



*Teknisk rapport 355, 3. udgave
Februar 2000*

Kontrolsystem for idrøftværende elmålere

DEFU

Postboks 259

DTU/Bygning 325

2800 Lyngby

Tlf.: 45 88 14 00

Fax: 45 93 12 88

E-mail: info@defu.dk

www.defu.dk



Rapporten er udarbejdet og revideret af en ad hoc arbejdsgruppe med følgende medlemmer:

Hans Dahlin	NVE
Lars Hosbjerg	MEF
Niels Toftensberg	NESA
John Maltesen	Energi Horsens (formand)
Hans Peter Elmer	Eltra (3. udg.)
Preben Jørgensen	DEFU (sekretær 1. og 2. udg.)
Anders Vikkelsø	DEFU (sekretær 3. udg.)
Carsten Strunge	DEFU (sekretær 3. udg. færdiggørelse)

DEFU teknisk rapport:	355, 3. udgave
Klasse:	1
Rekvirent:	Elmåleteknikudvalget
Dato for udgivelse:	24. februar 2000
Sag:	227

© DEFU 2000, 3. udgave

Resumé

Rapporten giver retningslinier for løbende overvågning af idriftværende Ferraris og elektroniske elmålere såvel direkte som transformertilsluttede (lav- og højspænding).

Rapporten henvender sig til elselskaberne i Danmark og primært til personale, der varetager eller udfører kontrol af idriftværende elmålere.

For direkte tilsluttede elmålere og elmålere placeret i lavspændingstransformerinstallationer (med kun strømtransformere) kan der vælges mellem stikprøvekontrol, periodisk totalkontrol eller permanent overvågning.

For lavspændingstransformerinstallationer med både strøm- og spændingstransformer og højspændingstransformerinstallationer kan der vælges mellem kontrol efter fast åremål eller permanent overvågning.

Ved stikprøvekontrol gives retningslinier for gruppering, for prøvningsintervaller og for statistiske metoder, hvor der kan vælges mellem attribut- og variabelmetoden.

Denne rapport kan betragtes som en generalisering af DEFUs TR 313, idet TR 313 kun omhandlede klasse 2 elmålere.

I arbejdet er der gået ud fra, at målerinstallationen anses for at registrere forbruget korrekt, når fejlvisningen ikke er større end $\pm 4\%$ jf. de af Danske Elværkers Forening udarbejdede forslag til leveringsbetingelser.

DEFU, den 12. oktober 1995

I 2. udgave er der foretaget en række rettelser og tilføjelser, sådan at den harmonerer med Erhvervsfremme Styrelsens bekendtgørelse nr. 54 af den 23. januar 1997 *Bekendtgørelse om kontrol med elmålere, der anvendes til måling af elforbrug* samt tilhørende meddelelser. Specielt er der ændret på de acceptable fejlvisninger i forbindelse med stikprøvekontrol og permanent overvågning. En dokumentation for disse er beskrevet i DEFUs TR 357.

DEFU, den 25. september 1997

I 3. udgave er der primært foretaget mindre justeringer, bortset fra afsnit 6 om permanent overvågning, hvor de hidtil anvendte størst acceptable fejlvisninger er blevet reduceret betydeligt, og afsnittet er blevet simplificeret.

DEFU, 1. februar 2000

Indholdsfortegnelse

Resumé	3
1. Indledning	7
1.1. Rapportens opbygning	7
2. Symbolliste og betegnelser	8
3. Valgte parametre	10
3.1. Målerinstallationer og elmålere	10
3.2. Princip	10
3.3. Vedrørende valgte parametre	12
3.4. Målerinstallationer uden/med strømtransformere.....	14
3.5. Målerinstallationer med både strøm- og spændingstransformere	15
4. Stikprøvekontrol	16
4.1. Gruppering og håndtering af grupper.....	16
4.1.1. Retningslinier.....	16
4.1.2. Gruppens startår.....	17
4.1.3. Sammenlægning og opdeling af grupper.....	17
4.1.4. Ændring af gruppens startår ved reverifikation.....	18
4.1.5. Identifikation af grupper	18
4.1.6. Stikprøvningsintervaller og konsekvenser af prøvning.....	18
4.1.7. Dokumentation, prøvningsjournal mv.....	18
4.1.8. Ikke gruppérbare elmålere	19
4.2. Prøvning.....	19
4.2.1. Udtagning af stikprøver	19
4.2.2. Måleteknisk kontrol.....	20
4.2.3. Valg af stikprøvningstype.....	21
4.2.4. Inspektion ved variable.....	23
4.2.5. Inspektion ved attributter, toplans stikprøvning.....	25
4.2.6. To eksempler	26
5. Periodisk totalkontrol	28
6. Permanent overvågning	29
Referencer	31

Appendiks A: Acceptkurver for direkte tilsluttede elmålere	33
Appendiks B: Acceptkurver for målerinstallationer med strømtransformere	37
Appendiks C: Operationskarakteristikker	41
Appendiks D: Blandingsgrupper indeholdende senere istandsatte elmålere	45

1. Indledning

I Erhvervsfremme Styrelsens bekendtgørelse nr. 54 af den 23. januar 1997 *Bekendtgørelse om kontrol med elmålere, der anvendes til måling af elforbrug* kræves,

- at elselskabet skal etablere et kontrolsystem og
- at prøvningerne skal foretages på et akkrediteret laboratorium.

Jf. denne bekendtgørelse er elleverandøren altid 100% ansvarlig for tilstanden af de idriftværende elmålere. Det betyder bl.a., at selv om denne giver mulighed for drifts-kontrol, skal el-leverandøren rette fejl ved mistanke herom.

I denne rapport beskrives et kontrolsystem, efter hvilket elselskaber løbende kan overvåge kvaliteten af de hos forbrugerne opsatte Ferraris eller elektroniske elmålere, såvel direkte som transformertilsluttede (lav- og højspænding). Der skelnes mellem følgende kontrolsystemer:

1. Statistisk stikprøvekontrol.
2. Periodisk totalkontrol.
3. Permanent overvågning ved kontrolmåling.

I arbejdet er der gået ud fra dels

- 1) at den enkelte elmåler overholder Erhvervsfremme Styrelsens krav jf. bekendtgørelse af den 23. januar 1997, og dels
- 2) at målerinstallationen anses for at registrere forbruget korrekt, når fejlvisningen ikke er større end $\pm 4\%$ jf. de af Danske Elværkers Forenings udarbejdede forslag til leveringsbetingelser.

I DEFUs TR 357 er der redegjort for valgene af de acceptable fejlvisninger i forbindelse med statistisk stikprøvekontrol.

1.1. Rapportens opbygning

Kapitel 3 beskriver de valgte parametre, specielt de acceptable fejlvisninger.

Kapitel 4 beskæftiger sig med prøvekontrol og indeholder bl.a. elementerne gruppering, prøvninger (hvor der kan vælges mellem attribut- og variabelmetoden) samt to eksempler.

Kapitel 5 og 6 beskæftiger sig med henholdsvis periodisk totalkontrol og permanent overvågning.

Endelig er der nogle appendiks som beskæftiger sig med acceptkurver, operationskarakteristikker samt håndtering af blandingsgrupper.

2. Symbolliste og betegnelser

Basisstrøm I_b ⁽¹⁾	Strømværdi, efter hvilken elmålerens egenskaber er fastlagt. Bemærk, at basisstrøm anvendes både for Ferraris- og elektroniske elmålere for klasserne 2, 1 og 0.5 (klasse 0.5 gælder kun for Ferrarismålere). Bemærk at for elmålere, godkendt iht. IEC 1036:1996 anvendes betegnelsen I_b kun, når de er direkte tilsluttet.
Mærkestrøm I_n ⁽¹⁾	Strømværdi, efter hvilken elmålerens egenskaber er fastlagt i overensstemmelse med relevante strømtransformere. Bemærk, at mærkestrøm kun anvendes for elmålere, der tilsluttes via transformere.
Maksimum strøm I_{max}	Højeste strømværdi, efter hvilken elmåleren kan overholde de krævede nøjagtighedskrav i den relevante standard.
AQL (Acceptable Quality Level)	AQL kan opfattes som et acceptabelt kvalitetsniveau og angives som oftest i % den maksimale andel uacceptable elmålere med fejlvisninger i gruppen. AQL er en indgangsparameter til ISO-standardernes tabeller over stikprøveplaner.
Inspektionsniveau	En parameter, der benyttes i forbindelse med valg af størrelsen af stikprøven. Inspektionsniveau II medfører en større stikprøve end inspektionsniveau I og dermed en større sikkerhed i forbindelse med stikprøvekontrollen.
Fordelingsafviger	Et enkeltstående prøvningsresultat, der er ekstremt i forhold til de øvrige prøvningsresultater i stikprøven.
Mest afvigende værdi, x_a	Den værdi i en stikprøve, der har den største numeriske afvigelse fra stikprøvens gennemsnit.
Etplansprøvning	Det vil sige, at der kun udtages en stikprøve, og ud fra denne afgøres, om gruppen skal forkastes (dumpe) eller godkendes.
Topplansprøvning	Det vil sige, at der tages en ekstra stikprøve, hvis den første indikerer et kvalitetsniveau i middelområdet. Forstået på den måde, at man ved den første stikprøve ikke kan afgøre, om gruppen skal forkastes (dumpe) eller godkendes.

¹ Definitionerne af strømmene I_b og I_n er ændret i forhold til tidligere udgaver af rapporten for at opnå en mere stringent definition af de to størrelser.

Variabelprøvning	Her baseres forkastelse eller godkendelsen af en elmålergruppe på en beregning af middelværdi $\langle x \rangle$ og spredning s for elmålerfejlene i stikprøven. Fejlene forudsættes normalfordelte, og udfra de beregnede størrelser fås et skøn over, hvor mange elmålere i gruppen, der ligger udenfor fejlgrænserne.
Attributprøvning	Her baseres forkastelse eller godkendelse af en elmålergruppe direkte på baggrund af en optælling af antallet af elmålere med for stor fejlvisning. Metodens fordel er, at den er uafhængig af fejlenes statistiske fordeling.
Operationskarakteristik	Beskriver sandsynligheden for at godkende en gruppe som funktion af andelen af defekte elmålere i gruppen. Da der er en entydig sammenhæng mellem gruppestørrelse og stikprøvestørrelse, kan operationskarakteristikken udtrykkes som funktion af stikprøvestørrelse.
Verifikation	Herved forstås de operationer, som omfatter en identifikation, undersøgelse, kalibrering og mærkning/plombering af elmåleren, og som konstaterer og bekræfter, at elmåleren opfylder myndighedernes forskriftsmæssige krav specielt angående målenøjagtighed.
Førstegangsverifikation	Herved forstås en verifikation af en elmåler, som ikke har været verificeret før.
Kontrol	Herved forstås de prøvninger og operationer, som ikke er omfattet af myndighedernes forskriftsmæssige krav.
Reverifikation	Herved forstås en verifikation, der kommer efter en førstegangsverifikation.
Kalibrering	Ved kalibrering af et måleinstrument forstås den fremgangsmåde, der under fastlagte betingelser kan vise, hvilken forskel der er mellem værdierne på instrumentet og de tilsvarende kendte, korrekte værdier. Svarende til det der foretages i forbindelse med bestemmelse af nøjagtighederne for målepunkterne 4 til og med 9 i DEFUs TR 354.

3. Valgte parametre

3.1. Målerinstallationer og elmålere

Man kan naturligt inddele danske målerinstallationer i følgende tre kategorier:

- 1) Målerinstallation med direkte tilsluttede elmålere. Her måles el-leverancen direkte ved hjælp af elmåleren. Her benyttes som oftest klasse 2 elmålere.
- 2) Lavspændingstransformerinstallation (op til og med 1 kV). Her benyttes strømtransformere i forbindelse med strømmåling og eventuelt spændingstransformere for eksempel i installationer med 0,69 kV (yderspænding). Strømtransformernes sekundære mærkestrøm er 5 A, og ved brug af spændingstransformere anvendes 400 V som sekundære yderspænding. Her benyttes som oftest klasse 1 elmålere eller bedre, dog findes ældre målerinstallationer med klasse 2 elmålere.
- 3) Højspændingstransformerinstallation (over 1 kV). Her benyttes både strøm- og spændingstransformere i forbindelse med elmåleren. Strømtransformernes sekundære mærkestrøm er 5 A, og ved brug af spændingstransformere anvendes enten 100 V eller 110 V som sekundær yderspænding. Her benyttes som oftest klasse 0.5 elmålere eller bedre, dog findes der for ældre målerinstallationer klasse 1 elmålere ved lavere spændinger (op til 30 kV).

