

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Miljøvenligt design og energieffektivitet

– kombineret på intelligent vis

IEC 61800-9-2

definerer effektivitets-
klasserne for dine
frekvensomformere
og frekvensomformer-
motorsystemer

Ecodesign på den nemme måde: Motorerne er udgangspunktet – frekvensomformerne gør forskellen

Effektivitetsklasser muliggør energisammenligninger af forskellige kombinationer af motorer og frekvensomformere. På baggrund af de definerede effektivitetsklasser sikres anvendelsen af energieffektive produkter over hele verden gennem lovbestemmelser. I Europa kaldes dette lovgrundlag "Ecodesign". Denne brochure beskriver de vigtigste egenskaber ved de effektivitetsklasser, der er relevante for elektriske frekvensomformersystemer, og deres lovmæssige relevans. Effektivitet er naturligvis en vigtig faktor for et frekvensomformer-motorsystems optimale design. Brugeren skal dog overveje mere end blot effektivitetsklasserne for at opnå et effektivt og økonomisk samlet system: Kompatibiliteten af alle komponenter som systemløsning er det, der afgør en applikations effektivitet.



Danfoss' elementer

Effektiv

De fabriksfremstillede produkter, der tilbydes på markedet, består af en motor og en frekvensomformer, der er optimeret til et bestemt område. Frekvensomformere fra Danfoss sikrer optimal drift af alle typer motorer – uanset motorproducent – med de rette frekvensomformere til alle dine applikationer. Nemt, fleksibelt og uafhængigt!

- Højeffektive frekvensomformere
- Effektiv drift af alle almindelige motorteknologier, herunder synkrone reluktansmotorer
- Koordineret anlægsdrift
- AEO – Automatisk energioptimering, der optimerer energiomkostningerne
- AMA – Automatisk motortilpasning til den faktiske installation
- MyDrive® ecoSmart – Bestemmelse af systemets IES-klasse

Driftssikkerhed

Uforudset maskinnedetid er kritisk i enhver produktionsproces og bør undgås.

- Frekvensomformer optimeret til applikationen
- Verdensomspændende tilgængelighed af frekvensomformere gennem regional tilstedeværelse
- Færre motor- og frekvensomformervarianter, så lagerstyringen optimeres
- Færre komponenter, der kræver reparations- og opsætnings-knowhow
- Kapslingsklassificering, der passer til applikationen
- Kredsløbskort med speciel overfladebehandling
- Lang levetid
- Sikker investering, da alle almindelige motorteknologier understøttes
- Hvis en motorteknologi ikke er tilgængelig lokalt, skal du blot vælge en anden

Enkelt

Alle frekvensomformer-motorsystemer skal planlægges og sættes i drift. Letforståelige valgmuligheder og enkel betjening sikrer optimale resultater.

- Intuitiv HMI
- Guiden leder brugeren gennem den nødvendige opsætning
- Brugervenlig opsætningssoftware
- Tilhørende EMC-filtre til din applikation
- Samme drifts- og parameterstruktur
- Lokale sprogpakker
- Ingen indflydelse på motorens levetid eller garanti

Omkostningseffektiv

En helhedsorienteret tilgang skal tage højde for de omkostninger, der er forbundet med anskaffelse, energi, vedligeholdelse og bortskaffelse, som alle påvirker systemets økonomi.

- Motorpriserne afhænger af teknologi og beskyttelsesklassifikation
- Råvareomkostninger (f.eks. kobber) påvirker prisen
- Produktionsomkostningerne til nye motorteknologier er ofte højere
- Transportomkostninger (vægt og rute)
- Antallet af tilgængelige producenter bestemmer prisniveauet
- Producentafhængighed pga. specialdesign
- Besparelser gennem energieffektivitet
- Danfoss leverer den optimale frekvensomformerkonfiguration til dine behov



Motorteknologi

Høj effektivitet kan opnås med en lang række teknologier. Brochuren fra Danfoss beskriver de mest udbredte motorteknologier, herunder deres fordele og ulemper.

Læs mere her >



MyDrive® ecoSmart

Det webbaserede værktøj gør det nemt at bestemme IES-lassen for Danfoss' frekvensomformere med en motor.

Læs mere her >



Motoruafhængig

Se selv, hvor nemt det er at opsætte IM-, PM- og SynRM-motorer med frekvensomformere fra Danfoss.

Læs mere her >



Definitioner og anvendelsesområde for IEC 61800-9-2

IEC 61800-9-2-standarden definerer effektivitetsklasser for motorsystemer. Klassebeskrivelserne anvender termer, som måske endnu ikke er alment kendte.

