



*Teknisk rapport 354, 3. udgave
Februar 2000*

Verifikation af 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 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: 354, 3. udgave

Klasse: 1

Rekvirent: Elmåleteknikudvalget

Dato for udgivelse: 24. februar 2000

Sag: 227

© DEFU 2000, 3. udgave

Resumé

Rapporten giver retningslinier for prøvning af partier af elmålere af vilkårlig klasse, 0.2S, 0.5S, 0.5, 1 og 2, både direkte og transformertilsluttede (lav- og højspænding), for egnethed til idriftsættelse. Prøvningerne vedrører både fabriksnye elmålere og istandsatte partier.

Rapporten henvender sig til elselskaberne i Danmark og primært til personale, der har at gøre med indgangskontrol af elmålere.

Rapporten vedrører elmålere til aktiv energimåling (kWh).

Denne rapport kan betragtes som en generalisering af DEFUs TR 312 Acceptprøvning af nye og istandsatte klasse 2 elmålere for direkte tilslutning, idet TR 312 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 Forenings 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.

DEFU, 25. september 1997

I 3. udgave er der foretaget en række rettelser og tilføjelser, så der tages hensyn til nye standarder på elmålerområdet, samt praksis for verifikation af elmålere efter ikrafttrædelsen af Erhvervsfremme Styrelsens bekendtgørelse nr. 54. Ændringerne medfører bl.a. en skarpere skelnen mellem direkte og transformertilsluttede elmålere. I den forbindelse er definitionerne af strømmene I_b og I_n ændret.

DEFU, 1. februar 2000

Indholdsfortegnelse

Resumé	3
1. Indledning	7
1.1. Rapportens opbygning	7
2. Symbolliste og betegnelser.....	8
3. Standarder, udgangspunkt og kvalitet.....	9
3.1. Standarder	9
3.2. Udgangspunkt.....	9
3.3. Kvaliteten af verifikationen af et parti	11
3.3.1. For de ovenfor nævnte punkter 2), 3) og 4) kræves, at der er anvendt referencebetingelser jf. afsnit 4.2. Mærkning af elmåleren.....	11
4. Prøvebetingelser.....	12
4.1. Prøvningssted	12
4.2. Referencebetingelser	12
4.3. Måleusikkerhed	13
4.4. Kappe	14
5. Prøvningerne	15
5.1. Forvarmning	15
5.2. Visuel undersøgelse.....	15
5.3. Prøvning 1: Isolationsegenskaber	16
5.4. Prøvning 2: Tomgang.....	17
5.4.1. Ferrarismålere	17
5.4.2. Elektroniske elmålere	17
5.5. Prøvning 3: Start.....	18
5.5.1. Ferrarismålere	18
5.5.2. Elektroniske elmålere	18
5.6. Prøvning 4 - 9: Nøjagtighed.....	18
5.7. Prøvning 10: Kontrol af kWh -målerkonstant.....	20
5.7.1. Verificering af tællværk.....	20
5.7.2. Kontrol af impulsudgange	21
5.8. Prøvning 11: Mekanisk beskaffenhed	22
6. Krav ved de forskellige prøvningsmetoder.....	23
6.1. Prøvningssituationer	23
6.1.1. Ved brug af underentreprenør	23
6.2. Valg af prøvningsmetode	24
6.3. Totalkontrol.....	24
6.4. Stikprøvning for partier på 50 og derover	25

6.5. Procedure ved defekte elmålere	26
6.6. Procedure ved godkendte elmålere.....	26
Referencer	27
Appendiks A: Fejlgrænser jf. IEC 514 og IEC 1358	29

1. Indledning

Denne rapport beskriver et system for verifikation af partier af elmålere af både Ferraris- og elektronisk type såvel direkte som transformertilsluttede (lav- og højspænding), for egnethed til idriftsætning. De beskrevne prøvninger mm. i denne rapport kan anvendes i forbindelse med følgende situationer:

1. Indkøb af nye elmålere, hvor der ønskes foretaget en såkaldt indgangskontrol. Det antages her at elmålere på anden vis er førstegangsverificerede. Dette kunne være aktuelt for klasse 2 elmålere af Ferraristypen, der er typegodkendt og førstegangsverificerede uden for Danmark. Udførelse af indgangskontrol er frivillig i forbindelse med indkøb af elmålere.
2. Ved verifikation af elmålere, det være sig både førstegangsverifikation og reverification.
3. Brug af underentreprenør ved førstegangsverifikation i forbindelse med køb og eventuelt import af elmålere. Dette er specielt aktuelt i forbindelse med ikke klasse 2 Ferrarismålere.

1.1. Rapportens opbygning

Kapitel 3 henviser til anvendte standarder, udgangspunktet samt kvaliteten af verifikationen.

Kapitel 4 beskæftiger sig med prøvebetingelser, som skal være til stede for de egentlige prøvninger kan udføres.

Kapitel 5 beskriver de 11 prøvninger samt forvarmning og visuel undersøgelse.

Kapitel 6 beskriver 3 prøvningssituationer og to prøvningsmetoder, hvor der kan vælges mellem totalkontrol og stikprøvekontrol samt procedurer i forbindelse med godkendte eller defekte elmålere.

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 i hht. 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.
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 her i rapporten til det, der foretages i forbindelse med bestemmelse af nøjagtighederne for målepunkterne 4 til og med 9.

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.