3.2. Princip

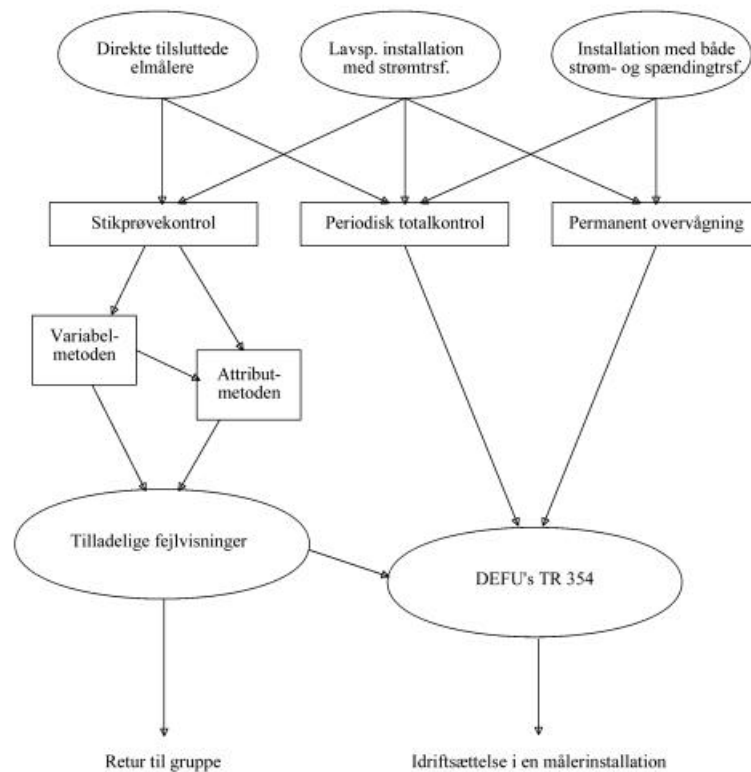
Elmålerne overvåges løbende ved brug af en af følgende kontrolsystemer:

- 1) Statistisk stikprøvekontrol. Systemet bygger på en opdeling af elmålerbestanden i grupper. Hver gruppe underkastes periodisk stikprøvekontrol. Udfaldet afgør, om gruppen forbliver i drift eller hjemtages.
- 2) Periodisk totalkontrol. Systemet bygger på, at elmålerne individuelt hjemtages til kontrol. Tidligere anvendtes navnet ”Kontrol ved fast åremål”.
- 3) Permanent overvågning ved kontrolmåling. Systemet bygger på at der anvendes en hoved- og kontrolmåler i målerinstallationen. Ved afvigelser mellem disse hjemtages enten hoved- eller kontrolmåleren til kontrol.

Metode 1) kan kun anvendes for direkte tilsluttede elmålere og for elmålere i lavspændingsinstallationer med strømtransformere. Metode 2) og 3) kan anvendes for alle målerinstallationer. Metode 3) vil dog som oftest kun blive benyttet i forbindelse med højspændingstransformerinstallationer.

Vedrørende opbygningen og krav til komponenter i målerinstallationer henvises til DEFUs TR 353.

Nedenstående figur viser, hvilke kontrolmetoder der kan anvendes svarende til type målerinstallation.



Figur 3.1. Struktur for løbende kontrol af idriftværende elmålere afhængig af type målerinstallation. Den stiplede linje mellem variabelmetoden og attributmetoden betyder, det er muligt at benytte attributmetoden, efter variabelmetoden er blevet anvendt.

3.3. Vedrørende valgte parametre

I arbejdet er der gået ud fra dels:

- 1) at den enkelte elmåler overholder Erhvervsfremme Styrelsens krav jf. bekendtgørelse af den 23. januar 1997, og dels
- 2) at målerinstallationen anses for at registrere forbruget korrekt, når fejlvisningen ikke er større end $\pm 4\%$ jf. de af Danske Elværkers Forening udarbejdede forslag til leveringsbetingelser².

Svarende til det beskrevne i Erhvervsfremme Styrelsens måletekniske direktiv af den 1. februar 1997 *Kontrolsystem for elmålere i drift* er der gået ud fra følgende i forbindelse med de valgte parametre:

- Kontrolsystemet kan etableres
 1. ved stikprøvekontrol af partigrupper af ensartede elmålere,
 2. som periodisk totalkontrol eller
 3. som permanent overvågning af elmålerne ved hjælp af en ekstra elmåler (en kontrolmåler).
- Ved stikprøvekontrol kan systemet opbygges ved hjælp af ISO 3951, 1989 "*Sampling procedures and chart for inspection by variables for percent nonconforming*", eller DS/ISO 2859-1:1992 "*Metoder for stikprøveinspektion ved måling med alternativ variation. Del. 1: Stikprøveplaner opstillet efter tilfredsstillende kvalitetsniveau (AQL) for inspektion af partier i fortløbende rækker*".
- Ved stikprøvekontrol skal stikprøven senest påbegyndes 10 år efter gruppens start, og derefter skal der udtages stikprøver mindst hvert 4. år.
- I forbindelse med stikprøvekontrol for **direkte tilsluttede elmålere** skal der anvendes et kvalitetsniveau på $AQL = 2,5\%$ og et inspektionsniveau I.
- I forbindelse med stikprøvekontrol for **elmålere med tilsluttede strømtransformere** skal der anvendes et kvalitetsniveau på $AQL = 1,5\%$ og et inspektionsniveau II³.
- Ved periodisk totalkontrol af elmålere ved **lavspænding** skal målerne hjemtages individuelt inden en 14 års driftsperiode.
- Ved periodisk totalkontrol af elmålere ved **højspændingstransformerinstallationer** skal elmålerne hjemtages individuelt inden en 5 års driftsperiode.

² Det er antaget, at nøjagtighedsmålet skal opfattes på den måde, at den enkelte forbruger skal afregnes med en usikkerhed inden for intervallet $\pm 4\%$, hvor usikkerheden på energimålingen defineres som et gennemsnit af fejlvisningerne ved to målepunkter, tilsvarende jf. Danske Elværkers Forenings udarbejdede forslag til leveringsbetingelser. Endvidere er der gået ud fra, at fejlene for en direkte tilsluttet elmåler i drift ikke må overstige $\pm 6\%$ ved 5% basisstrøm og $\pm 5\%$ ved 100% basisstrøm og målt ved $\cos\phi = 1$. Disse grænser er dobbelt så store som de, der stilles til nye klasse 2 elmålere af Ferraristypen ved førstegangsverifikation jf. Erhvervsfremme Styrelsens bekendtgørelse nr. 54 af den 23. januar 1997 *Bekendtgørelse om kontrol med elmålere, der anvendes til måling af elforbrug* i de respektive punkter. Kravet harmonerer med svensk lov, der for idriftværende elmålere kræver max. $\pm 6\%$ ved 5% basisstrøm og $\pm 5\%$ ved 10% basisstrøm og opefter.

³ En parameter, der benyttes i forbindelse med valg af størrelsen af stikprøven. Inspektionsniveau II medfører en større stikprøve end inspektionsniveau I og dermed en større sikkerhed i forbindelse med stikprøvekontrollen.

- Ved permanent overvågning af elmålere ved **lavspænding** skal enten hovedmåleren eller kontrolmåleren individuelt hjemtages inden en 20 års driftsperiode. Således at der maksimalt vil være 40 år mellem hver hjemtagning af hovedmåleren og kontrolmåleren.
- Ved permanent overvågning af elmålere ved **højspændingstransformerinstallationer** skal enten hovedmåleren eller kontrolmåleren hjemtages individuelt inden en 10 års driftsperiode. Således at der maksimalt vil være 20 år mellem hver hjemtagning af hovedmåleren og kontrolmåleren.

Endvidere er der gået ud fra følgende:

- Fejlene for en direkte tilsluttet elmåler, klasse 2, i drift må ikke overstige $\pm 6\%$ ved 5% basisstrøm/mærkestrøm og $\pm 5\%$ ved 100% basisstrøm/mærkestrøm. Disse grænser er dobbelt så store som de, der stilles til nye elmålere ved førstegangsverifikation⁴. For en direkte tilsluttet elmåler, klasse 1, må fejlen ved de tilsvarende strømme ikke overstige $\pm 3\%$ og $\pm 2\%$.
- I DEFs "Vejledende Leveringsbestemmelser" er anført en fejlgrænse på $\pm 4\%$. Det er defineret, at denne grænse gælder for et gennemsnit af de to ovennævnte fejl.
- For elmålere i lavspændingstransformerinstallationer (med strømtransformere) tages der udgangspunkt i henholdsvis en "lille belastning" og en "stor belastning". Disse målepunkter er nærmere beskrevet i DEFUs TR 357.
- De anvendte målepunkter gælder for symmetriske belastninger og ved $\cos\phi = 1$.

3.4. Målerinstallationer uden/med strømtransformere

En idriftværende elmålers fejlvisning må ikke overstige de viste talværdier i tabel 3.1, idet kontrollen baseres på strømmålinger med $\cos\phi = 1$ og en symmetrisk belastning. Som det fremgår af tabellen, måles elmålerens fejlvisninger ved henholdsvis en lav og en høj belastningsstrøm, sådan at såvel hver af de målte fejlvisninger som deres med fortegn udregnede gennemsnit skal ligge indenfor de acceptable fejlvisninger.

Tabel 3.2 Acceptable fejlvisninger for direkte tilsluttede elmålere (klasse 1 og 2) og transformermålere (med strømtransformere)⁵.

Målepunkt	Acceptable fejlvisninger i \pm %					
	Direkte tilslutning			Elmålere med strømtransformere		
	Strøm	kl. 2 elmåler	kl. 1 elmåler	Strøm	kl. 2 elmåler	kl. 1 elmåler
a)	$0,05 \cdot I_b / I_n$	6	3	$0,05 \cdot I_n$	5,4	3
b)	I_b / I_n	5	2	I_n	4,8	2
c)	-	4	4	-	3,8	3,8

Det skal bemærkes, at der anvendes 5% basisstrøm/mærkestrøm som lav belastning uanset tilslutningsform. For transformertilsluttede målere er dette en afvigelse i forhold til verifikationen (se TR 354), hvor disse målere, afhængig af typegodkendelsen, testes ved en fast værdi for strømmen i stedet for 5%.

⁴ Kravet harmonerer med svensk lov, der for idriftværende elmålere kræver max. $\pm 6\%$ ved 5% I_b og $\pm 5\%$ ved 10% I_b og opefter. Det er anset for tilstrækkeligt med kontrol ved basisstrøm og ved den laveste, standardiserede strømværdi. Herhjemme gælder en tilsvarende regel for fjernvarmemålere.

⁵ Fremkomsten af disse størrelser er beskrevet i DEFUs TR 357.

Ved stikprøvekontrol af direkte elmålere er det acceptable kvalitetsniveau (AQL) sat lig med 2,5%. Stikprøvestørrelserne er valgt ud fra inspektionsniveau I, dog mindst lig med fem, således at sandsynligheden for godkendelse af grupper med 150 eller færre elmålere, blandt hvilke 25 er fejlbehæftet, ikke overskrider 25%.

Ved stikprøvekontrol af transformermålere er det acceptable kvalitetsniveau (AQL) valgt lig med 1,5%. Stikprøvestørrelser er valgt ud fra inspektionsniveau II, der giver en mindre risiko for godkendelse af uacceptable grupper og omvendt, men til gengæld større stikprøver og dermed et noget større arbejdsomfang pr. gruppe end inspektionsniveau I.

Dette bevirker, der stilles større krav til kvaliteten ved stikprøvekontrol af lavspændingstransformerinstallationer med strømtransformere end ved direkte tilsluttede elmålere.

3.5. Målerinstallationer med både strøm- og spændingstransformere

Målerinstallationer med både strøm- og spændingstransformere overvåges ved en af de følgende metoder:

- 2) Periodisk totalkontrol. Systemet bygger på, at elmålerne individuelt hjemtages til kontrol. Tidligere anvendtes navnet "Kontrol ved fast åremål".
- 3) Permanent overvågning ved kontrolmåling. Systemet bygger på, at der anvendes en hoved- og kontrolmåler i målerinstallationen. Ved afvigelser mellem disse hjemtages enten hoved- eller kontrolmåleren til kontrol.

