



## Fieldtest af installerede fejlstrømsafbrydere i Danmark

## Fieldtest af installerede fejlstrømsafbrydere i Danmark

### Indholdsfortegnelse

1	Sammenfatning .....	3
2	Introduktion.....	4
3	Baggrund.....	4
3.1	<i>Fejlstrømsafbrydere</i> .....	4
3.2	<i>Lovgivning</i> .....	6
3.3	<i>Standarder for fejlstrømsafbrydere til brug i boliger og lignende områder</i> .....	7
3.4	<i>Afprøvning af idriftsatte fejlstrømsafbrydere</i> .....	7
4	Projektets formål og mål .....	8
5	Metode.....	8
5.1	<i>Generelt</i> .....	8
5.2	<i>Undersøgelsesvariabler</i> .....	8
5.3	<i>Populationer</i> .....	9
5.4	<i>Projektets aktører</i> .....	10
5.5	<i>Testprocedurer</i> .....	10
5.6	<i>Statistisk grundlag</i> .....	11
5.7	<i>Efterbehandling af data</i> .....	12
6	Projektets resultat .....	12
6.1	<i>Introduktion</i> .....	12
6.2	<i>Fejlprocent</i> .....	13
6.3	<i>Afbrydertype</i> .....	13
6.4	<i>Installationstype</i> .....	14
6.5	<i>Placering</i> .....	15
6.6	<i>Miljøet på installationsstedet</i> .....	18
6.7	<i>Fejlstrømsafbryderens alder</i> .....	19
6.8	<i>Afprøvning af prøveknappen</i> .....	20
7	Evaluering .....	22
7.1	<i>Resultaterne</i> .....	22
7.2	<i>Metoden</i> .....	23
8	Opfølgning på projektets resultater.....	23
8.1	<i>Informationsaktiviteter</i> .....	23
8.2	<i>Standardiseringsaktiviteter</i> .....	23
8.3	<i>Andre aktiviteter</i> .....	24
9	Konklusion .....	24
	Bilag A. Afprøvningsskema .....	26
	Bilag B. Instrukser for afprøvning .....	27

## 1 Sammenfatning

Denne rapport beskriver resultatet af en fieldtest af næsten 1.000 fejlstrømsafbrydere i danske elinstallationer. (Ordet fejlstrømsafbryder bruges her som en fællesbetegnelse for HFI-afbrydere og HPFI-afbrydere.)

Undersøgelsen viste, at ca. 7% af fejlstrømsafbryderne ikke virkede. Undersøgelsen viste også stor forskel på HFI-afbrydere og HPFI-afbrydere, idet fejlprocenten for HFI-afbrydere var næsten 11%, mens den kun var 2,0% for HPFI-afbryderne. Da princippet i mekanikken i de to typer afbrydere er ens, og da HPFI-afbrydere først er blevet udbredte i danske installationer efter 1994, antages det, at forskellen især skyldes ælde. Det er uvist, om andre forhold end ælde spiller ind og giver anledning til forskelle.

Undersøgelsen omfattede stort set kun fejlstrømsafbrydere i boliger. Derfor er fejlprocenten ikke opgjort på forskellige installationstyper. Det fremgår dog af undersøgelsen, at fejlstrømsafbrydere, der sad indendørs i de beboede arealer (entre, stue og andre værelser) havde en statistisk signifikant lavere fejlprocent end afbrydere, der var placeret mere udsatte steder.

Undersøgelsen omfattede en kontrol af prøveknappen. Undersøgelsen viste, at over halvdelen af de defekte afbrydere kunne udkobles med prøveknappen. (Fejlen blev fundet på 39 afbrydere svarende til 4% af de afbrydere, der indgik i undersøgelsen.) Dette er sikkerhedsmæssigt problematisk, da fejlen leder brugeren til at tro, at afbryderen fungerer tilfredsstillende, selvom det ikke er tilfældet.

Resultaterne af undersøgelsen vil blive brugt som input til Sikkerhedsstyrelsens sikkerhedsstrategi i planlægningen af fremtidige kampagner og indsatser, og styrelsen vil på baggrund af resultaterne iværksætte følgende initiativer:

- Styrelsen vil øge sit fokus på at informere forbrugerne om nødvendigheden af at afprøve fejlstrømsafbryderen jævnligt, eksempelvis halvårligt.
- Styrelsen vil øge sit fokus på at informere installatørerne om nødvendigheden af at teste fejlstrømsafbrydere i forbindelse med installationseftersyn eller andet arbejde i på en installation.
- Rapportens resultater tages op i den relevante standardiseringskomite for at få afprøvning med prøveknappen til at give et bedre billede af fejlstrømsafbryderens funktionsduelighed og for at finde modtræk til de høje fejlprocenter for ældre fejlstrømsafbrydere

Yderligere aktiviteter er under overvejelse.

## 2 Introduktion

Denne rapport sammenfatter resultaterne fra en undersøgelse af funktionsdueligheden i ca. 1.000 installerede fejlstrømsafbrydere. (Ordet fejlstrømsafbryder bruges i denne forbindelse som en fællesbetegnelse for HFI-afbrydere og HPFI-afbrydere.) Nærværende rapport er udarbejdet af Sikkerhedsstyrelsen i samarbejde med konsulent Torben Rahbek.

I mange danske el-installationer er beskyttelsen mod berøring af spændingsførende dele ved en enkelt isolationsfejl baseret på fejlstrømsafbrydere, og det er derfor afgørende, at fejlstrømsafbryderen virker når en farlig situation opstår. Baggrunden for at iværksætte undersøgelsen var derfor at klarlægge om fejlstrømsafbrydere virker, også efter almindelig brug i en årrække.

Resultaterne i denne rapport er en samlet gennemgang af de indsamlede data. Den samlede rapport ændrer ikke på de udmeldinger vedrørende fejlprocenter på ældre fejlstrømsafbrydere, som tidligere er fremkommet.

## 3 Baggrund

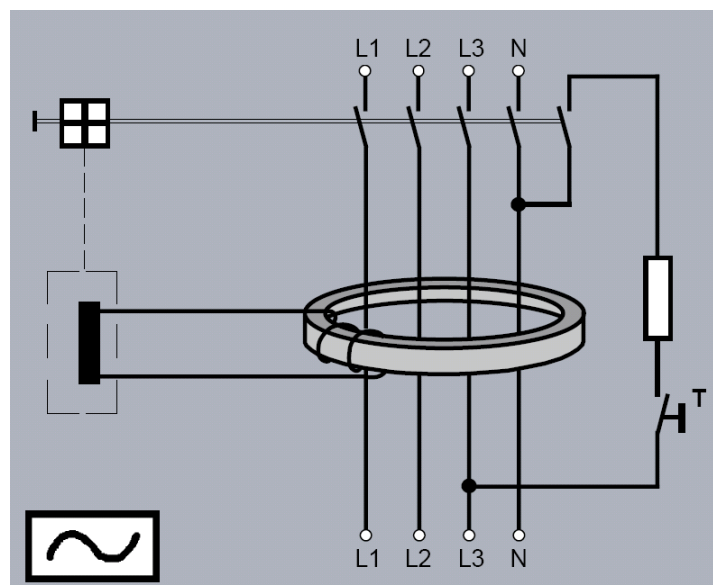
### 3.1 Fejlstrømsafbrydere

Fejlstrømsafbrydere er beskyttelsesudstyr, der i installationer med beskyttelsesjord yder beskyttelse mod indirekte berøring ved automatisk afbrydelse. Fejlstrømsafbrydere yder også beskyttelse i installationer uden beskyttelsesjord ved at afbryde forsyningen, når der løber en fejlstrøm til jord af en vis størrelse fx gennem en person. Fejlstrømsafbrydere til fast installation er omfattet af de europæiske standarder i EN 61008-serien, som er harmoniseret under Lavspændingsdirektivet.

Der findes som hovedprincip to slags fejlstrømsafbrydere:

- HFI-afbrydere

De første typer fejlstrømsafbrydere, der kom på markedet, var de såkaldte ”HFI-afbrydere”. Standardens engelske betegnelse for denne type fejlstrømsafbrydere er ”RCCB, type AC 0,03 A”.



Figur 1. Principdiagram for HFI-afbryder (RCCB, type AC, 0,03 A).

Afbryderen fungerer på den måde, at alle tre faser og nul er ført gennem en sumstrømstransformer. Når der er trefaset – eller tofaset belastning eller belastning mellem en fase og nul, vil sumstrømmen blive nul. Der går derfor ikke strøm i sumstrømkredsen (sekundærkredsen). Hvis der pga. en fejl sker afledning til jord, vil belastningsstrømmen løbe gennem sumstrømstransformerens, mens returstrømmen vil løbe udenom. Der er altså ikke balance, og sumstrømmen bliver forskellig fra nul. Det trigger udløsespolen (til venstre på tegningen), hvilket udkobler forsyningen.