3. Standarder, udgangspunkt og kvalitet

3.1. Standarder

Der findes en række internationale standarder, der beskæftiger sig med elmålere (se referencer).

I TR 357 er der givet en oversigt i forbindelse med brug af standarderne ved henholdsvis typegodkendelse og verifikation. Kort resumeret kan de listede standarder inddeles i henholdsvis:

- Standarder for typegodkendelser (også benævnt produktstandarder), nemlig IEC 521, IEC 687 og IEC 1036.
- Standarder for verifikationer (også benævnt indgangskontroller eller acceptkontrol), nemlig IEC 514 og IEC 1358.

Der kan være lidt forvirring omkring navngivning af klasserne og opdelingen af elmålere i henholdsvis Ferrarismålere og elektroniske elmålere (statiske elmålere).

Ferrarismåler: Elmåler, der er fremstillet og typeprøvet efter IEC 521. Disse elmålere findes i klasserne 0.5, 1 og 2.

Elektronisk elmåler (statiske elmålere): Elmåler, der er fremstillet og typeprøvet efter IEC 687 eller IEC 1036. Disse elmålere findes i klasserne 0.2S, 0.5S, 1 og 2. Her kan "S" betragtes som en angivelse af udvidet måleområde (større nøjagtighed), sådan at klasse 0.5S er bedre end klasse 0.5.

Endelig findes der til Erhvervsfremme Styrelsens bekendtgørelse nr. 54 af den 23. januar 1997 *Bekendtgørelse om kontrol med elmålere, der anvendes til måling af elforbrug* et bilag II, som indeholder en kopi af *Rådets direktiv 76/891/EØF af 4. november 1976 om indbyrdes tilnærmelse af medlemstaternes lovgivning om elektricitetsmålere*. Dette direktiv er implementeret i forbindelse med ikrafttrædelsen af bekendtgørelsen fra Erhvervsfremme Styrelsen.

3.2. Udgangspunkt

For klasse 2 Ferrarismålere er prøvningerne baseret på IEC 514, og for klasse 1 og 2 elektroniske elmålere er prøvningerne baseret på IEC 1358. I forbindelse med transformertilslutning af elektroniske elmålere, er strømmene i prøvning nr. 3 og 4 valgt i hht. produktstandard IEC 1036:1996 (reference 4). For alle andre klasser er prøvningerne baseret på produktstandarderne IEC 521 eller IEC 687.

Der er foretaget én skærpelse i forhold til IEC 514 og IEC 1358. Fejlgrænserne er snævret ind til de ved typeprøvning gældende grænser. Dette er skønnet nødvendigt, idet DEFs vejledende leveringsbetingelser indeholder en bestemmelse om måleusikkerhed inden for intervallet $\pm 4\%$ hos den enkelte forbruger. Med grænser jf. IEC 514 og IEC 1358 for en klasse 2 elmåler opnås kun 0,5 % til 1 %'s margen, hvilket er vurderet at være for lidt under hensyntagen til slitage mv.

Prøvningernes omfang, referencebetingelser med videre er imidlertid i overensstemmelse med IEC 514 og IEC 1358. Dette indebærer, at der opereres med videre tolerancer for referencebetingelserne, dvs. omgivelsestemperatur mv., end ved typeprøvning. Ligeledes tillades ikke forskydning af nullinien²; kravene til det anvendte måleudstyr er i stedet præciseret.

IEC 514 og IEC 1358 er ikke refereret i fuldt omfang. Hvor disse giver valgmuligheder, for eksempel med hensyn til stikprøvningsmetoder, er kun medtaget, hvad det umiddelbart er skønnet mest praktisk at anvende.

Der er imidlertid ikke blot tale om en afskrift af standarderne. Det er i vid udstrækning tilstræbt, at gøre TR 354 operationel og brugbar til det enkelte laboratorium, som skal udføre verifikation. Det har ligeledes været vigtigt, at få TR 354 til at dække alle klasser af målere.

Det har til gengæld betydet, at målepunkterne fra IEC 514 og 1358 er direkte videreført til også at dække Ferrarismålere af klasse 1 og 0.5 samt elektroniske målere af klasse 0.5S og 0.2S. Fejlgrænserne er generelt skærpet og følger dermed produktstandarderne. Dette er fundet nødvendigt, for at kunne leve op til DEFs vejledende leveringsbestemmelser på $\pm 4\%$.

Der er derfor medtaget kommentarer og fodnoter, hvor der er gjort tilføjelser og afvigelser i forhold til anvendte IEC standarder.

Det skal understreges, at TR 354 er en hjælp til det enkelte laboratorium i forbindelse med verifikation af elmålere. Standardernes retningslinier er omsat til en praktisk orienteret vejledning. Rapporten er ikke en standard, og kan derfor ikke træde i stedet for disse.

²Ved typeprøvning jf. IEC 521 og IEC 1036 har fabrikanten lov til at ændre samtlige fejl med én konstant mellem -1 og 1% for at bringe dem alle inden for fejlgrænserne.

3.3. Kvaliteten af verifikationen af et parti

Hvis procedureerne i denne rapport følges, kan man overordnet udtrykke kvaliteten af verifikationen på følgende måde:

1. Ingen elmåler med fejlbehæftet isolation eller forkert elmålerkonstant vil blive godkendt.
2. Højst 1 % af elmålerne vil have fejlagtige tomgangsegenskaber jf. afsnit 5.4.
3. Højst 1 % af elmålerne vil have fejlagtige startegenskaber jf. afsnit 5.5.
4. For hver af prøvningerne 4 - 9 jf. afsnit 5.6 vil højst 1 % af elmålerne have fejl, der overstiger de foreskrevne grænser for den pågældende klasse.