Komplet frekvensomformermodul (Complete Drive Module - CDM)

Beskriver frekvensomformeren, der består af effektelektronik (ensretter og vekselretter) mellem nettet og motoren, herunder alle nødvendige hjælpekomponenter såsom indbyggede beskyttelsesenheder, styretransformerer, køleventilatorer og hjælpeudstyr.

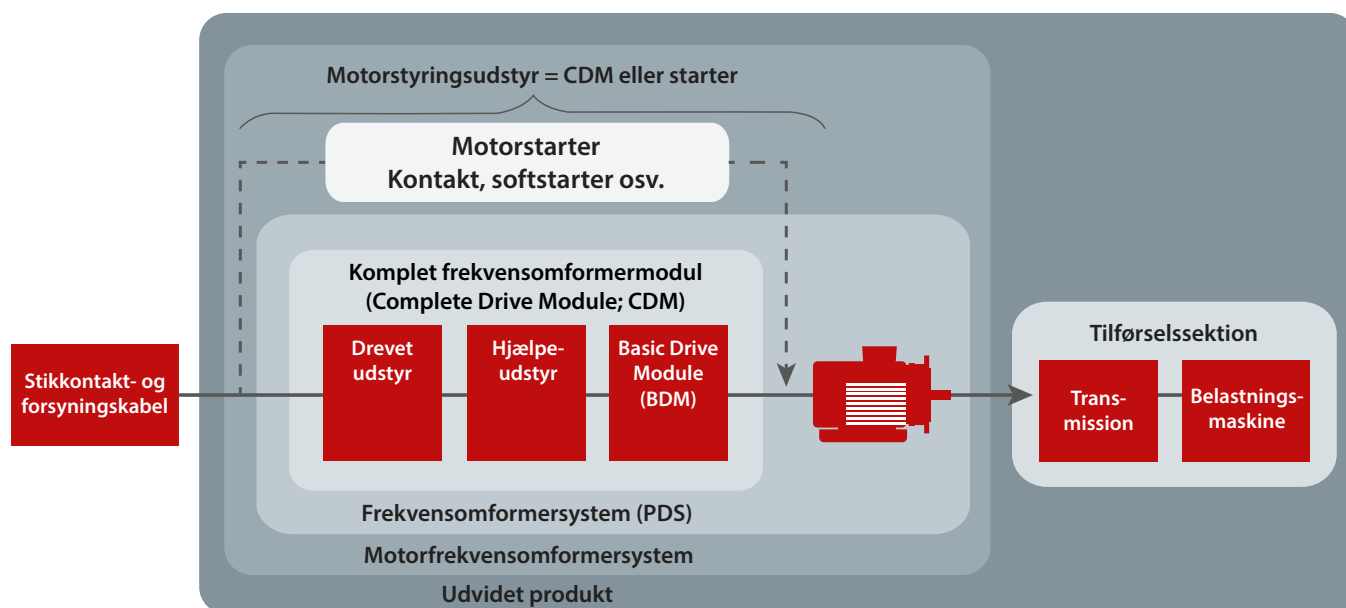
Bemærk: Komponenter, som f.eks. EMC-filtre, kan integreres i CDM, men behøver ikke nødvendigvis at integreres.

PDS

Den kombinerede frekvensomformer og motor kaldes et frekvensomformersystem (Power Drive System; PDS). Det består af det komplette frekvensomformermodul, motorkablet og motoren. Der skelnes ikke mellem forskellige motortechnologier.

Drevet udstyr

Standarden definerer den faktiske maskine, herunder et mekanisk transmissionstrin såsom en kilerem eller en gearkasse, som det drevne udstyr.



Udvidet produkt

I praksis er det faktisk systemerne – og ikke komponenterne – der sparer energi. Derfor tager Udvidet Produkt-tilgangen højde for samspillet mellem motorsystemet og den drevne maskine.

Systemet skal således vurderes efter en belastnings-/tidsprofil ved faktisk brug, hvilket munder ud i et energieffektivitetsindeks (EEI).

Konceptet er beskrevet i EN 17038 med centrifugalpumper som eksempel.

Motorfrekvensomformersystem

En elektrisk motor har altid brug for en styreenhed til at forsyne den med strøm. I det mest enkle tilfælde leverer en kontakt netspænding direkte til motoren. PDS er en underdel af motorfrekvensomformersystemet.

Vi lever op til Ecodesign-kravene

Som følge af direktivet om miljøvenligt design (Ecodesign) bliver kravene til energieffektivitet inden for frekvensomformerteknologi stadigt strengere. EU har eksempelvis siden 2011 indført minimumskrav til effektiviteten af trefasede motorer og gradvist strammet dem.