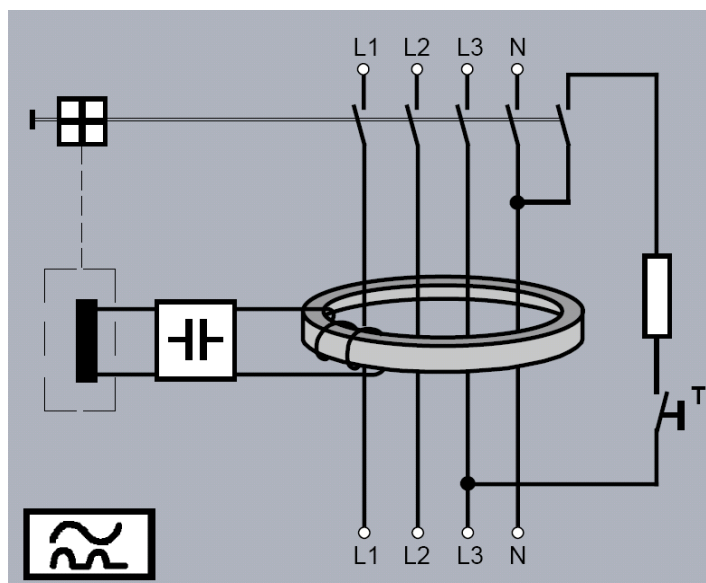
Tegningen viser også testkredsen (med prøveknappen "T"). Når prøveknappen aktiveres, føres returstrømmen udenom transformeren, så der genereres en sumstrøm forskellig fra nul, og udløsespolen kan triggere. Man kan endvidere se, at testkredsløbet kun kan fungere, hvis fase L3 er tilkoblet. Dette skal installatøren derfor checke i forbindelse med opsætningen af fejlstrømsafbryderen.

HFI-afbrydere virker kun over for vekselfejlstrømme og kan ikke detektere en pulserende jævnstrøm.

Endelig er afbryderen følsom over for impulsspændinger. Mange har derfor oplevet, at deres HFI-afbryder har koblet ud under tordenvejr.

#### - HPFI-afbrydere

Siden 1994 har der været krav om at installere "HPFI-afbrydere" i nye boliger. Standardens engelske betegnelse for denne type fejlstrømsafbrydere er "RCCB, type A, 0,03 A".



Figur 2. Principdiagram for HPFI-afbryder (RCCB, type A, 0,03 A).

HPFI-afbryderen fungerer principielt på samme måde som HFI-afbryderen med den vigtige forskel, at sumstrømstransformeren er konstrueret, så den kan detektere pulserende jævnstrømme ved at signalet i sekundærkredsen ensrettes, før det sendes til udløsespolen. Det betyder, at HPFI-afbrydere både kan detektere vekselfejlstrømme og pulserende jævn-fejlstrømme.

Endvidere er følsomheden overfor pulser kraftigt nedsat.

Igen ser man, at testkredsløbet kun kan fungere, hvis fase L3 er tilkoblet.

Fejlstrømsafbrydere til boliger skal uanset type have en mærkeudløsestrøm på højst 30 mA (0,03 A).

### 3.2 Lovgivning

I mange år har beskyttelsesjord og fejlstrømsafbrydere været anvendt i Danmark som ligestillede beskyttelsesmetoder – benævnt ekstrabeskyttelse. Hvis ældre installationer i danske boliger har ekstrabeskyttelse, er den som regel alene baseret på fejlstrømsafbrydere, da beskyttelseslederen sjældent er blevet ført rundt i installationen. Frem til 1994 kunne fejlstrømsafbryderen være en HFI-afbryder, men efter 1994 har kun HPFI-afbrydere været tilladt i nye installationer. I 1994 indførtes også kravet om, at beskyttelseslederen skal føres med frem til stikkontakten i hele installationen. Kravene gælder også ved større ændringer eller udbygninger af ældre installationer, men alligevel findes der stadig en meget stor andel af ældre installationer, hvor kun fase og nulleder er ført frem til stikkontakten. I disse installationer vil fejlstrømsafbryderen være den eneste form for beskyttelse af brugerne ved fejl i installationen eller i brugsgenstande.

Fejlstrømsafbrydere har været obligatoriske i alle danske boliginstallationer siden 1. juli 2008. Det betyder, at der også skal være installeret fejlstrømsafbrydere i eksisterende installationer, hvor det ikke var et krav, da installationen blev udført.

Med denne beskyttelsesfilosofi er det afgørende, at fejlstrømsafbryderen virker. Elektricitetsrådet og siden Sikkerhedsstyrelsen har derfor tidligere ført kampanjer for at få forbrugerne til at teste fejlstrømsafbryderen ved at trykke på prøveknappen. En effektmåling har imidlertid vist, at langt fra alle forbrugere efterkommer

opfordringen. Samtidig ved man, at de elektriske installationer betragtes som noget, der passer sig selv og ikke kræver vedligeholdelse. Når en fejlstrømsafbryder derfor sidder år efter år uden vedligeholdelse eller opsyn og måske i støvede omgivelser, er der en risiko for, at udløsedelen af afbryderen ”gror fast”, så fejlstrømsafbryderen ikke virker, hvis det bliver nødvendigt.

### 3.3 *Standarder for fejlstrømsafbrydere til brug i boliger og lignende områder*

Fejlstrømsafbryderen begyndte at vinde indpas på markedet i løbet af 1960'erne, og den daværende europæiske standardiseringsorganisation, CEE, udarbejdede i 1974 den første standard for produktet (CEE 27). I løbet af 1980'erne blev standardiseringsaktiviteten overtaget af den internationale standardiseringskomite, IEC, som i 1990 udsendte den første standard i IEC 61008-serien. Der er ingen væsentlige forskelle på CEE 27 og førsteudgaven af IEC 61008. Europa har lige siden fulgt IEC 61008-standarderne med nødvendige europæiske tilpasninger. De europæiske standarder er udgivet i EN 61008-serien.

Der blev relativt hurtigt igangsat en revision af standarderne, og andenudgaven blev udsendt i 1996. Andenudgaven er i det store og hele en teknisk opdatering af førsteudgaven, men den indeholder også en prøve af uønsket udkobling på grund af pulser, eksempelvis forårsaget af lynnedslag.

Efterfølgende er der udsendt to tillæg til IEC 61008. Det første tillæg kom i 2002 og beskriver de prøvestrømme i intervallet mellem 5 I<sub>Δn</sub> og 500 A, der skal anvendes i en test af fejlstrømsafbryderens funktionsduelighed overfor pludseligt opståede jordfejlstrømme. Det andet tillæg udkom i 2006 og beskriver tests af afbryderens isoleringsevne.

I 1995 udsendte IEC standarden IEC 61543, som beskriver krav til EMC for fejlstrømsafbrydere.

Den stadige udvikling af produktionsteknologien har haft stor indflydelse på fejlstrømsafbryderens pålidelighed. De væsentligste forbedringer er:

- Indførelse af renrumsfaciliteter i produktionen af holdekredsens magneter. Dette har fjernet forureninger, som kan forøge udløsestrømmen eller forårsage forkerte udløsninger af afbryderen afhængigt af designet.
- Ændring af udløsemekanismen i fejlstrømsafbryderen, så der anvendes ikke-hærdende olie i stedet for olie helt undværes. Tidligere anvendte nogle fabrikker olier, som viste sig at hærde efter lang tids brug. Dette ledte til forlængede udløsetider eller blokering af afbryderen.

Disse ændringer er gennemført uden baggrund i standarderne.

### 3.4 *Afprøvning af idriftsatte fejlstrømsafbrydere*

De danske elsikkerhedsmyndigheder har ønsket at afprøve et større antal fejlstrømsafbrydere i driftssituationen for at få viden om deres funktionsduelighed i praksis. Dette kan nemmest lade sig gøre ved, at elseskabet foretager undersøgelsen i forbindelse med målerudskiftning (eksempelvis ved overgang til fjernaflæsning eller i kombination med den systematiske udskiftning af elmålere i vedligeholdelsesøjemed). Der blev indgået aftale med to elseskaber. Myndighederne stillede måleudstyr til rådighed og instruerede det personale, som skulle foretage målingerne, hvorefter elseskaberne gennemførte målingerne. De to elseskaber målte i

alt på 996 afbrydere fordelt på 560 HFI-afbrydere, 400 HPFI-afbrydere og 6 fejlstrømsafbrydere af anden type (FI-afbrydere).

#### **4 Projektets formål og mål**

Projektets formål var at skaffe viden om funktionssikkerheden for installerede fejlstrømsafbrydere.

Projektet har som mål at give svar på følgende spørgsmål:

- Hvor stor en andel af fejlstrømsafbryderne virker?
- Er der forskel på funktionssikkerheden for HFI-afbrydere og HPFI-afbrydere?
- Er der forskel på funktionssikkerheden ved forskellige installationsforhold?
- Afhænger funktionssikkerheden af andre forhold?
- Er der fejlstrømsafbrydere, hvor prøveknappen virker, men afbryderen ikke gør?

Svarene skal bruges som input til Sikkerhedsstyrelsens sikkerhedsstrategi i planlægningen af fremtidige kampagner og indsatser.