3.3.1. For de ovenfor nævnte punkter 2), 3) og 4) kræves, at der er anvendt referencebetingelser jf. afsnit 4.2. Mærkning af elmåleren

Mærkning af elmåleren fremgår primært af elmålerens typegodkendelsesattest.

Det anbefales dog, at det af elmålerens mærkeplade fremgår med hvilke faser og kombination af faser elmåleren skal verificeres. Dvs. om elmåleren kan anvendes i 1-, 2- og/eller 3-fase målerinstallationer.

4. Prøvebetingelser

4.1. Prøvningssted

Verifikation, herunder førstegangs- og reverifikation, udføres af et laboratorium, der har fornøden akkreditering fra DANAK, og er særligt bemyndiget hertil af Erhvervsfremme Styrelsen.

I forbindelse med brug af en underentreprenør (jf. 6.1.1) ved førstegangsverifikation af elmålere skal det bemyndigede laboratorium indhente tilladelse fra Erhvervsfremme Styrelsen.

4.2. Referencebetingelser

Prøvningerne gennemføres under de nedenfor anførte betingelser.

Tabel 4.1

Indflydelsesstørrelse	Reference	Tolerance Klasse				
		2	1	0,5	0,5S	0,2S
Omgivelsestemperatur ¹⁾	23 °C	± 2 °C				
Ophængning ⁶⁾	Lodret	±1 °				
Spænding ²⁾	Mær- ksp.	± 1,0 %				
Frekvens	50 Hz	± %				
		0,5	0,5	0,2	0,3	0,3
Kurveform af spænding og strøm ³⁾	Sinus- form	Uvægtet forvrængningsfaktor ≤				
		5 %	5 %	2 %	2 %	2 %
Magnetisk 50 Hz induktion af fremmed oprindelse ⁴⁾ For elektroniske elmålere:	0	Induktionen må højst forårsage ± % fejlvariation				
		0,3	0,2	0,1	-	-
		Maksimal induktion ⁵⁾ , µT				
		50	50	-	50	50

Noter til tabellen på foregående side

1) For temperaturer udenfor intervallet 21 - 25 °C men mellem 15 og 30 °C er det tilladt at udføre en korrektion for referencetemperaturen 23 °C, hvor den af fabrikanten oplyste, gennemsnitlige temperaturkoefficient for målerypen anvendes.

2) For flerfasemålere: Fasefølgen skal være som vist på forbindelsesdiagrammet. Hver fase- eller yderspænding må ikke afvige mere end 1 % fra middelværdien af de pågældende spændinger.

Strømmen i hver fase eller ledning må ikke afvige mere end 2 % fra gennemsnitsstrømmen. Faseforskydningerne af hver af disse strømme i forhold til den tilsvarende fase-nulspænding må højst afvige 3° fra hinanden uafhængigt af $\cos \varphi$.

3) Den uvægtede forvrængningsfaktor er defineret i DEFUs Rekommandation nr. 16.

4) Prøvningen er følgende:

a. For en enfasemåler bestemmes fejlene først med måleren normalt forbundet og derefter med både strøm- og spændingsforbindelser ombyttede. Fejlvariationen er halvdelen af differensen mellem de to fejl. Da fremmedinduktionens fasebeliggenhed er ukendt, gennemføres målingen både ved $0,1 \cdot I_b$, $\cos \varphi = 1$, og ved $0,2 \cdot I_b$, $\cos \varphi = 0,5$.

b. For en trefasemåler udføres tre målinger ved $0,1 \cdot I_b$, $\cos \varphi = 1$. Efter hver måling forskydes både strøm- og spændingsforbindelser 120° uden ændring af fasefølgen. Den største forskel mellem én af de således fundne fejl og deres gennemsnit er fejlvariationen.

5) Dette gælder kun for elektroniske elmålere jf. IEC 687 og IEC 1358.

6) Dette gælder kun Ferrarismålere.

4.3. Måleusikkerhed

Måleusikkerheden for kontroludstyret (måleinstrumenter og andet udstyr for de respektive prøvninger 4 - 9, jf. afsnit 5.6) anbefales at være af en sådan beskaffenhed, svarende til de viste værdier i nedenstående tabel. Det anbefales endvidere, at der tages hensyn til kontroludstyrets måleusikkerheder i forbindelse med verifikation af elmålere.

Tabel 4.2

	Maksimal måleusikkerhed for kontroludstyr ³ , ±%				
cos φ	Klasse				
	2	1	0.5	0.5S	0.2S
1	0,4	0,2	0,1	0,1	0,04
0,5 ind.	0,6	0,3	0,15	0,15	0,06

³ For klasserne 2 og 1 er værdierne baseret på henholdsvis IEC 514 og IEC 1358 (dog gælder IEC 1358 for både klasse 2 og 1). For de andre klasser i tabellen ovenfor er der regnet med:

- Ved $\cos \varphi = 1$: En femtedel af klassen.
- Ved $\cos \varphi = 0,5$ ind.: En trediedel af klassen og nedrundet.

4.4. Kappe

Kontrollen skal gennemføres på hver elmåler, med påsat kappe, undtagen for visse mekaniske egenskaber og om nødvendigt for kontrol af målerkonstant.

