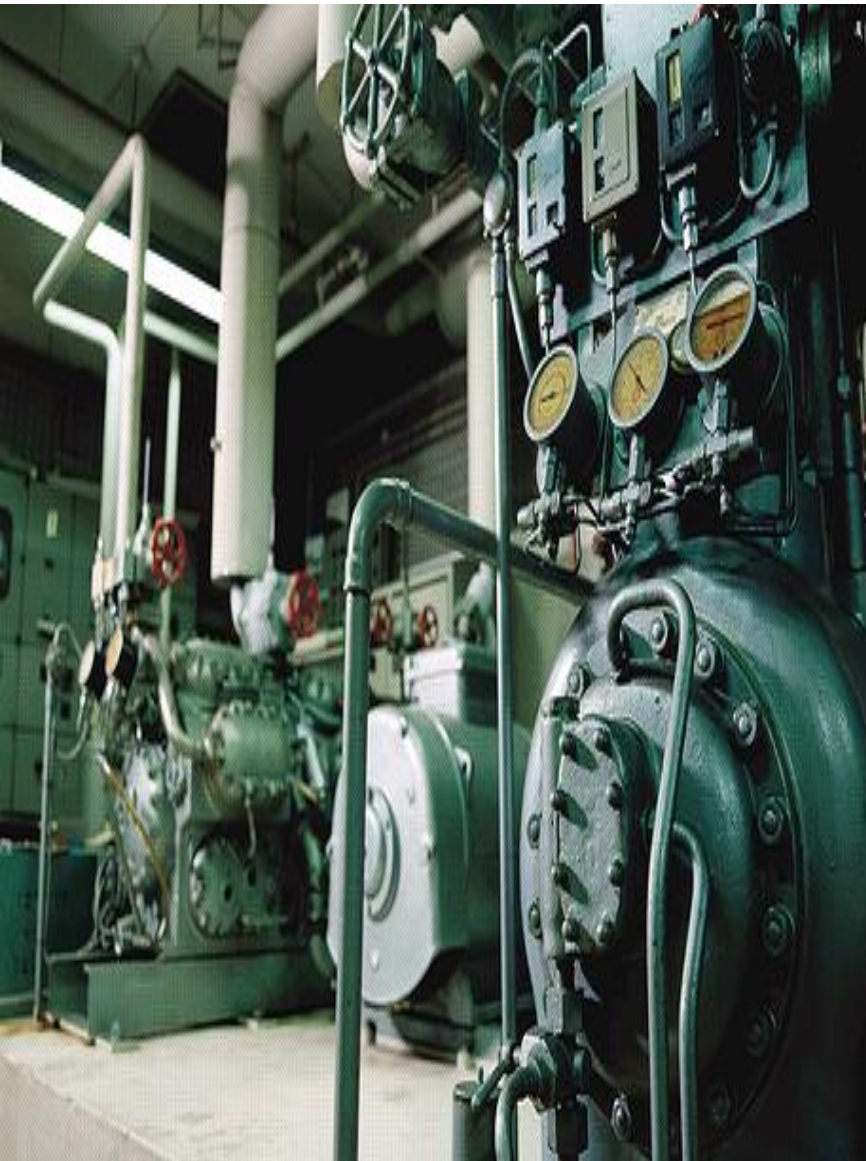




Nye obligatoriske mindstekrav til el-motorers virkningsgrad – og hvad det betyder i praksis

Helge Vandel Jensen



El-motorers virkningsgrader

- Asynkron el-motorer, som anvendes overalt i industrien, har potentiale til at blive mere 20-30% mere energieffektive uden at det medfører urimelige omkostninger.
- Elektriske motorer tegner sig for 70% af el-forbruget i EU's industri.
- Fra den 16. juni 2011 er der i EU fastlagt obligatoriske mindstekrav til virkningsgraden af 3 fasede asynkronmotorer iht. EU direktiv 2005/32/EC
- EU reglerne sætter trinvis skrapere krav til motorvirkningsgraden frem til 2017.
- Basis for EU direktivet er Minimum Efficiency Performance Standard (MEPS) defineret som International Efficiency (IE) klasser iht. den internationale standard IEC/EN60034-30.

