat ovanpå en spis

Exemplet nedan visar bilder efter en händelse där temperaturen på en platta varit hög.



Bild 137. Det har brunnit vid plattan längst upp till höger.



Bild 138. Plattan nere i högra hörnet är den platta som varit påslagen. Bilden är tagen på undersidan av spishällen



Bild 139. På bilden syns tydligt vilken platta det är som varit varmest.

Exempel 27: Brand som startat ovanpå en spis

En boende i en lägenhet lagade mat och gick sedan för att vila. Personen somnade och glömde bort maten som fattade eld. Takarbetare upptäckte branden och uppmärksammade de boende på branden samt hjälpte till att larma SOS och släcka branden. När räddningstjänsten kom fram var branden redan släckt. I detta fall var det tur att takarbetarna upptäckte branden eftersom den brandvarnare som fanns i bostaden inte fungerade. På bild 140 syns ett tydligt brand-V som markerar var branden började.



Bild 140. Ett tydligt brand-V syns på bilden efter en brand på spisen.

Strykjärn

Strykjärn har på senare år försetts med både överhettningsskydd och termostat. Enligt Räddningsverkets statistik larmades räddningstjänsten under 2007 till sex bränder som ska ha orsakats av strykjärn. På Statens kriminaltekniska laboratorium är det sällan man konstaterar att en brand har orsakats av ett strykjärn.

Exempel 28: Hur ett strykjärn kunnat uteslutas som startföremål

Vid en brandutredning kunde man konstatera att branden hade börjat vid en strykbräda. Ett strykjärn stod ovanpå strykbrädan och sladden satt i vägguttaget. Undersökningen av strykbrädan visade dock att den var oskadad under strykjärnet men i övrigt brännskadad (se bild 141). Detta visade att strykjärnet inte hade orsakat branden. Allt pekade i detta fall på att branden var anlagd.

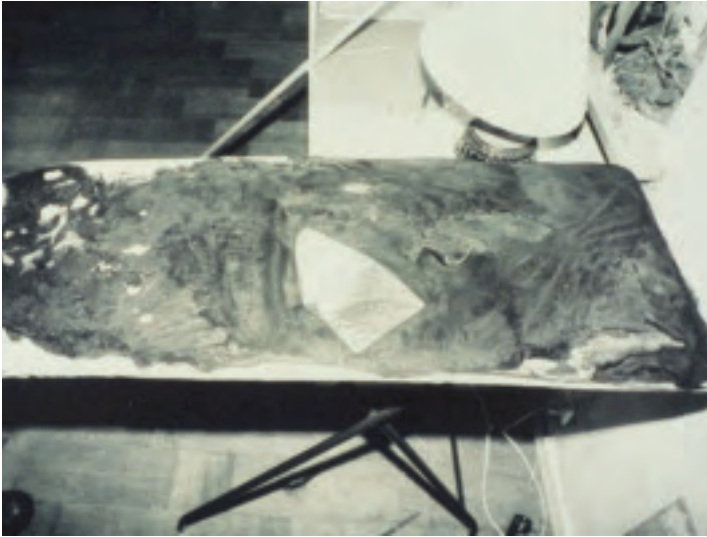


Bild 141. Som syns på bilden har strykjärnet skyddat strykbrädan från branden.



Bild 142. Värmeslingan i strykjärnet finns under den blanka plåten.



Bild 143. Smältskador finns på värmeslingan som satt under plåten.

Exempel 29: Brand som startat i ett strykjärn

Detta exempel gäller en brand som startade i ett strykjärn sedan värmeslingan överhettades (bild 142 och 143). Orsaken var att termostaten hade "svetsat" ihop (bild 144 och 145) och strömmen gick konstant till strykjärnet.

Torktumlare

En undersökning gjord av Elsäkerhetsverket visade att bränder i torktumlare är vanligast i flerbostadshus. Av totalt 110 bränder i torktumlare under 1996 kunde 102 följas upp, och 58 av dessa började i flerbostadshus medan 25 gällde övriga bostäder som villor med mera. Elsäkerhetsverket gav två förklaringar till det höga antalet bränder i flerbostadshus. Den första var att torktumlarna används mer i flerbostadshus, filtren rengörs sämre och det bildas därför mer damm och ludd. Den andra förklaringen var att vissa av torktumlarna hade en speciell konstruktion – den luft som sugas in i torktumlaren passerar först ett värmelement och sedan trumman med kläderna. En del luft passerar sedan återigen värmeelementen. Denna luft innehåller då en del fukt och kan också innehålla ludd eller damm som kan fastna vid värmeelementen. Efter som värmeelementen har en hög effekt och ger höga temperaturer kan en brand uppstå vid dessa.



Bild 144. Kontakten i en termostat. Denna termostat har svetsat fast och orsakat en brand (de har dock brutits loss på bilden).

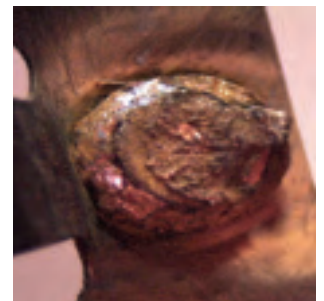


Bild 145. Den ena av kontaktorna i termostaten.

Bränder i torktumlare orsakas i regel av följande orsaker:

- Antändning av ludd och damm.
- Textilierna som torkas innehåller rester av kemikalier som självantänder när de läggs i en hög efter torkningen och värmen blir kvar bland kläderna. Detta leder till att självantändningsprocessen fortlöper och till slut uppstår en brand.
- Kontaktorn fastnar i slutet läge. Om överhettningsskyddet och termostaten då finns i styrkretsen till kontaktorn kommer värmeelementen att fortsätta vara strömförsörjda, och fortsätter därmed att avge värme.

Det finns också exempel på att golvmoppar har självantänt i torktumlare.⁹³ När moppen blivit varm har polypropylen (en termoplast) börjat oxidera så att golvmopparnas bomull har fattat eld. Bränderna har börjat efter att mopparna tagits ut ur torktummlaren och lagts i en hög. Då stannar värmen kvar inne i högen och självantändningsprocessen har kunnat fortsätta.

Exempel 30: Brand som startat i en torktumlare

På ett hotell hade man köpt in nya handdukar och lakan, och efter detta fick man ett brandtillbud i torktummlarna. Personalen kände röklukt och upptäckte rök. Vid en kontroll upptäcktes glöd och gnistor vid värmeelementen, och en undersökning visade att det fanns ludd på dammfiltret, på filtrets baksida och på gallret till utsugsfläkten. En närmare undersökning visade bränt ludd på ett plåtspjäll mellan värmeelementet och torktrumman. Enligt uppgift hade de nya handdukarna och lakanen luddat mer än de gamla.



Bild 146. Det syns tydligt att det varit varmt på insidan av skyddsplåten på torktummlarens baksida.

Exempel 31: Brand som startat i en torktumlare

Brandlarmet utlöste på en brandstation i mellersta Sverige, och det visade sig att det brann i en torktumlare. Räddningstjänsten släckte branden och en undersökning av torktummlaren visade att en kontaktor som reglerade värmeelementen hade fastnat i slutet läge så att strömmen hela tiden var på till värmeelementen. På torktummlaren fanns ett överhettnings-

93 Sirenen nr 1 1998

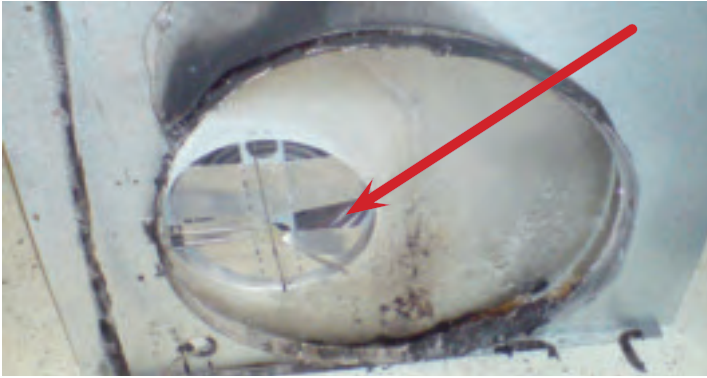


Bild 147. Värmeelementen är cirkelformade och markeras med en pil.

skydd som löst ut och detta gick inte att återställa. Om överhettningsskyddet och termostaten finns i styrkretsen till kontaktorn hjälper det inte att de löser ut om kontaktorn fastnar i slutet läge. Strömmen till värmeelementen kommer ändå att vara påslagen. Det visade sig att branden hade börjat runt värmeelementen (bild 146 och 147).

TV

Undersökningar som gjorts i Finland i början av 2000-talet⁹⁴ visade att bränder i tv-apparater ofta berodde på

- lödningen i kretskortet
- glappkontakt i en huvudströmbrytare
- komponentfel (bild 148).

Ett antal bränder i tv-apparater har orsakats av kondensatorer i nätenheten. Vid en undersökning av en brand i en tv är det viktigt att kontrollera om säkringen som finns i tv:n är hel eller inte. Säkringen finns där sladden går in i apparaten. Om glasrörsäkringen är hel bör branden inte ha börjat i tv:n. En sådan inbyggd säkring finns i både en traditionell bildrörs-tv och en platt-tv.

På Statens kriminaltekniska laboratorium har man inte kunnat konstatera att en brand har orsakats av att en tv stått i standbyläge.

Enligt Elsäkerhetsverket finns det uppgifter från Norge om

⁹⁴ Nurmi Veli-Pekka, Nenonen Antti & Sjöholm Kai; Elbränder i Finland: Sammanfattning av resultaten från uppföljningsundersökningen 2003-2004

Bild 148. Ett kretskort i en tv där en komponent blivit överhettad, vilket hade kunnat leda till en omfattande brand.



att man där haft bränder i platt-tv genom att tv:n varit försedd med jordad stickpropp i jordade eluttag.⁹⁵ Anledningen till att det enbart gäller jordade stickproppar och jordade eluttag är att tv:n annars inte finns i förbindelse med skyddsjorden. Det problem som uppkommit i Norge är att det är olika jordpotentialer⁹⁶ i elnätet i förhållande till kabel-tv-nätet. Detta innebär att det kan bli en ström i antensystemet som det inte är dimensionerat för. Den strömmen kan då leda till värmeutveckling och senare till bränder. Problemet har lösts med hjälp av antennuttag med en galvanisk avskiljare som gör att det blir ett avbrott i ledaren. Vidare kan man använda antennkablar med inbyggda galvaniska avskiljare.

Tv:n får skulden för många bränder trots att branden inte har börjat i apparaten. I en del fall har exempelvis ett värmeljus placerats ovanpå tv:n så att det sedan har börjat brinna i den. Värmeljus kan under speciella förhållanden bli mycket varma så att underlaget fattar eld. Vid en undersökning av en brand i en bildrörs-tv (alltså inte en platt-tv) är det viktigt att titta efter rester av ljus.

Enligt en brittisk undersökning⁹⁷ beror minst 20 procent av alla bränder i tv-apparater på externa brandorsaker. Undersökningen visade också hur svårt det är att utreda orsaken till tv-bränder. I undersökningen gjordes en utredning av 49 tv-bränder under åren 1994–1999 och var det möjligt att finna orsaken i 30 av dessa fall. Det vanligaste var ett fel i strömbrytaren till tv:n. Dessa utredningar visade att 16 procent av brän-

95 <http://www.elsakerhetsverket.se/allmanhet/elsakerhetihemmet/brandriskmedplatttv.4.60a759a611147b1cd6180004356.html>

96 Definition av jordpotential finns i ordlistan i kapitel 9

97 Causes of fires involving television sets in dwellings; Department of Trade and Industry

derna i tv-apparater inte började där, utan orsaken vid några av dessa tillfällen var i stället ljus och nattlampor. Rapporten visar också att tv-apparater har en tendens att brinna kraftigt, och då är det lätt att göra fel tolkning av primärbrandområdet utifrån brandbilden eftersom de största skadorna finns vid tv:n. Vid ett test placerades två tv-apparater i möblerade rum. I det ena fallet fick en brand spridas till tv:n från möblerna intill, och i det andra fallet anlades en brand i tv:n. Testet gick ut på att se om en brandutredare kunde avgöra var branden hade börjat. Sedan fick 60 utredare försöka utröna om branden hade börjat i tv:n eller om den var sekundärt brandskadad. Enligt rapporten hade många av utredarna i båda fallen svårt att avgöra om skadorna på tv:n var primära eller sekundära.



Bild 149. TV:ns fram- resp. baksida.

Exempel 32: Brand som har startat i en TV

Till höger ses bilder från en brand som har startat på kretskortet på en TV.

Tvättmaskin

En finsk undersökning⁹⁸ visade att något tekniskt fel var en vanlig orsak till bränder i tvättmaskiner. I 60 procent av fallen var det programverket som orsakat branden. Andra vanliga brandorsaker var fel i

- motorn till tvättcyllindern eller vattenpumpen
- värmeelementen
- stickproppen.