Ved nye elmålere er det kun de elmålere, hvor man tager kappen af i forbindelse med de 5 stk., der skal prøves for mekanisk kontrol.

Ved istandsatte elmålere tillades det, at kappen mv. er fjernet ved prøvningerne, hvis det tidligere er eftervist, at dette er uden betydning for elmålerens funktion.

5. Prøvningerne

I det følgende beskrives de 11 prøvninger samt forvarmning og visuel undersøgelse.

5.1. Forvarmning

Før der udføres prøvninger skal kredsløbet have været forsynet igennem en tilstrækkelig tid til at opnå termisk stabilitet⁴. Dette kan f.eks. ske ved en af følgende måder:

- Elmålerne tilsluttes mærkespænding og strøm jf. nedenstående tabel ved $\cos \varphi = 1$ i tider svarende til værdierne jf. nedenstående tabel, sådan at det eftervises, at elmålerne fungerer og samtidigt forvarmes, med det formål at der opnås termisk stabilitet⁵.
- Termisk stabilitet betragtes som værende opnået, når ændringen i målefejlen, som en konsekvens af termiske effekter gennem 20 min., er mindre end 0,1 gange den maksimale tilladelige fejl for den måling, der betragtes.

Tabel 5.1

Klasse	2	1	0.5	0.5S	0.2S
Strøm	$0,1 \cdot I_{b/n}$	$0,1 \cdot I_{b/n}$	$0,1 \cdot I_{b/n}$	$0,1 \cdot I_n$	$0,1 \cdot I_n$
Minutter ⁶	30	60	120	30	30

5.2. Visuel undersøgelse

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

Er én eller flere elmålere defekte ved visuel undersøgelse af elmålerne, gælder følgende:

- Ved totalkontrol bør det ved indkøb af nye elmålere være anført, om defekte elmålere vil blive forlangt erstattet, eller om hele partiet vil blive forkastet.

⁴ IEC 1036 definerer at termisk stabilitet betragtes som værende opnået, når ændringen i målefejlen, som en konsekvens af termiske effekter gennem 20 min, er mindre end 0,1 gange den maksimale tilladelige fejl for den måling, der betragtes.

⁵ Hentet fra IEC 514 og gælder derfor for Ferraris klasse 2 elmålere. Men princippet er udvidet til også at omhandle andre klasser og elektroniske elmålere. I IEC 1358 er blot nævnt, at kredsløbene skal være spændingssat i en tilstrækkelig tid for at opnå termisk stabilitet.

⁶ For klasse 2 er der anvendt værdi jf. IEC 514, for klasserne 1 og 0.5 er værdierne baseret på IEC 521 (men halveret) og for klasserne 0.5S og 0.2S er det skønnet at 30 minutter er nok til at opnå termisk stabilitet for elmålerne.

- Ved stikprøvning må der erstattes et antal elmålere svarende til nedenstående tabel. Erstatningsmålere skal udvælges tilfældigt fra den ikke allerede udtagne del af partiet.

Tabel 5.2

Stikprøvestørrelse	15	30	40
Antal erstatningsmålere	0	1	2

Årsagen til defekte elmålere skal undersøges og dokumenteres.

De således udtagne, intakte elmålere skal herefter underkastes de i kapitel 5 beskrevne prøvninger (nr. 1 til og med 11). Rækkefølgen skal være den anførte.

5.3. Prøvning 1: Isolationsegenskaber

For denne prøvning kan anvendes totalkontrol eller stikprøvning.

Samtlige elmålere skal kunne modstå en sinusformet prøvespænding med en frekvens mellem 45 og 65 Hz i ét minut mellem samtlige terminaler, der forbindes indbyrdes, og apparathuset. Hjælpekredsløb for elmåleren med referencespænding mindre end eller lig med 40 V forbindes til apparathuset. Højspændingsapparatet skal kunne levere minimum 500 VA. Prøvespændingen i effektivværdi skal være:

- 4 kV (effektivværdi) for elmålere i beskyttelsesklasse II (dvs. for materiel med dobbelt eller forstærket isolation)
- 2 kV (effektivværdi) for andre elmålere.

Er apparathuset af kunststof, placeres elmålerne på et fladt metalunderlag, og med monteringsiden ned mod metalunderlaget.

I forbindelse med indgangskontrol af indkøbte elmålere kan køber afgøre udfra kendskab til elmålertype mv. om prøvningen vedr. isolationsegenskaber eventuelt kan udelades.

5.4. Prøvning 2: Tomgang

For denne prøvning kan anvendes totalkontrol eller stikprøvning.

Tomgangsprøven skal foretages for begge retninger ved elmålere beregnet for kWh-måling i to retninger (køb/salg).

5.4.1. Ferrarismålere

Ved mærkespænding, $0,001 \cdot I_b$, $\cos \varphi = 1$ og forbindelse jf. leverandørens forbindelsesplan må rotoren ikke gennemføre en komplet omdrejning.

5.4.2. Elektroniske elmålere

Ved åben strømkreds og 115 % mærkespænding må elmåleren ikke afgive mere end én impuls i løbet af en minimum test periode af varigheden

$$\Delta t = \frac{10^6 K}{k \cdot m \cdot U_n \cdot I_{\max}} [\text{min}] \quad (5.1)$$

hvor:

- k er lig med antallet af impulser fra udgangsenheden (f.eks. lysdioden) per kWh
- m er antallet af måleenheder (dvs. antallet af faser der benyttes)
- U_n er elmålerens reference-/mærkespænding
- I_{\max} er elmålerens maksimalstrøm
- K afhænger af målerklassen:

Tabel 5.3

Klasse	2	1	0.5S	0.2S
K	480	600	750	900

Hvis det viser sig ved beregning, at der skal anvendes mere end 15 min., kan der i praksis anvendes perioder ned til 15 minutter.