#### **5 Metode**

##### *5.1 Generelt*

Undersøgelsen blev gennemført ved at måle udløsetider efter EN 61008-1 for et stort antal fejlstrømsafbrydere i private boliger.

Samtidig registreredes et antal baggrundsparemetre, såsom type, fabrikat, alder, installationsforhold osv. Det blev også registreret, om fejlstrømsafbryderen udløste, når man trykkede på prøveknappen.

Registreringerne skete på stedet i skemaer (i papirform). Efterfølgende blev skemaerne sendt til Elektricitetsrådet, som tastede dem ind i et regneark. Data blev gennemgået for åbenlyse fejl, hvorefter analyserne blev gennemført.

##### *5.2 Undersøgellesvariabler*

Følgende variable registreredes for hver enkelt fejlstrømsafbryder:

- Målernummer
- Fysisk placering af fejlstrømsafbryder
- Installationstype
- Miljø
- Monteringsform i installationen
- Fabrikat, mærke
- Typebetegnelse
- Mærkestrøm



- Mærkeudløsestrøm
- Afbrydertype (HFI/HPFI)
- Udkoblingstid, vekselstrømstest, alle poler
- Udkoblingstid, jævnstrømstest, alle poler, 0 grader og 180 grader faseforskydning af DC-bidrag
- Udkobler ved tryk på prøveknop
- Registrerende elselskab
- Prøveinspektørens initialer
- Dato for test

Det er efterfølgende valgt at analysere resultaterne i forhold til følgende variable:

- Afbrydertype (HFI/HPFI)
- Installationstype
- Placering i boligen
- Omgivelsesmiljøet
- Resultatet af afprøvning af prøveknappen

Endvidere er resultaterne analyseret i forhold til fejlstrømsafbryderens alder, idet der alene skelnes mellem ”gamle” og ”nye” afbrydere. ”Gamle” fejlstrømsafbrydere antages alle at være HFI-afbrydere, da det i praksis kun var denne type, der blev installeret indtil 1994. ”Nye” fejlstrømsafbrydere antages alle at være HPFI-afbrydere, da det i praksis er den eneste type, der er installeret derefter. Det antages endvidere, at det kun er fejlstrømsafbryderens alder, der har indflydelse på dens funktionssikkerhed, fordi grundkonstruktionen stort set er ens i HFI-afbrydere og HPFI-afbrydere. De eneste forskelle er sumstrømstransformeren og ensretterkredsløbet.

### 5.3 Populationer

Fra starten af undersøgelsen var målet at indsamle så mange målinger som muligt; helst mange hundrede. Tanken var, at hvis antallet af målinger var tilstrækkeligt højt, ville det være muligt at foretage statistisk valide analyser for alle de variable, man kunne forestille sig.

Derfor valgte Elektricitetsrådet at indgå aftale med Varde Kommunale Værker om, at deres personale, når de alligevel var i en bolig i forbindelse med ombygning af en måler, også foretog en måling af en række parametre på installationens fejlstrømsafbryder. Da elselskabet på dette tidspunkt var i gang med en systematisk udskiftning af målere, fordi selskabet ønskede at overgå til fjernaflæsning, antog Elektricitetsrådet, at det dels ville give et stort antal måleresultater, og dels ville give en repræsentativ fordeling i forhold til de variable, som skulle undersøges. Selskabet forsynede Varde kommune med el og er i dag en del af elselskabet Syd Energi. Forsyningsområdet er især oplandsforsyning samt købstaden Varde. Der er i alt målt på 490 fejlstrømsafbrydere i selskabets forsyningsområde.

Derudover indgik Elektricitetsrådet en aftale med KE-Partner. KE-Partner forsynede hovedstadsområdet med elektricitet, og forsyningsområdet er udelukkende byforsyning. Der er i alt målt på 506 fejlstrømsafbrydere i selskabets forsyningsområde.

Der har været overvejelser om, hvorvidt denne udvælgelsesmetode kunne give en skævvridning af populationerne. Eksempelvis kunne en systematisk udskiftning af alle målere i en hel karré på én gang give en overrepræsentation af fejlstrømsafbrydere med de pågældende karakteristika. Resultatet var dog, at disse målinger blev taget med i analyserne, da fejlstrømsafbryderne ikke nødvendigvis er blevet behandlet mere ensartet, blot fordi de har siddet i samme karré, i forhold til hvis de har siddet i boliger helt forskellige steder. Den største risiko for skævvridning i den forbindelse synes derfor at være, at alle fejlstrømsafbrydere kan være opsat samtidig i den type boliger og kunne være præcis samme type. Gennemgang af data viser dog, at der ikke synes at være sådanne tilfælde.

#### 5.4 *Projektets aktører*

Tilrettelæggelsen af projektet og analyserne samt instruktion af de personer, der skulle måle på fejlstrømsafbryderne, blev forestået af Elektricitetsrådet og fra 2004 Sikkerhedsstyrelsen.

Målingerne på fejlstrømsafbryderne er blevet gennemført af medarbejdere fra Varde Kommunale Værker (i dag en del af Syd Energi) og KE-Partner (i dag en del af Eltel Networks).

Torben Rahbek har assisteret Sikkerhedsstyrelsen med at udarbejde slutrapporten.

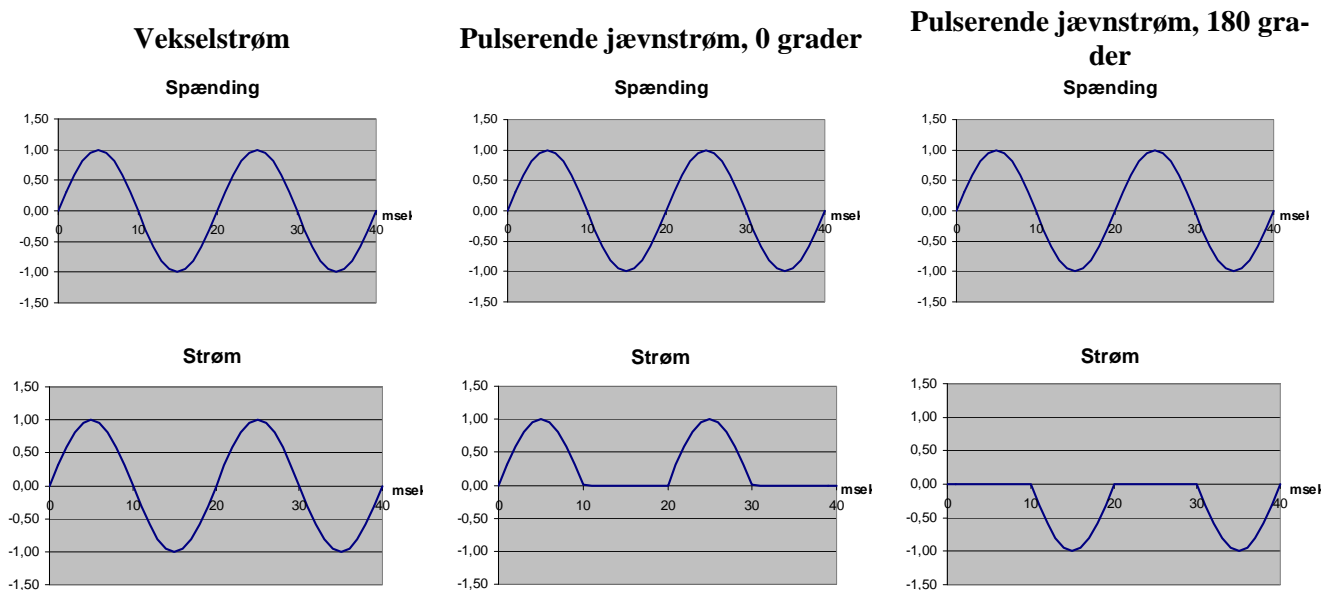
#### 5.5 *Testprocedurer*

Undersøgelsen blev gennemført ved at teste et antal fejlstrømsafbrydere, der var installeret i boliger. Testen foregik på stedet, og fejlstrømsafbryderen blev ikke aktiveret ud over, hvad der var nødvendigt for at gennemføre testen. Fejlstrømsafbryderen blev ligeledes heller ikke taget ud af installationen som en del af testen.

Installationerne blev udvalgt af de to elselskaber, fordi måleren skulle tilses eller udskiftes, men derudover var de nærmere udvælgelseskriterier ubekendt for Elektricitetsrådet.

Elektricitetsrådet udarbejdede testprocedurer og skemaer til brug for rapportering af resultaterne. Elektricitetsrådet stillede endvidere kalibreret måleudstyr til rådighed for elselskaberne og instruerede dem i gennemførslen af testen.

Fejlstrømsafbryderne blev afhængigt af konstruktionen testet med en eller tre typer fejlstrøm: HFI-afbryderne blev kun testet med ren vekselstrøm, mens HPFI-afbryderne blev testet med ren vekselstrøm, pulserende jævnstrøm i den positive halvbølge og pulserende jævnstrøm i den negative halvbølge. Forskellene er illustreret i figur 3.