Erfarenheter från svenska utredningar har visat att följande brandorsaker är vanligast:

- Nivåvakten har fått ett fel som medfört att den antingen börjat brinna eller att maskinen fortsatt programmet utan att den ta in något vatten.
- Komponentfel på kretskort.
- Varvkortslutning i de spolar som öppnar och stänger vattenflödet (bild 152).
- Brand i programverket.



Bild 150. På kretskortet var endast den markerade delen brandskadad. Kabeln till den var också brandskadad.



Bild 151. Bilden visar baksidan av kretskortet. I markeringen syns var branden börjat.

98 Nurmi Veli-Pekka, Nenonen Antti & Sjöholm Kai; Elbränder i Finland: Sammanfattning av resultaten från uppföljningsundersökningen 2003-2004

Bild 152. En inloppsventil till en tvättmaskin där det har blivit en överledning mellan lindningsvarven på spolen. Detta har lett till en överhettning och en brand.



- För mycket tvättmedel som bubblar över och kan leda ström.
- Fel på kontaktorn till värmeelementen. Kontaktorn fastnar i slutet läge och det blir då konstant värme till värmeelementen.

Vattenkokare

En del bränder orsakas av vattenkokare, och 2001 gick Elsäkerhetsverket ut med en varning på sin hemsida⁹⁹ om en vattenkokare som hade orsakat flera bränder. Denna vattenkokare hade ett konstruktionsfel i termostaten som gjorde att vattenkokaren kunde bli överhettad när termostaten inte bröt strömmen till värmeelementen.

Det har också hänt att en vattenkokare har värmt upp vatten som den ska och termostaten har också brutit strömmen. I två fall uppger ägarna att vattenkokaren sedan startade igen av mindre vibrationer.

Exempel 33: Brand som orsakats av en vattenkokare

Vid en brand i en lägenhet orsakades branden av en vattenkokare. Enligt en boende i lägenheten hade vattenkokaren

⁹⁹ www.elsakerhetsverket.se/information/nyhetsarkiv/nyheter2001/nyheter2001/brandriskvidanvandningavvattenkokarepalazzomodellns60.5.60a759a611147b1cd6180003424.html



Bild 153. Ett tydligt brand-V syns på bilden, markerat med två röda linjer. Vid en närmare undersökning syns ett vitt område på kaklet i brand-V:et som visar att det varit varmare där än runt omkring. Där stod också vattenkokaren. På undersidan av bänken där vattenkokaren stått fanns kraftiga brandskador.

använts på morgonen och ställts tillbaka i ställningen efter att vattnet hållts upp. Brandplatsundersökningen visade att branden hade börjat på en diskbänk där det funnits en vattenkokare (bild 153 och 155). Detta kunde konstateras både med hjälp av brandbilden och genom en elundersökning.

En genomgång av elcentralen visade att både jordfelsbrytaren och en säkring hade löst ut (bild 154). Denna säkring gick till spisfläkten och även till ett uttag intill spisfläkten. Till detta uttag var vattenkokaren och en skena med tre spotlights kopplade. Lamporna satt under överskåpen i köket, ovanför diskbänken. Eftersom säkringen och jordfelsbrytaren löst ut



Bild 154. Bilden visar att jordfelsbrytaren och en säkring var i frånslaget läge efter branden. Det syns även att huvudbrytaren har slagits ifrån efter branden.

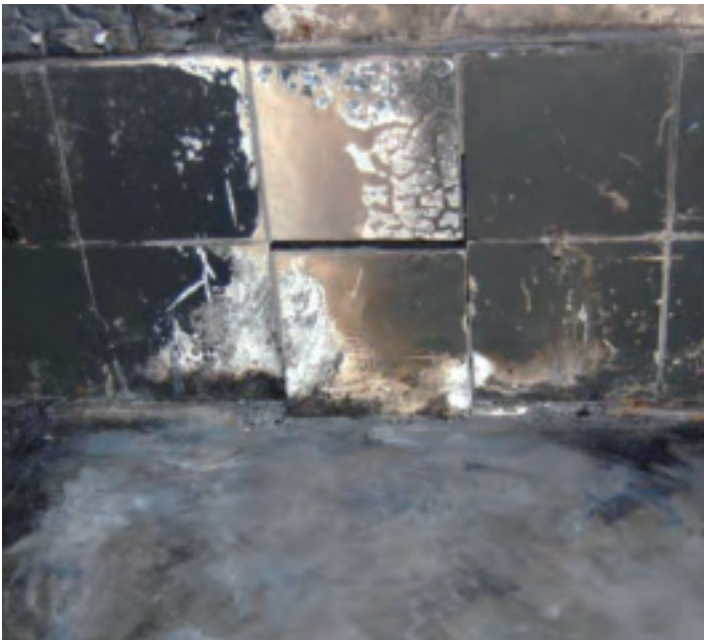


Bild 155. Vattenkokaren har stått där plattorna är lite vitare än de andra. Två kakelplattor där temperaturen varit som högst satt löst.



Bild 156. En smältskada på värmslingan i vattenkokaren syns i den röda cirkeln. För att en sådan smältskada ska uppstå krävs mycket höga temperaturer. Branden har börjat där skadan finns. Anledningen till skadan kan exempelvis vara ett fel på termostaten eller fukt i slingan. En kortslutningskada hittades på anslutningskabeln till vattenkokaren.

kom man fram till att branden borde ha börjat i utrymmet mellan diskbänken och överskåpen. Säkringarna har alltså löst ut för elkretsen som beskrivits ovan, men utan att bryta strömmen till hela lägenheten så det fanns fortfarande ström till alla andra säkringar. Sedan löste jordfelsbrytaren ut på grund av en överledning på någon annan elutrustning, vilket innebär att all el som var kopplad genom jordfelsbrytaren kopplades bort. Sannolikt utlöste jordfelsbrytaren när värme från branden nådde taket där en överledning kunde inträffa av branden fanns. Om branden inte hade börjat på bänken skulle fler säkringar ha löst ut.

Exempel 34: Brand som orsakats av en vattenkokare

Efter en brand hittades rester av en vattenkokare men det enda som återstod var värmeelementet (bild 156) och delar av anslutningen till vattenkokaren. På värmeelementet hittades skador som visade att branden hade börjat där.

Värmedyna eller bäddvärmare

Flera bränder har uppstått i bäddvärmare, bland annat för att skumplaststoppningen i bäddvärmarna har åldrats. Stoppningen har vittrat sönder så att de elektriska värmetrådena lossnat och kunnat klumpa ihop sig på ett mindre område. Detta har antingen givit en för hög temperatur på en och samma plats genom att ledarna legat nära varandra, eller orsakat kontakt mellan ledarna där de inte ska ha kontakt. Kontakten orsakar en överledning och den strömförande ledaren blir då kortare eftersom strömmen inte längre passerar hela dess längd. Denna kortare del av ledaren blir då varmare. Nu för tiden görs värmetrådena av en koaxialkabel med en yttre och en inre ledare. Tanken är att om dessa skulle upphettas onormalt ska en kortslutning uppstå mellan kablarna och strömmen brytas. De brandtillbud som inträffat har alla rört bäddvärmare som var tillverkade före 1998.

Exempel 35: Brand som orsakats av en bäddvärmare

På ett äldreboende i södra Sverige började en bäddvärmare ryka vilket medförde att även täcket började missfärgas och



Bild 157. Bäddvärmaren som brunnit.

pyrolysera innan det automatiska brandlarmet löste ut. Bäddvärmaren syns på bild 157.

Åska

Förutom ett direkt åsknedslag i en byggnad kan blixten transporteras in i huset genom exempelvis elledningar, telefonledningar eller vattenledningar. Åska orsakar bränder av främst två orsaker. Den första är de höga spänningar som uppstår och den andra orsaken är de höga temperaturer som bildas. Detta kan medföra att isoleringen på elledningar skadas vid åskovädret, och sedan kan det börja brinna vid ett senare tillfälle när ledningen belastas. Bild 158 visar skador som uppstått vid ett åsknedslag.

Exempel 36: Brand som orsakats av åska

En villa i en mindre ort i Småland träffades av blixten 2003. Undersökningar gjordes men det kunde inte upptäckas någon brand eller andra skador efter blixtnedslaget. Fyra månader senare såg en granne att det kom rök från villan och räddningstjänsten larmades. Efter det hittade brandutredaren fem mindre brandhärddar som alla var cirka en halv kvadratmeter stora (bild 159). I var och en av dem fanns sönderbrända plaströr med

Bild 158. Säkringshållare för inkommande trefaser till en byggnad där skador har uppstått i samband med åska. Smältskador finns på skruvarna till anslutningarna (röda cirklar) och sot finns på alla tre anslutningarna. Anslutningarna har även smältskador på undersidan.

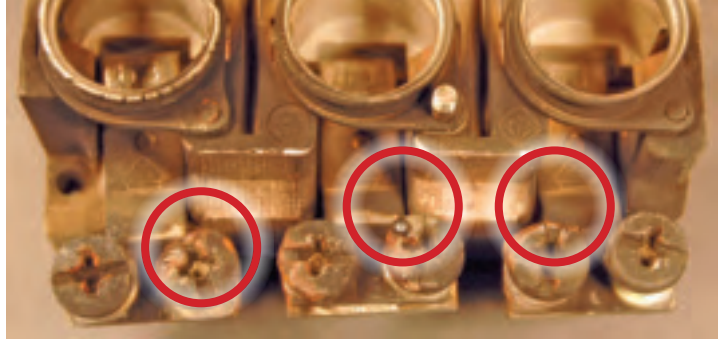


Bild 159. Skador som uppstod vid blixtnedslaget. Fem liknande skador hittades längs med elledningarna.

elkablarna. Med hjälp av en elektriker kunde man konstatera att blixtnedslaget orsakat skador på ledningarna med kryptströmmar som resulterade i värmeutveckling. Dessutom hade ett väffeljärn, enligt ägaren till villan, blivit strömförande strax före branden. Vidare hade blixtar kommit från spishällen och glasbulben hade "skjutits iväg" från en glödlampa. Det kan inte uteslutas att dessa fenomen orsakats av ett PEN-ledaravbrott.

Nedan redovisas en checklista som kan användas för att undersöka bränder som kan ha orsakats av åska.¹⁰⁰

- 1 Ta fram en bild över blixtnedslagen för det aktuella området och när de inträffade. En sådan kan fås från Ångströmlaboratoriet på Uppsala universitet.
- 2 Titta i omgivningen efter oförklarliga skador på träd eller byggnader.
- 3 Leta reda på den ingående elledningen. Finns det skador på den? Om kabeln går i marken, finns det i så fall skador i marken?
- 4 Finns det några skador i huvudcentralen eller i gruppcentralen?
- 5 Finns det några oförklarliga skador på elektrisk utrustning i byggnaden, t.ex. brännmärken eller losslitna kablar?
- 6 Kontrollera telefonledningen. Finns det några skador på den?
- 7 Kontrollera om det finns en åskledare och om den har några skador
- 8 Finns det några onaturliga sotbilder runt elektrisk utrustning, exempelvis vägguttag eller strömbrytare?

¹⁰⁰ Nilsson Ulf; Snyggt men farligt, kan en brandutredare/tekniker genom att titta på elektriska ledningar i en fastighet konstatera eller utesluta blixtnedslag som orsak till branden?; Ett specialarbete på kriminalteknikerutbildningen 2002-2003. Checklistan i specialarbetet har omarbetats av författaren till denna bok.

7 Undersökning av elbränder

Det förekommer att bränder anläggs vid eller i elektriskt materiel för att de ska få skulden för branden. Därför bör en brandutredning inte stanna vid konstaterandet att branden orsakats i en elektrisk apparat, utan man bör undersöka vad som faktiskt orsakade branden. Vidare är det viktigt att lära av inträffade händelser för att förhindra att de inträffar igen. I detta kapitel redogörs för de vanligaste aktörerna vid en brandutredning. I kapitlet diskuteras även hur en utredning bör gå till och vilken utrustning som är lämplig att använda.

Vilken utrustning kan rekommenderas

Vid en brandutredning är det viktigt att brandutredaren själv inte utsätter sig för någon fara eller ohälsa under arbetet. Därför måste bärigheten i byggnaden först bedömas så att det inte finns någon risk att byggnaden rasar eller att brandutredaren råkar ut för en fallolycka, exempelvis trampar igenom ett golv. Vidare är det mycket viktigt att utredaren inte får i sig alla de ohälsosamma partiklar och gaser som finns kvar efter en brand. För att minska den risken bör man oftast inte göra en brandutredning direkt efter en brand. Hur länge man bör vänta är givetvis beroende av brandens omfattning; vid en stor brand är det oftast att bra att vänta minst ett dygn innan brandutredningen påbörjas. Anledningen är att temperaturen behöver sjunka på brandplatsen så att mindre mängder gaser avges. Det första som sedan bör göras på platsen är att öpp-

na de dörrar och fönster som finns, för att få bättre ljus men framför allt för att få bättre luft. Nedan följer exempel på den utrustning som kan vara bra att ha vid en brandutredning.