Et eksempel: En trefaset klasse 2 elmåler med: 400/230 V, $I_b = 5$ A, $I_{\max} = 65$ A og 1000 impulser/kWh:

$$\Delta t = \frac{10^6 \cdot 480}{1000 \cdot 3 \cdot 400 \cdot 65} [\text{min}] = 6 \text{ min og } 10 \text{ sek.} \quad (5.2)$$

Derfor vælges en minimum test periode på 7 min.

5.5. Prøvning 3: Start

For denne prøvning kan anvendes totalkontrol eller stikprøvning.

Prøvning 3 skal foretages for begge retninger ved elmålere beregnet for kWh-måling i to retninger (køb/salg).

5.5.1. Ferrarismålere

Ved mærkespænding, strøm jf. nedenstående tabel, $\cos \varphi = 1$ og forbindelse jf. leverandørens forbindelsesplan skal rotoren starte og gennemføre mere end én omdrejning.

Tabel 5.4

Klasse	2	1	0.5
Strøm	$0,006 \cdot I_b$	$0,005 \cdot I_b$	$0,004 \cdot I_b$

5.5.2. Elektroniske elmålere

Ved mærkespænding, strøm jf. nedenstående tabel, $\cos \varphi = 1$ og forbindelse jf. forbindelsesplanen skal elmåleren starte indenfor f.eks. 15 minutter og vedblive at registrere.

Tabel 5.5

Klasse	2	1	0.5S	0.2S
Direkte tilsluttet elmåler	$0,005 \cdot I_b$	$0,004 \cdot I_b$	-	-
Transformer tilsluttet elmåler	0,015 A	0,010 A	$0,001 \cdot I_n$	$0,001 \cdot I_n$

5.6. Prøvning 4 - 9: Nøjagtighed

For disse prøvninger kan anvendes totalkontrol eller stikprøvning.

Hvilken af de følgende tre tabeller, der skal tages udgangspunkt i ved nøjagtighedsprøvning, afhænger af elmålerens klasse, tilslutningsformen og af standarden, som måleren er godkendt/fabrikeret efter.

- Elmålere af klasse 1 og 2, som er produceret i hht. IEC 521 eller IEC 1036:1990, prøves efter tabel 5.6.
- Elektroniske elmålere af klasse 1 og 2, som er typegodkendt eller blot produceret i hht. IEC 1036:1996, prøves efter tabel 5.7.
- Elmålere af klasse 0.5 prøves efter tabel 5.6.

- Elektroniske elmålere af klasse 0.2S og 0.5S, som tilsluttes via transformere, prøves efter tabel 5.8.
- Hvis elmåleren er produceret med henvisning til en standard, som ikke er nævnt herover, eller standarden ikke er kendt, prøves klasse 1, 2 og 0.5 målere efter tabel 5.6, mens klasse 0.2S og 0.5S prøves efter tabel 5.8.

Elmålere, som kan tilsluttes både direkte eller via transformere, og som derfor har angivet både I_b og I_n , prøves i hht. den tilslutningsform, der er tænkt anvendt i det konkrete tilfælde. Hvis tilslutningsformen er ukendt på verificeringstidspunktet verificeres elmåleren som en transformertilsluttet elmåler.

Prøvning 4-9 skal foretages i begge retninger ved elmålere beregnet for kWh-måling i to retninger (køb/salg).

Nøjagtighedsprøvninger skal gennemføres ved værdier jf. nedenstående tabeller af strøm og $\cos \phi$.

- For prøvning nr. 8 må der ikke anvendes samme fase som ved prøvning nr. 7. For trefasede elmålere bør der foretages 3 prøvninger med enfaset belastning - én for hver af de tre faser.
- For visse typer er elmåleren konstrueret med en relativ høj I_{\max} (over 60 A), og da disse strømværdier ikke anvendes i målerinstallationer, er det tilladt at reducere målepunktet I_{\max} til 60 A. Værdien skal registreres i prøvningsjournalen. Samme reducerede målepunkt I_{\max} bør anvendes for alle partier af den pågældende type.

Tabel 5.6 . Prøvninger for klasserne 2, 1 og 0.5. Elmålere produceret i hht. IEC 521 eller IEC 1036:1990.

Prøvning	Strøm for direkte tilsluttet elmåler	Strøm for transformertilsluttet elmåler	$\cos \phi$	Målerens fase-antal ¹⁾	Belastningsmåde	Fejlgrænser ²⁾ , $\pm\%$ Målerklasse		
						2	1	0,5
4	$0,05 \cdot I_b$	$0,05 \cdot I_b$ ³⁾	1	En- og flerfaset	Symmetrisk	2,5	1,5	1,0
5	I_b	1 A	1	En- og flerfaset	Symmetrisk	2,0	1,0	0,5
6	I_b	1 A	0,5	En- og flerfaset	Symmetrisk	2,0	1,0	0,8
7	I_b	1 A	1	Flerfaset	Enfase belastet	3,0	2,0	1,5
8	I_b	1 A	1	Flerfaset	Enfase belastet	3,0	2,0	1,5
9	I_{\max}	I_{\max}	1	En- og flerfaset	Symmetrisk	2,0	1,0	0,5

- 1) I forbindelse med to-fasede elmålere skal man være opmærksom på fejl grundet afhængighed af faserækkefølgen. Dette kan eventuelt undersøges ved gentagne målinger på forskellige fasekombinationer.
- 2) Fejlgrænserne for klasse 2 og 1 er indsnævret i forhold til IEC 514 og IEC 1358 (se appendiks A), således at der opnås en større margin op til de $\pm 4\%$. Fejlgrænserne for klasse 0.5 er baseret på IEC 521.
- 3) Dog mindst 100 mA.