Figur 3. Normaliserede kurver visende de tre forskellige typer fejlstrømme, der blev anvendt til test af fejlstrømsafbryderne.

Testproceduren var:

- Registrering af diverse mærkedata vedr. fejlstrømsafbryderen samt øvrige baggrundsdata jfr. afsnit 5.2.
- Montering af prøveudstyr på fejlstrømsafbryder.
- Måling af udløsetider ved vekselfejlstrøm på samtlige ibrugværende kontaktsæt, et ad gangen. Alle tider blev registreret, eller der blev registreret "OL" (for overload), hvis afbryderen ikke udløste.
- Hvis fejlstrømsafbryderen var en HPFI-afbryder, blev målingen gentaget to gange med pulserende jævn-strøm, første gang med pulserende jævn-strøm i den positive halvbølge og anden gang med pulserende jævn-strøm i den negative halvbølge. Alle tider blev registreret.
- Afprøvning af fejlstrømsafbryderens prøveknop, og registrering af udfaldet.

Registreringerne skete på stedet på skemaer (i papirform). Skemaet er vedlagt som bilag A. Efterfølgende blev skemaerne sendt til Elektricitetsrådet, som tastede dem ind i et regneark.

Den detaljerede testprocedure i form af instrukserne til de personer, der skal gennemføre testen er vedlagt i bilag B.

## 5.6 Statistisk grundlag

Den samlede population på ca. 1.000 afbrydere gør, at den statistiske usikkerhed på analyserne bliver beskednen. Det gælder også, hvis populationen opdeles i mindre dele svarende til de parametre, der undersøges. Analyserne i kapitel 6 viser således, at konfidensintervallet (på 95% niveau) er på nogle få procent, og først når samme størrelse som fejlprocenten, når der analyseres på populationer på mindre end 50 – 100 afbrydere.

Man kan således udlede statistisk signifikante konklusioner om fejlprocenten for populationer ned til omkring 100 afbrydere, og man kan foretage statistisk valide sammenligninger af fejlprocenterne mellem delpopulationer på ca. 100 afbrydere eller mere.

### 5.7 Efterbehandling af data

Før analyserne blev data gennemgået for at fjerne åbenlyse fejl. De registreringer, der blev fjernet, var følgende:

- Åbenlyst mangelfuldt udfyldte skemaer.
- Registrering af udløsetider for pulserende jævnstrømme på fejlstrømsafbrydere, hvor fabrikat eller type tydeligt indikerer, at det er HFI-afbrydere. Denne type afbrydere kan ikke udløse for pulserende jævnstrøm.
- Registreringer, hvor en HPFI-afbryder udløser i veksestrømstesten i alle tre faser, i en eller to tests med pulserende jævnstrøm ved 0 grader samt i en eller to tests med pulserende jævnstrøm ved 180 grader. Disse målinger må være fejlbehæftede, da bestået veksestrømstest viser, at alle ledere er ført gennem sumstrømstransformerer. Derfor skal afbryderen reagere ens uanset hvilken fase, der fejlrammes. Når afbryderen endvidere består jævnstrømstesten i (mindst) en fase, viser det, at ensretterkredsløbet fungerer for pulserende fejlstrømme i den pågældende retning. Så da afbryderen fungerer overfor pulserende fejlstrømme i én fase (jævnstrømstesten), og da afbryderen skal reagere ens overfor fejl i alle tre faser (vekselstrømstesten), konkluderes, at målingen må være forkert.

Efter denne filtrering var der 966 målinger tilbage.

Disse data er blevet ”renset”. Det vil sige, at forskellige stavemåder for valgmulighederne for de forskellige parametre blev fjernet, så der kun blev anvendt en stavemåde til hver valgmulighed.

Derudover blev data i feltet ”Afbrydertype” rettet til en af de tre muligheder; HFI, HPFI eller Andet. Det blev gjort ved at afbrydere, hvor der kun var foretaget vekselstrømstests, blev registreret som HFI-afbrydere. Hvis der var foretaget jævnstrømstest, blev den registreret som HPFI-afbryder. Kategorien ”Andet” blev brugt til afbrydere med andre mærkeudløsestrømme, eksempelvis 300 mA.

## 6 Projektets resultat

### 6.1 Introduktion

Resultaterne er opgjort på den måde, at fejlstrømsafbrydere, hvor mindst en af udløsetiderne er målt til over 300 msek ved en fejlstrøm på 30 mA, betragtes som fejlende.

Antallet af fejlende afbrydere analyseres i afhængighed af følgende variable:

- Afbrydertype (HFI/HPFI)
- Installationstype
- Placering i boligen

- Omgivelsesmiljøet på installationsstedet
- Fejlstrømsafbryderens alder
- Resultatet af afprøvning af prøveknappen

Endelig er fejlprocenten for alle afbrydere i undersøgelsen under et beregnet.

## 6.2 Fejlprocent

Der var 67 afbrydere, der ikke udløste korrekt ud af 966 testede. Hertil kom to afbrydere, hvor prøveknappen med sikkerhed ikke fungerede, som den skulle (se afsnit 6.8). Disse registreres også som fejlende, således, at der i alt er 69 afbrydere ud af de 966 testede, som ikke fungerer korrekt.

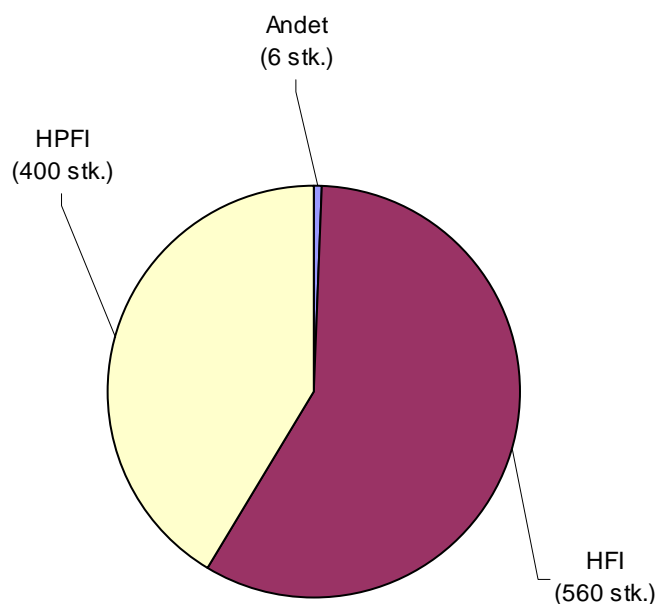
Dermed kan fejlprocenten beregnes til 7,1%.

Med andre ord virkede 93% af de testede afbrydere i henhold til deres formål.

Konfidensintervallet (95% niveau) er +/- 1,6%. Det vil sige, at fejlprocenten med 95% sikkerhed ligger mellem 5,3% og 8,5%.

## 6.3 Afbrydertype

Der er registreret i alt 3 forskellige typer i feltet ”afbrydertype”. Fordelingen er vist på figur 4.



Figur 4. Oversigt over registreret afbrydertype for de 966 afbrydere i analysen.

Der er ud over de gængse typer (HFI og HPFI) kun registreret 6 andre typer; alle FI-afbrydere med en mærkeudløsestrøm på 300 mA. De udelades af denne analyse, og fejlprocenten beregnes for hver af de to gængse typer fejlstrømsafbrydere. Resultatet er vist i tabel 1.

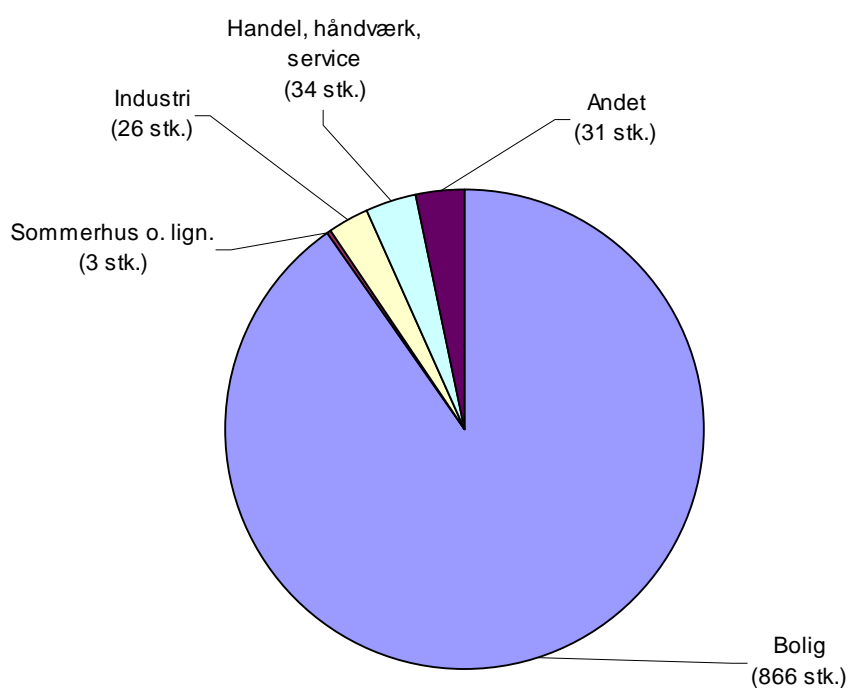
	HFI-afbryder	HPFI-afbryder
<b>Antal testet</b>	560	400
<b>Antal fejlende</b>	61	8
<b>Estimeret fejlprocent</b>	10,9%	2,0%
min.	8,3%	0,6%
maks.	13%	3,4%
Konfidensinterval (95%)	+/- 2,6%	+/- 1,4%

Tabel 1. Fejlprocenter for HFI- og HPFI-afbrydere.