4. Stikprøvekontrol

4.1. Gruppering og håndtering af grupper

4.1.1. Retningslinier

Målerbestanden opdeles i ensartede partier af elmålere, således at en stikprøve kan betragtes som repræsentativ for gruppen. Dette anses uden videre for opfyldt, når følgende betingelser er overholdt:

- Elmålerne er af samme fabrikat, type og grundkonstant. For elmålere, der anvendes i forbindelse med midlertidige forsyninger og/eller ved gentagne flytninger (eksempelvis som byggestrøm eller til tivoli/cirkus), anbefales det ikke at blande disse med elmålere, der anvendes til mere permanent forsyning.
- Elmålerens konstruktion og fabriktionsår retfærdiggør en antagelse om ensartethed indenfor gruppen.
- Elmålerens starttidspunkt ligger indenfor en sammenhængende periode på 36 måneder, og hvor starttidspunktet for en elmåler defineres ved:
 - For en ikke istandsat elmåler kan elmålerens starttidspunkt valgfrit defineres som tidspunktet for fabrikation, indkøb eller første opsætning.
 - For en istandsat elmåler defineres elmålerens starttidspunkt som tidspunktet for enten seneste istandsættelse eller første, påfølgende opsætning.
- Ingen af elmålerne har været underkastet indgreb af nogen art siden starttidspunktet. Flytning af elmåleren eller midlertidig hjemtagning til stikprøvning regnes ikke for indgreb, forudsat elmåleren håndteres med tilstrækkelig varsomhed.

Ved enhver form for istandsættelse skal den pågældende elmåler således underkastes fornyet gruppering. De ovennævnte kriterier giver kun mulighed for at lade elmåleren forblive i gruppen, når istandsættelsen er sket indenfor det pågældende 36 måneders interval. En ordning vedrørende videreførsel af hidtidig praksis er beskrevet i appendiks D.

Inden for en gruppe tilstræbes starttidspunktet defineret ens for samtlige elmålere. Blanding accepteres dog, når administrative forhold taler herfor, f.eks. ved gruppering af elmålere fra flere selskaber.

Der er ingen formelle krav til gruppernes størrelse. Selv ganske små grupper kan med fordel underkastes statistisk stikprøvekontrol fremfor revision af hver enkelt elmåler. Af administrative grunde bør grupper med mindre end ca. hundrede elmålere dog tilstræbes undgået, for eksempel ved sammenlægning af flere selskabers grupper. Endvidere opnås med de anbefalede stikprøveplaner en mere effektiv overvågning, jo større grupperne er.

Ligeledes er der ingen formel øvre grænse. Dog må det anbefales, at meget store grupper overvejes opdelt i undergrupper á nogle tusinde enheder, så overvågningen forøges, og man undgår at skulle hjemtage en meget stor mængde elmålere ved forkastelse af en stikprøve. En sådan underopdeling anbefales foretaget efter ét eller flere rationelle kriterier, for eksempel

- fortløbende fabriksnumre
- tidsinterval snævrere end 36 måneder
- ved gruppering udfra opsætningstidspunkt: fabriks-/indkøbstidspunkt og omvendt

primært således, at hver gruppe er så homogen som muligt, og sekundært så grupperne bliver nogenlunde lige store.

Elmålere af samme fabrikat og type, som anvendes i forbindelse med transformermåling, kan godt være i samme stikprøvegruppe, selv om de ikke har samme omsætningsforhold.

4.1.2. Gruppens startår

Gruppens alder er afgørende for, hvornår stikprøver skal udtages. Alderen regnes fra gruppens **startår**, der defineres som kalenderåret for tidspunktet midt i intervallet for de indgående elmåleres starttidspunkter. I tabellen nedenfor er vist eksempler på definition af gruppens start for to grupper.

Tabel 4.1

Elmålere nr.	Starttidspunkter for elmålere	Gruppens startår
1	31. oktober 1981	1983
2	5. november 1981	1983
...
487	30. oktober 1984	1983
1	1. februar 1985	1985
2	3. februar 1985	1985
...
1150	31. maj 1986	1985

4.1.3. Sammenlægning og opdeling af grupper

Efterhånden som elmålerbestanden undergår ændringer, kan det blive relevant at sammenlægge grupper, hvilket er tilladt, når blot de i afsnit 4.1.1 nævnte krav overholdes.

Opdeling af en gruppe kan også blive relevant, rationelle kriterier jf. afsnit 4.1.1 anbefales.

Således fremkomne gruppers alder bestemmes efter den generelle regel i afsnit 4.1.2, uanset om enkelte elmålere herved får fremrykket eller udskudt deres tidspunkt for næste udtagning til stikprøvning.

Udtagning af en stikprøve fra en gruppe må ikke være påbegyndt, når den ændres.

4.1.4. Ændring af gruppens startår ved reverifikation

Ved reverifikation af samtlige elmålere i en gruppe skal gruppen tildeles et nyt startår givet ved elmålernes ændrede starttidspunkter.

4.1.5. Identifikation af grupper

Hver gruppe gives en entydig identifikation bestående af

- det eller de ansvarlige selskaber
- målerfabrikat
- målertype
- interval for elmålernes starttidspunkter

og ved underopdeling jf. 4.1.1 tilstrækkelig identifikation til, at præcis definition af underopdelingen er opnået, f.eks. fabrikationsår, fabrikationsnummerinterval.

De enkelte elmålere skal være relateret til gruppen, så de kan udtages til stikprøvning ved simpel tilfældig udvælgelse (udsøgningskriterium). Fabrikationsnummeret kan anbefales, mens for eksempel et installationsnummer, der ikke entydigt følger elmåleren, bør undgås. Når først der er valgt et udsøgningskriterium for en gruppe, skal man fastholde dette.

4.1.6. Stikprøvningsintervaller og konsekvenser af prøvning

Intervaller

Første stikprøvning skal være påbegyndt senest ti år efter gruppens startår.

Ved godkendelse fortsætter gruppen i drift i højst fire år efter stikprøvningens påbegyndelse. Herefter gentages stikprøvningen og så fremdeles. Stikprøver skal således påbegyndes 10, 14, 18, 22.... år efter gruppens startår.

Procedure ved forkastelse, begge elmålertyper

Ved forkastelse iværksættes én af følgende procedurer:

- Samtlige elmålere i gruppen skal være hjemtaget senest 4 år efter stikprøvningens påbegyndelse.
- Den forkastede gruppe opdeles i flere grupper, så vidt muligt efter et eller flere rationelle kriterier jf. 4.1.1. Elmålerne i den udtagne stikprøve skal indgå i de nye grupper. De nye grupper er straks forfaldne til stikprøvning og behandles individuelt efter sædvanlige retningslinier.

4.1.7. Dokumentation, prøvningsjournal mv.

Det skal være dokumenteret, hvorledes starttidspunktet for en elmåler er defineret ved grupperingen. Dokumentationen kan følge gruppen, den enkelte elmåler, selskabet eller andet, den skal blot være entydig for hver elmåler i en gruppe.

For hver gruppe oprettes ved dennes etablering en prøvningsjournal, af hvilken følgende skal fremgå:

- Det totale antal elmålere i gruppen, der opdateres løbende.
- Gruppens startår.
- For hver udført prøvning:
 - Det skal fremgå, hvilke elmålere der er erstattet jf. 4.2.1 og årsagen.
 - Identifikation af hver vurderet elmåler og af hver af disse måleresultater eller konstaterede defekter jf. 4.2.2.
 - Resultatet af godkendelsesproceduren jf. 4.1.6 samt 4.2.4 og 4.2.5. Ved prøvning efter variabelmetoden anføres antallet af fordelingsafvigere og eventuel konsekvens heraf: krav om attributprøvning jf. 4.2.4, punkt 8.
- Ved reverifikation og ændring af startår jf. afsnit 4.1.4 skal dette anføres i prøvningsjournalen, der videreføres med bibeholdelse af eksisterende data.
- Ved sammenlægning af flere grupper afsluttes og arkiveres hver af disses journaler. Den nye gruppe skal have reference til samtlige forgængere.
- Ved opsplitning af en gruppe arkiveres og afsluttes dens journal. Hver af de nye grupper skal have reference til forgængerne.

4.1.8. Ikke gruppérbare elmålere

Ikke gruppérbare elmålere skal behandles som beskrevet i kapitel 5 eller 6, dvs. kontrolsystem ved hjælp af henholdsvis fast åremål eller permanent overvågning.

4.2. Prøvning

4.2.1. Udtagning af stikprøver

Målerne i en stikprøve skal være udtaget ved simpel og tilfældig udvælgelse, så alle elmålere i gruppen har samme sandsynlighed for at blive udtaget. Hertil benyttes den i 4.1.5 nævnte gruppe/måler-identifikation og en tilfældigtalstabel eller -generator.

Dette gælder også ved attributprøvning, plan 2. Således kan én eller flere elmålere indgå i både plan 1- og plan 2 - prøvningen.

De elmålere, der indgår i en stikprøve, skal være i normal driftsmæssig stand. Elmålere, der udviser åbenbare defekter såsom

- hærværk,
- lynskader,
- fejlagtigt gruppetilhørsforhold, erstattes.

Det kan være hensigtsmæssigt at udtage et antal elmålere lig med antallet jf. de følgende stikprøvninger plus en reserve på ca. 10%.

Hjemtagningen og prøvningen skal udføres inden for et år; supplering kan dog vente til det følgende år, for eksempel når en attributprøvningsplan 2 skal gennemføres. Elmålerne skal håndteres med fornøden varsomhed.

Elmålere, der tidligere er prøvet, kan indgå i en ny stikprøve på lige vilkår med resten af gruppens elmålere. Dette gælder også for elmålere, der har været undersøgt for mekanisk beskaffenhed.

4.2.2. Måleteknisk kontrol

Målebetingelser

Målingerne skal gennemføres på et akkrediteret laboratorium og med referencebetingelser svarende til det beskrevne i TR 354.

Inden målingernes gennemførelse skal hver enkelt elmåler være forvarmet med netspænding i mindst en halv time.

Visuel undersøgelse

Det kontrolleres, at elmålere, der skal prøves, ikke udviser tegn på skade og er korrekt mærkede.

Er en eller flere defekte ved visuel undersøgelse, skal der tages stilling til eventuelle konsekvenser for gruppen.

Målepunkter og fejlbestemmelse

Elmålerens fejlvisninger bestemmes ved hjælp af to målepunkter (benævnt a og b) og et gennemsnit af disse (benævnt c). Hver af de tre størrelser a, b og c danner grundlag for den videre godkendelsesprocedure.

Ved fejlbestemmelser⁶ (a og b) af elmåleren skal der benyttes en symmetrisk netspænding (dvs. fase - nul spænding) på 230 V, $\cos \varphi = 1$ og symmetriske belastningsstrømme.

De acceptable fejlvisninger for direkte tilsluttede elmålere (klasse 2) og transformermålere (med strømtransformere) er vist i tabel 3.1.

For hver elmåler estimeres endvidere den fejl (benævnt c), med hvilken energimålingen sker, som et gennemsnit af de to målte fejl a og b. Der regnes her med fortegn.

Eksempel 1: For en tresystems direkte tilsluttet elmåler med 10 A basisstrøm (I_b) er der målt følgende fejl:

- a. -1% ved 0,5 A
- b. 2% ved 10 A.

Fejlen på energimålingen (benævnt c) beregnes herefter til

⁶ Defineret som

$$f = \frac{E_m - E_{just}}{E_{just}} \cdot 100\%$$

hvor E_m og E_{just} er henholdsvis elmålerens og justerstationens visninger.
20 af 47

c. $(-1\% + 2\%)/2 = 0,5\%$.

Eksempel 2: For en tresystems elmåler med 5 A's mærkestrøm (I_n) i en lavspændings-transformerinstallation er der målt følgende fejl:

- a. -0,5% ved 0,25 A
- b. 1,25% ved 5 A.

Fejlen på energimålingen (benævnt c) beregnes herefter til

c. $(-0,5\% + 1,25\%)/2 = 0,375\%$.

Overvågningen af en gruppes udvikling kan understøttes af målinger i flere punkter, for eksempel I_{\max} og notering af middelværdier og spredninger i journalen, men sådanne målinger indgår ikke i den formelle bedømmelse.

4.2.3. Valg af stikprøvningstype

Denne rapport giver for direkte tilsluttede elmålere og for elmålere placeret i målerinstallationer med strømtransformere valgmulighed mellem

- inspektion ved variable ("variabelmetoden").
- inspektion ved attributter ("attributmetoden").

Variabelmetoden

Det anbefales, at man foretrækker variabelmetoden, der for små grupper giver den sikreste information og for store grupper den mindste stikprøvestørrelse. Ved manuel talbehandling medfører variabelmetoden imidlertid et betragteligt regnearbejde, sådan at det kan være praktisk med et computerprogram.

Ved inspektion ved variable baseres godkendelsen af en elmålergruppe på en beregning af middelværdi $\langle x \rangle$ og spredning s for elmålerfejlene i stikprøven. De tre målepunkter a), b) og c) jf. afsnit 4.2.2 behandles hver for sig. Fejlene forudsættes normalfordelte, og ud fra de beregnede størrelser fås et skøn over, hvor mange elmålere i gruppen, der ligger uden for fejlgrænserne. Ved manuel talbehandling kan godkendelsen baseres på, at de fundne $\langle x \rangle$ og s plottes ind på en acceptkurve, der viser maksimalt tilladelig spredning som funktion af middelværdien.