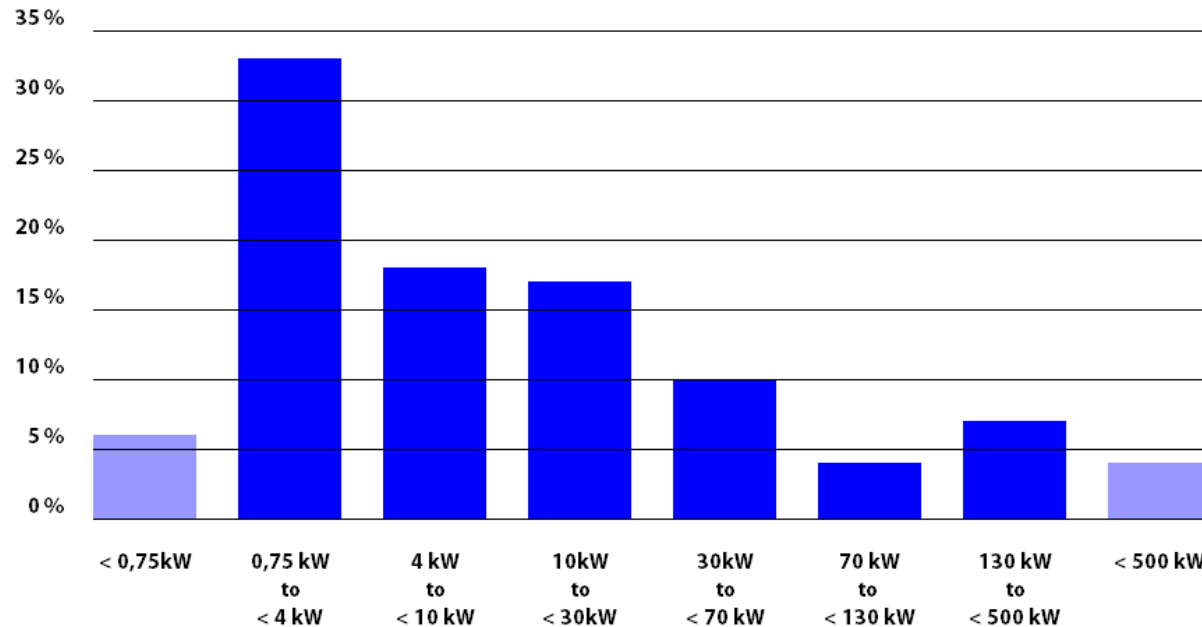
EU direktiv 2005/32/EC

- EU direktivet 2005/32/EC, som blev godkendt af EU medlemslandene i 2009, var afgørende for udviklingen af de nye internationale standarder fra IEC.
- Direktivet definerer effektområdet: 0.75-375 kW som gældende for de nye standarder.
- IEC/EN 60034-30 Minimum Efficiency Performance Standards (MEPS) gælder for følgende motortyper:
 - 3-faset 50Hz eller 50/60Hz asynkron kortslutningsmotor med 1 hastighed
 - Mærkespænding (U_N) på højst 1000V
 - Mærkeeffekt (P_N) mellem 0.75 og 375 kW
 - Poltal: 2, 4 eller 6 (ikke pol-omkøbelbar)
 - Kontinuerlig drift (S1) eller (S3) med en drifttid over 80%
 - Skal kunne drives direkte på el-nettet
 - Gælder også gearmotorer og motorer, der drives vha. en frekvensomformer.



Hvorfor har man udvalgt effektområdet fra 0.75 til 375 kW?

- Området fra 0,75 til 375kW dækker langt det største antal af de installerede motorer.



Fordeling af energibesparelsepotentiale for motorer installeret i den industri.
(Installeret antal/effekt ganget med gennemsnitlig potentiel forbedring af effektivitet)

Hvornår træder reglerne i kraft?