Tabellen viser, at fejlprocenten for HFI-afbrydere er signifikant højere end for HPFI-afbrydere.

#### 6.4 Installationstype

Installationstyperne kan grupperes i de fem overgrupper, der er vist på figur 5. Man ser, at langt hovedparten (over 90%) er fejlstrømsafbrydere, der har været opsat i boliger.



Figur 5. Fordelingen af installationstyper på de 960 HFI- og HPFI-afbrydere.

De fejlstrømsafbrydere i undersøgelsen, der fejler, er fordelt på følgende installationstyper (tabel 2).

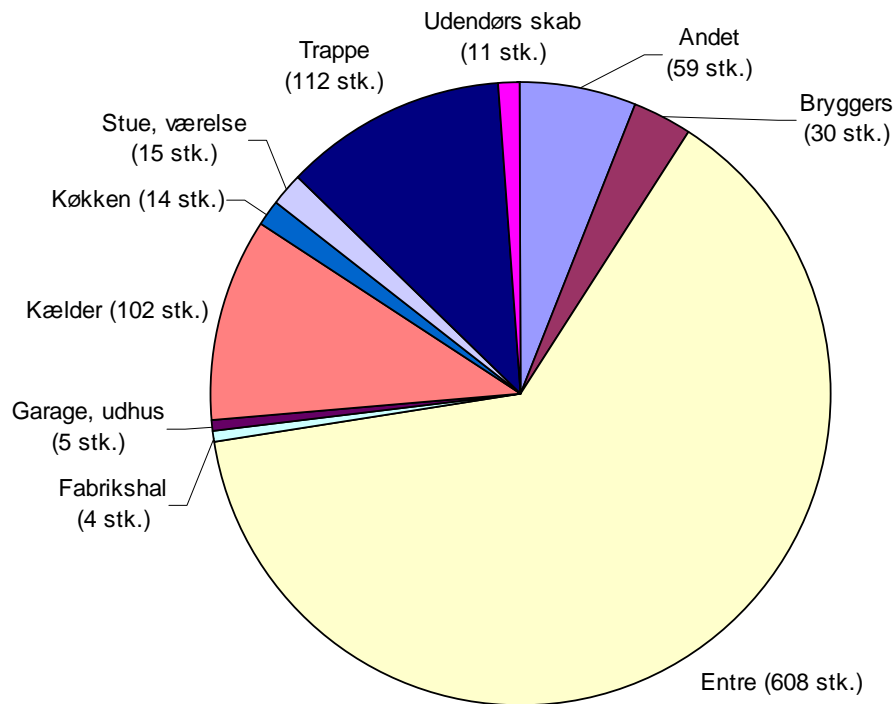
Installationstype	Antal testet	Antal fejllende	Fejlprocent			
			Estimat	min.	maks.	95% konf.-interval
<b>Bolig</b>	<b>866</b>	<b>61</b>	<b>7,0%</b>	5,3%	8,7%	1,7%
- heraf HFI	511	55	10,8%	8,1%	14%	2,7%
- HPFI	355	6	1,7%	0,4%	3,0%	1,3%
<b>Industri</b>	<b>28</b>	<b>2</b>	<b>7,7%</b>	0,0%	17%	9,7%
- heraf HFI	12	1	8,3%	0,0%	25%	17%
- HPFI	16	1	6,3%	0,0%	18%	12%
<b>Handel, håndværk, service</b>	<b>32</b>	<b>3</b>	<b>9,4%</b>	0,0%	20%	10,3%
- heraf HFI	18	2	11,1%	0,0%	26%	15%
- HPFI	14	1	7,1%	0,0%	21%	14%
<b>Sommerhus o. lign.</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	-	-	-	-
- heraf HFI	1	-	-	-	-	-
- HPFI	2	-	-	-	-	-
<b>Andet</b>	<b>31</b>	<b>3</b>	<b>9,7%</b>	0,0%	20%	10,6%
- heraf HFI	18	1	5,6%	0,0%	16%	10,9%
- HPFI	13	2	15,4%	0,0%	35%	20%

Tabel 2. Fejlprocenter fordelt på installationstyper. Fejlprocenterne er endvidere opgjort på de to typer fejlstrømsafbrydere i undersøgelsen.

Konfidensintervallerne for alle andre installationstyper end boliger er så høje, at man ikke med sikkerhed kan udtale sig om fejlprocenten. Dette skyldes det lave antal testede afbrydere. Det er derfor ikke muligt at udtale sig statistisk om, hvor vidt installationsformen har betydning for fejlstrømsafbryderens funktionsduelighed.

### 6.5 Placering

Der er registreret i alt 11 forskellige typer placering for de 960 HFI- og HPFI-afbrydere. Fordelingen er vist på figur 6.



Figur 6. De 960 HFI- og HPFI-afbryderes placering

Hovedparten af fejlstrømsafbrydere er opsat i entre, kælder eller på trappe. Det drejer sig om 822 af de 960 afbrydere eller 86%.

De afbrydere i undersøgelsen, der fejler, er fordelt på følgende placeringer (tabel 3).



Placering	Antal testet	Antal fejlende	Fejlprocent			
			Estimat	min.	maks.	95% konf.-interval
<b>Bryggers</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>6,7%</b>	0,0%	16%	9,1%
- heraf HFI	22	2	9,1%	0,0%	21%	12,3%
- HPFI	8	0	-	-	-	-
<b>Entre</b>	<b>608</b>	<b>30</b>	<b>4,9%</b>	3,2%	6,6%	1,7%
- heraf HFI	330	29	8,8%	5,7%	12%	3,1%
- HPFI	278	1	0,4%	0,0%	1,1%	0,7%
<b>Fabrikshal</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	-	-	-	-
- heraf HFI	1	-	-	-	-	-
- HPFI	3	-	-	-	-	-
<b>Garage, udhus</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>20%</b>	0%	60%	40%
- heraf HFI	4	1	25%	-	-	-
- HPFI	1	0	-	-	-	-
<b>Kælder</b>	<b>102</b>	<b>15</b>	<b>14,7%</b>	7,8%	22%	6,9%
- heraf HFI	72	12	16,7%	8,0%	25%	8,7%
- HPFI	30	3	10,0%	0,0%	21%	10,9%
<b>Køkken</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	-	-	-	-
- heraf HFI	6	-	-	-	-	-
- HPFI	8	-	-	-	-	-
<b>Stue, værelse</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	-	-	-	-
- heraf HFI	10	-	-	-	-	-
- HPFI	5	-	-	-	-	-
<b>Trappe</b>	<b>112</b>	<b>13</b>	<b>11,6%</b>	5,6%	18%	6,0%
- heraf HFI	72	11	15%	7,6%	23%	8,4%
- HPFI	40	2	5,0%	0,0%	12%	6,8%
<b>Udendørs skab</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>18%</b>	0,0%	42%	24%
- heraf HFI	4	1	25%	-	-	-
- HPFI	7	1	14%	-	-	-
<b>Andet</b>	<b>59</b>	<b>6</b>	<b>10,2%</b>	2,4%	18%	7,8%
- heraf HFI	37	5	13,5%	2,3%	25%	11,2%
- HPFI	22	1	4,5%	0,0%	13%	8,9%

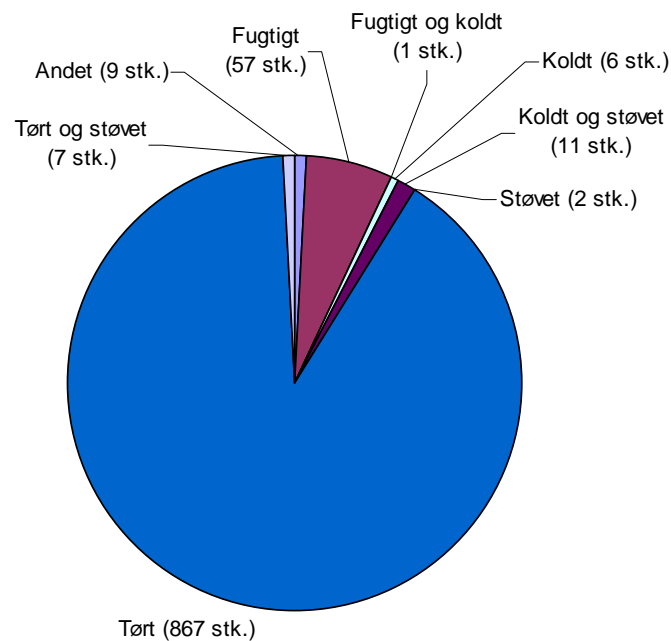
Tabel 3. Fejlprocenter fordelt på placering for fejlstrømsafbrydere. Fejlprocenterne er endvidere opgjort på de to typer fejlstrømsafbrydere i undersøgelsen.