I appendiks A er vist acceptkurver for direkte tilsluttede elmålere, og i appendiks B er vist acceptkurver svarende til målerinstallationer med strømtransformere.

For stikprøvestørrelser fra og med 15 skal det kontrolleres, at antagelsen om normalfordeling holder. Når antagelsen må forkastes, er det nødvendigt at gå over til inspektion ved attributter.

Attributmetoden

Her baseres godkendelsen direkte på en optælling af antallet af elmålere med for stor fejlvisning. Metodens fordel er, at den er uafhængig af fejlenes statistiske fordeling.

Der er i denne rapport valgt at anbefale toplansprøvninger. Det vil sige, at der tages en ekstra stikprøve, hvis den første indikerer et kvalitetsniveau i middelområdet. Resultatet af første stikprøve er således:

1. godkendelse ved tilstrækkeligt få fejlbehæftede elmålere
2. forkastelse ved tilstrækkeligt mange fejlbehæftede elmålere
3. nødvendig med endnu en stikprøve ved et antal fejlbehæftede elmålere mellem de ovennævnte; denne giver den endelige konklusion.

Fordelen ved toplans-attributprøvning fremfor simpel étplans-attributprøvning er ca. 30% mindre stikprøvestørrelser for en given styrke i prøvningen og dermed et mindre arbejde, idet konklusionen som hovedregel nås allerede ved første stikprøve.

4.2.4. Inspektion ved variable

Stikprøvestørrelser

For et givet antal elmålere i gruppen fremgår stikprøvestørrelsen⁷ af tabel 4.2.

Tabel 4.2 Stikprøvning efter variabelmetoden.

Gruppestørrelse	Stikprøvestørrelse	
	Direkte tilsluttede elmålere	Målerinstallationer med strømtransformere
6 - 50	5	5
51 - 90	5	7
91 - 150	7	10
151 - 280	10	15
281 - 400	15	20
401 - 500	15	25
501 - 1200	20	35
1201 - 3200	25	50
3201 - 10000	35	-
10001 - 35000	50	-

Stikprøver fra og med 15: Test for normalfordeling og fordelingsafvigere

Da forudsætningen for variabelmetodens brug er, at elmålerfejlene er tilnærmelsesvis normalfordelte, skal der for stikprøver bestående af 15 elmålere eller flere foretages et test herfor som følger. Ved mindre stikprøver er det ikke relevant at udføre denne beskrevne test.

1. Testen gennemføres for alle tre afgørende størrelser jf. 4.2.2 (svarende til de benævnte a, b og c) og behandles hver for sig.
2. Først beregnes gennemsnitsværdien $\langle x \rangle$ for elmålerfejlene x_i for de n elmålere i stikprøven:

$$\langle x \rangle = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (4.1)$$

3. Målerfejlen med den største absolutte afvigelse fra gennemsnittet findes. Værdien kaldes x_a .

$$|x_a - \langle x \rangle| = \max_{i=1..n} |x_i - \langle x \rangle| \quad (4.2)$$

4. Nu beregnes en ny middelværdi $\langle x \rangle'$, hvor x_a udelades:

⁷ For klasse 2 elmålere er der anvendt inspektionsniveau I, og for klasse 1 er der anvendt inspektionsniveau II. Endvidere er der anvendt minimum en stikprøve på 5 ved klasse 2.

$$\langle x \rangle' = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n - x_a}{n - 1} \quad (4.3)$$

5. Spredningen s' for elmålerfejlene eksklusive x_a findes:

$$s' = \sqrt{\frac{(x_1 - \langle x \rangle')^2 + \dots + (x_n - \langle x \rangle')^2 - (x_a - \langle x \rangle')^2}{n - 2}} \quad (4.4)$$

6. Hvis x_a 's absolutte afvigelse fra den korrigerede gennemsnitsværdi er større end tre gange spredningen s' ,

$$|x_a - \langle x \rangle'| > 3s' \quad (4.5)$$

er x_a en fordelingsafviger.

7. Det tilladte antal fordelingsafvigere afhænger af stikprøvestørrelsen som følger⁸:

Tabel 4.3 Maksimalt antal fordelingsafvigere ved brug af variabelmetoden

Stikprøve- størrelse	Tilladt antal afvigere
5 - 10	(Gå direkte til godkendelse)
15 - 35	1
50	2

8. Så længe det tilladelige antal fordelingsafvigere ikke er overskredet, fjernes den fundne fordelingsafviger fra stikprøven, og proceduren gentages for resten.

9. Overskrides det jf. punkt 7 tilladte antal fordelingsafvigere for én eller flere af de afgørende størrelser a, b eller c jf. punkt 1, kan inspektion ved variable ikke anvendes for nogen af dem. Fordelingsafvigerne føres tilbage til stikprøven, og inspektion ved attributter jf. 4.2.5 bringes i anvendelse. Stikprøven suppleres ved tilfældig udvælgelse med det fornødne antal elmålere til første stikprøveplan.

Når en gruppe har udvist for mange fordelingsafvigere ved to prøvninger, bør gruppen fremover kun prøves efter attributmetoden.

Godkendelse

For hver af de tre afgørende størrelser (benævnt a, b og c) beregnes middelværdi $\langle x \rangle$ og spredning s :

⁸Antallene er lig med de, der ved ideelt normalfordelte fejl vil forekomme med mindst 5% sandsynlighed. Ved små stikprøvestørrelser er sandsynligheden for en "fordelingsafviger" så stor, at det ikke er relevant at teste.

$$\langle x \rangle = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (4.6)$$

$$s = \sqrt{\frac{(x_1 - \langle x \rangle)^2 + \dots + (x_n - \langle x \rangle)^2}{n - 1}} \quad (4.7)$$

Punktet ($\langle x \rangle, s$) indtegnes i det $\langle x \rangle$ -s-diagram, acceptkurven (se appendiks A og B), der svarer til den pågældende klasse, fejlgrænse og den oprindelige stikprøvestørrelse før fjernelse af eventuelle fordelingsafvigere. Ligger punktet indenfor (dvs. under kurven) eller på acceptkurven godkendes gruppen, ligger punktet udenfor acceptkurven godkendes gruppen ikke. Figurerne i appendiks A svarer til målerinstallationer med direkte tilsluttede elmålere, og figurerne i appendiks B svarer til målerinstallationer med kun strømtransformere.

Man bemærker, at en stikprøve kan føre til forkastelse af gruppen, selv om alle elmålere måtte udvise fejl inden for grænseværdierne. Dette gælder, når spredningen er så høj, at den indikerer et utilladeligt antal elmålere med for stor fejl i gruppen.

For stikprøvestørrelser større end eller lig med 15 er det tilladt⁹ at udelade fordelingsafvigere ved beregningen, idet n så skal reduceres tilsvarende i ovenstående formler for $\langle x \rangle$ og s .

For små stikprøver på 10 eller mindre, hvor begrebet fordelingsafvigere ikke er bragt i anvendelse, er det ved forkastelse efter variabelmetoden tilladt at udføre en attributprøvning jf. 4.2.5, idet de samme elmålere anvendes suppleret med det fornødne antal tilfældigt udtagne elmålere. Ved stikprøver over 10 er dette ikke tilladt.

4.2.5. Inspektion ved attributter, toplans stikprøvning

For et givet antal elmålere i gruppen fremgår stikprøvestørrelser og acceptantal af tabel 4.3 og 4.4. For anden stikprøve er både stikprøvestørrelse og godkendelsestal anført summeret for første og anden prøvning.

En elmålers fejl er for stor, når de acceptable fejlvisninger i tabel 3.1 er overskredet for én eller flere af dens fejl. Alle tre størrelser skal være inden for grænserne, for at en måler kan godkendes.

⁹Udeladelse af fordelingsafvigere kan både øge og mindske forskellen mellem gruppens og stikprøvens middelfejl. Derfor er en valgmulighed givet.

Tabel 4.4 Toplans stikprøvning efter attributmetoden for direkte tilsluttede elmålere. Der er anvendt $AQL = 2,5\%$, inspektionsniveau I og toplans stikprøvning ved normal inspektion.

Antal elmålere i gruppen	Stikprøvestørrelse, plan 1	Totalt antal elmålere, plan 1 + plan 2	Godkendelse, max. antal med for stor fejl	Forkastelse, min. antal med for stor fejl
6 - 150	5	*	0	1
151 - 500	13		0	2
		26	1	2
501 - 1200	20		0	3
		40	3	4
1201 - 3200	32		1	4
		64	4	5
3201 - 10000	50		2	5
		100	6	7
10001 - 35000	80		3	7
		160	8	9

Tabel 4.5 Toplans stikprøvning efter attributmetoden for elmålere i målerinstallationer med strømtransformere. Der er anvendt $AQL = 1,5\%$, inspektionsniveau II og toplans stikprøvning ved normal inspektion.

Antal elmålere i gruppen	Stikprøvestørrelse, plan 1	Totalt antal elmålere, plan 1 + plan 2	Godkendelse, max. antal med for stor fejl	Forkastelse, min. antal med for stor fejl
- 90	8	*	0	1
9 - 280	20		0	2
		40	1	2
281 - 500	32		0	3
		64	3	4
501 - 1200	50		1	4
		100	4	5
1201 - 3200	80		2	5
		160	6	7

4.2.6. To eksempler

Formålet med det følgende er at illustrere, hvad der skal foretages konkret ved henholdsvis en gruppe, der dumper, og en gruppe, der accepteres ved stikprøvekontrol.

* For meget små grupper anvendes étplans prøvning.
26 af 47

Eksempel 1:

Der betragtes en gruppe direkte tilsluttede elmålere på 438.

Der udtages en stikprøve på 15 stk. (13 + 2 i reserve for lynskader mv.), svarende til de angivne i tabel 4.4. Én dumper, gruppen er stadig hverken godkendt eller forkastet.

*En ny stikprøve udtages, ligeledes på 15, i hvilken de allerede hjemtagne elmålere har samme sandsynlighed for at komme med som de ikke berørte elmålere. Anden gang dumper én elmåler; totalt er $1 + 1 = 2$ elmålere dumpet. Ifølge tabellen må kun én elmåler dumpes for begge stikprøver tilsammen. **Gruppen dumper derfor.***

Dette betyder, at der skal iværksættes én af følgende procedurer:

- Samtlige elmålere i gruppen skal være hjemtaget senest 4 år efter stikprøvningens påbegyndelse.
- Den forkastede gruppe opdeles i flere grupper, så vidt muligt efter et eller flere rationelle kriterier jf. 4.1.1. Elmålerne i den udtagne stikprøve skal indgå i de nye grupper. De nye grupper er straks forfaldne til stikprøvning og behandles individuelt efter sædvanlige retningslinier.

Endvidere skal elmålerne verificeres før eventuel genopsætning i en målerinstallation.

Eksempel 2:

Der betragtes en gruppe elmålere på 255, der er placeret i målerinstallationer med strømtransformere, men uden spændingstransformere.

Der udtages en stikprøve på 23 stk. (20 + 3 i reserve for lynskader mv.). Én dumper, gruppen er stadig hverken godkendt eller forkastet.

En ny stikprøve udtages, ligeledes på 23. Anden gang dumper ingen elmålere; totalt er $1 + 0 = 1$ elmåler dumpet. Ifølge tabellen må kun én elmåler dumpes for begge stikprøver tilsammen, hvilket er opfyldt. **Gruppen accepteres derfor.**

Dette betyder:

- at den defekte elmåler skal verificeres før en eventuel genopsætning i en målerinstallation.
- De i alt 45 (2 gange 23 minus 1) elmålere, der blev accepteret ved stikprøve, kan returneres til gruppen.

5. Periodisk totalkontrol

Ved lavspænding hjemtages elmålerne individuelt og periodisk inden for en 14 års driftsperiode.

Ved højspændingstransformerinstallationer hjemtages elmålerne individuelt og periodisk inden for en 5 års driftsperiode.

Der kan anvendes samme åremål for Ferraris- og elektroniske elmålere.

Før de hjemtagne elmålere genopsættes i samme eller en ny målerinstallation, skal elmålerne verificeres.

I højspændingstransformerinstallationer over 100 kV, hvor der anvendes kapacitive spændingstransformere, skal det en gang om året kontrolleres, at alle elementer i de kapacitive transformere er intakte. Dette gøres ved at sammenligne sekundærspændingen på hver transformer med sekundærspændingen på de øvrige spændingstransformere.

6. Permanent overvågning

For at en målerinstallation kan overvåges permanent, kræves både en hoved- og en kontrolmåler. Ved fjernaflæsning af både hoved- og kontrolmåler skal værdierne sammenlignes mindst én gang om måneden. Hvis der ikke anvendes fjernaflæsning, aflæses de to målere samtidigt minimum en gang årligt.