Tabel 5.7 Prøvninger for klasserne 1 og 2, typegodkendt eller blot produceret i hht. IEC 1036:1996.

Prøvning	Strøm for direkte tilsluttet elmåler	Strøm for transformer-tilsluttet elmåler	cos ϕ	Målerens fase-antal	Belastningsmåde	Fejlgrænser, $\pm\%$ Målerklasse	
						2	1
4	$0,05 \cdot I_b$	0,1 A	1	En- og flerfaset	Symmetrisk	2,5	1,5
5	I_b	1 A	1	En- og flerfaset	Symmetrisk	2,0	1,0
6	I_b	1 A	0,5	En- og flerfaset	Symmetrisk	2,0	1,0
7	I_b	1 A	1	Flerfaset	Enfase belastet	3,0	2,0
8	I_b	1 A	1	Flerfaset	Enfase belastet	3,0	2,0
9	I_{max}	I_{max}	1	En- og flerfaset	Symmetrisk	2,0	1,0

Tabel 5.8 Prøvninger for klasserne 0.5S og 0.2S, transformertilsluttet, typegodkendt eller blot produceret i hht. IEC 687.

Prøvning	Strøm	cos ϕ	Målerens fase-antal	Belastningsmåde	Fejlgrænser ¹⁾ , $\pm\%$ Målerklasse	
					0.5S	0.2S
4	$0,01 \cdot I_n$	1	En- og flerfaset	Symmetrisk	1,0	0,4
5	I_n	1	En- og flerfaset	Symmetrisk	0,5	0,2
6	I_n	0,5	En- og flerfaset	Symmetrisk	0,6	0,3
7	I_n	1	Flerfaset	Enfase belastet	0,6	0,3
8	I_n	1	Flerfaset	Enfase belastet	0,6	0,3
9	I_{max}	1	En- og flerfaset	Symmetrisk	0,5	0,2

1) Fejlgrænserne er baseret på IEC 687.

5.7. Prøvning 10: Kontrol af kWh -målerkonstant

5.7.1. Verificering af tællerværk

Det skal verificeres, at visningen på elmåleren i forhold til en kendt given energimængde er korrekt. Dette kan f.eks. udføres ved

- at afpasse en energimængde sådan, at der bliver en fremgang på elmålerens display/tællerværk svarende til de viste talværdier i tabel 5.9 eller ved

- at visningen på elmåleren i forhold til den givne energimængde ligger indenfor en maksimal afvigelse⁷ svarende til de viste talværdier i tabel 5.9.

Ved fremgangen skal der ses bort fra eventuelle faste nuller i forbindelse med visningen på elmåleren.

Prøvningen skal foretages i begge retninger ved elmålere beregnet for kWh-måling i to retninger (køb/salg).

Tabel 5.9

Klasse	2	1	0.5	0.5S	0.2S
Fremgang for elmåleren ekskl. faste nuller	50 kWh	100 kWh	200 kWh	200 kWh	500 kWh
Max. Afvigelse fra korrekte energimængde E	± 2 %	± 1 %	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,2 %

Det er i tabel 5.9 forudsat, at der ikke er tale om et decimaltællerværk.

Eksempel på måler med decimaltællerværk:

For en klasse 0.2S måler med følgende tællerværk 00000,0, kan man nøjes med at lade E_m være lig 50,0 kWh, da det indebærer, at de tre cifre længst til højre skal skifte.

5.7.2. Kontrol af impulsudgange

Hvis elmåleren har indbygget en eller flere S01-kontakter (eller andre typer af impuls-kontakter), skal det kontrolleres, at antallet af impulser fra måleren er korrekt i forhold til det verificerede tællerværk.

Testen af impulsudgangene gennemføres ved en strøm svarende til I_{\max} .

Testen kan gennemføres i forbindelse med tællerværkskontrollen beskrevet i afsnit 5.7.1. Antallet af impulser skal i så fald svare til tællerværksfremgangen $E_m \pm$ energimængden for én impuls [kWh/imp].

Impulstallet kan også kontrolleres ved at sende en given korrekt energimængde E ved I_{\max} gennem måleren. Hvis ikke justerbordets automatik selv beregner afvigelsen mellem den korrekte energimængde E og det registrerede antal impulser, kan afvigelsen bestemmes på følgende måde:

$$\frac{E \cdot R - (\text{registrerede antal impulser})}{E \cdot R} \cdot 100\% \quad (5.3)$$

⁷ Defineret som $f = \frac{E_m - E}{E} \cdot 100\%$, hvor E_m er elmålerens fremgang, E er fremgangen svarende til den givne korrekte energimængde.

hvor E er en given energimængde i kWh, som angivet i tabel 5.10 og R er målerkonstanten i imp/kWh.