I overensstemmelse med IE-klassifikationssystemet for elektriske motorer er den europæiske standard IEC 61800-9-2 blevet udviklet i løbet af de seneste år. Den definerer IE-effektivitetsklasser for frekvensomformere og IES-klasser for frekvensomformer-motorsystemer.

Frekvensomformere fra Danfoss overholder kravene i den højeste klasse: IE2.

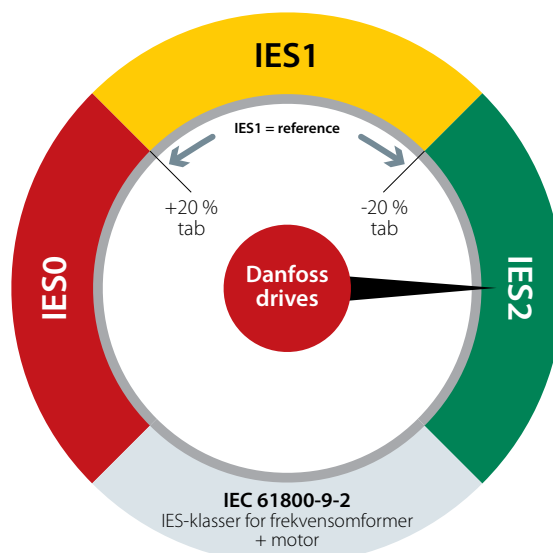
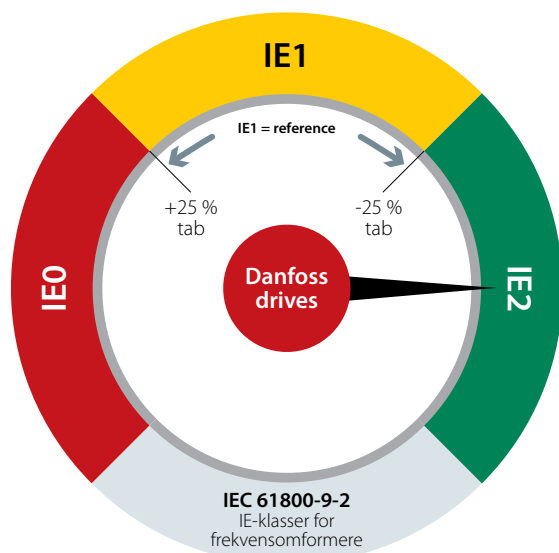
De overholder naturligvis også kravene, hvis frekvensomformeren omfatter EMC-filtre.

Hvis en VLT®- eller VACON®-frekvensomformer anvendes med en god IE2-motor eller en motor i klasse IE3 eller IE4, opfylder kombinationen normalt også kravene i den højeste kombinationsklasse IES2.

Danfoss offentliggør gradvist alle nødvendige oplysninger om IE-/IES-klasserne i manualerne og på sit websted.

Derudover bliver delbelastnings-effektiviteten i henhold til IEC 61800-9-2 gradvist offentliggjort online.

