

# **Besparelspotentiale ved effektivitetskrav til små motorer**

**November 2009**

**Dansk Energi Analyse A/S**

## **Sammenfatning**

Energistyrelsen har ønsket en opgørelse af elforbruget og tabene i de helt små motorer, som kunne være omfattet af EU's "codesign requirements", men ikke er det. Trefasede, 2-, 4- og 6-polede asynkronmotorer med norm-mærkeeffekter under 0,75 kW (i det følgende betegnet "standardmotorer") opgøres i dette notat for Danmarks vedkommende at omsætte 417 GWh/år og at have tab på 125 GWh/år. Overslagsmæssigt betyder IE3-effektivitetskravene en reduktion i tabene på omkring 30%. Regnes med de samme sparemuligheder for motorerne under 0,75 kW, er besparelspotentialet i Danmark ca. 40 GWh/år.

For erhvervslivets vedkommende opgøres elforbruget til "standardmotorer" under 0,75 kW i dette notat til 342 GWh/år eller 31% af det forbrug, der i ref. 2 er opgjort for samtlige erhvervslivets elmotorer op til 1,0 kW. De resterende 69% udgøres dels af 0,75 kW motorer og dels af motorer i integrerede løsninger, flerhastighedsmotorer, motorer med mærkeeffekter uden for normen, enfasemotorer m.m.

Udviklingen inden for de små motorer går mod en større andel af nye motortyper (hastighedsregulerede motorer som eksempelvis permanent magnet motorer) og motorer, som integreres fuldt ud med de apparater, de driver. EU's "codesign requirements" omfatter ikke sådanne motorer.

### **1. Indledning**

EU har indført "codesign requirements" for elmotorer (ref. 1), gældende fra 2011. Kravene gælder 2-, 4- og 6-polede, trefasede asynkronmotorer med mærkeeffekter fra 0,75 kW til 375 kW. Kravene vedrører motorenes effektivitet og er baseret på de effektivitets-klasser (IE1, IE2 og IE3), som er opstillet i standarden IEC 60034-30:2008. Kravene gælder ikke motorer, der er fuldt integreret i et produkt.

De helt små motorer af normstørrelserne 0,037 kW til 0,55 kW stiller EU ikke krav til, ligesom de ikke er medtaget i effektivitetsstandarden. Selv om de små motorer kun står for en lille del af elforbruget i motorer, er tabene i disse motorer ikke uvæsentlige. En dansk opgørelse (ref. 2) af erhvervslivets motorer angiver således, at motorer på 0-1 kW står for 10% af samtlige motorers elforbrug og for 23% af tabene. Af motorer i området 0-1 kW er normstørrelsen 0,75 kW omfattet af de nye EU krav, mens de mindre normstørrelser fra 0,55 kW og nedefter ikke er omfattet. På den baggrund har Energistyrelsen ønsket en opgørelse af elforbruget i små trefasede, 2-, 4- og 6-polede asynkronmotorer med mærkeeffekter under 0,75 kW med henblik på at vurdere, om det vil være hensigtsmæssigt, at EU også stiller krav til disse motorers energieffektivitet.

### **2. Opgaveafgrænsning**

Dette notat indeholder en foreløbig opgørelse for Danmarks vedkommende af elforbruget og tabene i de små motorer. Finder Energistyrelsen effektiviseringsmulighederne interessante, skal den foreløbige opgørelse uddybes og gøres mere pålidelig.

Den foreløbige opgørelse er baseret på en gennemgang af motoranvendelser i de enkelte forbrugssektorer og på oplysninger fra nogle få motorleverandører og industriforbrugere.

Inden for motorområdet og ikke mindst inden for små motorer sker der i disse år en betydelig kommercialisering af nye motortyper som permanent magnet motorer og switchede reluktans

motorer. Disse motorer er ikke omfattet af EU's "ecodesign requirements", og derfor anføres det i det følgende, hvis asynkronmotorer tegner til at blive erstattet af nye motortyper.

### 3. Små motorer i de enkelte forbrugssektorer

#### Industri

I industrien er asynkronmotorer dominerende (ref. 2 angiver, at de står for omkring 95% af motorernes energiomsætning), og generelt er også helt små asynkronmotorer trefasede. De små motorer findes i apparater som eksempelvis transportører, pakkemaskiner, pumper og ventilatorer, som udgør en beskedent del af den samlede motorlast.