Ved lavspænding hjemtages enten hovedmåleren eller kontrolmåleren individuelt og periodisk én gang for hvert tyvende driftsår. Der vil således være maksimalt 40 år mellem hver hjemtagning af hovedmåleren og kontrolmåleren.

Ved højspændingstransformerinstallationer hjemtages enten hovedmåleren eller kontrolmåleren individuelt og periodisk én gang for hvert tiende driftsår. Der vil således være maksimalt 20 år mellem hver hjemtagning af hovedmåleren og kontrolmåleren.

Ved overskridelse af en acceptabel fejlvisning mellem hoved- og kontrolmåler, svarende til den ringeste klasse af de to målere, skal målerinstallationen inkl. elmålerne undersøges nærmere. Under lav belastning kan forskellen mellem de to måleres visning godt overstige en størrelse, der svarer til den ringeste klasse. En sådan kortvarig overskridelse af den acceptable fejlvisning kan normalt accepteres, såfremt den kan forklares og dokumenteres.

Er hovedmåleren eksempelvis af klasse 0.2 og kontrolmåleren af klasse 0.5, må afvigelsen mellem de to målere højst være 0,5%. Disse retningslinier er ikke teoretisk baseret, men valgt ud fra et operationelt synspunkt.

Før hjemtagne elmålere genopsættes i samme eller en ny målerinstallation, skal de verificeres.

I installationer, hvor spændingsmålekredsen ikke er dubleret, skal spændingsfaldet kontrolleres, og kredsen efterses periodisk inden for en 5-årig driftsperiode. Kredsen betragtes som værende dubleret i tilfældet, hvor der anvendes én primær vikling og to sekundære viklinger på spændingstransformereren.

I højspændingstransformerinstallationer over 100 kV, hvor der anvendes capacitive spændingstransformere, skal det en gang om året kontrolleres, at alle elementer i de capacitive transformere er intakte. Dette gøres ved at sammenligne sekundærspændingen på hver transformer med sekundærspændingen på de øvrige spændingstransformere.

Referencer

1. IEC 514. *Acceptance inspection of Class 2 alternating-current watthour meters.* 1975.
2. IEC 1358. *Acceptance inspection for direct connected alternating current static watt-hour meters for active energy (classes 1 and 2).* 1996.
3. ISO 2859-1. *Sampling procedures for inspection by attributes - Part 1: Sampling plans indexed by acceptable quality level (AQL) for lot-by-lot inspection.* 1989. (Denne findes også i en identisk dansk udgave. Endvidere forventes en opdateret udgave i løbet af 1997.)
4. ISO 3951. *Sampling procedures and chart for inspection by variables for percent nonconforming.* 1989.
5. Erhvervsfremme Styrelsens bekendtgørelse nr. 54 af den 23. januar 1997 *Bekendtgørelse om kontrol med elmålere, der anvendes til måling af elforbrug.*
6. IEC 1036. *Alternating current static watt-hour meters for active energy (classes 1 and 2).* 1996. (Erstatter versionen IEC 1036:1990).
7. IEC 1036. *Alternating current static watt-hour meters for active energy (classes 1 and 2).* 1990.

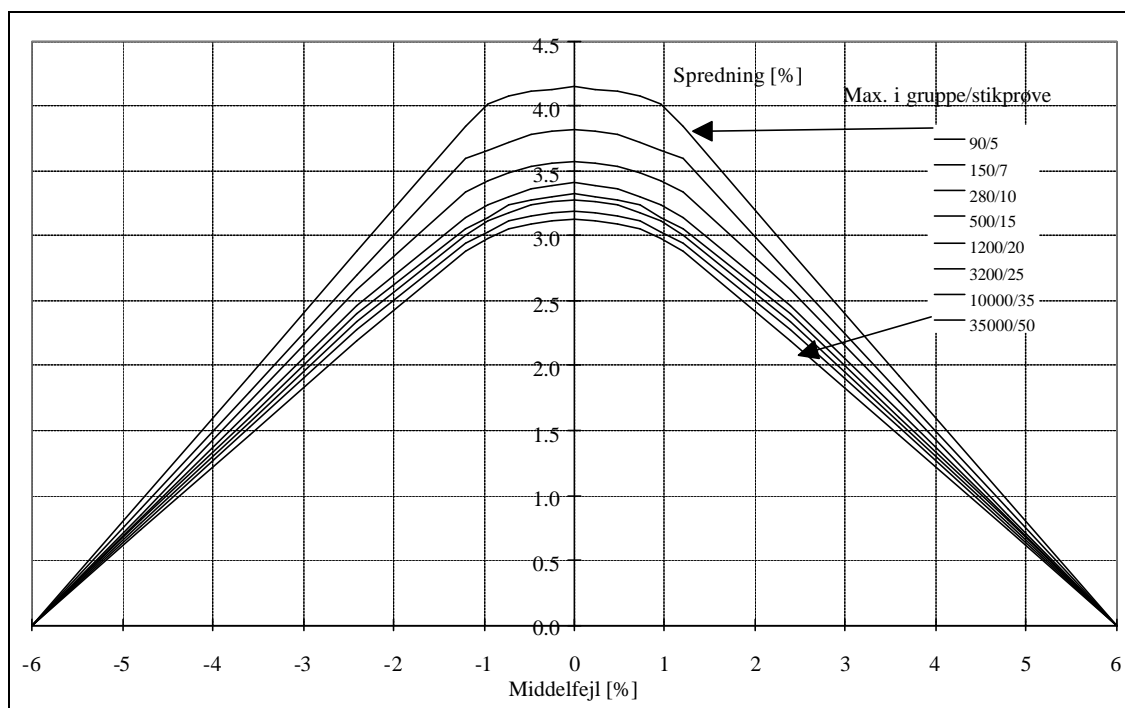
Standarder IEC 514 og IEC 1358 findes ophøjet til europæisk standarder med henholdsvis numrene DS/EN 60514, DS/EN 61358, sådan at indholdet i EN standarderne er identiske med IEC standarderne.

Appendiks A: Acceptkurver for direkte tilsluttede elmålere

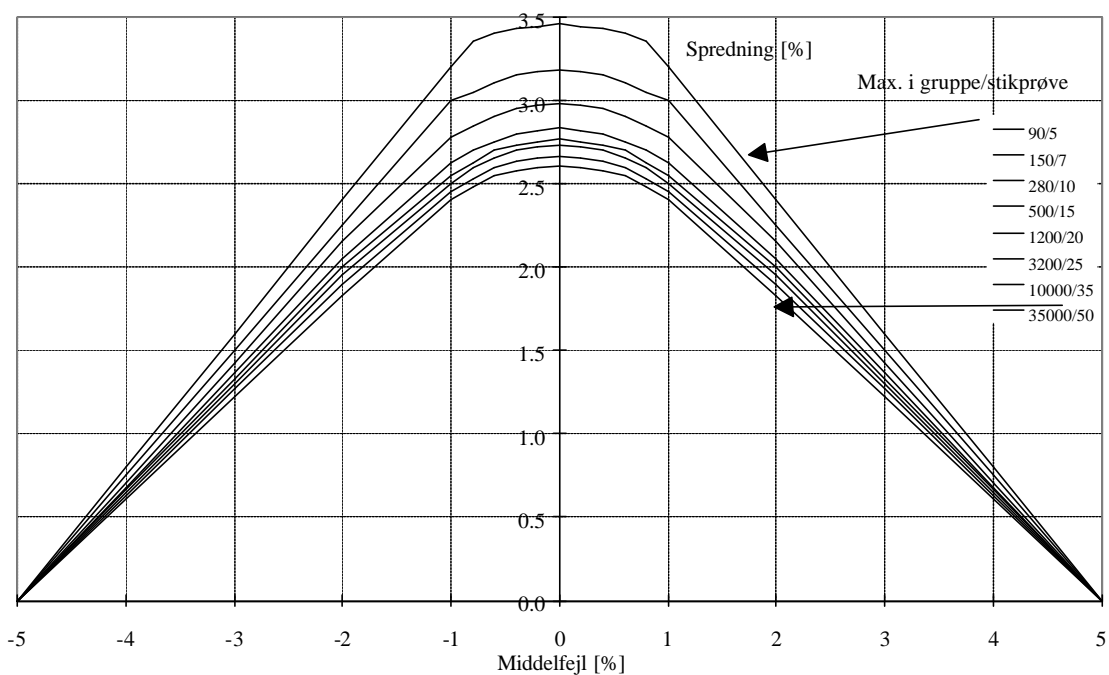
Figureerne i dette appendiks refererer til nedenstående tabel.

Tabel A.1.

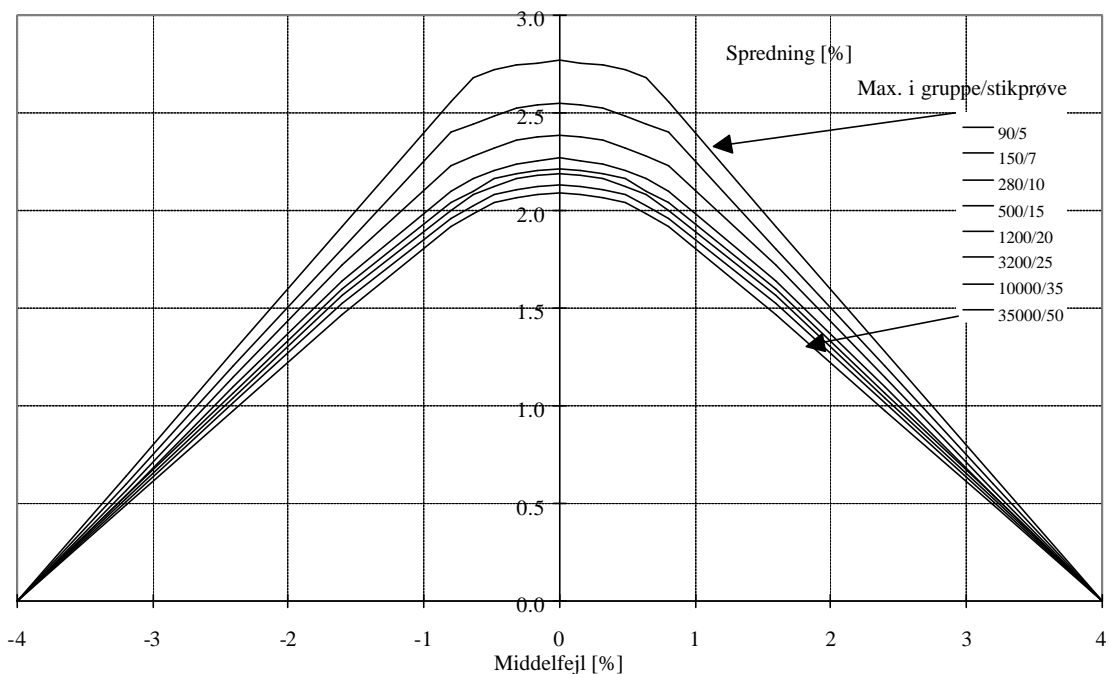
Målepunkt	Tilladelig fejlvisning i \pm %	
	Klasse 2	Klasse 1
a) $0,05 \cdot I_b$	6	3
b) I_b	5	2
c) gennemsnit af a) og b)	4	4



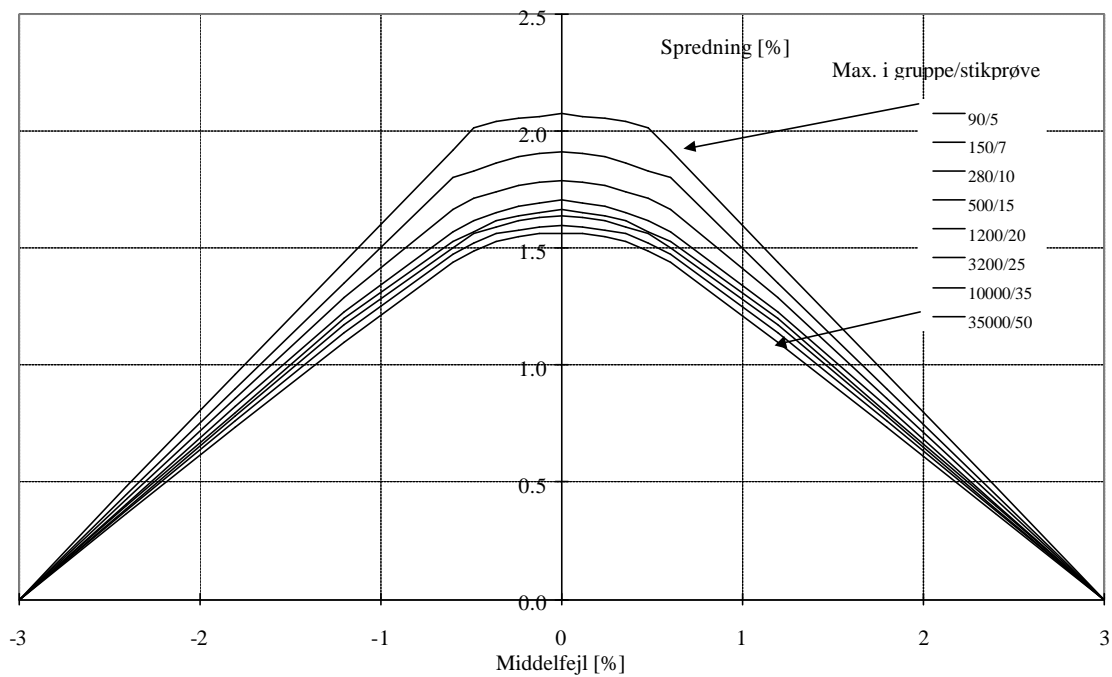
Figur A.1. Acceptkurver for direkte tilsluttede elmålere, klasse 2, for målepunktet a ($0,05 I_b$).