<i>Fra</i> 16.06.2011	0.75 – 375 kW	IE2
<i>Fra</i> 01.01.2015	7.5 – 375 kW	IE3 eller IE2 + Frekvensomformer
<i>Fra</i> 01.01.2017	0.75 – 375 kW	IE3 eller IE2 + Frekvensomformer

- Branchorganisationerne har haft væsentlig indflydelse på EU direktivet ved at påvise at frekvensomformere ofte kan forbedre systemvirkningsgraden meget mere end ved blot at forbedre motor teknologien.

Sammenligning mellem "eff" og "IE" energiklasser.

IEC 60034-30 (NEMA)	eff klasser
IE1 (Standard Efficiency)	Sammenlignelig med eff2
IE2 (High Efficiency)	Sammenlignelig med eff1 (sparemotor)
IE3 (Premium Efficiency)	10-15% bedre end IE 2
IE4* (Super Premium)	-

* Udkast til IEC/EN60034-31, der definerer en klasse IE4, som også inkluderer relevante aspekter for hastighedsstyrede motorer.

- Selvom grænseværdierne i de to standarder kan sammenlignes er der markante forskelle i metoden til at bestemme virkningsgraden.
- Virkningsgraden i eff klasserne er bestemt ved en metode, der er over 100år gammel.
- IE virkningsgraderne er målt med en mere præcis metode, som normalt giver 2-3% lavere beregningsresultater end den gamle op til 10kW og ca. 1% ved 100kW og højere.
- Standarden tager højde for disse forskelle. Eksempel: En 4-polet 2,2kW motor med eff1 ($\eta=86,4\%$) svarer til en IE2 ($\eta=85,3\%$)
- De gamle "eff" energiklasser vil efterhånden udgå.



Harmonisering af internationale standarder

- IEC standarden er med til at sikre sammenlignelige specifikationer på energieffektive motorer, som markedsføres internationalt eller som indgår i udstyr, som sælges internationalt. IEC samarbejder med NEMA, CEMEP, JEMA, IEEE and mange andre organisationer for at harmonisere:

1. Test standarder
2. Virkningsgradsklasser
3. Typeskilte

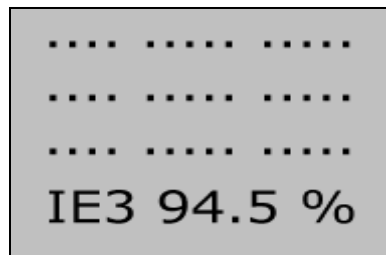


Nye krav til typeskilte

- Fremover vil de nye krav betyde at typeskiltet indeholder følgende mærkning af virkningsgraden:

For eksempel: IE3 94.5 %

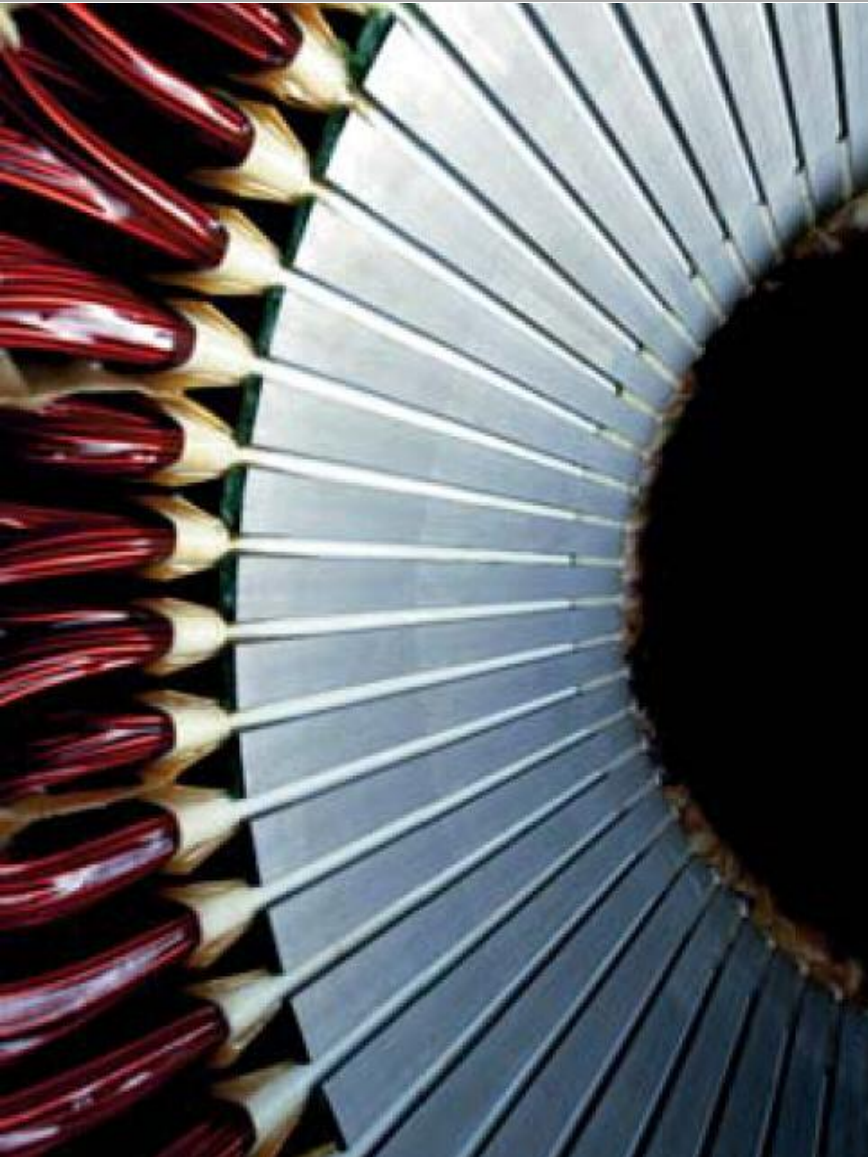
- Hvilket betyder at virkningsgraden og energiklassen er testet iht. IEC 60034-2-1 ved nominal (100%) belastning.
- Producenten skal præge dette på motor typeskiltet og angive det i skriftlig produkt dokumentation og kataloger.
- Det anbefales, at virkningsgraden også angives ved 50 % og 75 % af nominal belastning, da informationen er nødvendig for at kunne beregne energiforbruget ved delast.
- Produktionsdato skal angives





Måling af virkningsgrad

- Der findes ingen simple målemetoder til at måle virkningsgraden nøjagtigt.
- Man kan måle virkningsgraden ved at måle den elektriske effekt, som motoren tilføres og sammenligne med den mekaniske effekt, som motoren producerer. Det giver imidlertid store måleusikkerheder når 2 næsten lige store tal skal trækkes fra hinanden, dvs. når tabene er meget lave.
- Generelt måles de samlede tab mest nøjagtigt ved at måle de enkelte bidrag hver for sig ved tomgang og med belastning.
- Over 20 test laboratorier hos motorproducenter og uafhængige laboratorier jorden rundt har bidraget med at optimere målemetoden beskrevet i IEC 60034-2-1.



Hvordan opnås en højere virkningsgrad?

Den højere virkningsgrad opnås ved:

- At bruge mere jern og kobber
- At bruge magnetisk jern med ringere tab
- Forøgelse af kobberets fyldningsfaktor
- Erstatte aluminium med kobber som rotormateriale.

Generelt vil alle disse tiltag gøre motoren dyrere at producere. Merprisen vil sjældent kunne betales tilbage på kort sigt, men vil i løbet af motorens levetid kunne forsvares – både for motorens ejer og for samfundet.