Den størst acceptable afvigelse mellem den givne energi E og antallet af registrerede impulser er angivet i tabel 5.10.

Tabel 5.10

Klasse	2	1	0.5	0.5S	0.2S
Korrekte energimængde E	50 kWh	100 kWh	200 kWh	200 kWh	500 kWh
Max. Afvigelse	$\pm 2 \%$	$\pm 1 \%$	$\pm 0,5 \%$	$\pm 0,5 \%$	$\pm 0,2 \%$

Vælges det at lade en mindre energimængde løbe gennem elmåleren, end angivet i ovenstående tabel, skal længden af prøven afpasses efter den aktuelle målerstype, da visse typer ikke afgiver kontinuerlige impulser.

5.8. Prøvning 11: Mekanisk beskaffenhed

Denne prøvning gennemføres på fem elmålere uafhængigt af partiets størrelse, der udvælges tilfældigt fra hele stikprøven (den første ved toplansprøvning) eller ved to-talkontrol fra hele partiet. De fem målere skal kunne identificeres efter endt prøvning.

Elmålerne skal inspiceres for:

- tællværksindgreb (gælder ikke elmålere uden mekanisk tællværk)
- lodninger og svejsninger
- skruetilspændinger
- frihed for dreje- og filspåner såvel som metalstøv, i særdeleshed i luftgabet (gælder ikke for elektroniske elmålere)
- ethvert andet punkt, der anses for væsentligt.
- Se også afsnit 4.4.

6. Krav ved de forskellige prøvningsmetoder

Man kan i forbindelse med verifikation skelne mellem 3 prøvningssituationer og 2 prøvningsmetoder.

6.1. Prøvningsituationer

Der skelnes mellem følgende prøvningssituationer:

1. Indkøb af nye elmålere, hvor der ønskes foretaget en såkaldt indgangskontrol. Det antages her at elmålere på anden vis er førstegangsverificerede. Dette kunne være aktuelt for klasse 2 elmålere af Ferraristypen, der er typegodkendt og førstegangsverificerede uden for Danmark. Udførelse af indgangskontrol er frivillig i forbindelse med indkøb af elmålere.
2. Ved verifikation af elmålere, der være sig både førstegangsverifikation og reverifikation.
3. Brug af underentreprenør ved førstegangsverifikation i forbindelse med køb og eventuelt import af elmålere. Dette er specielt aktuelt i forbindelse med ikke klasse 2 Ferrarismålere.

6.1.1. Ved brug af underentreprenør

Et dansk bemyndiget laboratorium kan få tilladelse til, at anvende underentreprenører i forbindelse med verifikation af elmålere. F.eks. anvendeligt ved førstegangsverifikation i forbindelse med køb og import af ikke Ferrarismålere af klasse 2.

Ved brug af underentreprenører skal følgende regler efterleves:

1. Det bemyndigede laboratorium skal indhente tilladelse til brug af underentreprenører hos Erhvervsfremme Styrelsen.
2. Underentreprenøren skal enten være myndigheden i et EØS-land eller et laboratorium, der i et EØS-land er akkrediteret til kalibrering af omhandlede elmålere.
3. Det bemyndigede laboratorium skal træffe forholdsregler for at sikre sig, at de modtagne ydelser fra underentreprenøren lever op til kravene. Disse forholdsregler kan bl.a. bestå af:
 - a) Før ibrugtagning af elmålere, der er kalibreret af underentreprenøren, skal der udtages en stikprøve fra det modtagne parti for indgangskontrol. Kontrollen skal udføres akkrediteret.

- b) Samtlige elmålere i partiet skal efter godkendt indgangskontrol plomberes af det bemyndigede laboratorium.
4. Det bemyndigede laboratorium er ansvarlig for udførelsen af de opgaver, som laboratoriet er godkendt til at udføre i henhold til bemyndigelsen til kalibrering, selv om disse udføres af underentreprenører.

I forbindelse med anvendelse af ovenstående fremgangsmåde skal der foretages følgende vedr. dokumentation:

- Måleresultater fra underentreprenøren skal medfølge partiet, sådan at der efter behov kan foretages en nærmere analyse af resultaterne fra underleverandøren af det bemyndigede laboratorium.
- Det bemyndigede laboratorium skal opbevare den nødvendige dokumentation mindst svarende til første kontrol af elmålere i drift. Eksempelvis ved anvendelse af stikprøvekontrol af direkte tilsluttede elmålere skal dokumentationen opbevares mindst 15 år (10 + 4 + 1 år).

6.2. Valg af prøvningsmetode

Der kan vælges mellem følgende former for prøvningsmetoder (mere i afsnit 6):

- Totalkontrol.
- Stikprøvning.

For prøvningerne 1 - 10 anvendes totalkontrol eller stikprøvekontrol på partiet. Prøvning 11 gennemføres altid på fem elmålere jf. afsnit 5.8.

For at et antal elmålere kan betragtes som et parti, skal de være af samme fabrikat, type og leveret eller istandsat på et egnet værksted, for at en stikprøve kan betragtes som repræsentativ for hele partiet.

6.3. Totalkontrol

Hvis et parti elmålere indeholder mindre end 50 stk., skal der udføres en totalkontrol. Alle målere i partiet skal dermed gennemgå prøverne fra 2 til 10. Elmålere som ikke kan godkendes sorteres fra. Hvis partiet indeholder mere end 50 stk. kan der anvendes en stikprøvekontrol (se afsnit 6.4).