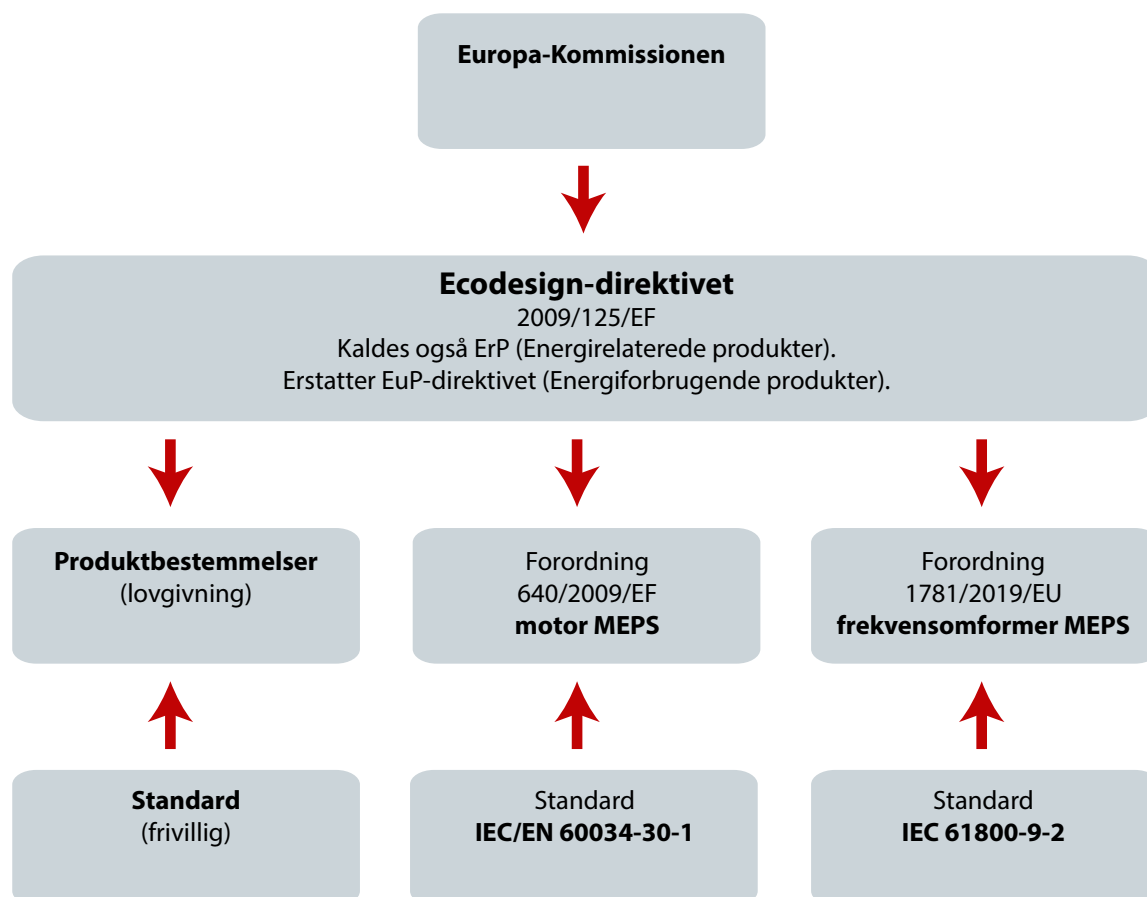
Du kan også læse mere om de forskellige effektivitetsklasser på følgende sider. Ud over definitionerne kan du også få oplysninger om, i hvor høj grad denne nye mærkning sikrer sammenlignelighed mellem forskellige produkter, systemer og løsninger, og hvad du skal være opmærksom på, samt de lovmæssige krav til overholdelse.



Ecodesign-direktivet

"Formålet med Ecodesign-direktivet er at reducere energirelaterede produkters indvirkning på miljøet i hele deres levetid. Det definerer kravene til produktdesign."

Citat fra det tyske miljøagentur (<http://www.umweltbundesamt.de/>)



Bemærk: Ikke alle aspekter af en standard er indarbejdet i forordninger.

Ecodesign-direktivet er direktiv 2009/125/EF. Det er også kendt som ErP-direktivet (Energirelaterede produkter), da alle produkter relateret til energiforbrug med et bestemt besparelsespotentiale falder ind under dette direktiv.

Det forrige direktiv 2005/32/EF omhandlede kun enhedernes energiforbrug (EuP = Energiforbrugende produkter). ErP-direktivet har erstattet EuP-direktivet.

Forordninger vedrørende Ecodesign-direktivet fastsætter de specifikke energikrav for de pågældende produkter. Eksempelvis definerer de minimumskravene, der også er kendt som MEPS (Minimum Efficiency Performance Standards; minimumskravene til effektiv ydeevne), i hvert enkelt tilfælde.

Princip og anvendelsesområde

Over hele verden er de juridisk bindende direktiver og forordninger om større energieffektivitet for det

meste afhængige af de samme internationalt gyldige tekniske standarder. De definerede effektivitetsgrænser og tidsrammerne for lokal indførelse varierer dog fra region til region eller fra land til land.

Det betyder, at Ecodesign-specifikationerne, som naturligvis kun er juridisk bindende i Europa på nuværende tidspunkt, er lette at sammenligne med f.eks. kravene i Nordamerika eller Australien.

Ecodesign-krav til motorer

EU-forordning 640/2009 definerer minimumseffektivitetsklasserne for motorer. Forordningen blev strammet i 2014, og yderligere ændringer træder i kraft fra midten af 2021.

Effektivitetsklasser

Effektivitetsklasserne er baseret på standarden IEC/EN 60034-30-1, som definerer klasserne IE0 til IE4 for elektriske motorer.

Lovkravenes omfang

Overholdelsen af minimumseffektivitetsklasserne for motorer er bestemt for de fleste elektriske motorer:

Ændringer fra 1. juli 2021:

- Driftstilstand S1, S3 (ED>80 %), S6 (ED > 80 %)
- Polnummer 2 til 8
- Effektområde 0,12-1.000 kW
- Nominel spænding op til 1.000 V, 1~ og 3~

Undtagelser omfatter bremsemotorer eller motorer, der er helt indbygget i et produkt (f.eks. en gearkasse eller

en pumpe), hvor energieffektiviteten ikke kan bestemmes uafhængigt af produktet.