Tabellen viser, at placering indendørs i de beboede arealer (entre, stue og andre værelser) gør, at afbryderen holdes funktionssikker længere, end de mere udsatte placeringer såsom kælder, trappeopgange og udendørs. Miljøet belyses også i næste afsnit.

På grund af det relativt lave antal testede afbrydere, som var placeret i garager, udhuse eller i udendørs skabe, kan det ikke konkretiseres, hvilken af de tre placeringerne der er værst, blot at alle tre er dårligere end placering indendørs i beboede arealer.

### 6.6 Miljøet på installationsstedet

Miljøet på installationsstedet er karakteriseret på fire måder; fugtigt, støvet, tørt eller koldt. Desuden registreres ”mellemformerne” koldt og støvet, tørt og støvet samt fugtigt og koldt. Fordelingen er vist på figur 7.



Figur 7. Karakteristik af miljøet på de steder, hvor de 960 HFI- og HPFI-afbrydere er installeret.

Figuren viser, at miljøet på installationsstedet for 90% af afbryderne karakteriseres som ”tørt”.

Miljøet omkring de afbrydere, der fejler, er fordelt som vist i tabel 4.

Miljø	Antal testet	Antal fejllende	Fejlprocent			
			Estimat	min.	maks.	95% konf.-interval
<b>Tørt</b>	<b>867</b>	<b>61</b>	<b>7,0%</b>	5,3%	8,7%	1,7%
- heraf HFI	510	56	11%	8,3%	14%	2,7%
- HPFI	357	5	1,4%	0,2%	2,6%	1,2%
<b>Fugtigt</b>	<b>57</b>	<b>3</b>	<b>5,3%</b>	0,0%	11%	5,8%
- heraf HFI	27	1	3,7%	0,0%	11%	7,3%
- HPFI	30	2	6,7%	0,0%	16%	9,1%
<b>Koldt</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>33%</b>	-	-	41%
- heraf HFI	4	1	25%	-	-	-
- HPFI	2	1	50%	-	-	-
<b>Koldt og støvet</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>18%</b>	0%	36%	18%
- heraf HFI	6	2	33%	-	-	-
- HPFI	5	0	-	-	-	-
<b>Tørt og støvet</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>14%</b>	0%	42%	28%
- heraf HFI	5	1	20%	-	-	-
- HPFI	2	0	-	-	-	-

Tabel 4. Fejlprocenter som funktion af miljøet på installationsstedet for de fejlstrømsafbrydere, hvor der er registreret fejl.

Tabellen viser, at fejlstrømsafbryderen holder længere, hvis den er installeret på steder uden for meget støv i omgivelserne og ikke for koldt.

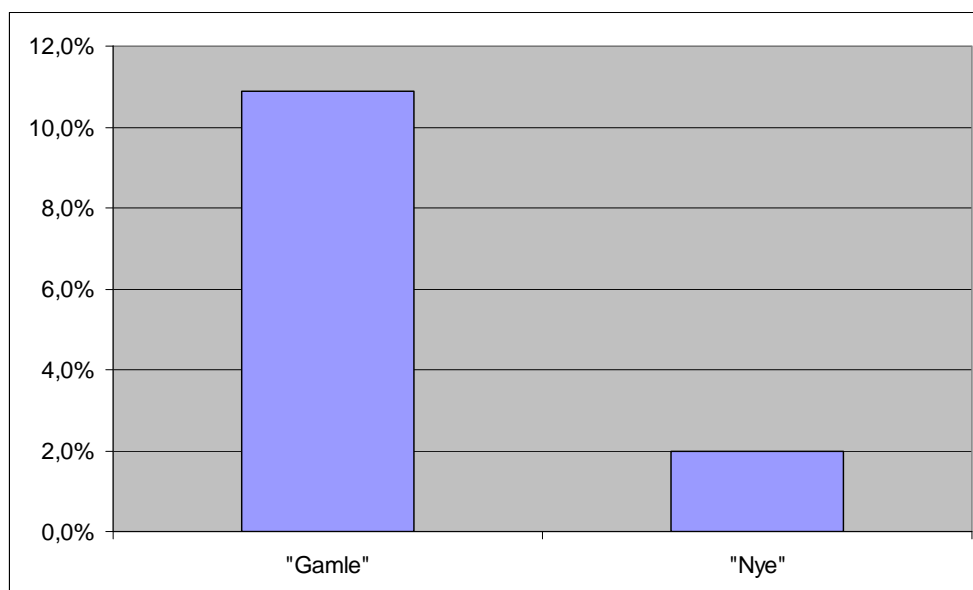
Man kan ikke ud fra målingerne afgøre hvilke af de øvrige former for miljø, der er bedst eller værst, da der er testet så få fejlstrømsafbrydere, at usikkerhederne på fejlprocenterne bliver for store.

### 6.7 Fejlstrømsafbryderens alder

Alderen på fejlstrømsafbryderne er ikke registreret i undersøgelsen, men man kan alligevel udlede nogle konklusioner om alderens indflydelse på afbryderens driftstilstand. Det er nemlig sådan, at der indtil 1994 hovedsagligt blev installeret HFI-afbrydere i danske boliger, når de blev udrustet med fejlstrømsafbrydere, mens det blev obligatorisk at installere HPFI-afbrydere efter 1994. Derfor kan man med god tilnærmelse antage, at alle HFI-afbrydere var 10 år gamle eller mere, mens HPFI-afbrydere var 10 år eller yngre på undersøgelsestidspunktet.

Endvidere vides, at den grundlæggende mekaniske konstruktion i disse fejlstrømsafbrydere er ens. Der er tale om to- eller firpoledede afbrydere med en udløsemekanisme. De store forskelle ligger i den enhed, der trigger udløsemekanismen. I HFI-afbryderen kommer signalet til udløsemekanismen direkte fra en sumstrømstransformer, mens signalet i en HPFI-afbryder først sendes gennem et elektronisk kredsløb, der sætter afbryderen i stand til at detektere pulserende jævnstrøm. (Se også figur 1 og figur 2.) Derfor antages det, at de to typer afbrydere ældes ensartet.

Man kan se i tabel 1, at fejlprocenten er næsten 11% for HFI-afbrydere (dvs. de ”gamle” fejlstrømsafbrydere), mens den er 2,0% for HPFI-afbrydere (dvs. de ”nye” fejlstrømsafbrydere). Dette er også illustreret i figur 8.



Figur 8. Figuren viser fejlprocenten for fejlstrømsafbrydere som funktion af deres alder.

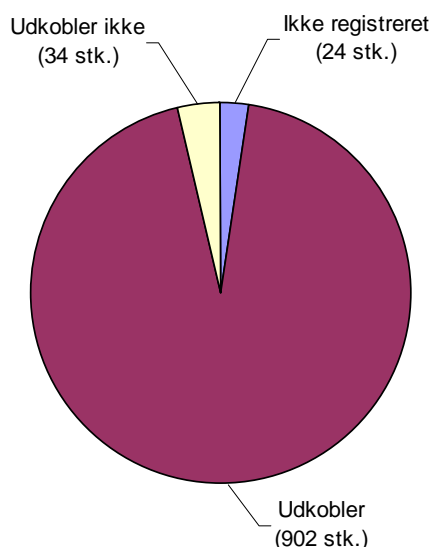
Det er ikke muligt at underinddele resultaterne yderligere mht. alder.

### 6.8 Afprøvning af prøveknappen

Prøveproceduren inkluderede en afprøvning af fejlstrømsafbryderens prøveknop. Proceduren skulle give det bedst mulige billede af fejlstrømsafbryderens funktionssikkerhed ved opståede fejlstrømme, så derfor startede prøvningen med måling af fejlstrømsafbryderens udløsetid på alle anvendte poler med vekselstrøm. Hvis fejlstrømsafbryderen var en HPFI-afbryder blev udløsetiden derefter også målt med pulserende jævnstrøm. Når denne måleserie var gennemført, trykkede man på fejlstrømsafbryderens prøveknop for at se, om afbryderen udløste. (Normalt instrueres brugeren om, at afbryderen skal testes ved tryk på prøveknappen mindst en gang årligt, og Sikkerhedsstyrelsen og Elektricitetsrådet har tidligere kørt kampagner for at få forbrugerne til at afprøve deres fejlstrømsafbrydere ved overgangen mellem sommertid og vintertid.)

Denne del af undersøgelsen er interessant for at få afklaret to spørgsmål. Dels om prøveknappen faktisk fungerer, så forbrugeren får ”motioneret” fejlstrømsafbryderen, og dels om der er tilfælde, hvor prøveknappen kan udløse afbryderen, uden at afbryderen fungerer korrekt. I disse tilfælde vil prøveknappen give forbrugeren en falsk tryghed.

Resultatet af afprøvningen er vist på figur 9.