6.4. Stikprøvning for partier på 50 og derover

Stikprøver skal udtages ved simpel, tilfældig udvælgelse. Hertil benyttes for eksempel fortløbende nummerering efter fabrikationsnumrenes rækkefølge og en tilfældigtalstabel eller -generator.

De følgende stikprøveplaner gælder for partier på 50 og indtil 1000 elmålere. Større mængder opdeles i partier med mellem 500 og 1000 elmålere.

Stikprøveplanerne for de 10 prøvninger jf. kapitel 5 er følgende⁸:

Tabel 6.1

Partistørrelse	50-100	101 - 500			501 - 1000		
Stikprøvestørrelse	15	30			40		
Prøvning	c_1	c_1	d_1	c_2	c_1	d_1	c_2
1 og 10	0	0	-	-	0	-	-
2 - 9	0	0	2	1	0	2	2

c_1 : Acceptantal for første stikprøve.

d_1 : Forkastelsesantal for første stikprøve.

c_2 : Totalt acceptantal for første og anden stikprøve.

For partier større end 100 stk. udføres prøvningerne 1 og 10 i kapitel 5 udføres som étplans stikprøvning med godkendelsestallet $c_1 = 0$. Ved étplans stikprøvning forstås, at der udtages en og kun en stikprøve af det samlede parti.

Prøvningerne 2 - 9 udføres som toplans stikprøvning, hvor anden stikprøve af samme størrelse som første kun udtages og underkastes den pågældende prøvning, når netop én defekt elmåler er fundet ved denne⁹. Ved toplans stikprøvning forstås, at der først udtages en stikprøve af det samlede parti (første plan), og afhængig af dette resultat udtages eventuelt endnu en stikprøve af samme parti (anden plan). Følgende anbefales:

- Første plan gennemføres altid på den oprindeligt udtagne stikprøve.
- Hver gang anden plan bliver nødvendig, udtages en ny stikprøve af hele partiet, som kun underkastes den pågældende prøvning. Plan 1 - stikprøven er fast, plan 2 varierer, og enkelte elmålere kan komme med i både plan 1 og én eller flere plan 2 - prøvninger.

⁸ I nærværende dokument er det valgt at anføre attributprøvning fremfor de alternative variabelprøvninger (w- og s-metoderne) jf. IEC 514 og IEC 1358. Attributprøvningen udmærker sig ved at være fordelingsuafhængig og dermed éntydig i sit udfald.

⁹ IEC 514 og IEC 1358 er ikke specifikke med hensyn til, om anden stikprøve skal udtages af hele partiet eller af de ikke allerede udtagne. Derfor det anbefalede.

6.5. Procedure ved defekte elmålere

Hvis godkendelseskriterierne for den valgte prøvningsmåde er opfyldt, skal defekte elmålere istandsættes på prøvningsstedet eller efter aftale erstattes af elmålere, der opfylder alle betingelser.

Hvis:

- acceptantallene er overskredet,
- én eller flere elmålere ikke har bestået prøvning 11, eller
- én eller flere elmålere ikke har bestået prøvning 1 og/eller 10, skal resultaterne diskuteres mellem køber og sælger. Når det synes nødvendigt, skal elmålerne, der ikke har bestået prøvning 1 og/eller 10, åbnes og undersøges.

Hvis én eller flere målere ikke består prøvning 1 og/eller 10 ved stikprøvning, skal hele partiet underkastes den pågældende prøve.

6.6. Procedure ved godkendte elmålere

Elmålerne skal af det bemyndigede laboratorium mærkes med verifikationsmærke og årsmærke som anført i bilag II til Erhvervsfremme Styrelsens bekendtgørelse nr. 54 af den 23. januar 1997 *Bekendtgørelse om kontrol med elmålere, der anvendes til måling af elforbrug.*

Referencer

1. IEC 514. *Acceptance inspection of class 2 alternating-current watthour meters.* 1975.
2. IEC 521. *Class 0.5, 1 and 2 alternating-current watt-hour meters.* 1988.
3. IEC 687. *Alternating current static watt-hour meters for active energy (class 0.2S and 0.5S).* 1992.
4. IEC 1036. *Alternating current static watt-hour meters for active energy (classes 1 and 2).* 1996. (Erstatter versionen IEC 1036:1990).
5. IEC 1358. *Acceptance inspection for direct connected alternating current static watt-hour meters for active energy (classes 1 and 2).* 1996.
6. IEC 1036. *Alternating current static watt-hour meters for active energy (classes 1 and 2).* 1990.

For standarderne IEC 514, IEC 521, IEC 687, IEC 1036 og IEC 1358 findes ophøjet som europæisk standarder med henholdsvis numrene DS/EN 60514, DS/EN 60521, DS/EN 60687, DS/EN 61036 og DS/EN 61358, sådan at indholdet i EN standarderne er identiske med IEC standarderne.

Appendiks A: Fejlgrænser jf. IEC 514 og IEC 1358

Der er taget udgangspunkt i følgende værdier fra IEC 514 (kun klasse 2) og IEC 1358:

Tabel A.1.

Prøvning	Fejlgrænser i % jf. IEC 514 og 1358 Målerklasse	
	2	1
4	3,5	2,5
5	2,5	1,5
6	3,0	2,0
7	3,5	2,5
8	3,5	2,5
9	2,5	1,5