Trinvis intensivering af kravene

Introduktionsår	Minimum Efficiency Performance Standard i Europa			
	Motorer ^{[1], [2]}		Frekvensomformere	
	Klasse	Effektområde	Klasse	Effektområde
2017	IE3/IE2 og VSD ^[3]	3~ 0,75-375 kW	Intet krav	0,12-1.000 kW
2021	IE2	3~ 0,12-0,75 kW	IE2	0,12-1.000 kW
	IE3	3-faset: 0,75-1.000 kW		
2023	IE2	enkeltfaset: ≥0,12 kW	IE2	0,12-1.000 kW
	IE3	3-faset: 0,75-75 kW og 200-1.000 kW		
	IE4	3~ 75-200 kW		

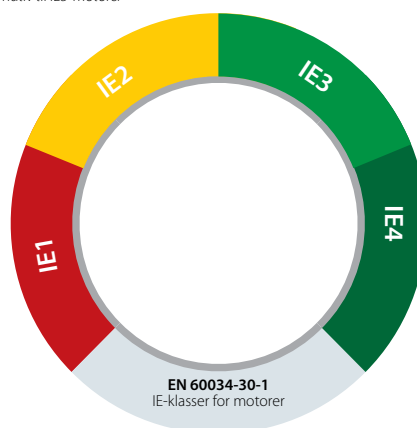
[1] Til 3-fasede motorer (2-/4-/6-polet). Også 8-polede motorer fra 2021. Klasse IE2 gælder for enkeltfasede og Ex eb-motorer fra 2023. IE4 kun for 2-, 4- og 6-polede motorer.

[2] Delbelastningstab for frekvensomformerdrift skal oplyses fra 1. juli 2022.

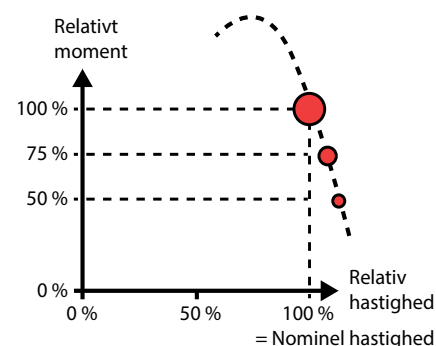
[3] IE2 + frekvensomformer som alternativ til IE3-motorer

Sammenlignelighed: God

Motorer sammenlignes nemt på baggrund af MEPS. Bemærk dog, at hver af de respektive klasser har sit eget effektivitetsområde.



IE-klasser for motorer i henhold til EN 60034-30-1



- = referencepunkt, der anvendes til at definere IE-klassen
- = delbelastningspunkter i henhold til standarden

- IE-klasser vedrører motorens nominelle driftspunkt.
- Effektiviteten ved 50 % og 75 % delbelastning ved netfrekvensen skal fremgå af dokumentationen.
- Klasserne gælder for motorer, der betjenes direkte fra netforsyningen, uden differentiering mellem teknologier.
- Induktionsmotorer med højere effektivitet har typisk en højere hastighed. Husk dette, når du udskifter dem.
- Monteringsmålene for motorer kan variere afhængigt af teknologien og IE-klassen.

Ecodesign-krav til frekvensomformere

EU-forordning 1781/2019 definerer minimumseffektivitetsklasserne for frekvensomformere. Disse vil blive indført fra midten af 2021.

Effektivitetsklasser

IEC EN 61800-9-2-standarden definerer effektivitetsklasserne IE0 til IE2 i overensstemmelse med frekvensomformerens faktiske effektivitet. Eksempelvis klassificeres en 7,5 kW-frekvensomformer med en effektivitet på 95 % eller højere i effektivitetsklasse IE2. Hvis effektiviteten er under 91 %, klassificeres den som IE0.

IEC EN 61800-9-1:

Definerer effektivitetsklasserne for frekvensomformere og motorer i udvidede produkter (f.eks. motor + frekvensomformer + pumpe)

IEC 61800-9-2:

Definerer effektivitetsklasserne IE (frekvensomformer) og IES (frekvensomformer + motor)

Omfang

IEC EN 61800-9-2-standarden gælder for frekvensomformere, der opfylder følgende betingelser:

- Effektområde: 0,12-1.000 kW
- Spændingsområde: 100-1.000 V
- Enkeltakslede frekvensomformer-motorsystemer

Frekvensomformere med Active Front Ends medtages ikke i klassificeringen, fordi de ofte har relativt høje tab.