Personligt skydd:

- Arbetshandskar** Använd antingen engångshandskar eller tvätta dem efter varje utredning.
- Andningsskydd** Antingen med luftfilter som åtminstone skyddar mot partiklar och vissa gaser. Alternativt ett andningsskydd med friskluft. Gör rent andningsskyddet efter varje utredning
- Hjälm**
- Overall** Gärna med dragkedjor på ben och armar så den är lätt att ta av och på. Overallen ska tvättas efter varje utredning eller bytas ut.
- Rengöringsduk** För att torka av huden efter en brandutredning.
- Skor el. stövlar** Med stålhätta och gärna en sula med stål eller annat material som står emot exempelvis spikar. Skorna ska göras rent efter varje utredning.
- Tunna handskar** Tunna plasthandskar typ sjukvårdshandskar som kan slängas när de har använts. Det är bra med tunna handskar när exempelvis en elledning ska undersökas.



Bild 160. Exempel på hur belysningen kan ordnas på en brandplats. Elaggregat, en skarvsladd samt en lampa. Elaggregatet ska stå utanför byggnaden och sladdvindan ska vara utrullad. Lampan har i detta fall en effekt av 3 x 36 watt.

Utrustning allmänt:

- Avbitare
- Avståndsmätare
- Belysning t.ex. enligt bild 160
- Borste
- Diktafon
- Elaggregat
- Kamera med bra blyxt
- Kofot
- Kompass
- Morakniv

- Murslev
- Måttband
- Näbbtång
- Pannlampa
- Pilar för att markera föremål
- Skarvsladd
- Skruvmejslar
- Spade
- Skruvdragare
- Såg, elektrisk, exempelvis klinga eller tigersåg
- Trappstege
- Tejp för att märka föremål

Utrustningen som använts vid en brandplats kan behöva rengöras efteråt för att inte riskera att kontaminera andra brandplatser. Dessutom är rengöringen viktig för att inte brandutredaren själv ska utsätta sig för några onödiga arbetsmiljörisiker. Det är därför bra att använda en lista över den utrustning och det personliga skydd som brandutredaren har. På listan markeras sedan in den utrustning som har använts vid utredningen och när den har rengjorts. Detta är ett sätt att kvalitetssäkra rengöringen. Av utrustningen ovan bör bland annat borste, spade och murslev alltid rengöras när de har använts, och övriga verktyg beroende på hur de använts. Utrustningen kan exempelvis rengöras med tvål och vatten.

Extra verktyg specifikt för elutredning:

- Förstoringsglas
- Universalinstrument
- Eventuellt mikroskåp som inte behöver tas med till platsen

Aktörer

Nedan beskrivs de aktörer som i första hand är bra att känna till när det gäller utredningar av bränder med inriktning på elektricitet. Aktörerna och deras sakkunskap beskrivs nedan.

BRANDSKYDDSFÖRENINGEN – ELEKTRISKA NÄMNDEN

Elektriska nämnden (EN) ingår i Brandskyddsföreningen, tidigare Svenska brandskyddsföreningen. Elektriska nämnden bildades 1925 av försäkringsbolagen i Sverige för att minska antalet bränder orsakade av elektricitet. Ordföranden i Elektriska nämnden är också generaldirektör för Elsäkerhetsverket. Elektriska nämnden utför årligen cirka 11 000 elbesiktningar på uppdrag av försäkringsbolagen och har cirka 200 auktoriserade besiktningsingenjörer. Uppgiften består i att öka elsäkerheten för personer och egendom, på uppdrag av cirka 120 försäkringsbolag. Totalt finns det cirka 39 000 elanläggningar som regelbundet besiktigas i Sverige.

Elektriska nämnden bör kontaktas inför en brandutredning i en byggnad där de genomför elbesiktningar, om el orsakade eller kan ha orsakat branden. Elektriska nämnden kan bistå med kompetens inom el vid brandutredningar.

ELSÄKERHETSVERKET

Elsäkerhetsverket är tillsynsmyndighet för elektriska starkströmsanläggningar, elektrisk materiel samt elektromagnetisk kompatibilitet (EMC). Som ansvarig myndighet utfärdar Elsäkerhetsverket även föreskrifter på området samt ställer krav på den som ska få utföra elinstallationer genom att utfärda behörigheter. Med starkströmsanläggning menas en anläggning som har spänning, ström eller frekvens som kan vara farlig för en människa eller för egendom.

Elsäkerhetsverket verksamhet regleras av en förordning. 1 § i förordningen anger följande:

Elsäkerhetsverket är förvaltningsmyndighet för tekniska säkerhetsfrågor på elområdet. De övergripande målen för verksamheten är att förebygga av elektricitet orsakad skada på person och egendom samt störningar på radiokommunikation och

näringsverksamhet inom området elektromagnetisk kompatibilitet (EMC). Verket ska därför svara för att bygga upp, upprätthålla och utveckla en god säkerhetsnivå för elektriska anläggningar och elektrisk materiel samt medverka till en tillfredställande elektromagnetisk kompatibilitet.

...

Verket ska samverka med berörda myndigheter och med närings-, arbetstagar- och andra intresseorganisationer.

Vid en brandutredning bör Elsäkerhetsverket kontaktas om man misstänker felaktiga elinstallationer, om nya produkter har något elektriskt fel som orsakat bränder eller om bränder har anlagts med elektrisk utrustning. Elsäkerhetsverket kan bistå med kompetens inom el vid en brandutredning och har cirka 15 inspektörer i Sverige.

FÖRSÄKRINGSBOLAG

Försäkringsbolagen följer upp bränder för att kunna se över ersättningsfrågor och arbeta förebyggande. Ersättningsfrågor kan röra ersättningar till försäkringstagare eller begäran om ersättning från någon som vållat skadan. Exempelvis kan tillverkare och installatörer vålla bränder, men också den som anlägger en brand. Det är olika om försäkringsbolagen har egna brandutredare anställda eller inte, men de flesta försäkringsbolag använder även externa brandutredare. Det vanligaste är att försäkringsbolagen utreder bränder i de fall polisen inte gör någon brandutredning.

POLISMYNDIGHETEN

Polismyndigheten

Tillsammans med Rikspolisstyrelsen och Statens kriminaltekniska laboratorium (SKL) lyder polismyndigheterna i Sverige under Justitiedepartementet. Rikspolisstyrelsen är den centrala förvaltnings- och tillsynsmyndigheten för polisen. Till Rikspolisstyrelsens huvuduppgifter hör att utöva tillsyn över polisen och att verka för planmässighet, samordning och rationalisering.

Polisens verksamhet styrs bland annat av polislagen och polisförordningen. I lagen står det bland annat att varje län

utgör ett polismästardistrikt och att det i varje polismästardistrikt finns en polismyndighet. Totalt finns det 21 stycken polismyndigheter i Sverige. Utöver det hanterar lagen bland annat polisens uppgifter, samverkan med andra myndigheter och polisens befogenheter. Förordningen reglerar bland annat polisens organisation och beslutanderätt.

Inom de olika polismyndigheterna finns kriminaltekniker som genomför brottsplatsundersökningar, vilket även omfattar undersökningar där ett brott misstänks ligga bakom en brand. En brandutredning som polisen genomför pågår så länge det finns en brottsmisstanke. Om det visar sig finnas en naturlig förklaring till branden avslutas utredningen eftersom polisen inte har någon skyldighet att finna orsaken till branden om den inte är anlagd eller räknas som allmänfarlig vårdslöshet. Oftast är det SKL som undersöker elektrisk utrustning från brandplatser där polisen gjort en brandutredning.

Tvångsmedel

För att kunna genomföra en del av de arbetsuppgifter som åligger polismyndigheten finns vissa tvångsmedel som kan genomföras såsom:

- 1 Förhör
- 2 Avspärrning
- 3 Ta föremål i beslag
- 4 Husrannsakan
- 5 Misstänkta kan gripas

1. Hålla förhör

Det finns en skyldighet att hålla förhör enligt rättegångsbalken (RB), vilket anges i 23 kap. 6 §:

Under en förundersökning må förhör hållas med envar, som antages kunna lämna upplysning av betydelse för utredningen.

Det finns tvångsmedel för att personer ska infinna sig till förhör, och i vissa fall kan människor få böta om de inte kommer till ett förhör. Detta beror bland annat hur viktigt förhöret är och hur långt andra personer måste åka för att ta sig till förhöret. Det finns även en möjlighet att hämta personer till förhör



Bild 161. Avspärning efter en brand.

enligt 23 kap. 7 § i RB. Personer som befinner sig på en plats där ett brott begåtts måste dessutom enligt 23 kap. 8 § RB följa med till förhör som hålls direkt efter brottet.

2. Sätta upp avspärningar

Polismyndigheten kan upprätta en avspärning (bild 161) som ska skydda spåren efter ett brott. I brådskande fall kan en polisman ta ett sådant beslut på plats utan att först vända sig till förundersökningsledaren eller åklagaren. Detta gäller bland annat för fast egendom, fasta föremål och lösa föremål. Detta beslut kan tas enligt 27 kap. 15 § RB:

För säkerställande av utredning om brott må byggnad eller rum tillstängas, tillträde till visst område förbjudas, förbud meddelas mot flyttande av visst föremål eller annan dylik åtgärd vidtagas.

3. Ta föremål i beslag

Polisen har rätt att beslagta föremål i samband med brottsutredningar. Detta regleras i 27 kap. RB och 1 § anger följande:

.....
Föremål, som skäligen kan antas ha betydelse för utredning om brott eller vara avhänt någon genom brott eller förverkat på grund av brott får tas i beslag. Detsamma gäller föremål som skäligen kan antas ha betydelse för utredningen om förverkande av utbyte av brottslig verksamhet enligt 36 kap. 1 b § brottsbalken.
.....

Vad som sägs i detta kapitel om föremål gäller också om skriftlig handling, i den mån inte annat är föreskrivet.

Tvångsmedel enligt detta kapitel får beslutas endast om skälen för åtgärden uppvägen det intrång eller men i övrigt som åtgärden innebär för den misstänkte eller för något annat motstående intresse.

4. Göra husrannsakan

Polisen kan också genomföra husrannsakan enligt 28 kap. RB, och 1 § anger följande:

Om det finns anledning att anta att ett brott har begåtts på vilket fängelse kan följa, får husrannsakan företas i hus, rum eller slutet förvaringsställe för att söka efter föremål som kan tas i beslag eller i förvar eller annars för att utröna omständigheter som kan vara av betydelse för utredning om brottet eller om förverkande av utbyte av brottslig verksamhet enligt 36 kap. 1 b § brottsbalken.

Hos annan än den som skäligen kan misstänkas för brottet får husrannsakan dock företas bara om brottet har begåtts hos honom eller henne eller om den misstänkte har gripits där eller om det annars finns synnerlig anledning att det vid rannsakingen ska anträffas föremål som kan tas i beslag eller i förvar eller att annan utredning om brottet eller om förverkande av utbyte av brottslig verksamhet enligt 36 kap. 1 b § brottsbalken kan vinnas.

För husrannsakan hos den misstänkte får inte något fall åberopas hans eller hennes samtycke, om inte den misstänkte själv har begärt att åtgärden ska vidtas.

5. Gripa misstänkta

Polisen har möjlighet att gripa en person som är misstänkt för ett brott. Detta ska sedan anmälas till en åklagare som beslutar om personen ska anhållas eller försättas på fri fot efter förhöret. Om personen blir anhållen har åklagaren tre dagar på sig att få personen häktad i en domstol. För att en person ska bli anhållen eller häktad krävs normalt att han eller hon på sannolika skäl är misstänkt för ett brott som kan ge minst ett års fängelse. Åklagaren kan besluta om att anhålla den miss-

tänkte om det finns risk för att personen

- håller sig undan
- fortsätter att begå brått
- försvarar utredningen exempelvis genom att undanröja bevis.

RÄDDNINGSTJÄNSTEN

Alla kommuner har en skyldighet att utreda olyckor efter en räddningsinsats. Dessutom ska kommunen hjälpa polismyndigheten och andra myndigheter vid deras utredningar, även om det bara gäller ett tillbud som hade kunnat leda till en räddningsinsats. Inom många kommuner har detta ansvar lagts på räddningstjänsten. Detta innebär att många kommuner har utbildade brand- och olycksutredare som arbetar inom räddningstjänsten. Dessa krav trädde i kraft 1 januari 2004 i och med att lagen (2003:778) om skydd mot olyckor trädde i kraft. I lagen finns följande angivet i 3 kap. 10 §:

När en räddningsinsats är avslutad ska kommunen se till att olyckan undersöks för att i skälig omfattning klarlägga orsakerna till olyckan, olycksförloppet och hur insatsen genomförts. Den som utför en undersökning enligt första stycket har rätt att få tillträde till olycksplatsen. Polismyndigheten ska lämna den hjälp som behövs.

I förordningen¹⁰¹ står sedan följande i 3 kap. 8 § om att biträda vid en utredning:

En kommun ska biträda vid utredning som polismyndigheten eller någon annan myndighet gör med anledning av en olycka vid vilken kommunen ska ansvara för räddningstjänsten eller med anledning av ett tillbud till en sådan olycka.