- IE2 motorer vil ofte være lidt længere end IE1
- IE3 motorer vil ofte have højere akselhøjde end IE2

Virkningsgrader for 4-polede 50Hz motorer

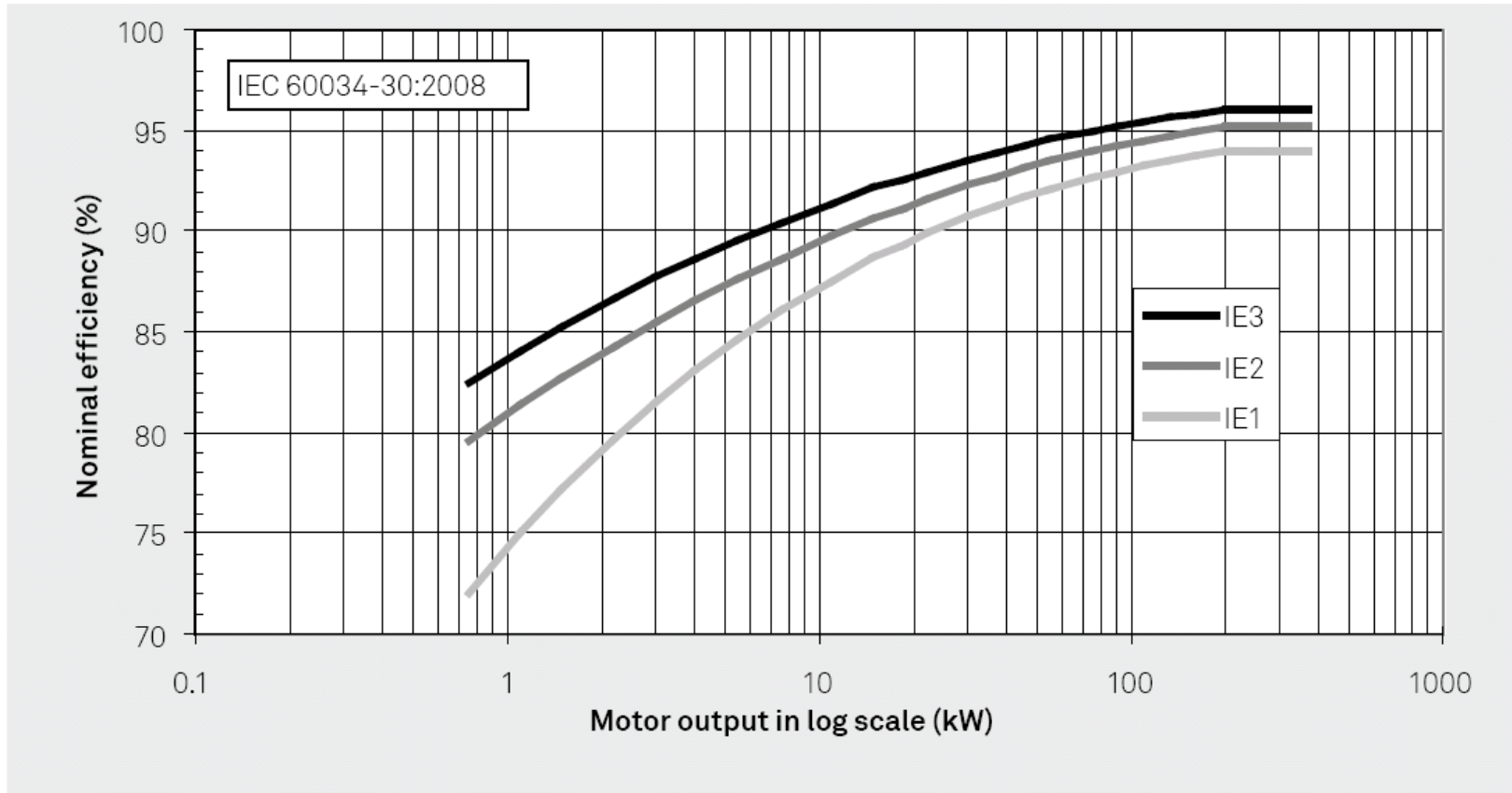


Figure 1: Efficiency classes for 50 Hz 4-pole motors (IEC 60034-30:2008)