Lovmæssige krav

Fra 1. juli 2021 skal frekvensomformere som minimum leve op til klasse IE2-effektivitet:

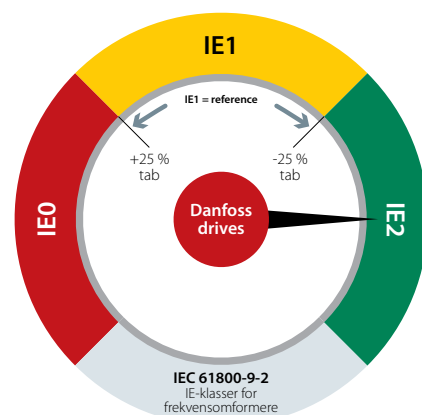
- 1 x 3-faset udgang
- Effektområde: 0,12-1.000 kW
- Nominel spænding: 3~ 100-1.000 V

Undtagelser:

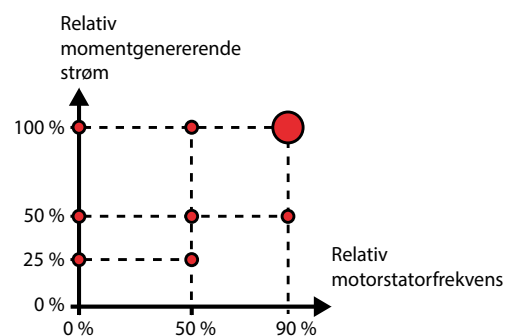
- Integrerede frekvensomformere, hvor måling ikke er mulig
- Enheder til nukleare anvendelser
- Frekvensomformere med sinusformet indgangsspænding (THDi < 10 %)
- Regenerative frekvensomformere

Sammenlignelighed: God

IE-klassifikation med en defineret belastning (cos ϕ og strøm) gør det nemt at sammenligne enheder ved hjælp af klasserne. Enhedernes design skal dog være sammenligneligt.



IEC 61800-9-2 IE-klasser for frekvensomformere



- = referencepunkt, der anvendes til at definere IE-klassen
- = delbelastningspunkter i henhold til standarden

- IE-klassen defineres ved 90 % af frekvensen og 100 % af den momentgenererende strøm.
- Specielle testtilstande er ikke tilladt.
- Effektivitetsklassen dækker den forsynede enhed, herunder alle integrerede tilvalg. Til ikke-integrerede tilvalg (EMC-filtre, linje-chokere osv.), skal tab anføres i dokumentationen, hvis de overstiger følgende værdier:
 - >0,1 % af frekvensomformereffekten eller
 - 5 W i alt
- Delbelastningstab kan dokumenteres, men behøver det ikke nødvendigvis.

Ecodesign-krav til frekvensomformer-motorsystemer

IEC 61800-9-2-standarden definerer IES-effektivitetsklasser for kombinationer af frekvensomformere og motorer.

Alle kombinationer er omfattet af denne standard, uanset om brugeren:

- køber frekvensomformeren og motoren som individuelle komponenter;
- køber frekvensomformeren og motoren som en pakke; eller
- implementerer en kompakt enhed.

Effektivitetsklasser

IEC EN 61800-9-2-standarden definerer effektivitetsklasserne IES0 til IES2 for frekvensomformere sammen med en motor.

Omfang

Omfanget er identisk med IE-klasserne for frekvensomformere:

- Effektområde: 0,12-1.000 kW
- Spændingsområde: 100-1.000 V
- Enkeltakslede frekvensomformer-motorsystemer

Sammenlignelighed: Begrænset

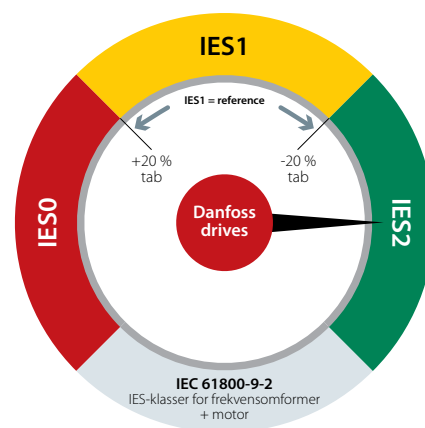
Mens standarden definerer rammebetingelserne for måling af enhedskombinationer, tillader den, at der afviges fra disse specifikationer,



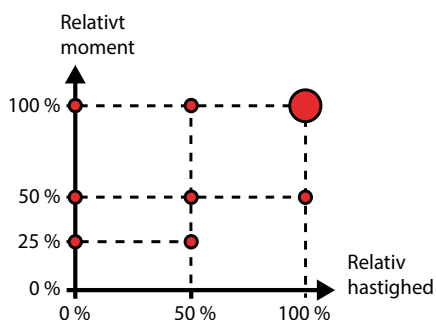
så længe dette er dokumenteret af producenten. Det betyder, at f.eks. kabellængder, filtre og motortyper kan variere. En objektiv sammenligning er mulig, hvis disse rammebetingelser overholdes.