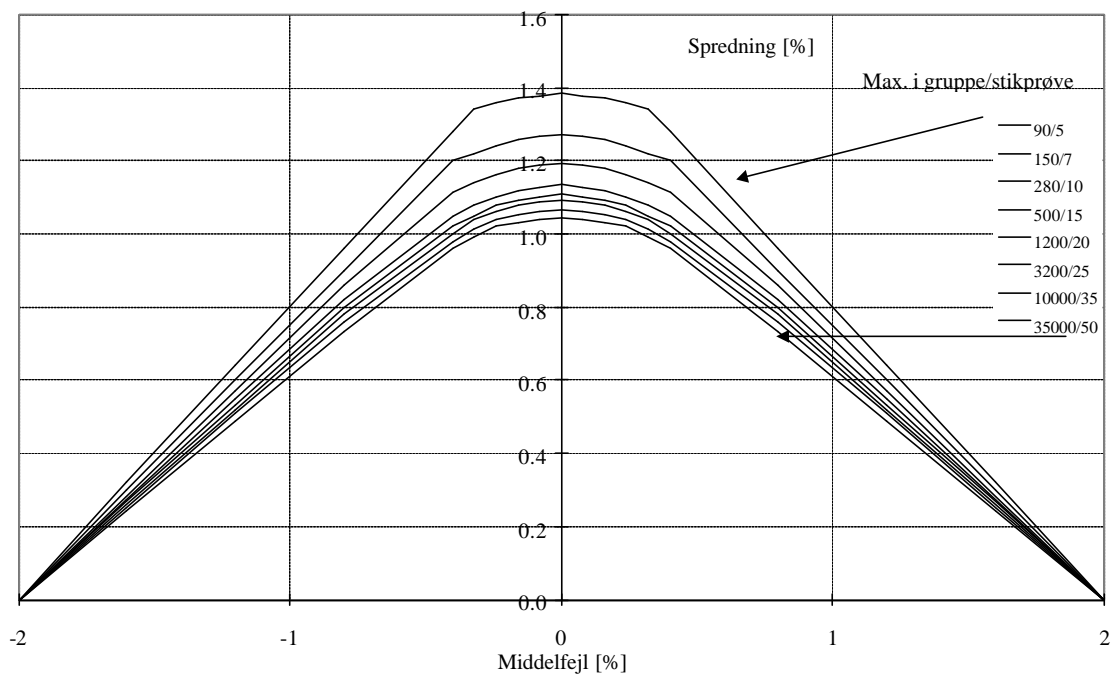
Figur A.2. Acceptkurver for direkte tilsluttede elmålere, klasse 2, for målepunktet b (I_b).



Figur A.3. Acceptkurver for direkte tilsluttede elmålere, klasse 1 og 2, for målepunktet c (gennemsnit af a og b).



Figur A.4. Acceptkurver for direkte tilsluttede elmålere, klasse 1, for målepunktet a ($0,05A_b$).



Figur A.5. Acceptkurver for direkte tilsluttede elmålere, klasse 1, for målepunktet b (I_b).

Appendiks B: Acceptkurver for målerinstallationer med strømtransformere

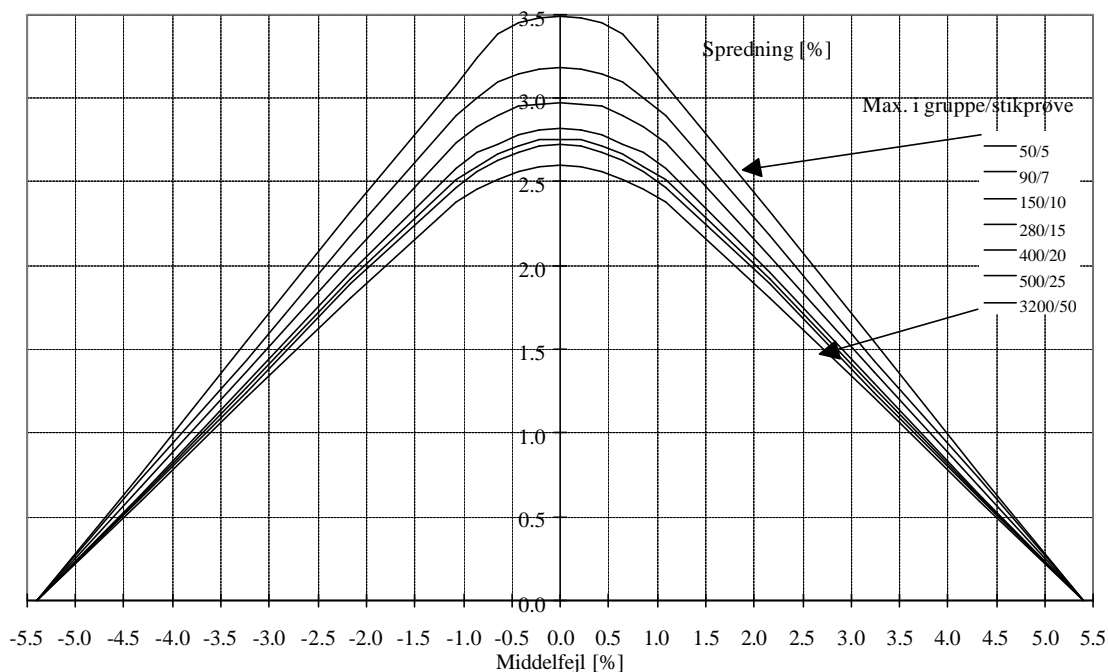
Figurerne i dette appendiks refererer til:

- Figurerne B.1.a., B.1.b. og B.1.c.: Elmålere af klasse 2 med tilsluttede strømtransformere.
- Figurerne B.2.a., B.2.b. og B.2.c: Elmålere af klasse 1 med tilsluttede strømtransformere.

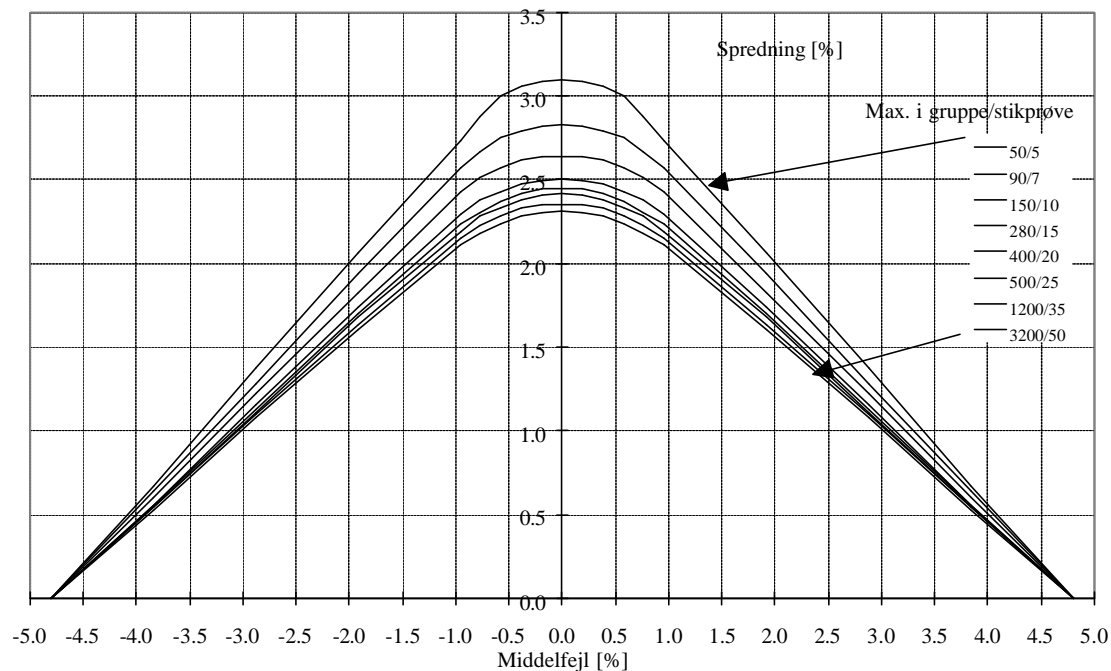
Afskæringsværdierne på x-aksen for acceptkurverne er baseret på de acceptable fejlvisninger som vist nedenfor.

Tabel B.1. Acceptable fejlvisninger for direkte tilsluttede elmålere (klasse 2) og transformermålere (med strømtransformere). Identisk med tabel 3.1.

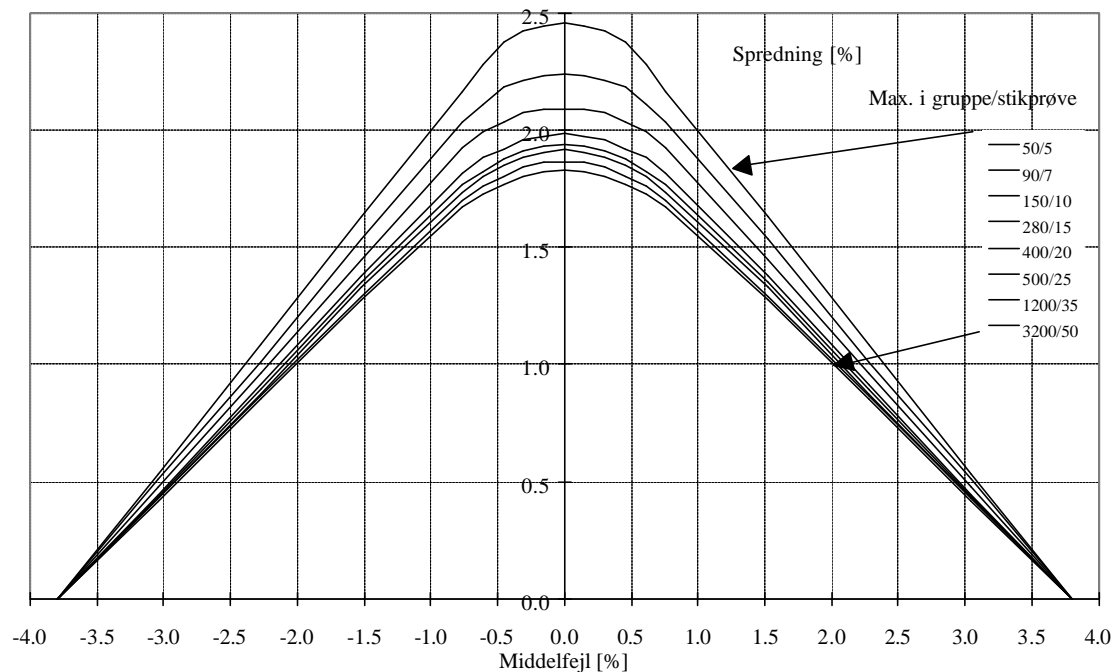
Målepunkt	Acceptable fejlvisninger i \pm %					
	Direkte tilslutning			Elmålere med strømtransformere		
	Strøm	kl. 2 elmåler	kl. 1 elmåler	Strøm	kl. 2 elmåler	kl. 1 elmåler
a)	$0,05 \cdot I_b$	6	3	$0,05 \cdot I_n$	5,4	3
b)	I_b	5	2	I_n	4,8	2
c)	-	4	4	-	3,8	3,8