Figur 9. Resultatet af afprøvningen af fejlstrømsafbryderens prøveknop.

Resultatet var, at 902 fejlstrømsafbrydere (eller 94%) opførte sig som de skulle. De afbrød, når man trykkede på prøveknappen. Der er yderligere 24 afbrydere, hvor udfaldet ikke er registreret, sandsynligvis fordi den del af testen ikke er gennemført.

Tilbage er der kun 34 fejlstrømsafbrydere (eller ca. 3,5% af det samlede antal afbrydere), hvor tryk på prøveknappen ikke udløste fejlstrømsafbryderen. (Konfidensintervallet på 95% niveau er +/- 1,2%.)

Hvis man sammenholder dette med de fejlstrømsafbrydere, der ikke fungerer korrekt i testen i øvrigt, får man tallene i tabel 5.

	Prøveknop udløser afbryderen	Prøveknop udløser ikke afbryderen
Afbryderen fungerer	869	9
Afbryderen fungerer ikke	39	25

Tabel 5. Oversigt over resultatet af afprøvningen af fejlstrømsafbryderen prøveknop på de 942 afbrydere, hvor udfaldet er registreret. Hvis man trykker på prøveknappen, skal den udløse afbryderen.

Tabellen viser, at det mest almindelige er, at prøveknappen udløser afbryderen, og at afbryderen fungerer.

Tabellen viser dog også, at der er 9 tilfælde, hvor tryk på prøveknappen ikke udløser en i øvrigt korrekt fungerende afbryder. (Alle disse afbrydere har korte udløsetider på 20 – 80 millisekunder, hvilket er fuldt tilfredsstillende.) Alle disse 9 afbrydere er 4-polede afbrydere. En undersøgelse af registreringerne viser, at de 7 er monteret i en- eller tofasede installationer, mens de sidste to sidder i trefasede installationer. Dette har betydning, da testkredsen i fejlstrømsafbryderne (som beskrevet i afsnit 3.1) kun er tilsluttet den ene fase

inde i afbryderen og derfor ikke virker, hvis man kun forbinder de andre faser. Dette vil installatøren normalt checke ved installationen af fejlstrømsafbryderen.

Hvis man antager, at de 7 afbrydere er installeret forkert, er der altså 2 fejlstrømsafbrydere tilbage, hvor tryk på prøveknappen ikke udløser afbryderen. Fejlen medfører for så vidt ikke nogen umiddelbar fare for forbrugeren, men det betyder, at fejlstrømsafbryderen ikke kan prøves.. Det skyldes formodentligt fejl i testkredsløbet, og fejlstrømsafbryderen skal derfor skiftes.

Der er 39 fejlstrømsafbrydere, hvor prøveknappen udløser fejlstrømsafbryderen, men hvor fejlstrømsafbryderen ikke kobler ud ved en fejlstrøm på 30 mA. Hvis man gennemgår registreringerne, opdager man imidlertid, at 6 fejlstrømsafbrydere formodentligt ville have fungeret, hvis brugeren havde afprøvet dem jævnlgt. Der er nemlig i alle seks tilfælde tale om, at fejlstrømsafbryderen er vurderet som fejllende, fordi den første (eller de to første) af vekselstrømstestene har givet uacceptable udløsetider, hvorefter de følgende afprøvninger giver acceptable værdier. Man kan derfor formode, at fejlstrømsafbryderen ”motioneres” til at fungere i takt med, at den udløses og genindkobles et antal gange. Derfor vil tryk på prøveknappen som afslutning på testen udløse fejlstrømsafbryderen, og derfor er det rimeligt at antage, at den ville have fungeret, hvis brugeren havde afprøvet den jævnlgt.

Selv hvis man holder disse seks fejlstrømsafbrydere ude af undersøgelsen og kun betragter de resterende 58, er man stadig i den situation, at der er 33 tilfælde (over halvdelen), hvor brugeren efter at have trykket på prøveknappen må antage, at fejlstrømsafbryderen fungerer tilfredsstillende, selvom det ikke er tilfælde. Det betyder, at prøveknappen kun identificerer 25 af de i alt 58 fejllende fejlstrømsafbrydere korrekt. Det svarer til en andel på 43%. (Konfidensintervallet på dette estimat er +/- 13%.) Det er utilfredsstillende, fordi næsten alle fejlene leder til, at forbrugeren ikke har den beskyttelse, som vedkommende ville forvente, hvis han eller hun afprøvede fejlstrømsafbryderen jævnlgt.

## 7 Evaluering

### 7.1 Resultaterne

Resultaterne viser, at fejlprocenten for de ”gamle” fejlstrømsafbrydere (HFI-afbrydere, som vides at have været installeret i mere end 10 år på måletidspunktet) var meget høj, idet næsten 11% af disse ikke virkede. Sikkerhedsstyrelsen vil derfor indarbejde et budskab om, at elektriske installationer og i særdeleshed fejlstrømsafbrydere ikke holder evigt i sine informationskampagner til forbrugere.

Det er også betænkeligt, at en meget stor del af de fejlstrømsafbrydere, der var fejl på, ikke kan detekteres af forbrugeren ved aktivering af prøveknappen. Undersøgelsen viste, at næsten halvdelen af de fejlstrømsafbrydere, der ikke virkede, blev udkoblet ved tryk på prøveknappen. I disse tilfælde yder fejlstrømsafbryderen derfor ikke den krævede beskyttelse, som forbrugeren ledes til at tro, der er.

Endelig viste undersøgelsen, at der var nogle få fejlstrømsafbrydere, der var installeret, så prøveknappen ikke fungerede. Dette forhold skal elinstallatøren verificere, når fejlstrømsafbryderen er installeret.

## 7.2 Metoden

Måleprogrammet i samarbejde med elselskaberne var en succes på den måde, at et meget stort antal fejlstrømsafbrydere blev testet med anvendelse af overkommelige ressourcer.

## 8 Opfølgning på projektets resultater

Undersøgelsen har vist tre resultater, som vil indgå i Sikkerhedsstyrelsens informationsstrategi og standardiseringsarbejde:

- Mere end hver tiende HFI-afbryder fungerer ikke.
- Mere end halvdelen af de defekte fejlstrømsafbrydere kan stadig udkobles ved tryk på prøveknappen.
- Ælde synes at have betydning for funktionaliteten

Disse resultater følges op af Sikkerhedsstyrelsen som beskrevet nedenfor.

### 8.1 Informationsaktiviteter

Måleprogrammet understreger behovet for, at forbrugerne afprøver deres fejlstrømsafbryder jævnligt. For det første viste en del målinger, at fejlstrømsafbryderne kunne ”motioneres” i gang, sådan at forstå, at de første målinger resulterede i uacceptable høje udkoblingstider, der i løbet af 1 – 2 koblinger faldt til værdier under de krævede 300 msek ved 30 mA. For det andet vil en afprøvning afsløre de fejlstrømsafbrydere, som ikke fungerer, som så kan forventes at blive udskiftet.

Det er derfor vigtigt, at Sikkerhedsstyrelsens fortsat informere forbrugerne om at afprøve fejlstrømsafbryderen jævnligt, eksempelvis halvårligt.

### 8.2 Standardiseringsaktiviteter

Undersøgelsen har vist, at afprøvning med prøveknappen giver et billede af fejlstrømsafbryderens funktions-sikkerhed, der er alt for positivt: Prøveknappen udkoblede fejlstrømsafbryderen korrekt i næsten halvdelen af de tilfælde, hvor fejlstrømsafbryderen ikke fungerede. En af årsagerne til dette er formodentligt, at testkredsløbet i en fejlstrømsafbryder genererer en fejlstrøm på 70 – 75 mA, altså langt over det dobbelte af den fejlstrøm, som genereres med det eksterne prøveudstyr. Testkredsløbet påvirker altså udløsekredsen langt kraftigere end en ”virkelig” fejl må gøre. Det er kritisk, fordi der kan forekomme ændringer i den fra fabrikken indstillede udløsekarakteristik pga. fejl i produktionen, korrosion, ælde eller lignende forhold. Hvis det sker, er der et relativt stort område fra fejlstrømsafbryderens mærkeudløsestrøm på 30 mA til den normale teststrøm på 75 mA, hvor testkredsen ikke kan detektere fejl på fejlstrømsafbryderen.

Endvidere er den fejlstrøm, som testkredsløbet genererer, en ren vekselstrøm. Det betyder, at fejlstrømsafbryderens evne til at detektere pulserende jævnstrøm slet ikke testes, når brugeren trykker på prøveknappen.

Konstruktionen af testkredsløbet vurderes i store træk at være den samme for alle mærker og typer på markedet. Derfor skal observationerne diskuteres i standardiseringskomiteen med henblik på at få udviklet testkredsløb, der bedre kan udpege fejlstrømsafbrydere med fejl på.