Lovmæssige krav

Der forventes ingen lovmæssige bestemmelser før 2025.



IES-klasser for frekvensomformere og motorer i henhold til IEC 61800-9-2



- = referencepunkt, der bruges til at definere IES-klassen
- = delbelastningspunkter i henhold til standarden

- IES-klassen gælder for frekvensomformer-motorsystemet.
- IES-klassen defineres ved 100 % hastighed og 100 % moment.
- Kabellængden mellem motoren og frekvensomformeren er defineret i standarden.
- Ændringer i kabellængde, switchfrekvens osv. er tilladt, men skal dokumenteres.
- Delbelastningstab kan dokumenteres, men behøver det ikke nødvendigvis.

Producentuafhængig IES-klassebestemmelse

Til mange applikationer er den bedste løsning at kombinere frekvensomformere og motorer fra forskellige producenter. Hvis tabene for frekvensomformeren og motoren er kendt ved det nominelle driftspunkt, skal de kun justeres og tilføjes, så det

bliver muligt at finde systemtabene. Disse systemtab kan derefter bruges til at bestemme IES-klassen. Tilsvarende er det også muligt at beregne tab ved forskellige delbelastningspunkter, der er relevante for den pågældende applikation.

Referencemotor og -frekvensomformer

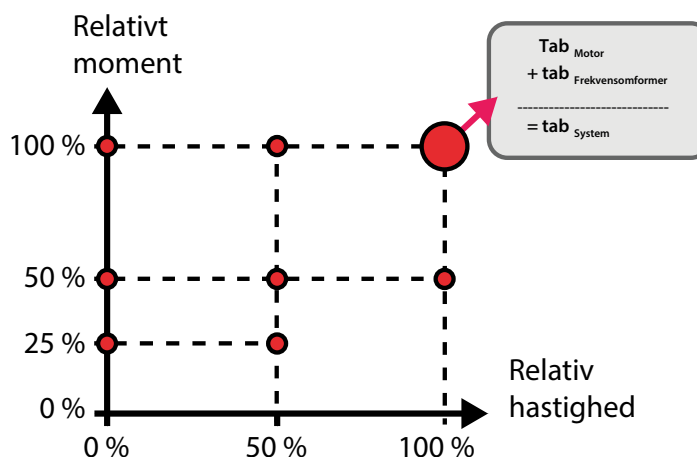
IEC 61800-9-2-standarden definerer tabsværdier for referencemotorer og -frekvensomformere. Disse referencedata kan bruges som et alternativ til faktiske data til estimering af IES-klasser.

Beregningseksempel:

7,5 kW-frekvensomformer (IE1) og motor (IE2)

Frekvensomformertab:	675 W
Motortab:	1.032 W
Systemtab:	1.707 W

IES-klassen kan udledes af nedenstående tabel, som er et uddrag af den samlede tabel i standarden.



I eksemplet opnår systemet effektivitetsklasse IES1 med et tab på 1.707 W.



MyDrive® ecoSmart foretager beregningerne for dig

Du kan bestemme IE-klassen og effektiviteten af frekvensomformere fra Danfoss under forskellige belastninger med MyDrive® ecoSmart-værktøjet. Du kan også bestemme effektiviteten og beskyttelsesklassifikationen for ethvert motordrevsystem, der styres af en frekvensomformer fra Danfoss.

<http://ecosmart.danfoss.com>

Hvad betyder Ecodesign for mine frekvensomformersystemer?



Reducerede energiomkostninger

Formålet med de krav og standarder, der er omfattet af Ecodesign, er at reducere energiforbruget i dit anlæg.



Global anerkendelse

IEC 61800-9-standarden er gældende i hele verden.



Større gennemsigtighed

Det gør energikravene til de enkelte komponenter mere gennemsigtige. Dette vil gradvist fjerne ineffektive frekvensomformersystemer fra markedet. Effektivitetsklasserne hjælper brugerne med at vurdere deres muligheder.



Forbedret konkurrenceevne

Takket være kombinationen af dokumenteret effektivitet og de optimale komponenter til dine applikationsbehov er der mange muligheder for markedsdifferentiering. I modsætning hertil udgør prædefinerede pakker eller samlede løsninger, der tilbydes af producenterne, kun et begrænset potentiale for differentiering på regionale og globale markeder, både teknisk og kommercielt.