101 Förordning (2003:789) om skydd mot olyckor

STATENS HAVERIKOMMISSION

Statens haverikommission¹⁰² bildades 1978 och har beredskap dygnet runt för att ta emot information om olyckor som har inträffat. Inledningsvis utreddes enbart flygolyckor men sedan den 1 juli 1990 utreds följande typer av olyckor:

- Flygolyckor.
- Sjöolyckor.
- Olyckor med spårbunden trafik.
- Olyckor i militär verksamhet.
- Andra allvarliga olyckor.

Andra allvarliga olyckor ska undersökas om

- flera människor har avlidit eller skadats allvarligt
- omfattande skador har uppstått på egendom eller i miljön
- en undersökning är viktig för säkerheten.

Dessutom ska tillbud till en olycka undersökas om

- det har inneburit allvarlig fara för en olycka
- det tyder på väsentliga fel hos fartyg, fordon med mera
- det tyder på andra väsentliga brister i säkerheten.

Haverikommissionens arbete regleras av

- lagen (1990:712) om undersökning av olyckor
- förordningen (1990:717) om undersökning av olyckor
- förordningen (2007:860) med instruktion för Statens haverikommission.

Syftet med Haverikommissionens undersökningar är att förbättra säkerheten i Sverige. Kortfattat ska en undersökning ge svar på tre frågor:

- Vad hände?
- Varför hände det?
- Hur undviks att en liknande händelse inträffar?

¹⁰² Statens haverikommission; Haverikommissionen-vad gör den?

STATENS KRIMINALTEKNISKA LABORATORIUM

Statens kriminaltekniska laboratorium tar exempelvis emot och undersöker material efter en brand.

Om något material ska skickas in bör man vara uppmärksam på hanteringen och paketeringen.¹⁰³

Typ av spår	Hantering	Paketering
Elledning	Vid misstanke om kortslutning, glappkontakt etc. Klipp av den skadade elledningen en bit in på den obrända delen.	Paketera i kartong med fyllnadsmaterial.
Elmaterial såsom vägguttag, strömbrytare, kopplingsdosor etc.	Ta loss tillbehöret tillsammans med en del av underlaget (t.ex. väggskiva). Ta inte isär tillbehöret.	Paketera i kartong med fyllnadsmaterial.
Elutrustningar såsom spisar, tvättmaskiner, värmeaggregat, elcentraler	Ta loss hela utrustningen utan att röra reglagen. Ta gärna med den kopplingsdosa som utrustningen är inkopplad till, utan att ta isär kopplingen. Om ledningar behöver klippas av görs det helst vid kopplingsdosa eller ett stycke från utrustningen. Vid större utrustningar, rådgör med SKL.	Paketera i kartong med fyllnadsmaterial.

Tabell 13. Tabellen visar hur elektriskt material som ska skickas in till SKL bör förpackas.

På SKL finns även tillgång till röntgenutrustning för att undersöka olika apparater och komponenter (bild 162). Detta kan exempelvis vara användbart för att se en brytares läge om det inte går att mäta eller ta isär utrustning utan att den kan gå sönder.

Personal från SKL kan även komma ut på plats för att bistå vid en brandutredning och för att undersöka elektrisk utrustning.

RÄDDNINGSVERKET

Räddningsverket ingår från och med 1 januari 2009 i den nya myndigheten Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). Det som beskrivs nedan är det arbete som Räddningsverket har bedrivit inom brandutredningar.

1996 inledde Räddningsverket ett brandutredarprojekt där verket skrev ett avtal med ett antal räddningstjänster för att få ta del av räddningstjänstens brandutredningar. Varje räddningstjänst som deltog i projektet skulle skicka in minst 14 brandut-

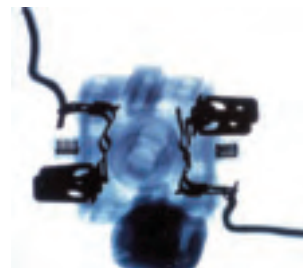


Bild 162. En röntgenbild på en strömbrytare med dess kontaktbleck.

103 Fälthandbok för kriminaltekniska platsundersökningar; Statens kriminaltekniska laboratorium

redningar per år till Räddningsverket. Projektet har utvecklats till att cirka 40 brandutredare medverkar runt om i Sverige, och dessa lämnar in ungefär 500 brandutredningar årligen. De brandutredningar som görs inom projektet sparas i RIB (Integrerat beslutsstöd för skydd mot olyckor). I oktober 2008 fanns cirka 4 000 brandutredningar i informationsbanken.

Räddningsverket sprider erfarenheter från brandutredningarna på flera olika sätt, t.ex. genom artiklar i olika branschtidningar såsom Räddningsverkets tidning Sirenen, riktade informationsinsatser och genom kontakterna med olika myndigheter och tillverkare. Tack vare brandutredarprogrammet har många brandfarliga produkter ändrats och erfarenheter dragits. Ett exempel på detta är snuskylar som orsakade många bränder under 2002. Vid en brandutredning inom brandutredarprogrammet kunde det konstateras att det var en glimtändare som orsakade bränderna. Swedish Match lät byta ut dessa tändare på företagets alla snuskylar, och tre dagar efter brandutredningen var problemet åtgärdat i hela Sverige.

De brandutredare som är knutna till Räddningsverket finns spridda över hela landet och kan kontaktas för att utföra brandutredningar.

Tillvägagångssätt och erfarenheter

Detta avsnitt beskriver hur man bör gå tillväga för att genomföra en brandutredning av en elektrisk apparat samt av den elektriska installationen i en byggnad.

Vid båda dessa undersökningar finns det två saker som är bra att veta. För det första ska en elledning med flera ledare klippas av så att alla ledare klipps på olika platser. Om varje klipp görs en bit från något av de andra är det sedan lättare att sedan se vilka ledare som suttit ihop. För det andra bildas ofta en svart kopparoxid på kopparenledningen vid en brand. För att kunna undersöka ledningarna ordentligt kan de behöva rengöras, och erfarenheterna visar att exempelvis saltsyra¹⁰⁴ av lägre koncentration fungerar bra, liksom tvål och vatten eller rengöring med en lämplig borste.

104 Deplace Michel & Vos Eddie; Electric Short Circuits Help the Investigator Determine Where the Fire Started

ELEKTRISKA APPARATER

När en brand har inträffat i någon form av elektrisk utrustning är det alltid en fördel att veta hur utrustningen såg ut före branden samt vilka elektriska delar som finns i den. Denna information kan fås från flera håll, t.ex. genom bruksanvisningen som kan fås från innehavaren, tillverkaren, reparatörer eller installatörer. Ett annat sätt är att kontakta någon av dessa för att få se hur utrustningen ser ut i verkligheten, eller att söka information om utrustningen på Internet. Ett tredje sätt är att någon av de nämnda parterna följer med till platsen och deltar vid utredningen.

Vid en undersökning av elektriska apparater räcker det sällan med att bara undersöka den elektriska apparaten, utan ofta krävs också en brandbildstolkning på platsen. I bästa fall visar både brandbilden och undersökningen av den elektriska apparaten var branden börjat. Det händer dock att den elektriska apparaten inte ger något svar på var branden börjat men att brandbilden visar det och tvärt om. Många elektriska apparater har någon form av märkskylt med värdefull information, och om märkskylten är läsbar efter branden bör man ta tillvara på de uppgifterna. Tyvärr görs märkskyltar i olika material och vissa klarar inte av att stå emot en brand.

Checklista före undersökningen av apparaten

- 1 Finns det någon sprängfigur, ett kopplingsschema eller en bruksanvisning för apparaten? De kan vara bra att ha före undersökningen men kan också skaffas om det skulle behövas under undersökningen.
- 2 Finns det någon som är kunnig på apparaten som kan delta vid undersökningen? Brandutredaren får bedöma om en sakkunnig person bör vara med från början eller inkallas under undersökningen om det behövs.
- 3 Ta reda på när den aktuella apparaten användes senast. Om en tvättmaskin exempelvis inte varit i bruk på en vecka har den förmodligen inte orsakat branden.
- 4 Har någon säkring löst ut i huvudcentralen? Är huvudbrytaren för centralen tillslagen?
- 5 Har säkringen till apparaten i gruppcentralen löst ut? Är huvudbrytaren för centralen tillslagen?

- 6 Är apparaten ansluten till elnätet, antingen genom stickpropp eller fast anslutning?
- 7 Har apparaten reparerats eller har det varit några problem med apparaten? Det är information som ägaren eller brukaren av apparaten ofta kan lämna. Om apparaten har reparerats kan det exempelvis märkas genom att nya hål fått borraras för att en viss del ska passa eller genom att lödningar på kretskort inte ser ut att vara original.

Checklista undersökning av apparaten

- 1 Fotografera apparaten från alla håll. Fortsätt sedan att ta fotografier under hela undersökningen.
- 2 Studera apparaten utan att röra den och betrakta brandbilden. Försök att avgöra hur branden kan ha spridits och var den kan ha börjat. Är det mera bränt på ett visst ställe än på andra? Är det något ställe som verkar ha varit varmare än andra? Var är de lägsta brandskadorna? Kommer branden utifrån eller inifrån apparaten?
- 3 Finns det en strömbrytare på apparaten? Är den frånslagen har apparaten troligen inte orsakat branden.
- 4 Finns det en säkring i apparaten? Är den hel kan det tyda på att branden inte har börjat i apparaten och att den därmed inte har orsakat branden. Om säkringen har löst ut kan det däremot tala för att branden börjat i apparaten.
- 5 Kontrollera om det finns en kortslutningsskada på anslutningskabeln som går till apparaten. I så fall kan det tyda på att branden kommer utifrån. Detta beror dock på apparatens konstruktion.
- 6 De flesta bränder i apparater med en svagströmsdel startar i nätdelen, dvs. den del som har en spänning på 230 eller 400 V.
- 7 Kontrollera läget på strömbrytare och vred för att se vad som har varit tillslaget. På värmeapparater finns det vred eller tryckknappar som ska kontrolleras. Har de varit tillslagna?
- 7 Finns det någon komponent som är mer bränd än andra?
- 8 Är brandskadorna på kretskorten jämnt utbredda eller är det mer bränt på en viss del?

- 9 Undersök de delar som ser ut att ha kunnat orsaka branden. Ta isär bit för bit och dokumentera med kamera.
- 10 Hittas några av de brandskador som beskrivits i boken som kan ge en vägledning om var och varför branden har börjat?

Exempel 37: Undersökning

Räddningstjänsten fick larm om en rökfylld lägenhet i södra Stockholm. Branden släcktes och röken ventilerades ut från lägenheten. Det visade sig att branden sannolikt hade startat i en tvättmaskin eller i en torktumlare som båda var kraftigt brandskadade. Torktummlaren hade stått ovanpå tvättmaskinen och båda dessa togs tillvara för en brandutredning. Enligt uppgift från de boende var torktummlaren avstängd och tvättmaskinen påslagen vid tillfället för branden.

Båda maskinerna var kraftigt brända, och eftersom tvättmaskinen var den som varit påslagen samt stått underst talade det mesta för att branden börjat i denna. Branden hade troligtvis spridit sig uppåt och orsakat de kraftiga brandskadorna på torktummlaren. Ett brand-V kunde också urskönjas och eventuellt visa primärbrandområdet som framgår av bilderna 163 och 164.

Tvättmaskinen var brandskadad hela vägen ner, och därför undersöktes även botten som uppvisade brandskador. Denna del togs sedan bort för att se hur det såg ut undertill, vilket framgår av bild 165 och 166.

När botten tagits bort började man misstänka att branden hade börjat i ena hörnet i nedre delen av tvättmaskinen där vattenpumpen sitter. Därför plockade man bort vattenpumpen och de elledningar som gick till den. Bild 167 och 168 visar de delar som hade de kraftigaste brandskadorna. Dessa hade till skillnad från de andra delarna på pumpen skador som tydde på att värmen kom inifrån.

När elledningarna till pumpen undersöktes hittade man en kortslutningsskada cirka 10 cm från anslutningen till pumpen. Kortslutningsskadan visar att branden har börjat i det aktuella området och skadan hittades genom att känna med fingrarna längs med ledningarna. På plats undersöktes skadan med en lupp och sedan undersöktes den med mikroskop. Både brandskadorna och kortslutningsskadorna visade var branden



Bild 163. Tvättmaskinen som brunnit.



Bild 164. Tvättmaskinen från baksidan.



Bild 165. Ett brand-V som skulle kunna visa primärbrandområdet. Cirkeln visar ett område där det varit höga temperaturer. Även botten är skadad, vilket framgår av bilden.



Bild 166. En närbild av området inom cirkeln efter det att botten tagits bort.



Bild 167. En del av pumpen som hade mycket kraftiga brandskador.



Bild 168. Stift dit elkablar varit anslutna. Stiftet är värmeskadade i hela sin längd och de var hårt satta i ändarna, vilket tydde på att de varit utsatta för branden i ett tidigt skede. Det fanns också en del svart poröst material runt stiftet. Kablarna hade tagits bort innan bilden togs.