To virksomheder har velvilligt stillet motorlister til rådighed for analysen. Det er store virksomheder inden for sten-, ler- og glasindustri (betegnet virksomhed A i det følgende) og nærings- og nydelsesmiddelindustri (betegnet B). Bilag 1 sammenfatter listen for virksomhed B, og tabel 1 og 2 viser en oversigt over motorerne. Det ses, at "standardmotorer" mindre end 0,75 kW har en samlet mærkeeffekt på 1-3 % af mærkeeffekten for samtlige de to fabrikkers motorer. Endvidere ses, at 0,75 kW motorerne udgør 1-2% af den samlede mærkeeffekt, altså kun lidt mindre. Ikke-standardmotorer, bl. a. motorer med mærkeeffekter på 0,45 kW og 0,51 kW, udgør ca. 1%, opgjort efter mærkeeffekten.

Mærkeeffekt kW	A		B	
	Antal motorer	Effekt i alt kW	Antal motorer	Effekt i alt kW
0,06	2	0,1	6	0,4
0,09	3	0,3	19	1,7
0,12	10	1,2	28	3,4
0,18	9	1,6	115	21
0,25	26	6,5	81	20
0,37	70	26	343	127
0,55	40	22	233	128
0,06 – 0,55 i alt	160	58	825	301
0,75	55	41	373	279
Op til 0,75, ikke-standard	ca. 70	33	295	73
Alle til og med 0,75	285	132	1493	653
Øvrige	ca. 650	4-5.000	Måske 3000	11.000
I alt	935	4-5.000	4500	12.000

Tabel 1. Trefasede asynkronmotorer med 2-, 4- eller 6-poler, absolutte størrelser

Mærkeeffekt kW	A		B	
	Antal motorer	Effekt i alt	Antal motorer	Effekt i alt
0,06 - 0,55	17	1,2	18	3
0,75	6	0,8	8	2
Op til 0,75, ikke-standard	7	0,7	7	1
Alle til og med 0,75	30	2,6	33	5
Øvrige	70	97	67	95
I alt	100	100	100	100

*Tabel 2. Trefasede asynkronmotorer med 2-, 4- eller 6-poler, procentandele*

Statoil Raffinaderiet oplyser, at de kun har ca. ti motorer under 1 kW. Virksomhederne A og B med pumper, opskæring, pakning, transport osv. ligner mere den øvrige danske industri, hvorfor det ud fra disse fabrikker skønnes, at trefasede asynkron-normmotorer udgør 1-3% af mærkeeffekten for alle elmotorer i industrien. I det følgende regnes med 2%, som anslås at svare til et elforbrug på ca. 150 GWh/år.

### **Privat handel og service**

Motorer indgår i slutanvendelserne køl/frys (1132 GWh i 2006, ref. 3), ventilation (567 GWh), pumper (147 GWh) og øvrige elmotorer (222 GWh). På området køl/frys er de små kompressormotorer integrerede med kompressorerne, og de er dermed ikke omfattet af EU-kravet. Men kondensator- og fordamperblæserne er normalt trefasede asynkronmotorer på typisk 0,25 – 1,5 kW. Antages 10% af elforbruget til køl/frys af gå til blæserne og antages motorer under 0,75 kW at stå for 30% heraf, er det 34 GWh/år. Ved anslået 3000 timers årlig benyttelsestid bliver det 11 MW eller af størrelsesordenen 22.000 motorer, som findes i supermarkeder, restauranter m.m.

Ældre ventilatormotorer er ofte tohastighedsmotorer, mens nye ventilatorer mest er forsynede med en enhastighedsmotor, der hastighedsreguleres med frekvensomformer. En 0,55 kW ventilator vil ved et tryk på 800 Pa kunne levere ca. 1200 m<sup>3</sup>/h luft. Ventilatorer for lokaler op til 100-200 m<sup>2</sup> samt toiletudsug vil derfor typisk være mindre end 0,75 kW. Det skønnes/gættes, at 5% af elforbruget til ventilation eller 29 GWh/år går til små motorer. Den gennemsnitlige benyttelsestid vil være 2-3000 timer årligt. Det svarer til 10-15 MW motorer eller rundt regnet 30.000 motorer, hvilket antal forekommer sandsynligt.

Pumper er i denne sektor især cirkulationspumper i varmeanlæg. De små motorer er ofte integreret med pumpen (vådløbere), og nyere pumper har permanent magnet motorer for hastighedsregulering. Lidt større pumper har asynkronmotorer. Det skønnes/gættes, at små asynkronmotorer svarer for 20% af elforbruget til pumpning eller 29 GWh/år. Benyttelsestiden regnes til 4000 h/år, så maksimalbelastningen bliver 7 MW. Ved en gennemsnitlig motor-mærkeeffekt på 0,3 kW (ca. 0,45 kW optagen effekt) svarer det til 15.000 pumper.