Hvad skal jeg overholde?

Brugerne har ofte brug for at vide, hvilke bestemmelser der er lovpligtige, og hvilke der er frivillige. I særlige tilfælde kræver dette assistance fra en juridisk ekspert. Uanset dette kan brugere og producenter naturligvis være enige om at tage standarder som f.eks. IEC 61800-9-2 i betragtning, selvom det ikke er et lovkrav.

Faktorer, der påvirker valget af motor og frekvensomformer eller en kombination af de to

Tekniske specifikationer	Logistiske årsager	Økonomiske årsager	Service og vedligeholdelse
■ Overholdelse af den påkrævede effektivitetsklasse ■ Motorens størrelse og kapslingsstørrelse ■ Driftsegenskaber (opstart, belastning, netspænding) ■ Kundekrav	■ Lagerføring af motor og frekvensomformer ■ Motorkapslingsstørrelser (ikke IE1-kompatible) ■ Regional tilgængelighed ■ Leveringstid	■ Samlede ejeromkostninger ■ Motorpriser ■ Overpriser på råvarer (f.eks. kobber) ■ Transportomkostninger ■ Besparelser gennem energieffektivitet	■ Regional/global tilgængelighed ■ Antal motor- og frekvensomformervarianter ■ Ekspertise inden for reparation og idriftsættelse ■ Uddannelsesomkostninger



A better tomorrow is **driven by drives**

Danfoss Drives er verdensførende inden for variabel hastighedskontrol af elektriske motorer.

Vi giver dig usammenlignelig konkurrencedygtighed ved hjælp af kvalitet, applikationsoptimerede produkter og en lang række ydelser og services.

Du kan stole på, at vi deler dine mål. Vi har fokus på at opnå den bedst mulige ydeevne i dine applikationer. Vi opnår dette ved at levere de innovative produkter og den applikationsviden, der kræves for at optimere virkningsgraden, forbedre brugervenlighed og reducere kompleksitet.

Lige fra levering af individuelle frekvensomformerkomponenter til planlægning og levering af komplette frekvensomformersystemer; vores eksperter står klar til at yde support til vores kunder under hele forløbet.

Vi er nemme at handle med. Online og lokalt er vores eksperter i mere end 50 lande aldrig langt væk, og vi reagerer hurtigt, når du har behov for det.

Du får fordelene ved vores erfaring siden 1968. Vores lav- og mellemspændings-AC-frekvensomformere bruges sammen

med alle førende motormærker og teknologier fra små til store effektstørrelser.

VACON®-frekvensomformere kombinerer innovation og høj holdbarhed til fremtidens levedygtige industrier.

For at opnå lang levetid, høj ydeevne og proceskapacitet med fuld effektivitet kan du forsyne dine krævende procesindustrier og marineapplikationer med VACON®-frekvensomformere, enkeltapparater eller systemer.

- Marine og offshore
- Olie og gas
- Metaller
- Minedrift og mineraler
- Papirmasse og papir
- Energi
- Elevatorer og rulletrapper
- Kemikalier
- Andre industrier med tung belastning

VLT®-frekvensomformere

spiller en vigtig rolle i den hastige urbanisering i form af ubrudt kølekæde, friskvareforsyning, byggekomfort, rent vand og miljøbeskyttelse.

Idet de overgår andre præcisionsfrekvensomformere, udmærker de sig ved bemærkelsesværdig tilpasning, funktionalitet og adskillige tilslutningsmuligheder.

- Føde- og drikkevarer
- Vand og spildevand
- HVAC
- Køling
- Materialehåndtering
- Tekstil

VLT® | VACON®

Enhver produktinformation, herunder, men ikke begrænset til, information om valg af produkter, deres applikation eller brug, produktdesign, vægt, dimensioner, kapacitet eller andre tekniske data i kataloger, beskrivelser, prospekter, annoncer m.v., og uanset om informationen er givet i skrift, mundtligt, elektronisk, online eller via download, er at betragte som orienterende, og er kun forpligtende i det omfang, Danfoss udtrykkeligt henviser hertil i tilbud eller ordrebekræftelse. Danfoss påtager sig intet ansvar for mulige fejl i kataloger, brochurer, videoer og andet materiale. Danfoss forbeholder sig ret til uden varsel at foretage ændringer i sine produkter, såfremt dette kan ske uden væsentligt at ændre produkternes form eller funktion. Alle varemærker i dette materiale tilhører Danfoss A/S eller selskaber i Danfoss-koncernen. Danfoss og alle Danfoss logoer er varemærker tilhørende Danfoss A/S. Alle rettigheder forbeholdes.