Bild 169. Kortslutningsskadan som hittades. Det syns en tydlig bubbla i mitten med en krater runt. Bilden är tagen i ett mikroskåp.

hade börjat, men branden kan ändå ha orsakats av exempelvis varv kortslutning, glappkontakt eller överledning. Den exakta brandorsaken kunde inte fastställas, men undersökningen visade i alla fall vad startföremålet var. Bild 169 visar kortslutningsskadan på elledningen.

EL I BYGGNADER

För att veta hur elledningarna är dragna i en lägenhet eller i ett hus bör man först se om fastighetsägaren har några ritningar. Om inte, eller om det finns ett behov av att gå igenom elledningarna efter en brand i en byggnad, är det en fördel att ha en elektriker med för att snabbt kunna utläsa hur elen är uppbyggd. Det första som bör göras vid utredningen är att kolla säkringarna i huvudcentralen och se om någon har löst ut där. Sedan bör gruppcentralen eller -centralerna i byggnaden kontrolleras. Vid elcentralen finns det normalt en tavla som visar var alla säkringar går i byggnaden, men tavlan kan saknas eller vara för bränd för att kunna utläsas. För lägenheter kan man ofta få informationen genom att titta i en annan lägenhet, och helst en lägenhet på ett annat våningsplan fast i samma läge och storlek. I annat fall kan exempelvis fastighetsägaren eller stadsbyggnadskontoret ha ritningar över elen. Det är dock viktigt att vara uppmärksam på att elen kan ha ändrats i den aktuella lägenheten.

Checklista för undersökning av el i byggnader

1 Undersök huvudcentralen. För en lägenhet kan den finnas i källaren eller trapphusen och för en villa sitter den oftast utomhus, exempel på en elstolpe eller på fasaden till villan.

Kontrollera följande:

- a: Vilka säkringar som har löst ut.
- b: Säkringsstorlek.
- c: Vilken typ av säkring är det?
- d: Är automatsäkringarna en- eller trepoliga? Med trepolig automatsäkring menas att säkringarna är ihopkopplade så att om en säkring löser ut kommer den även att lösa ut de andra två.
- e: Är huvudbrytaren till- eller frånslagen?
- f: Ser alla kablar ut att vara korrekt anslutna?

2 Undersök gruppcentralen som finns i anslutning till byggnaden. Kontrollera följande:

- a: Vilka säkringar har löst ut?
- b: Säkringsstorlek.
- c: Vilken typ av säkring är det?
- d: Är automatsäkringarna en- eller trepoliga? Är huvudbrytaren till- eller frånslagen?
- e: Ser alla kablar ut att vara korrekt anslutna?
- f: Finns det en jordfelsbrytare?
- g: Har jordfelsbrytaren löst ut?

3 Undersök elinstallationen i brandrummet. Kontrollera följande:

- a: Hur är rummet säkrat?
- b: Säkras hela rummet av en säkring eller av flera?
- c: Är kablarna i rummet utanpåliggande eller infällda i väggarna?
- d: Hur många kortslutningsskador kan det finnas i rummet?
- e: Var bör de finnas utifrån brandbilden?
- f: Hur många vägguttag finns i rummet och vad är anslutet?
- g: Var finns strömbrytarna och vad bryter de?
- h: Undersök om brandplatsen uppvisar några av de skador som har beskrivits i boken. Detta kan eventuellt utesluta eller fastställa el som orsak eller eventuellt fastställa primärbrandplatsen.

Fastställa primärbrandplats

Om säkringarna har löst ut i huvudcentralen men inte i gruppcentralen kan man misstänka att branden har börjat någonstans i området där kabeln mellan dessa går. Då är det viktigt att kontrollera säkringarnas storlek i både huvudcentralen och gruppcentralen eftersom säkringarna ibland löser ut i huvudcentralen fast det är en förbrukare eller elledningar i byggnaden som gjort att säkringen löst ut. Det händer framför allt om säkringarna i huvudcentralen har samma säkringsstorlek som de i gruppcentralen. Dock är det då troligast att säkringen löser ut i gruppcentralen.

Vid bränder kommer värmen från elden att smälta isoleringen runt den metalliska ledaren. Om två metalliska ledare kommer i kontakt med varandra kommer en överledning att inträffa, förutsatt att det finns en spänningsskillnad mellan ledarna. Denna överledning kan bli så stor att en ren kortslutning uppstår och därmed uppstår de skador som beskrivits tidigare i boken. Det är troligt att isoleringen runt elektriska ledare först smälter bort i det område i rummet där branden börjar. Om branden sedan fortsätter kommer isoleringen att smälta bort även i övriga delar av byggnaden. Om all el i ett rum är säkrad med en säkring kan bara en kortslutningsskada uppstå i rummet. När branden sedan sprider sig till andra rum uppstår nya kortslutningsskador i takt med att elden når elektriska ledare som är säkrade med andra säkringar.

Om man vill använda kortslutningsskador för att avgöra var branden har börjat är det först viktigt att veta om all el i ett rum är säkrad med en eller flera säkringar. Detta talar om hur många kortslutningsskador som kan finnas. Sedan är det viktigt att veta vilka ledningar som har varit spänningsförande och hur lång bit av ledningarna som varit spänningsförande. Därför är det viktigt att se om en strömbrytare varit tillslagen. Om strömbrytaren inte varit tillslagen kan det inte heller ha blivit någon kortslutningsskada vid förbrukaren, och det finns därmed ingen anledning att undersöka den elektriska ledaren vid förbrukaren. Kortslutningsskadan måste i det fallet finnas vid en annan plats.

Vidare kan det normalt inte bli en kortslutningsskada på en kabel i en fast elinstallation som går till en fast monterad strömbrytare. Anledningen är att det oftast inte finns någon spänningsskillnad mellan ledarna till strömbrytaren. Det kan bli en överledning mellan ledarna om dessa kommer i kontakt med varandra. Då blir det som att strömbrytaren skulle vara tillslagen och strömmen går genom kretsen men utan att passera strömbrytaren. Det blir däremot inte någon ren kortslutning där eftersom strömmen inte blir högre än normalt i kretsen. Då det oftast inte finns en neutralledare eller skyddsledare till en strömbrytare i en fast elinstallation kan det normalt inte uppstå några kortslutningsskador på dessa. Därför är det på dessa kablar viktigt att se hur många ledare

som är dragna till strömbrytaren och vilken funktion de haft. Det krävs normalt att det finns en neutralledare, en skyddsledare eller ytterligare en fasledare för att ledarna till en strömbrytare ska kunna kortslutas.

När man letar efter en kortslutningsskada är det bra att ha i åtanke att isoleringen runt ledaren blir mjuk när den värms upp. Därför kan kortslutningsskadan uppstå där ledaren utsätts för mekanisk belastning, exempelvis vid en takkrok om en taklampa hänger i kabeln genom en krok. Belastningen på kabeln gör att de metalliska ledarna snabbare kommer i kontakt med varandra vid kroken.

Ibland kan man också hitta kortslutningsskador på två platser på en ledare, t.ex. om det uppstått en kortslutningsskada i samband med branden och om säkringen sedan slås på igen efter att den brutit. Det förutsätter dock att isoleringen har smält så att ledarna av metall får kontakt med varandra. Den första kortslutningsskadan är normalt den som är längst från säkringen. Om det av någon anledning inte finns någon säkring till den elektriska ledningen kan det uppstå flera kortslutningsskador längs ledaren. Detta inträffar dock inte normalt i bostäder eller på andra platser där ledarna skyddas av säkringar.

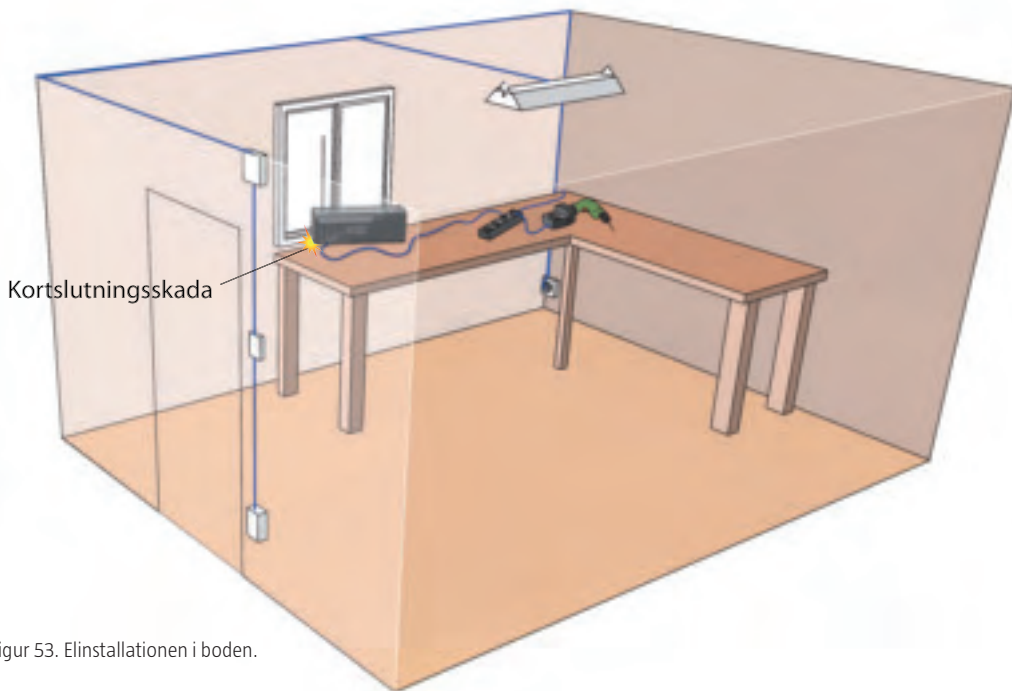
Exempel 38: Brand där kortslutningsskada använts för att fastställa en primärbrandplats

En brandutredning i utbildningssyfte genomfördes i en bod som skulle föreställa verkstad. Denna verkstad bestod av ett rum där utredningen visade att det fanns flera möjliga primärbrandplatser. För att försöka lokalisera primärbrandplatsen genomfördes också en elundersökning. Figur 52 visar hur boden såg ut. De platser som har siffror bedömdes utifrån brandbilden som viktiga att undersöka närmare för att finna brandorsaken. Om branden startade på en plats som är gulfärgad men utan stjärnor var det med hjälp av en brandfarlig vätska, och därför behövde man inte ta sådana prover någon annanstans.

Hela boden hade fått kraftiga brand- och rökskador. Nedan visas bilder på de platser som var intressanta att undersöka närmare i boden.



Figur 52. Figuren visar bodens utseende och var de möjliga primärbrandplatserna fanns. Vid de områden som är markerade med siffror behövdes föremålen undersökas. Vid de färgade områdena kunde det bli aktuellt att ta prov på brandfarlig vätska eftersom det inte fanns några föremål där som hade kunnat orsaka branden. Se även sid 172-173.



Figur 53. Elinstallationen i boden.

Alla de ovanstående områdena undersöktes tillsammans med elen i boden. Elundersökningen gjordes parallellt med de övriga brandundersökningarna och inleddes med att konstatera att det fanns en gruppcentral som var placerad utanpå boden. Denna gruppcentral avsäkrade all el i boden och innehöll

- en huvudbrytare som var tillslagen
- en trepolig automatsäkring
- två stycken enpoliga säkringar varvid en löst ut.

Undersökningen av den elektriska dragningen visade att den säkring som löst ut avsäkrade all el i boden. Därför kunde det bara finnas en kortslutningsskada i boden, och om man fann den skulle det ge en vägledning om var primärbrandplatsen fanns.

Den fasta elinstallationen var dragen med utanpåliggande kabel och all elmaterial var monterad utanpå väggen. Det fanns inga tecken på att branden skulle ha börjat i den fasta elinstallationen. Figur 53 visar den elektriska utrustningen i boden.

När den fasta elinstallationen var färdigundersökts granskades även de fem områden som kunde vara primärbrandplatser. I dessa områden gjordes brandundersökningen parallellt med den elektriska undersökningen. Undersökningen av respektive område gav följande resultat:

Område 1: Det fanns inget som tydde på att branden hade börjat i detta område. Ingen el fanns i området som kunde ha orsakat branden och i övrigt hittades inget som tydde på att branden börjat där.

Område 2. I detta område hittades ovanpå arbetsbänken en radio som var ansluten till ett grenuttag i område 3. Radion var värmepåverkad både från ovasidan och från undersidan. Elkabeln till radion låg delvis under radion, och där hittades en kortslutningsskada. Skadan fanns på den del av elkabeln som låg i ett mellanrum mellan väggen och arbetsbänken. Kortslutningsskadan undersöktes på platsen med hjälp av en lupp. I området hittades också stålull samt ett batteri där man med hjälp av luppen kunde konstatera att stålull delvis satt fast mot polerna på batteriet.