Øvrige elmotorer omfatter køkkenudstyr, vaskemaskiner, elevatormotorer osv. Små trefasede asynkronmotorer står kun for en lille del af dette elforbrug. Af forbruget i privat handel og service anslås derfor 92 GWh/år at blive omsat i trefasede asynkronmotorer under 0,75 kW.

## **Landbrug**

Landbrugets motorer er generelt over 1 kW. Undtagelser herfra er fordamper- og kondensatorblæsere i køleanlæg, staldventilatorer og mindre sneglerender og kædetransportører og lign. Ventilation er med 617 GWh/år (2006, ref. 3) landbrugets største slutanvendelse af el. Ved en benyttelsestid på 2500 h/år (idet ventilatorerne kører dellast det meste af året) svarer det til en maksimaleffekt på 250 MW, hvilket er højt. I stedet vurderes staldventilatorenes elforbrug ud fra, at der er ca. 2500 svine- og fjerkræbesætninger, som i gennemsnit hver har måske 30 ventilatorer (der typisk er under 0,75 kW). Det bliver 75.000 motorer eller ca. 40 MW svarende til 100 GWh/år. Fremover vil nye motortyper med hastighedsregulering blive dominerende, hvorfor små asynkronmotorer vil tegne sig for væsentligt under 100 GWh/år. Men inklusive andre små motorer i landbruget regnes med et elforbrug på 100 GWh/år.

## **Det offentlige**

Elforbruget i det offentlige er 4486 GWh/år (2007, ref. 4, ekskl. jernbaner og gade- og vejbelysning). Fraregnes forsyningsvirksomheder og rensningsanlæg (mest større motorer) er forbrugt 3161 GWh/år. Rundt regnet halvdelen eller 1500 GWh/år omsættes i motorer i forbindelse med køl/frys, pumper, værkstedsmaskiner, laboratorieudstyr osv. Med skelen til sektoren privat handel og service – hvor små motorer skønnes til 92 GWh/år ud af motoranvendelser på 2068 GWh/år – regnes små motorer at stå for 75 GWh/år.

## **Boliger**

Af boligernes elforbrug på 9746 GWh/år (2007, ref. 4) går 20% til køl/frys, 16% til vaskeapparater og 12% til mindre elapparater (herunder pumper, men også apparater uden motorer). Motoren i et almindeligt køleskab eller fryser udgør sammen med kompressoren en integreret enhed, der ikke er omfattet af ecodesign kravene. Vaskeapparater har typisk jævnstrømmotorer (vaskemaskiner), enfasede motorer (tørretumblere) eller meget små motorer integreret med pumpen (opvaskemaskiner). Cirkulationspumper i større boligejendomme kan have asynkronmotorer i dag, men nye små pumpemotorer må forventes at være af anden type, Derfor regnes der ikke med små trefasede asynkronmotorer i boligsektoren.

## **4. Salg af motorer**

En af de store danske motorleverandører R. Frimodt Pedersen a/s oplyser, at deres salg af 2-, 4- og 6-polede, trefasede asynkronmotorer mindre end 0,75 kW antalsmæssigt udgør 18% af deres samlede salg af trefasede motorer. Erfaringsmæssigt er gennemsnitsstørrelsen for danske motorer 5-10 kW, og regnes de små motorer i gennemsnit at være 0,5 kW, vil de udgøre 1-2% af den solgte mærkeeffekt.

ABB kan ikke umiddelbart oplyse salgstal, men oplyser, at det største styktal nok er for motorer på 0,75 og 1,1 kW. ABB peger på, at udviklingen går i retning af integrerede løsninger for masseprodukter i små effekter som ventilatorer, gearmotorer, pumper og kompressorer, ligesom motorer med permanente magneter (og høje virkningsgrader) vinder frem på dette område.

## 5. Energiomsætning og tab i små motorer

Opgørelsen i afsnit 3 er sammenfattet i tabel 3, hvor der er forudsat en virkningsgrad for de små motorer på 70%. Tabellen viser, at den samlede elomsætning i små motorer opgøres til 417 GWh i 2007 eller 2% af elforbruget i motorer. Tabene i de små motorer er opgjort til 125 GWh/år. Med en gennemsnitlig elpris på knapt 1 kr./kWh svarer det til ca. 125 mio. kr. årligt.