De høje fejlprocenter for ældre fejlstrømsafbrydere skal også diskuteres i standardiseringsgruppen for at finde modtræk. En ide kunne gå ud på at definere en levetid for fejlstrømsafbrydere, hvor den kan formodes at fungere korrekt forudsat, at den afprøves med prøveknappen en gang årligt. I den forbindelse kan man måske trække på japanske erfaringer, da japansk lovgivning kræver, at fabrikanter af elektriske produkter fremover mærker deres produkter med en ”sidste anvendelsesdato”. Et alternativ kunne være et batchnummer eller en tilsvarende kode, der kan aldersbestemme fejlstrømsafbryderen. Denne oplysning skal trykkes på forsiden af fejlstrømsafbryderen, så den kan aflæses af brugeren. En tredje mulighed kunne være at udstyre fejlstrømsafbrydere med en akustisk alarm, der kan varsko brugeren om, at det er tid til at afprøve den.

Samtidig vurderes, om undersøgelsen skal præsenteres i LVD ADCO (EU-kommissionens samarbejdsforum for myndigheder, der håndhæver lavspændingsdirektivet).

### 8.3 Andre aktiviteter

Parallelt med de ovennævnte aktiviteter vil Sikkerhedsstyrelsen overveje, om man skal anmode (eller pålægge) elinstallatørerne, at de skal sende fejlende materiel ind til nærmere undersøgelse. Hjemlen hertil kan findes i Produktsikkerhedsloven.

## 9 Konklusion

Fra starten af projektet blev der opstillet fem spørgsmål. Svarene på disse spørgsmål er:

- Hvor stor en andel af fejlstrømsafbrydere virker som de skal ?  
Undersøgelsen har vist, at 93% af de installerede afbrydere fungerer ifølge hensigten.
- Er der forskelle på funktionssikkerheden for HFI-afbrydere og HPFI-afbrydere?  
Ja. Undersøgelsen viste, at fejlprocenten for HFI-afbrydere er 10,9%, mens den kun er 2,0% for HPFI-afbrydere.  
Da mekanikken i de to typer afbrydere er ens, og da HPFI-afbrydere først er blevet udbredt i danske installationer efter 1994 (hvor det samtidig blev forbudt at installere HFI-afbrydere i boliginstallationer), antages det, at forskellen især skyldes ælde.
- Er der forskelle i funktionssikkerheden mellem forskellige installationstype?  
Undersøgelsen omfattede stort set kun fejlstrømsafbrydere i boliger. Antallet af fejlstrømsafbrydere i andre typer installationer er så lille, at det ikke er muligt at udtale sig om fejlprocenten i forhold til installationstype.
- Afhænger funktionssikkerheden af andre forhold?  
Undersøgelsen viser, at fejlstrømsafbrydere, der sad indendørs i de beboede arealer (entre, stue og andre værelser) havde en signifikant lavere fejlprocent end fejlstrømsafbrydere, der var placeret miljømæssigt mere udsatte steder.



- Er der fejlstrømsafbrydere, hvor prøveknappen virker, men fejlstrømsafbryderen ikke gør?

Ja. Undersøgelsen viste, at 39 af de 960 fejlstrømsafbrydere i undersøgelsen kunne udkobles med prøveknappen, selvom de ikke udløste ved en fejlstrøm på 30 mA. (Det er mere end halvdelen af de fejlstrømsafbrydere, der ikke fungerer.) Brugeren ledes derfor til at tro, at fejlstrømsafbryderen fungerer tilfredsstillende, selvom det ikke er tilfældet.

Derudover var der 9 tilfælde, hvor tryk på prøveknappen ikke udløste en i øvrigt korrekt fungerende fejlstrømsafbryder. De 7 tilfælde formodes dog at skyldes, at fejlstrømsafbryderen er installeret forkert, så testkredsen ikke virker.

Alligevel er det en god ide at aktivere prøveknappen jævnligt og udskifte fejlstrømsafbryderen, hvis den ikke udløser.

**Bilag A. Afprøvningsskema**

Nedenfor ses det skema, som inspektørerne fik med i marken for at lave afprøvningen.

Elektricitetsrådet

**TEST AF FEJLSTRØMSAFBRYDERE**

Speciel test 2003-11-28 FM

Dato eftersyn:		Inst.nr.:	
<b>Installation type:</b> <input type="checkbox"/> Bolig <input type="checkbox"/> Let industri <input type="checkbox"/> Kontor <input type="checkbox"/> Industri <input type="checkbox"/> Andet:		<b>Fysisk placering af HFI/HPFI i installation (rum kat.) :</b> <input type="checkbox"/> Trappe repos <input type="checkbox"/> Udhus <input type="checkbox"/> Kælder <input type="checkbox"/> Bryggers <input type="checkbox"/> Entre <input type="checkbox"/> Andet: _____ <input type="checkbox"/> Ingen HFI/HPFI afbryder installeret	
<b>Miljø:</b> <input type="checkbox"/> Tørt <input type="checkbox"/> Støvet <input type="checkbox"/> Fugtigt (tegn på fugt) <input type="checkbox"/> Kulde/temperatur svingninger <input type="checkbox"/> Andet:		<b>Montering i installation:</b> <input type="checkbox"/> Gruppeafsætning for flere gruppeafbrydere <input type="checkbox"/> Gruppetavle for enkelt produkt (fx vaskemaskine) <input type="checkbox"/> Foran stikkontakt <input type="checkbox"/> Andet:	
<b>Synlig data på materiel:</b> Fabrikat/mærke: _____ Typebetegnelse: _____ Mærkestrøm: <input type="checkbox"/> 40 A                      Andet: _____ A Mærke-udløsestrøm: <input type="checkbox"/> 30 mA                      Andet: _____ mA Antal kontaktsæt på HFI/HPFI: _____ Antal kontaktsæt der er benyttet: _____ <input type="checkbox"/> HFI <input type="checkbox"/> HPFI <input type="checkbox"/> FI <input type="checkbox"/> andet:			
<b>OBS! Testknappen må <u>ikke</u> aktiveres før test, og HFI/HPFI afbryderen må <u>ikke</u> kobles ud manuelt. Samtlige gruppeafbrydere og andet udstyr efter HFI/HPFI'en skal afbrydes før testen. Testen skal i øvrigt udføres omhyggeligt efter vejledningen på bagsiden af skemaet.</b> Indstillet udkoblingsstrøm: _____ mA. <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="margin-right: 10px;">HFI + HPFI</div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px; margin-right: 5px;">           Udkoblingstid: AC test HFI/HPFI max. 300ms         </div> <div style="font-size: 3em; margin-right: 10px;">{</div> <div>             1. kontaktsæt: _____ ms              2. kontaktsæt: _____ ms              3. kontaktsæt: _____ ms           </div> </div> </div> <p style="margin-top: 10px;">Ved HPFI skal <u>tillige</u> testes med halvbølge ensrettet AC, pulserende DC</p> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="margin-right: 10px;">Ekstra test af HPFI</div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px; margin-right: 5px;">           Halvbølge ensrettet AC HPFI max. 300ms         </div> <div style="font-size: 3em; margin-right: 10px;">{</div> <div>             1. kontaktsæt: 0°: _____ ms      180°: _____ ms              2. kontaktsæt: 0°: _____ ms      180°: _____ ms              3. kontaktsæt: 0°: _____ ms      180°: _____ ms           </div> </div> </div>			
Udkobler afbryderen ved tryk på testknappen?: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nej			

underskrift

dato

## Bilag B. Instrukser for afprøvning

Inspektørerne fik følgende instrukser med. Instrukserne var trykt bag på afprøvningsskemaet vist i bilag A.

### Vejledning til test af HFI/HPFI afbrydere

1. Aktiver aldrig HFI/HPFI afbryderen før testen hverken manuelt på afbryderen eller på testknappen.
2. Udfyld testskemaets rubrikker (installationstype, fysisk placering, miljø, montering i installationen, data på HFI/HPFI afbryderen, m.m.).
3. Afbryd alle grupper m.m. efter HFI/HPFI afbryderen.
4. Konstater på hvilken klemme nullederen er tilsluttet. Forkert tilslutning medfører kortslutning i testinstrumentet.
5. Konstater hvilke klemmer på HFI/HPFI afbryderen der er henholdsvis tilgang og afgangsklemmer. Fase og nul prøvepinden fra testinstrumentet tilsluttes på HFI/HPFI afbryderens afgangsside på henholdsvis fase og nul klemme. Jordprøvepinden fra testinstrumentet tilsluttes HFI/HPFI afbryderens nul klemme på tilgangssiden.

### Udførelse af testen

1. Foretag AC test: indstil testinstrumentet på 30 mA. Foretag målinger på kontaktsæt 1, 2, og 3. Notér resultatet i testskemaet.
2. Foretag DC test: indstil testinstrumentet på DC test. Foretag målinger på kontaktsæt 1, 2, og 3. Notér resultatet i testskemaet.
3. Foretag DC test, 180°: indstil testinstrumentet på DC test med 180° forskudt. Husk hver gang at trykke på indstillingsknappen 180° på testinstrumentet. Foretag målinger på kontaktsæt 1, 2, og 3. Notér resultatet i testskemaet.
4. Tryk på testknappen. Notér resultatet af testen i testskemaet. (Udløste HFI/HPFI afbryderen - ja eller nej).