Område 3: I detta område hittades ett grenuttag med fyra uttag. Grenuttaget var anslutet till ett vägguttag nere vid golvet och uttaget satt i hörnet mellan arbetsbänkarna. Till grenuttagen var radion ansluten, samt en batteriladdare till en skruvdragare och bormaskin. Två av uttagen i grenuttagen var tomma. Det fanns inget som tydde på att branden hade börjat i detta område.

Område 4: Det fanns inget som tydde på att branden hade börjat i detta område. Det fanns ingen el där som kunde ha orsakat branden och i övrigt hittades inget som tydde på att branden börjat där.

Område 5: Det fanns inget som tydde på att branden hade börjat i detta område. El fanns i området, men elundersökningen visade inget som tydde på att branden börjat där. De elektriska apparaterna



Bild 170. Denna bild är tagen vid område 3 och visar brandskador direkt till höger innanför dörren.

Figur 54. Figuren i mitten visar bodens utseende och var de möjliga primärbrandplatserna fanns. Vid de områden som är markerade med siffror behövdes föremålen undersökas. Vid de färgade områdena kunde det bli aktuellt att ta prov på brandfarlig vätska eftersom det inte fanns några föremål där som hade kunnat orsaka branden.



Bild 171. Denna bild är tagen vid område 2 och visar brandskador under arbetsbänken som finns längs med ena långväggen.



Bild 172. Denna bild är tagen vid område 1 och visar brandskador direkt till vänster innanför dörren. Där har bland annat kläder brunnit som lett till kraftiga brandskador på golvet och väggen.

visade tecken på att branden kommit utifrån och smält dem. Några kortslutningsskador hittades inte i området.

Utifrån dessa resultat kunde man konstatera att branden alldeles i början av brandförloppet funnits under arbetsbänken och vid hyllan som fanns under bänken. Detta påvisades genom kortslutningsskadan under radion. Om branden hade börjat i något av de andra områdena hade inte kortslutningsskadan funnits där, och om branden börjat inom område 1, 3 eller 4 hade det troligtvis funnits en kortslutningsskada någonstans



Bild 173. Denna bild är tagen vid område 5 och visar diverse elektrisk utrustning som var intressant att utreda för att kunna utesluta eller fastställa föremålen som brandsorsak.



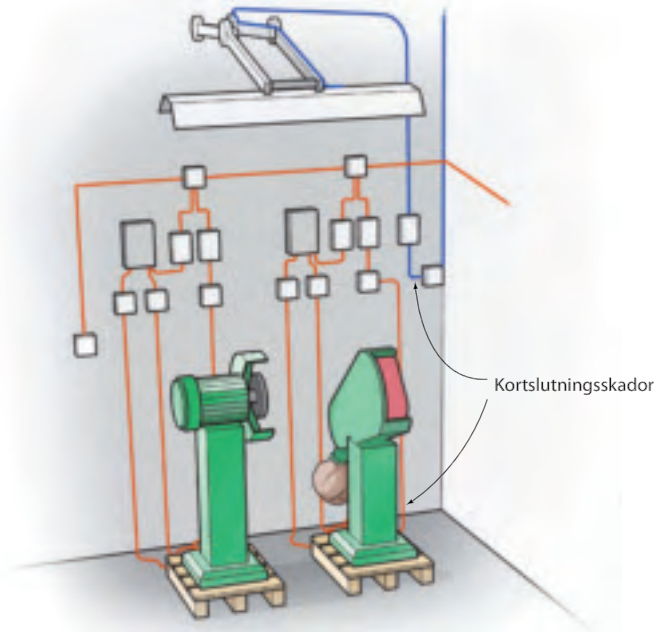
Bild 174. Denna bild är tagen vid område 4 och visar brandskador längs med långsidan som är på motsatta sidan mot arbetsbänken. På platsen fanns ett område med kraftiga brandskador på golv och vägg.

än under arbetsbänken. Hade branden börjat inom område 5 hade man troligen hittat en kortslutningsskada på arbetsbänken eller på den elektriska utrustningen i närheten. Brandorsaken var att ett batteri kommit i kontakt med stålull precis framför arbetsbänken, och precis i början av förloppet hade det mycket riktigt brunnit under arbetsbänken.

Exempel 39: Brand där kortslutningsskada har använts för att fastställa en primärbrandplats

På en industri i Stockholm hade man problem med en bandslipmaskin, och en elektriker hade därför kopplat förbi maski-

Figur 55. Elinstallationen i primärbrandområdet



nens frekvensomvandlare. Dagen efter när arbetet skulle och maskinen slogs på i högsta hastighet började det brinna bakom maskinen. Eftersom frekvensomvandlaren hade kopplats bort gick maskinen endast på högsta hastighet. Brandskadorna blev kraftiga i den ände av rummet där maskinen var belägen, med rökskador i övriga rummet och andra delar av industrin. En brandutredare tillkallades för att ta reda på brandorsaken. Primärbrandplatsen kunde utifrån brandbilden fastställas till ett område runt bandslipmaskinen och en pelarslipmaskin intill. Sedan genomfördes en elundersökning för att närmare kunna fastställa primärbrandplatsen och brandorsaken. Denna visade att det inte fanns några tecken på glappkontakt eller andra elektriska skador som kunnat orsaka branden. Däremot var all elektrisk utrustning i området säkrad med fyra säkringar. En säkring gick till en enfaskabel som gick till ett lysrör. De andra tre säkringarna gick till en trefaskabel som försörjde bland annat de båda slipmaskinerna och deras motorer. Detta innebär att det skulle kunna finnas fyra kortslutningsskador, en för varje säkring, och med hjälp av dem kunde man möjligtvis finna primärbrandplatsen (figur 55).

Kabeln till bandslipmaskinen gick ner på väggen, via golvet och upp till bandslipmaskinen. På den del som låg mot golvet hittades kortslutningsskador på alla tre faser inom samma område

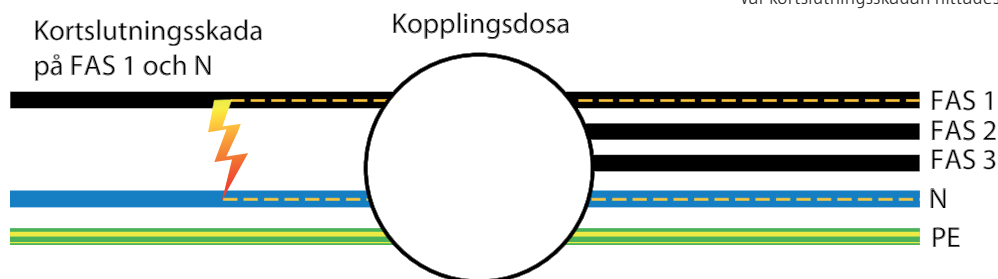
på kabeln (bild 175). Detta var mycket nära den uppsamlingspåse som fanns på bandslipmaskinen, och om uppsamlingspåsen hade börjat brinna skulle branden ha nått den kabeln och platsen i ett mycket tidigt skede av branden. En vidare undersökning av kabeln till lysröret som säkrades med en annan säkring visade en kortslutningsskada strax ovanför maskinens uppsamlingspåse. Sammantaget visade undersökning att det enda rimliga var att branden hade börjat i uppsamlingspåsen till bandslipmaskinen. Uppsamlingspåsen innehöll slipdamm som förmodligen hade antänts av en gnista eller liknande. Kortslutningsskadorna undersöktes med hjälp av ett mikroskåp.

Exempel 40: Brand där kortslutningsskador använts för att fastställa en primärbrandplats

En tvåvåningsvilla med en källare var kraftigt brandskadad efter en brand. Gruppcentralen i villan var placerad på bottenvåningen, och vid brandutredningen hittades kortslutningsskador på alla utgående fasledare utom en. Kortslutningsskadorna hittades 10–40 cm från anslutningarna vid säkringarna. Detta tydde på att det brunnit i elcentralen i ett mycket tidigt skede av brandförloppet. Resten av undersökningen visade att den fasledare som inte hade någon kortslutningsskada i elcentralen i stället hade en sådan i källaren. Till källaren gick en ledare med tre faser, men de övriga två faserna hade kortslutningsskadorna i elcentralen. Kabeln med de tre faserna gick till en kopplingsdosa i källaren (figur 56) och från kopplingsdosan gick den ena fasan vidare tillsammans med en neutralledare och en skyddsledare. Kortslutningsskadan hittades cirka 20 cm från kopplingsdosan.



Bild 175. Bilden visar primärbrandområdet, de två slipmaskinerna, var kortslutningsskadorna hittades samt var uppsamlingspåsen satt före branden.



Figur 56. Figuren visar hur ledaren till och från kopplingsdosan såg ut samt var kortslutningsskadan hittades.

Dessa kortslutningsskador visar att branden hade börjat på två ställen i villan. Om branden enbart börjat i källaren skulle det ha funnits kortslutningsskador på alla tre faserna i kopplingsdosan eftersom branden spridits vidare till kopplingsdosan och till ledaren efter dosan. Om branden enbart hade börjat i elcentralen skulle alla faser i den ha haft kortslutningsskador. Resultatet visade att branden måste ha börjat på två ställen i villan inom en kort tidsperiod. Branden var anlagd, vilket kunde påvisas med hjälp av elundersökningen.

8 Åtgärder för att förebygga elbränder

Syftet med detta kapitel är att använda kunskaperna om elektriska brandorsaker till att lista åtgärder för att förebygga dem.

Belysning:

- Byt ut blinkande lysrör och använd säkerhetsglimtändare.
- Se till att använda rätt typ av lampa i en armatur. Kontrollera vilken lampa som armaturen är avsedd för.
- Inbyggda spotlights med halogenlampor:
 - Tänk på att inte ha för hög effekt på lampan.
 - Se till att följa skyddsavstånden utifrån tillverkarens anvisningar.
 - Kontrollera att reflektorn ger värmen åt rätt håll.
 - Ha gärna gips eller något annat obrännbart material runt lampan.
 - Tänk på att trä runt en inbyggd spotlight kan torrdestillera och sedan självantända vid temperaturer ner mot 100 °C.
 - Så kallade LED-lampor kan vara ett alternativ till halogenlampor.
 - Var försiktig med så kallade klämlampor eftersom de kan orsaka bränder om de lossnar och ramlar på något som är brännbart.

- Var försiktig med halogenlampor på stativ (skrivbordslampor) eftersom de har en hög temperatur och kan orsaka bränder om de välter och hamnar på något som är brännbart.
- Använd inte så kallade bygghalogenlampor inomhus. Använd lampor som inte blir lika varma.

Skarvsladdar:

- Koppla inte in för många förbrukare till samma uttag, det vill säga bygg inte på med för många skarvsladdar.
- Rulla ut skarvsladdar (sladdvindor) i hela dess längd när vindan används.

Elektriska apparater:

- Är kylskåpet från 1994 eller tidigare ska startreläet bytas ut om det är av märket Danfoss.¹⁰⁵
- Ha aldrig tvättmaskin, diskmaskin eller torktumlare på när du inte är hemma. Kom också ihåg att rengöra filtret till torktumlaren.
- Manöverpanelen ska sitta på bastuaggregatet och inte utanför bastun.
- Torka inte kläder i bastun med påslaget bastuaggregat.
- Lägg inte brännbart material på spisen och förse gärna så kallade trinettkök med en timer. Det är lätt hänt att man ställer olika saker på ett trinettkök och att plattorna sedan slås på av misstag om någon kommer åt ett vred.

Övrigt:

- Bäddvärmare och värmedynor:
 - Byt ut dem om de är äldre än 10 år.
 - Använd dem inte när du sover.
 - Se till att de alltid är helt utrullade när de används.
- Elledningar:
 - Byt ut gamla elledningar där isoleringen blivit spröd, börjat lossna eller är skadad på något annat sätt.
 - Se till att de inte ligger i kläm eller mot varma föremål.
 - Se till att isoleringen är intakt hela vägen in i en apparat.

105 Enligt en rekommendation från Danfoss hemsida: <http://www.danfoss.com/Sweden/Info/Compressor/Generel+information.htm> 2008-08-04

- Koppla in jordfelsbrytare i bostaden och använd skyddsjordade vägguttag
- Om någon elektrisk utrustning låter konstigt eller luktar bränt bör utrustningen ses över, liksom om man misstänker en glappkontakt. Det förekommer att röklukt kan kännas flera dagar innan branden upptäcks. Ett sätt att kontrollera den elektriska utrustningen är att använda en värmekamera för att se om det är onormalt höga temperaturer någonstans.
- Innehavaren av en starkströmanläggning måste se till att den är tillräckligt säker för människor och egendom. Anläggningen bör därför kontrolleras med jämna intervall. För större anläggningar ska försäkringstagaren se till att revisionsbesiktningar genomförs. Mer information om det kan fås via Elektriska nämnden.
- Elcentralen:
 - Om en säkring återkommande löser ut bör man se över antalet förbrukare som är anslutna till säkringen. Detta gäller även om säkringen är för varm för att ta på.