Sektor	Elforbrug 2007 i GWh			Tab i små motorer GWh/år
	Sektoren	I motorer	I små motorer	
Industri	9.811	7.650	150	45
Handel og service	6.282	2.200	92	28
Landbrug	2.483	1.690	100	30
Det offentlige	4.486	ca. 2.500	75	22
Boliger	9.746	ca. 4.100	0	0
Øvrige	1.301	ca. 500	0	0
I alt	34.109	18.600	417	125

*Tabel 3. Elforbrug samt andele heraf omsat i trefasede, 2-, 4- og 6-polede asynkronmotorer under 0,75 kW og tabene i disse motorer*

For erhvervslivet opgøres elforbruget i små motorer under 0,75 kW i tabel 3 til 342 GWh (2007) og tabene til 103 GWh. I ref. 2 blev elforbruget i motorer op til 1,0 kW opgjort til 1086 GWh/år og tabene til 326 GWh/år. Forskellen kan forklares med, at asynkronmotorer på 0,75 kW står (skønnet ud fra industrien) for næsten lige så stort et elforbrug, som motorerne under 0,75 kW gør. Hertil kommer de mange små motorer, der er sammenbyggede med f. eks. pumper eller gear, er flerhastighedsmotorer, er enfasede, er andet end asynkronmotorer, har mærkeeffekter uden for normrækken osv.

## 6. Referencer

1. Commission Regulation (EC) No 640/2009 of 22 July 2009 implementing Directive 2005/32/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for electric motors.
2. Energibesparelser i erhvervslivet. Delrapport 2. Dansk Energi Analyse A/S og Viegand & Maagøe ApS. April 2009
3. Kortlægning af erhvervslivets energiforbrug. Dansk Energi Analyse A/S og Viegand & Maagøe ApS. November 2008
4. Dansk Elforsyning 2007. Dansk Energi

## 1. Bilag 1. Opgørelse af små motorer hos virksomhed B

Virksomheden har lavet en opgørelse af deres elmotorer op til 0,75 kW. Opgørelsen omfatter bl. a. mærkeeffekt, spænding og omdrejningstal, således at det har været muligt at opgøres antallet af motorer ved de forskellige effekter og specielt de motorer, der har 2-, 4- eller 6-poler og er trefasede.

Tabellen nedenfor viser opgørelsen. Normstørrelserne er angivet med fedt (0,74 kW regnes lig 0,75 kW).

Af tabellen ses, at summen af motorenes mærkeeffekt er i alt 613 kW. Heraf udgør motorer med mærkeeffekt 0,75 kW 279 kW eller 46%, og motorer med "skæve" mærkeeffekter udgør 32 kW eller 5%. Motorer, der kunne være omfattet af en "udvidet" effektivitetsstandard, omfattende 0,06-0,55 kW størrelser, udgør 301 kW eller 49%.

Virksomhedens elforbrug er omkring 50 GWh/år, hvoraf formentlig ca. 90% i form af motorlaster. Med en typisk benyttelsestid på 4000 h/år (kombination af f. eks. lastfaktor 60% og driftstid 6700 h/år) bliver motor-mærkeeffekten 11 MW. De 301 kW motorer på 0,06 – 0,55 kW udgør således omkring 3% af den samlede mærkeeffekt, og alle 613 kW små motorer udgør ca. 5-6%. Er nogle af de små motorer reservemotorer, kan andelen være lidt lavere.

Mærkeeffekt kW	2-, 4- og 6-polede, trefasede asynkronmotorer Antal	Andre motorer Antal	2-, 4- og 6-polede, trefasede norm- asynkronmotorer kW i alt	Andre motorer kW i alt	2-, 4- og 6-polede, trefasede norm- asynkronmotorer %	Andre motorer %
-0,059	31	29		0,1		0,0
<b>0,060</b>	6	26	0,4	1,6	0,1	0,2
0,061-0,89	20	33		2,5		0,4
<b>0,090</b>	19	4	1,7	0,4	0,3	0,1
0,091-0,119	42	9		0,9		0,1
<b>0,120</b>	28	7	3,4	0,8	0,5	0,1
0,121-0,179	19	16		2,4		0,4
<b>0,180</b>	115	33	20,7	5,9	3,2	0,9
0,181-0,249	23	19		4,1		0,6
<b>0,250</b>	81	14	20,3	3,5	3,1	0,5
0,26-0,36	39	16		5,0		0,8
<b>0,370</b>	343	23	126,9	8,5	19,4	1,3
0,38-0,54	25	31		14,3		2,2
<b>0,550</b>	233	13	128,2	7,1	19,6	1,1
0,56-0,73	30	5		3,2		0,5
<b>0,740</b>	57	4	42,2	3,0	6,5	0,5
<b>0,750</b>	316	13	237,0	9,8	36,2	1,5
I alt	1427	295	580,6	73,0	89	11