(Motor MEPS Guide - Feb. 2009)

Virkningsgrader for 4-polede 60Hz motorer

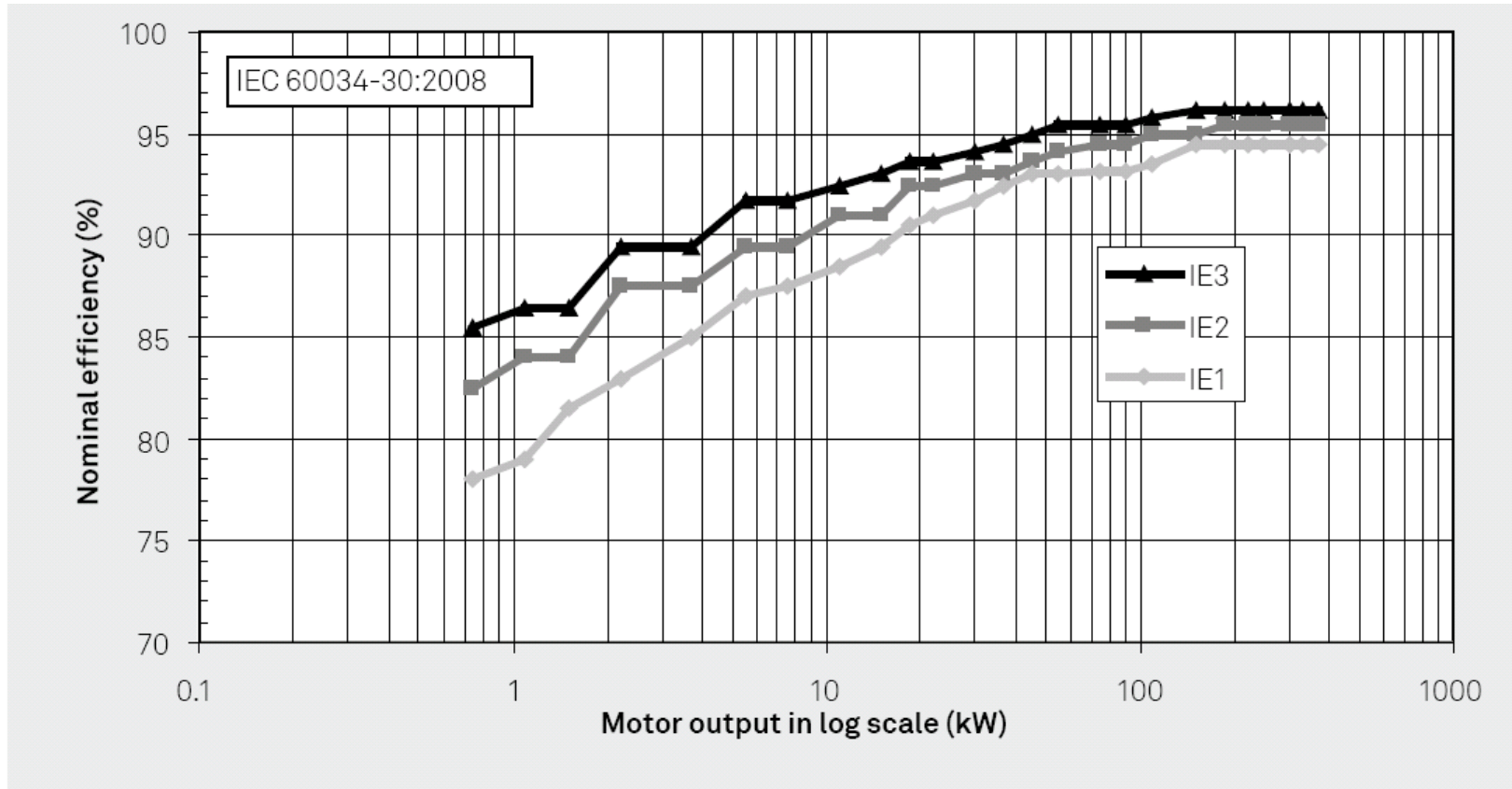


Figure 2: Efficiency classes for 60 Hz 4-pole motors (IEC 60034-30:2008)

(Motor MEPS Guide - Feb. 2009)

Minimum motor virkningsgradskrav jorden rundt.