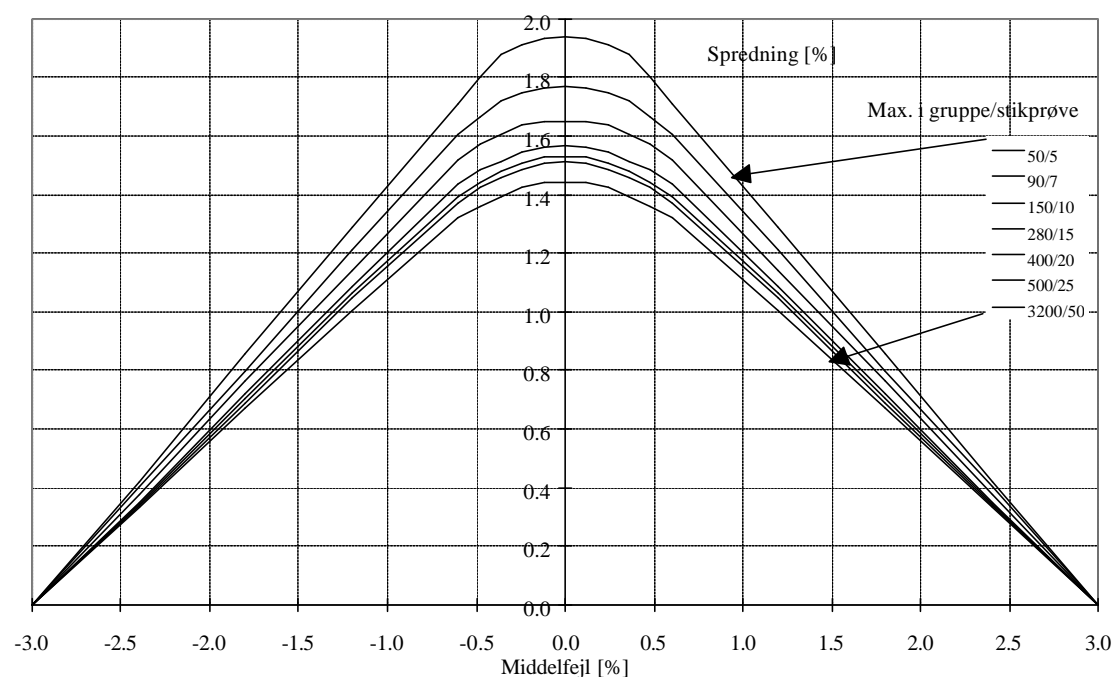
Figur B.1.a. Acceptkurver for elmålere af klasse 2 i målerinstallationer med strømtransformere for målepunktet a ($0,05I_n$).



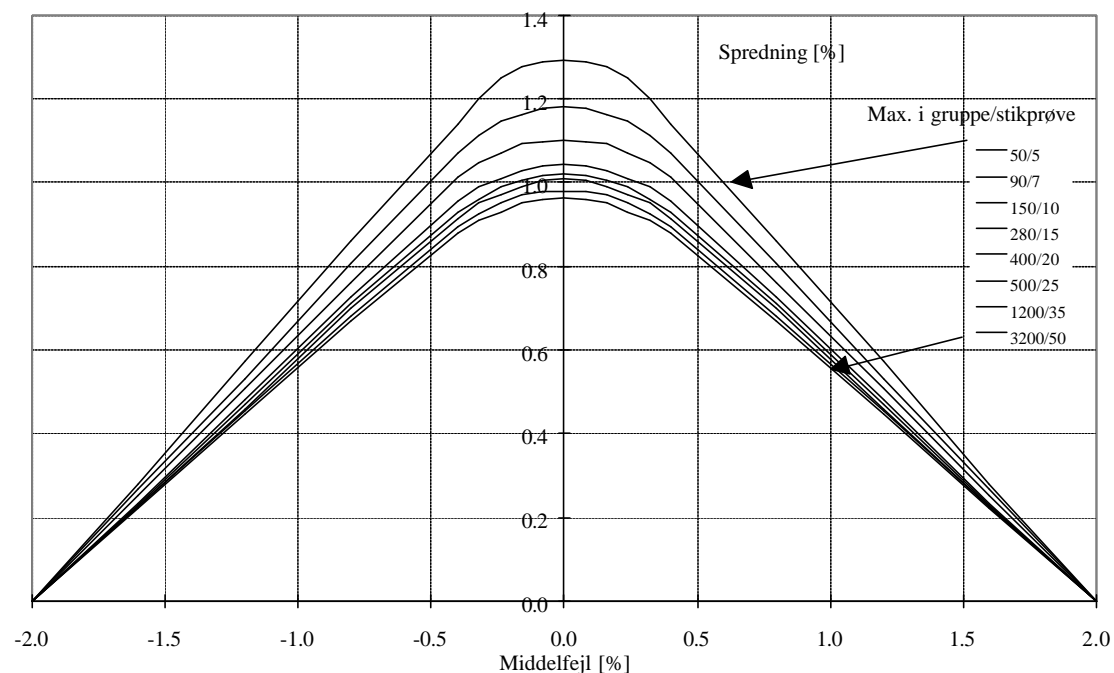
Figur B.1.b. Acceptkurver for elmålere af klasse 2 i målerinstallationer med strømtransformere for målepunktet b (I_n).



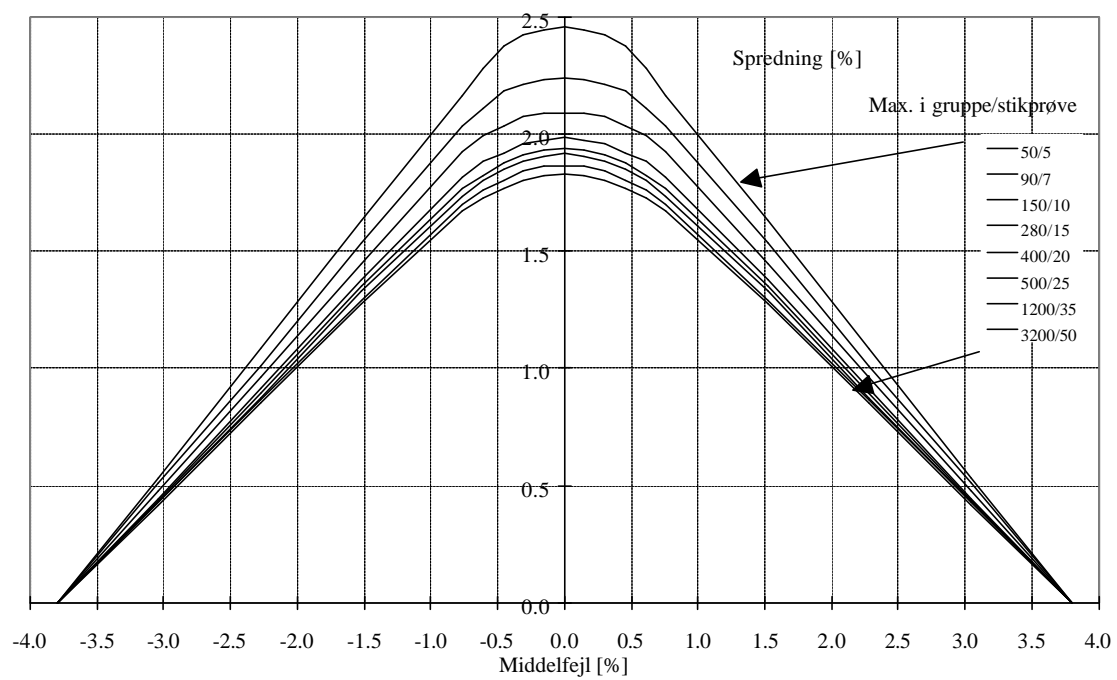
Figur B.1.c. Acceptkurver for elmålere af klasse 2 i målerinstallationer med strømtransformere for målepunktet c (gennemsnit af a og b).



Figur B.2.a. Acceptkurver for elmålere af klasse 1 i målerinstallationer med strømtransformere for målepunktet a ($0,05I_n$).



Figur B.2.b. Acceptkurver for elmålere af klasse 1 i målerinstallationer med strømtransformere for målepunktet b (I_n).



Figur B.2.c. Acceptkurver for elmålere af klasse 1 i målerinstallationer med strømtransformere for målepunktet c (gennemsnit af a og b).

Appendiks C: Operationskarakteristikker

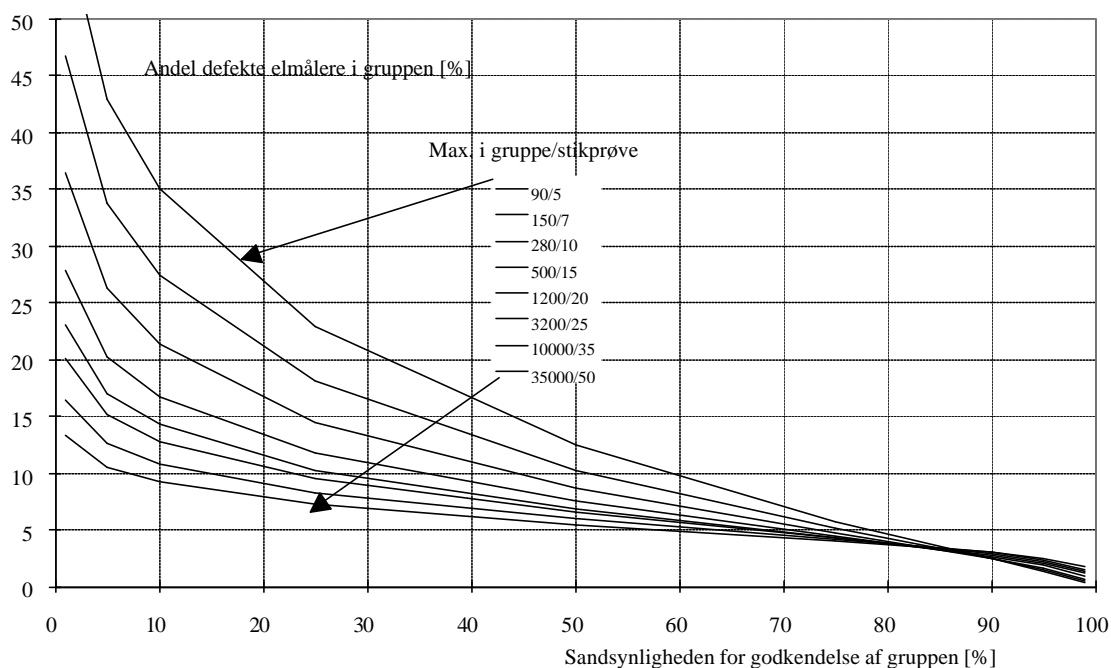
Figurene (operationskarakteristikkerne) i dette appendiks beskriver sandsynligheden for at godkende en gruppe som funktion af andelen af defekte elmålere i gruppen. Da der er en entydig sammenhæng mellem gruppestørrelse og stikprøvestørrelse, kan dette udtrykkes som funktion af stikprøvestørrelsen.

Kurverne gælder for henholdsvis direkte tilsluttede elmålere og for elmålere placeret i målerinstallationer med strømtransformere, svarende til de i kapitel 4 valgte stikprøvninger.

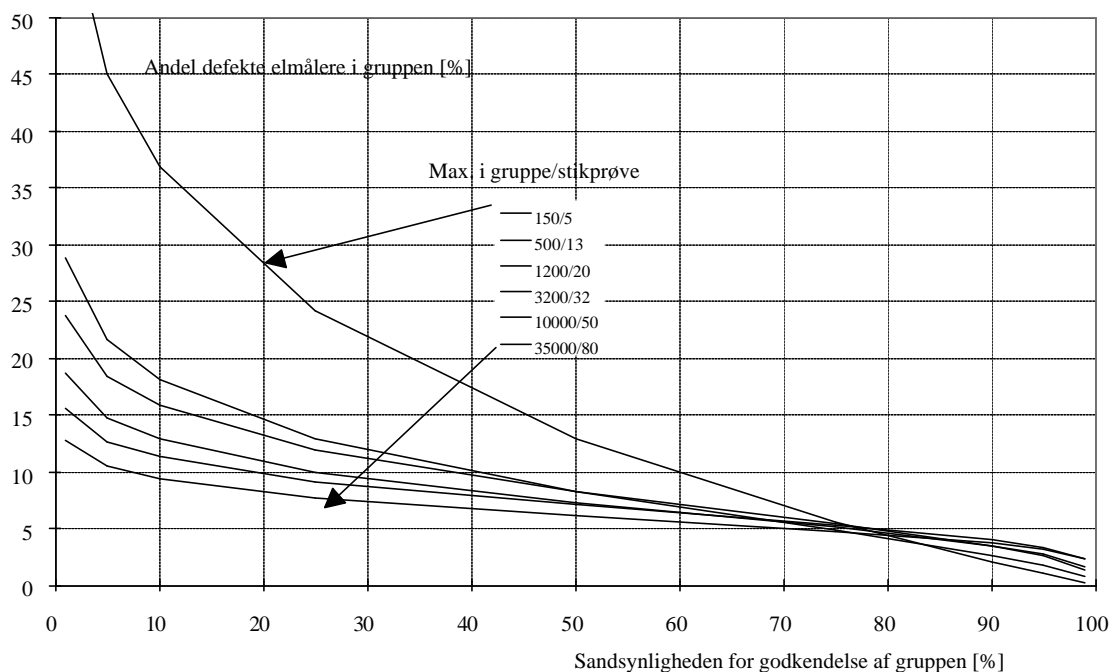
Sandsynligheden for godkendelse af en given gruppe er stort set uafhængig af dens samlede antal elmålere, når blot dette er væsentligt større end stikprøvestørrelsen, minimum ca. fem gange.