9 Ordlista

Denna ordlista innehåller flera citat från andra källor (markerade med kursiv stil och citattecken), men av utrymmesskäl går det inte att lägga in alla referenser på denna sida. I stället hänvisar vi generellt till referenslistan sist i boken.

Atomradie	<i>"Atomradien är ett mått på storleken av atomer. Atomradien mäts på atomer i jämvikt och enheten är pikometer (pm) eller ångström (Å). För fria atomer är begreppet något vagt. Man kan beräkna atomradier med olika kvantmekaniska metoder. I många grundämnen tar man som atomradie hälften av avståndet mellan atomerna"</i>
Backdraft	<i>"Backdraft är den förbränning av oförbrända brandgaser som kan inträffa då luft introduceras i ett utrymme vars syrenehåll starkt reducerat på grund av branden. Förbränningen kan då ske mer eller mindre snabbt."</i>
Brandgas-explosion	<i>"När brandgaserna läcker in i utrymmen som gränsar till brandrummet kan de blandas mycket väl med luften. Denna blandning kan fylla ut hela eller delar av volymen och ligga inom brännbarhetsområdet. Om blandningen antänds kan tryckökningen bli mycket kraftig. Detta kallas brandgasexplosion."</i>
Drossel	<i>"Drossel är en spole som inte skiljer sig på något avgörande sätt från andra spolar; vilken term som används beror på användningsområdet. Lågfrekvensspolar med järnkärna kallas hellre reaktor än drossel."</i>
Dubbel-isolering	<i>"Isolering som omfattar såväl grundläggande isolering som tilläggsisolering."</i>
Elektrolyt	<i>"En elektrolyt är en substans som innehåller fritt rörliga joner och som därför leder elektrisk ström (är elektriskt ledande). De allra flesta elektrolyterna består av joner som är lösta i en vätska men även fasta ämnen med rörliga vätejoner (protoner) förekommer, liksom vätskor som består endast av joner."</i>
Elbrand	<i>"En brand där elektricitet är den energikälla som möjliggör branden."</i>
Elinstallation	<i>"Ihopkopplad och samverkande elmateriel, vilken uppfyller ett eller flera syften samt har samordnande egenskaper."</i>
Fasledare	<i>"Fasledare kallas inom elektroteknik en spänningsförande ledare. I Sveriges elnät tas 230 volt ut mellan fasledare och neutralledaren i en trefasinstallation. 400 volt däremot tas ut mellan två fasledare."</i>

Felström	”Ström som flyter i en punkt i en strömkrets som en konsekvens av ett fel i en annan punkt i strömkretsen.”
Flampunkt	”Flampunkt är den lägsta temperatur vid vilken ett brännbart ämne avger ångor i sådan koncentration i luften att det är antändbara, det vill säga den temperatur när ämnets ångor når undre brännbarhetsgränsen.”
Fullt utvecklade brand	”Tillstånd där samtliga brännbara ytor är involverade i en brand inom ett definierat utrymme.”
Gruppcentral	”Kopplingsutrustning som innehåller säkringar eller andra överströmskydd från vilka gruppleddningar utgår.”
Huvudledning	”Sammanfattande benämning för kablar eller ledare före gruppcentraler.”
Högspänning	Högspänning innebär en spänning över 1 000 V.
Jord	”Jordens ledande massa, vars elektriska potential i varje punkt sätts lika med noll.”
Jordfelsbrytare	”Elkopplare som är konstruerad för att orsaka fränkoppling när felströmmen uppnår ett givet värde.”
Jordpotential	”Del av jorden vars elektriska potential är lika med noll.”
Kallflytning	”Utsätts en ledning för tryck tillräckligt länge sker en permanent deformation eller kallflytning. Permanent deformation innebär att ledningen inte återfår sin ursprungliga form.”
Kardel	”Kardel, benämning på en del av ett rep, wire, ledning eller dylikt. Repet består av ett antal kardeler som tvinnats tillsammans. Varje kardel kan i sig vara tvinnad (spunnen) av flera (tunnare) kardeler. I elsammanhang används ordet kardel för att beskriva en enskild tråd i en flerledarkabel - en flexibel ledning kan till exempel vara tillverkad genom att 7 kardeler tvinnas till en tråd, som sedan isoleras. Detta bör ej förväxlas med en enskild ledare i en flerledarkabel. En anslutningsladd för något vanligt handverktyg kan till exempel vara uppbyggd som ”ett rep” av 3 st ledare, där varje isolerad ledare tillverkas genom att spinna ihop 19 kardeler.”
Klenspänning	Klenspänning innebär en spänning upp till 50 V
Kondensator	”En kondensator är en passiv elektronisk komponent (jämfte resistorer, memristorer och spolar). Den har förmågan att lagra en viss elektricitetsmängd.”
Kortslutningsström	”Överström som orsakas av fel med försämbur impedans mellan spänningsförande ledare som i normal drift har olika potential.”
Kulledning	Kulledning används i dag inte längre som kabel i elinstallationer men förekommer i befintliga. En kulledning kan definieras på följande sätt: ”Ledning bestående av två eller flera entrådiga PV-isolerade kopparledare, som äro kablade och – sedan utrymmet mellan parterna utfyllt med impregnerat papper till rund sektion – bandade med impregnerat papper och inneslutna i falsad, rostskyddad stålmantel eller falsad aluminiummantel.”
Kristallstruktur	”Kristallstrukturer är de olika tredimensionella geometriska mönster som kristaller bildar. Varje kristallstruktur består av ett translationsgitter och en bas (ibland även motiv), en grupp atomer som är identiskt ordnade till varje punkt i gittret.”
Ljusbåge	”En ljusbåge är en kontinuerlig kraftig elektrisk urladdning genom luft, där den elektriska spänningen joniserat luften (se plasma) varvid den blivit elektriskt ledande. Den flödande strömmen hettar upp luften till många tusen grader, varvid den avger ljus och ljud. Ljusbågar inträffar naturligt i stor skala i åskblixtar, men utnyttjas i mindre skala i svetsning och även för viss belysning, se bågglampa. Ljusbågar utnyttjas även i så kallade ljusbågsugnar då de används för att smälta metaller.”

Lågspänning	Lågspänning innebär en spänning från 50 V och upp till 1 000 V.
Märkström	"Märkström är den största ström som en apparat eller komponent är avsedd att arbeta med under normala driftförhållanden. På liknande sätt är märkspänning och märkeffekt för apparater och komponenter gränsvärden som normalt inte bör överskridas."
Neutralledare	"Ledare som är ansluten till neutralpunkten i ett system och som kan delta i överföringen av elektrisk energi."
PEN-ledare	"Jordad ledare som har en gemensam funktion som skyddsledare och neutralledare."
Plint	"En plint är en (numrerad) fysisk kopplingspunkt för anslutning av enskilda ledare i elektriska kablar (kopplingsplint)."
Reaktor	Se drossel
Resistivitet	Resistivitet är en elektrisk materialegenskap. Bra elektriska ledare har låg resistivitet och bra isolatorer har hög resistivitet.
Sinus	Sinus, betecknad sin, är en trigonometrisk funktion av en vinkel, som i en rätvinklig triangel anger kvoten mellan motstående katet och triangelns hypotenus. För en enhetsvektor som bildar vinkeln α med x-axeln i ett tvådimensionellt kartesiskt koordinatsystem anger sin vektorns y-koordinat.
Skyddsledare	"Ledare för anslutning av utsatta delar, som – vare sig de är anslutna till systemets neutralpunkt eller inte – uteslutande är avsedd för skydds-jordning."
Spole	En spole är en tråd som är lindad i spiral. Ofta avses en passiv elektrisk komponent (elektrofysik), eller så kallad induktiv komponent, som används i apparater för att filtrera eller välja ut signaler av bestämd frekvens. Tråden i en sådan kan vara lindad kring en kärna, ofta i form av en stav eller en ring, men det förekommer också så kallade luftlindade spolar.
Starkströmanläggning	"Med starkströmanläggning avses en anläggning som har spänning, ström eller frekvens som kan vara farlig för en person, husdjur eller egendom."
Stickpropp	"Anslutningsdon som är försett med kontaktstift och avsett för anslutning av anslutningskablar till uttag."
Säkring	"Apparat som innehåller smältledare som smälter då strömmen genom den under en viss tid överskrider ett visst värde och som därigenom bryter strömmen och öppnar kretsen i vilken apparaten är insatt."
Uttag	"Med kontakthylsor försett fast eller flyttbart anslutningsdon, varigenom effekt skall gå ut."
Termisk tändpunkt	"Termisk tändpunkt är den lägsta temperatur som krävs för att ett ämne ska kunna antändas utan inverkan av låga eller annan tändkälla."
Vagabonderande ström	"Vagabonderade ström, begrepp som används vid elektriska anläggningar när returströmmen eller delar av denna under hela eller delar av sin vandring följer andra, oönskade, banor än de metalliska ledare som är avsedda för returkretsen."
Överlastström	"Överström i en felfri strömkrets."
Överström	"Ström som är större än märkströmmen eller större än strömvärdet för ledaren."
Överströmsskydd	"Säkringar eller elkopplare som påverkas av överströmmar."
Överton	"Delton vars frekvens är högre än grundfrekvens"

Övertändning

“Under en rumsbrand kan det inträffa ett stadium där den termiska strålningen från branden, de varma gaserna och de varma omslutningsytorna orsakar att alla brännbara ytor i brandrummet pyrolyseras. Detta plötsliga och sammanhängande övergångsstadium av ökande brand kallas övertändning.”

10 Resultat av självtest

Produkt	Bild efter test	Resultat
1. Strykjärn 1200 W. Placerad på bomullstyg.		2. Varken rök eller lågor.
2. Brödrost 1300 W, med fyra rostbrödsdiskivor fastnar "nere" i tillslaget läge.		X. Ej lågor, bara rök. En brand kan dock utvecklas.
3. Fläkt 2000 W, påslagen på maxeffekt. Fläkten täcks med ett bomullstyg		2. Varken rök eller lågor.
4. Element 600 W, som påslaget täcks med ett bomullstyg.		2. Varken rök eller lågor.

Produkt	Bild efter test	Resultat
5. Matolja i en kastrull på en påslagen spisplatta, 1500 W. Matoljan är cirka 0,5 cm djup.		1. Brand med lågor
6. Tänd halogenlampa, 500 W, läggs mot en spånskiva.		X. Ej lågor, bararök. Brand kan utvecklas vid rätt förutsättning.
7. En tänd "vanlig" glödlampa på 60 W bäddas in i fyra lager lakan på båda sidor		X. Ej lågor, bara rök. Brand kan utvecklas vid rätt förutsättning.
8. En tänd "vanlig" glödlampa på 100 W bäddas in i fyra lager lakan på båda sidor, som i test 7 ovan.		X. Ej lågor, bara rök (lite glöd i lakanet). Brand kan utvecklas vid rätt förutsättning.
9. En tänd halogenlampa på 20 W:s (bordslampa) läggs mot åtta lager med bomullslakan.		X. Ej lågor, bara rök. Dock små mängder rök. Brand kan utvecklas vid rätt förutsättning.
10. En tänd kronljuslampa på 25 W bäddas in i fyra lager lakan på båda sidor, som i test 7 ovan.		2. Varken rök eller lågor. Brand kan dock utvecklas efter en längre tid. Lakanet blev lite bränt men synlig rök avgas inte. Lite mindre bränt än 60 W:s glödlampa.