Energy Classes	IE1	IE2	IE2 + frekvensomformer	IE3
Europe	Gældende	Planlagt fra 2011	Planlagt fra 2015	
USA		Gældende		Gælder fra 2010/11
Canada		Gældende		Gælder fra 2010/11
Australien		Gældende		
New Zealand		Gældende		
Brazilien	Gældende	Gældende		
Kina		Planlagt fra 2011		
Korea		Gældende		

Hvad betyder det i praksis?

- Er det tilladt at sælge IE1 motorer i Europa efter 16. juni 2011?

Nej, alle nye motorer skal overholde IE2 kravene. Skæringsdatoen gælder imidlertid kun 1. gang motoren bringes i omsætning. Motorer, som allerede er købt må stadig indbygges og anvendes. Eksisterende motorer må gerne repareres, f.eks. med nye lejer.

- Må IE2 motorers sælges efter 1. januar 2015?

Motorer mellem 7,5 og 375kW skal enten overholde IE3 eller overholde IE2 og forsynes med en frekvensomformer. Efter 1. januar 2017 gælder det hele området: 0.75 – 375kW.

- Gælder dette for alle asynkronmotorer?

Følgende motorer er ikke omfattede:
 Neddrykkede motorer; motorer, som er helt integrerede i maskinen, og hvor der er vanskeligt at måle virkningsgraden uafhængigt (f.eks. pumper og kompressorer); special/ATEX motorer; bremsemotorer; motorer til omgivelsestemperatur under -15 og over 40 gr.C

CE VEM motors GmbH D 38855 Wernigerode 0837 Made in Germany Ex nA II T3 IE2 - 94,0% II 3G
 DIN EN 60034-1
 3 ~ Mot.Nr./Nº 144871 / 0001 HW
 Typ/Type IE2-WE1R 250M2 Ex nA II T3
 55kW cos φ 0,89 Baschein./Certif.
 Δ/Y 400/690V 94,5 / 54,5A IBExU03ATEXB004
 2957 min-1/r.p.m. 50Hz
 Th.KL./Th.d. 155(F) IP 55 385 kg
 IM B3
 Fett/Grease High-Lub LM3 EP
 DE6313 RS C3DIN625 cm³
 NE6313 RS C3DIN625 cm³ h

CE

3 ~ Motor M3BP 315 SMC 4 B3

RF12345-1		2009	No. 3GF09123456001			
			Ins.cl. F		IP 55	
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty
690 Y	50	160	1487	165	0,85	S1
400 D	50	160	1487	284	0,85	S1
415 D	50	160	1488	277	0,84	S1

IE2 - 95,6 (100%) - 95,5 (75%) - 95,1 (50%)

Prod. code 3GBP312230-ADG

EFF1 IE3 - 96.0% CE PCY VDE 0530 IEC 60034
 WEG UR 38324 MOD.TECPFIEX00000889
 ~ 3 FRAME 280S/M-04 IP55 INS.CL.F Δ1 80 K

V-Δ/Y	Hz	kW	min ⁻¹	A	COS φ
380/660	50	110	1485	198/114	0.88
400/690	50	110	1485	190/110	0.87
415/-	50	110	1485	185/-	0.86
440/-	60	125	1780	195/-	0.88
460/-	60	125	1785	188/-	0.87

 6316-C3 POLYREX EM-ESSO
 6316-C3 34 g 10420 h
 DUTY S1 AMB. 40°C SF 1.00 Alt 1000 m.o.s.l. WEIGHT 765 kg