Der er ikke behov for kurverne ved stikprøvningernes praktiske gennemførelse. De er kun vist til illustration af, at der er en vis risiko for forkastelse af en gruppe med kvalitetsniveau bedre end AQL og en vis risiko for godkendelse af en gruppe med et dårligt kvalitetsniveau på for eksempel 10%.

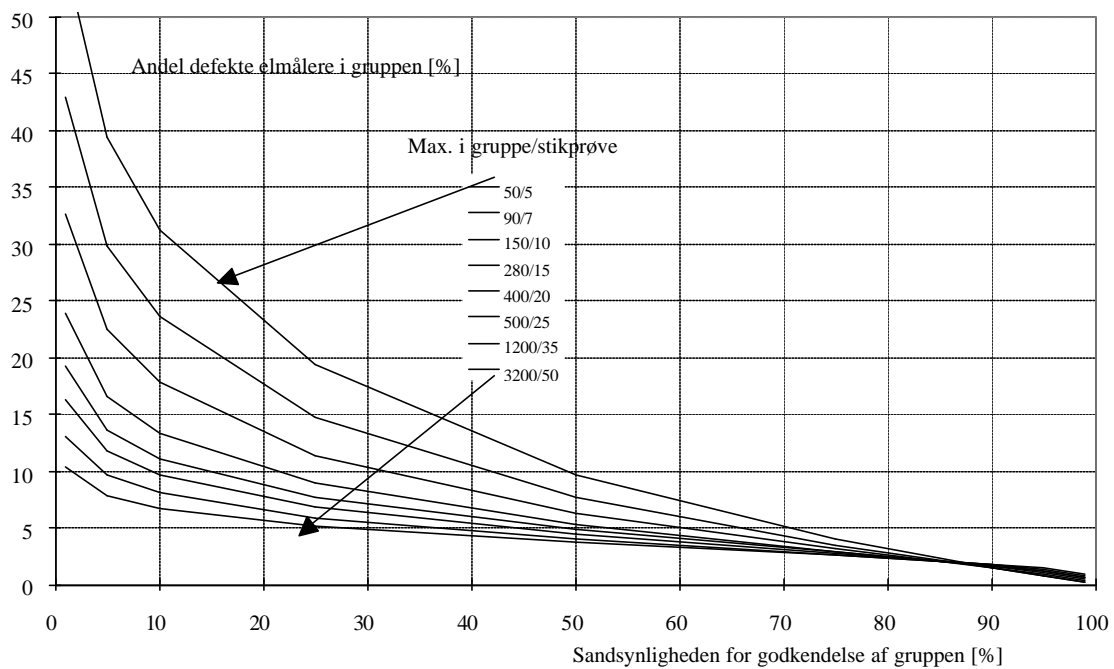
Operationskarakteristikkerne for inspektion ved variable viser principielt kun sandsynligheden for, at en gruppe godkendes på ét af de tre afgørende kriterier: Fejlen ved 5% (a), ved 100% (b) eller gennemsnittet heraf (c). En gruppe godkendes imidlertid først, når den er godkendt på dem alle tre. De resulterende operationskarakteristikker, dvs. sammenhængen mellem antal elmålere med én eller flere for store fejl og sandsynligheden for godkendelse på alle tre kriterier, bliver dog stort set lig med de viste kurver, når et enkelt af de tre kriterier dominerer i gruppen, eller når 5%- og 100%- fejlene er stærkt korrelerede ("følges ad").



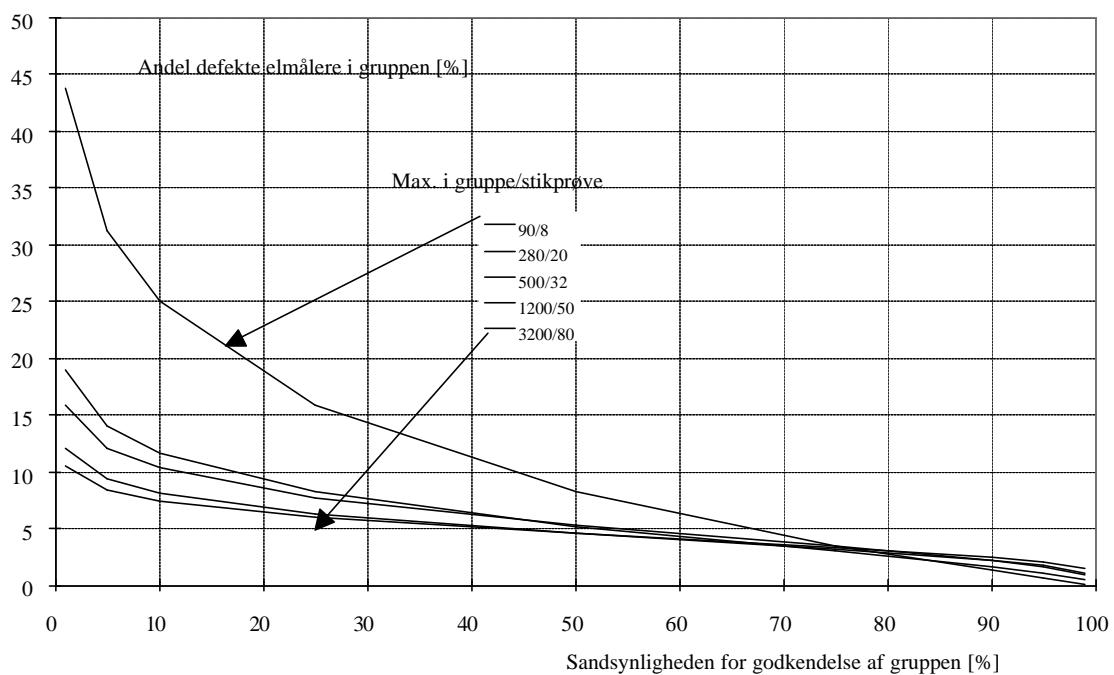
Figur C.1. Operationskarakteristikker for direkte tilsluttede elmålere for *inspektion ved variable*. AQL = 2,5% og inspektionsniveau I.



Figur C.2. Operationskarakteristikker for direkte tilsluttede elmålere for *inspektion ved attributter*. AQL = 2,5% og inspektionsniveau I.



Figur C.3. Operationskarakteristikker for elmålere placeret i målerinstallationer med strømtransformere for **inspektion ved variable**. AQL = 1,5% og inspektionsniveau II.



Figur C.4. Operationskarakteristikker for elmålere placeret i målerinstallationer med strømtransformere for **inspektion ved attributter**. AQL = 1,5% og inspektionsniveau II.

Appendiks D: Blandingsgrupper indeholdende senere istandsatte elmålere

Inden udgivelsen af DEFUs TR 313, som udkom før den første udgave af DEFUs TR 355, blev der af nogle elselskaber anvendt et andet kontrolsystem. Dette foreskrev mindst 300 elmålere pr. gruppe, ellers kunne stikprøvning ikke anvendes, og hver enkelt elmåler skulle revideres periodisk.

Lejlighedsvis hjemtagning og istandsættelse af enkelte elmålere har medført, at stadigt flere grupper er kommet under minimumsantallet. For at imødegå et voldsomt arbejde med periodisk revision har man derfor foretaget **implicit overvågning**, dvs. en indirekte overvågning.

Målere er løbende blevet istandsat, uden at deres gruppetilhørsforhold er blevet ændret; de er blot ført tilbage til gruppen. Ved stikprøvning af således opståede blandingsgrupper har man undgået at udtage elmålere med senere istandsættelsestidspunkt end gruppens alder. Istandsatte elmålere er blevet hjemtaget sammen med de øvrige, når gruppen er blevet forkastet ud fra målinger på de øvrige.

Den grundlæggende hypotese har været, at istandsættelsen altid har medført en forbedring, således at de berørte elmålere tilsammen ikke udviser et ringere kvalitetsniveau end de øvrige.

Når det af administrative grunde skønnes tvingende nødvendigt at videreføre et sådant grupperingssystem, kan dette ske under forudsætning af, at hypotesen om forbedring prøves som nedenfor anført. Dog anbefales det, at der arbejdes mod gruppering og stikprøvning efter hovedtekstens retningslinier. Implicit overvågning er ikke en alment accepteret måde til forfølgelse af en målsætning om et givet AQL.

Retningslinierne for prøvning af hypotesen om forbedring er følgende:

1. Målere, der udtages af en gruppe, istandsættes og genopsættes på et tidspunkt, der er for sent til at kunne henføres til gruppens startår, bevarer deres tilhørsforhold til gruppen og forsynes med en identifikation af, at senere istandsættelse har fundet sted. Istandsættelsestidspunktet registreres med henblik på senere, korrekt gruppering. Sådanne elmålere kaldes i det følgende "senere istandsatte elmålere".
2. Når antallet af senere istandsatte elmålere overstiger 20% af gruppen, skal det nedbringes ved dannelse af nye grupper eller overgang til periodisk revision.
3. Stikprøvning af gruppen sker efter hovedtekstens retningslinier. Dog må senere istandsatte elmålere ikke udtages til stikprøvning; kun de øvrige må lægges til grund for bedømmelsen af hele gruppen. Ved fastlæggelse af stikprøvestørrelsen ud fra antallet af elmålere i gruppen er det valgfrit, om man vil udelade senere istandsatte elmålere fra optællingen.

4. Forkastes gruppen, skal også de senere istandsatte elmålere ubetinget hjemtages eller grupperes og prøves selvstændigt efter hovedtekstens retningslinier. De kan ikke henføres til nye grupper, der fremkommer ved opdeling af den oprindelige.
5. Ved anden stikprøvning efter startåret (dvs. efter 14 år) og herefter ved hver anden stikprøvning skal hypotesen om, at senere istandsatte elmålere ikke har lavere kvalitetsniveau end de øvrige, prøves.

Princippet for denne prøvning er, at samtlige senere istandsatte elmålere betragtes som en art gruppe, der kan stikprøves. Fejlen for hver senere istandsat elmåler jævnføres med fejlniveauet for de ikke senere istandsatte. Antallet, der falder udenfor i uheldig retning, må ikke være for stort. Retningslinierne er følgende:

- a. Fejlniveau for ikke senere istandsatte elmålere: For hele stikprøven bestemmes for fejlene i prøvepunktet 5% I_b :

- Middelværdien $\langle x \rangle$
- Spredningen s .

Er der udført variabelprøvning, er disse tal beregnet i forvejen. Er en fordelingsafviger udeladt ved godkendelsen jf. 4.2.4, anvendes de korrigerede værdier. Ved attributprøvning beregnes værdierne for hele stikprøven.

- b. **Stikprøve af de senere istandsatte:** Af det samlede antal senere istandsatte elmålere i gruppen hjemtages ved tilfældig udvælgelse et antal jf. tabel 4.4 og tabel 4.5 for inspektion ved attributter, således at det samlede antal senere istandsatte elmålere svarer til tabellens gruppestørrelse, og det hjemtagne antal svarer til tabellens stikprøvestørrelse.

- c. **Jævnføring:** Hver hjemtagne og senere istandsatte elmåler prøves for ikke at have signifikant større fejl end de ikke senere istandsatte. Dens fejl y_i bestemmes ligeledes ved 5% I_b som under 5.1, og det undersøges, om

$$|y_i - \langle x \rangle| > 2s \tag{6.1}$$

Hvis dette gælder, og det samtidigt gælder, at

$$|y_i| > |\langle x \rangle| \tag{6.2}$$

har elmåleren med index i for stor fejl.

Antallet n af senere istandsatte elmålere med for stor fejl opgøres.

- d. **Godkendelse:** Hvis n er mindre end eller lig med godkendelsestallet for første plan jf. tabel 4.4 og tabel 4.5, accepteres hypotesen om et ikke ringere kvalitetsniveau for de senere istandsatte elmålere. De kan holdes i drift med uændret status.

- e. **Forkastelse:** Hvis n er større end eller lig med forkastelsesantallet for første plan jf. tabel 4.4 og tabel 4.5, skal samtlige senere istandsatte elmålere hjemtages.
- f. **Eventuel plan 2:** Ellers gentages punkterne 2 og 3, og tallene for plan 2 - prøvning jf. tabel 4.4 og tabel 4.5 afgør endeligt, om de senere istandsatte elmålere skal hjemtages.