11 Referenser

- Nurmi Veli-Pekka, Nenonen Antti & Sjöholm Kai; *Elbränder i Finland: Sammanfattning av resultaten från uppföljningsundersökningen 2003-2004*
- Nenonen Antti: *Dödsfall vid elbränder i Finland: Sammandrag av undersökningsresultaten*
- El och brand: *Brandskador och erfarenheter*; Elektriska nämnden
- El och brand II: *Brandskador och erfarenheter*; Elektriska nämnden
- Internetadress: www.elsakerhetsverket.se/allmanhet/elsakerhetihemmet/brandriskmedplatttv.4.60a759a611147b1cd6180004356.html 2008-02-06
- Internetadress: www.elsakerhetsverket.se/information/nyhetsarkiv/nyheter2001/nyheter2001/brandriskvidanvandningavvattenkokarepalazzomodellns60.5.60a759a611147b1cd6180003424.html 2008-02-06
- Korkalo Jorma, Keijonen Ari & Nurmi Veli-Pekka; *Elektriska brandrisker och deras hantering, Svenska upplagan 2004*; Sähkö-tarkastusyhdistys, Säkerhetsteknikcentralen & sähköturvallisuuden Edistämiskeskus
- Karlsson Bengt, Ring Berndt & Ohlsson Conny; *Ellära för kriminaltekniker*; Statens kriminaltekniska laboratorium; Februari 2002; ISBN 91-89110-06-4
- Fälthandbok för kriminaltekniska platsundersökningar*; Statens kriminaltekniska laboratorium, Tredje omarbetade upplagan 2007; ISBN 91-89110-30-7

Nilsson Ulf; *Snyggt men farligt, kan en brandutredare/tekniker genom att titta på elektriska ledningar i en fastighet konstatera eller utesluta blixtnedslag som orsak till branden?*; Ett specialarbete på kriminalteknikerutbildningen 2002-2003

NFPA 921 *Guide for fire and explosion investigation* 2008

Lag (2003:778) om skydd mot olyckor

Förordning (2003:789) om skydd mot olyckor

Ellagen (1997:857)

Förordning med instruktion för Elsäkerhetsverket (1992:1139)

Elinstallationsförordningen (1990:806)

Förordning (1993:1068) om elektrisk materiel

Elsäkerhetsverkets föreskrifter om behörighet för elinstallatörer, ELSÄK-FS 2007:2, ISSN 1103-405X

Internetadress: www.wikipedia.se

Lag (1992:1534) om CE-märkning

Internetadress: www.semko.se/ 2008-04-07

Elsäkerhetsverkets föreskrifter och allmänna råd om hur elektriska starkströmsanläggningar ska vara utförda, ELSÄK-FS 2008:1

Elsäkerhetsverkets föreskrifter och allmänna råd om innehavarens kontroll av elektriska starkströmsanläggningar och elektriska anordningar, ELSÄK-FS 2008:3

Elkunskap för vardagsbruk; Svenska Elverksföreningen; Landskrona 1994; ISBN 91 7622 104-0

Johnsson Bo & Frid Johnny; *Elsäkerhet*; Trelleborg 2004; ISBN 91-47-01179-3

Håkansson Paul & Englund Arne; *Introduktion till elarbeten*; Malmö 2000 Första upplagan; ISBN 91-47-01540-3

Dehaan D. John; *Kirks fire investigation*; Fourth edition 1997; ISBN 0-8359-5056-5

Installation av jordfelsbrytare; Elsäkerhetsverket: 2002 1:a reviderade upplagan

Erlandsson Ulf & Bengtsson Lars-Göran; *Brandutredning*; Räddningsverket: Husqvarna 2005; ISBN 91-7253-259-9

Revisionsbesiktning av elanläggning - förebygger skador och räddar stora värden; Svenska Brandskyddsföreningen

Danielsson Stig; *Förundersökning i brottmål*; Mölnlycke 2007 Tredje upplagan; ISBN 978-91-86346-36-2

Brottsbalken (SFS 1972:600)

Rättegångsbalken (SFS 1942: 740)

Internetadress: www.polisen.se/inter/nodeid=5648&pageversion=1.jsp 2008-05-15

Internetadress: www.aklagare.se/Aklagarens-roll/Forundersokningen/Tvangsmedel/ 2008-05-15

Mattson Staffan; *Materiallära för svetsare*; Liber AB 1999

Causes of fires involving television sets in dwellings; Department of Trade And Industri URN 01/ 745; April 2001 London

Westlund Leif; *Elmiljö i praktiken*; Kristianstad 2007; ISBN 91-40-64543-6

Skenet kommer från branden i elcentralen; Elinstallatören nr 11 2004

Plastkapslingar orsakar bränder; Elinstallatören nr 5 2003

Internetadress: www.elsakerhetsverket.se/information/nyhetsarkiv/nyheter2001/nyheter2001/gamlaanslutningsdonavmetalldods fara.5.60a759a611147b1cd6180003921.html 2008-08-04

Internetadress: www.danfoss.com/Sweden/Info/Compressor/Generel+information.htm 2008-08-04

Bengtsson Lars-Göran; *Inomhusbrand*; Räddningsverket 2001 Malmö; Tredje upplagan; ISBN 91-7253-199-1

Ondrus Julia; *Brandteori*; Räddningsverket; Malmö 1996; U14-414/95

Internetadress: www.av.se/lagochratt/aml/ 2008-08-18

Arbetsmiljölagen (1977:1160)

Arbetsmiljöförordningen (1977:1166)

www.seveso.se 2008-06-22

Hermelin Johan; *Tolkning av vissa viktiga data*; Svenska brandförsvarsföreningen; Stockholm 2000; ISBN 91-7144-196-4

Svensson Stefan; *Brandgasventilation*; Räddningsverket 2000; ISBN 91-7253-066-9

Risker vid avbrott på PEN-ledaren; Svenska Branskyddsföreningen-Elektriska Nämnden; 2/2008 Faktablad från Elektriska Nämnden

Drysdale Dougal; *An introduction to Fire Dynamics*; Wiley; Second edition April 2000; ISBN 0 471 97290 8

- Backvik Bo, Fagergren Tomas & Jensen Lars; *Installationsbrand-skydd, Ventilation-Rör-El*; Brandskyddslaget AB 2008; ISBN 978-91-633-1723-1
- Haverikommissionen-vad gör den?; Statens haverikommission; LFV Tryck 2000
- AFS 1999:3 Byggnads- och anläggningsarbete
- AFS 2000:42 Arbetsplatsens utformning
- Lag (1994:847) om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, med mera
- Förordning (1994:1215) om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, med mera
- Plan- och bygglag (1987:10)
- Plan- och byggförordning (1987:383)
- Lag (1988:868) om brandfarliga och explosiva varor
- Förordning (1988:1145) om brandfarliga och explosiva varor
- Brandbelastning; Boverket juli 2008; ISBN 978-91-86045-16-6
- Yereance Robert A.; *Electrical fire analysis*; Charles C Thomas-Publisher 1995; ISBN 0-398-05988-8
- Beland, B.; *Electrical Damages- Cause or Consequence?*, Journal of Forensic Sciences, JFSCA, Vol. 20, No. 3, July 1984, pp.747-761
- Beland, B.; *Copper behavior under fire conditions*; The fire and arson investigator; Vol. 44, Issue 4, 1994, pp. 40-44
- Beland, B. & Fortier, C; *Arc Tracking in relation to fire investigation*; The fire and arson investigator, Vol. 46, March 1995
- Jackson Arthur L.; *Electrical aspects of fire investigation*; Fire Engineering; Januari 1998, pp. 49-51
- Gray D.A. & Drysdale D.D.; *Identification of Electrical Sources of Ignition in Fires*; Fire Safety Journal, 6 1983, pp. 147-150
- Delplace Michel & Vos Eddie; *Electric Short Circuits Help the Investigator Determine Where the Fire Started*; Fire Technology, Vol. 19, No. 3, August 1983, pp. 186-191
- Beland, B.; *Examination of Electrical Conductors Following a Fire*; Fire Technology, Vol. 16, No.4, pp. 252-258, Nov 1980
- Andersson Robert N.; *Surface Analysis of Electrical Arc Residues in Fire Investigation*; Journal of Forensic Sciences, JFSCA, Vol. 34, No. 3, May 1989, pp.633-637
- Lidköpings Tingsrätt; Mål nr B 1051-04

Potentialutjämnning i byggnader Handbok 413; Svensk elstandard;
Utgåva 2 April 2002; ISBN 91-973808-8-1

Boverkets byggregler, BFS 1993:57

Regelsamling för konstruktion – Boverkets konstruktionsregler, BKR,
byggnadsverklagen och byggnadsverksförordningen; Boverket
april 2003; ISBN 91-7147-740-3

Räddningstjänst i siffror 2007; Räddningsverket 2008; ISBN 978-
91-7253-404-0

Jordfelsbrytare, Goda råd från Svenska Brandskyddsföreningen; Nr
212/041106

Burström Per Gunnar; Byggnadsmaterial- Uppbyggnad, tillverk-
ning och egenskaper; Studentlitteratur 2001; ISBN 91-44-
01176-9

Sirenen nr 7 2002, Räddningsverket

Holmquist Jan; Restvärdes räddning i samverkan; Svenska brand-
försvarsföreningen 1993; ISBN 91-7144-033-X

Elinstallationsreglerna - Utförande av elinstallationer för lågspän-
ning; Svenska Elektriska Kommissionen SEK 2003; SS 436
40 00

SRVFS 2003:10; Statens räddningsverks föreskrifter om skriftlig redo-
görelse för brandskyddet

SRVFS 2004:3; Statens räddningsverks allmänna råd och kommenta-
rer om systematiskt brandskyddsarbete

Ordlista – Anläggningar för överföring och distribution av el, Hand-
bok 417; Svenska Elektriska Kommissionen SEK 2002;
Utgåva 2

Illustrationer och fotografier

Alla tecknade illustrationer, **Per Hardestam**.

David Widlund, sidan 17, 20, 21, 22, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36 (övre bilden), 37, 45, 46, 55 (nedre bilden), 64, 66, 69, 75, 84 (de två understa), 85 (de två understa), 89, 91, 92 (längst ner till höger), 93 (de två understa), 94, 95, 99 (längst ner och näst längst upp), 106, 107, 111, 112, 113, 115, 116, 118 (de två översta), 119, 120 (längst upp), 121 (nedersta bilden), 122 (överst), 127, 129, 130 (överst), 135 (överst), 138, 139 (de tre översta), 142, 143 (de fyra till höger), 144, 145, 146, 147, 149, 150, 152 (överst), 154, 155, 159, 167, 168, 176, 177, 187, 188.

Andreas Nord, sidan 51, 54, 55 (övre bilden), 58.

Eva Ljungqvist, sidan 114 (i mitten), 118 (näst längst ner).

Håkan Helgesson, sidan 151.

Jan Berggren, sidan 125 (de två nedersta).

Jan Klauser, sidan 120 (de två nedersta).

Michael Steen, sidan 96 (de två översta), 98, 126, 135 (längst ner), 141 (överst).

Maija Tapani, sidan 36 (undre bilden).

Nils Lindström, sidan 83, 92 (de två till vänster), 114 (längst ner), 124 (överst), 130 (längst ner), 131, 132, 135 (mitten).

Statens kriminaltekniska laboratorium (SKL), 84 (översta bilden), 85 (de två översta), 88, 96 (understa), 97, 99 (längst upp och näst längst ner), 100, 114 (längst upp), 117, 118 (längst ner), 121 (översta bilden), 124 (mitten), 136, 139 (längst ner), 141 (de tre längst ner), 143 (överst), 148, 163

Sten Johansson, sidan 93 (längst upp), 122 (de två nedersta), 123.

Sören Lindblom, sidan 124 (längst ner), 125 (överst).

Tommy Broholm, sidan 152 (längst ner).

Robert Tergenius, bild 33 sidan 60.

Bilderna på sid 173-175 togs på **brandutredarkurs i Revinge 2006**.

Exemplen

- s. 85 Exempel 1 SKL
- s. 85 Exempel 2 DBI
- s. 87 Exempel 3 SKL
- s. 89 Exempel 4 David Widlund
- s. 95 Exempel 5 Michael Steen
- s. 98 Exempel 6 Michael Steen
- s. 98 Exempel 7 Michael Steen
- s.115 Exempel 8 David Widlund
- s.117 Exempel 9 David Widlund
- s.119 Exempel 10 David Widlund
- s.120 Exempel 11 Jan Klauser
- s.122 Exempel 12 Sten Johansson
- s.123 Exempel 13 Sten Johansson
- s.125 Exempel 14 Jan Berggren
- s.125 Exempel 15 Michael Steen
- s.125 Exempel 16 Michael Steen
- s.127 Exempel 17 David Widlund
- s.128 Exempel 18 David Widlund
- s.131 Exempel 19 Nils Lindström
- s.132 Exempel 20 Nils Lindström
- s.135 Exempel 21 Nils Lindström
- s.136 Exempel 22 Michael Steen
- s.136 Exempel 23 SKL
- s.138 Exempel 24 David Widlund
- s.139 Exempel 25 David Widlund
- s.141 Exempel 26 SKL
- s.142 Exempel 27 David Widlund
- s.142 Exempel 28 SKL
- s.143 Exempel 29 DBI
- s.144 Exempel 30 Från Sirenen
- s.144 Exempel 31 David Widlund
- s.147 Exempel 32 DBI
- s.148 Exempel 33 David Widlund
- s.150 Exempel 34 DBI
- s.150 Exempel 35 Håkan Helgesson
- s.151 Exempel 36 Tommy Broholm
- s.167 Exempel 37 David Widlund
- s.171 Exempel 38 David Widlund
- s.175 Exempel 39 David Widlund
- s.177 Exempel 40 SKL

Efter en brand är det relativt vanligt att orsaken anges som elektrisk utan att det görs någon djupare undersökning. Syftet med den här boken är att öka kunskaperna om elektriska brandorsaker och att sprida erfarenheter från inträffade bränder.

Elektricitet och bränder – med inriktning på brandutredning innehåller ett stort antal praktiska exempel i syfte att öka kunskapen om vad som orsakar elbränder, framför allt i bostäder och apparater. Det finns en allmän uppfattning om att vissa apparater, t.ex. kaffebryggare är särskilt brandfarliga trots att de relativt sett inte orsakar särskilt många bränder.

Boken kan användas som kunskapskälla och lärobok för brandutredare inom räddningstjänst, polis och försäkringsbolag samt av elektriker, elbesiktningsmän med flera. Boken kan också användas i arbete med att förebygga elbränder och för att ge en inblick i regelverket inom el- och brandsäkerhet.



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap



Brandskyddsföreningen
Elektriska Nämnden

