

ENGINEERING  
TOMORROW

*Danfoss*

# Szisztematikus energiamegtakarítás

## EC+: intelligens trend a HVAC hajtások technológiájában

# EC+

Optimális rendszerhatásfok. A technológia szabad megválasztása. Válassza ki az optimális rendszeréhez a leghatékonyabb összetevőket.



[www.danfoss.hu/vlt](http://www.danfoss.hu/vlt)

**VLT**<sup>®</sup>  
THE REAL DRIVE

# Megnövelt hatásfok az optimalizált részegységeknek köszönhetően

**A Danfoss EC+ koncepciója** segítségével a PM-motorok használhatóvá válnak a Danfoss VLT® frekvenciaváltóival. A Danfoss a szükséges vezérlő algoritmust beépítette a meglévő VLT® frekvenciaváltó-sorozatba. Ez azt jelenti, hogy a kezelő számára nincs változás a frekvenciaváltót tekintve. A megfelelő motordatok bevitele után a felhasználó máris élvezheti az EC technológia magas hatásfokú motorjait.

## Az EC+ koncepció előnyei

- Szabadon megválasztható motortechnológia: PM vagy aszinkron motor, ugyanazon frekvenciaváltóval
- Az eszköz telepítése, beüzemelése és üzemeltetése nem változik
- Minden részegység gyártótól függetlenül választható meg
- Kiváló rendszerhatásfok az egyenként is magas hatásfokú alkatrészek összeválogatásával
- A meglévő rendszerekbe utólagos beszerelés is lehetséges
- Különböző névleges teljesítményű standard és PM motorok széles választéka áll rendelkezésre



Az épületgépészetben az energia megtakarításának fontos sarokköve a motorok fordulatszámának változtatása kompresszorokhoz, szivattyúkhoz és ventilátorokhoz. Ez két fő részre osztható: A berendezés és a motor magas hatásfoka, valamint az energiahatékony vezérlés.

A jobb hatásfokú indukciós motorok elterjedésének növekedése mellett magasabb hatásfokuknak köszönhetően az állandó mágneses forgórészű motorok is egyre gyakoribbak. A HVAC ágazatban az ilyen technológiájú motorok elsősorban „EC motorok” néven ismeretesek. Ezek a motorok a kefe nélküli egyenáramú motor (BLDC) elvén működnek. Az ilyen motorokat tipikusan alacsony légszállítású, külső forgórészes motorú ventilátorokban használják.

Annak érdekében, hogy a felhasználók az EC technológia nagy motorhatásfokát minden területen kihasználhassák, a Danfoss továbbfejlesztette a jól bevált VVC+ algoritmusát, és optimalizálta azt az állandó gerjesztésű szinkronmotorokhoz (PNSM). Az ilyen – gyakran egyszerűen állandó mágneses (PM) motoroknak nevezett – motorok hatásfoka ugyanakkora, mint az EC motoroké. Az EC motoroktól eltérően azonban mechanikai felépítésük azonos az IEC szabványos motorokéval, ezért könnyen beépíthetők mind az új, mind a meglévő rendszerekbe.

A Danfoss így jelentősen megkönnyíti a PM (állandó mágneses) motorok üzembe helyezését. A művelet ugyanolyan egyszerű, mint a normál aszinkron motorok esetén.

## Előnyök a felhasználók számára:

### Ismerős technológia

Sok felhasználó számára már ismerős a VLT® HVAC Drive frekvenciaváltókkal hajtott normál, aszinkron motorok üzemeltetése. A frekvenciaváltót lényegében ugyan úgy kell beállítani, elegendő a PM motor adatait bevinni. Az épületfelületesi rendszer szintén változatlan módon vezérli a frekvenciaváltót. Így rendkívül könnyű a különböző felépítésű motorok telepítése, akár egyazon rendszerbe is. Lehetőség van arra is, hogy valamely standard indukciós motort PM motorra cseréljék le. Az új PM technológia által megkövetelt többletismeret mennyisége minimális.

### Gyártófüggetlenség

A felhasználók teljes rugalmasságot élveznek, mivel a szükséges standard alkatrészek megválasztásánál különböző gyártók közül válogathatnak. Ha például valamely pótalkatrész beszerzése nehézségekbe ütközik, akkor ugyanaz az alkatrész más gyártótól is megvásárolható.

### Optimális rendszerhatásfok

Az optimális rendszerhatásfok kizárólag akkor érhető el, ha a lehető legjobb alkotórészeket építik be a rendszerbe. A jelentős mértékű energiamegtakarításhoz több szükséges, mint pusztán kiváló hatásfokú alkotórészek: a teljes rendszer hatásfokának is kiválónak kell lennie.

### Alacsony szervizköltség

Az integrált rendszerek gyakori hátránya, hogy egyes részegységeik külön nem cserélhetők. A kopó alkatrészek, pl. a motorcsapágyak nem mindig cserélhetők önmagukban. Ez a sajátosság igen költséges lehet. Az EC+ koncepció ezzel szemben szabványos, a felhasználó által külön-külön is cserélhető részegységeken alapul. A karbantartási költségek ennek köszönhetően minimalizálódnak.

# Az Ön energiaszámlája: részegységekért vagy a teljes rendszerért fizet?

A hatásfok javítása egyszerű módja az energiafogyasztás csökkentésének. Az Európai Unió szabványai ezért bizonyos műszaki eszközökre minimálisan előírt hatásfokot vezettek be. A hajtástechnológia terén a legjobb példa erre a háromfázisú indukciós motorokra előírt minimális energiahatékonysági előírások (MEPS) bevezetése. Az EU-s gyártók és felhasználók által piacra dobott motorok megadott dátumra meg kell feleljenek az előírt minimális hatásfok-követelményeknek:

Idő	Teljesítmény	MEPS	MEPS alternatíva
2011. június 16-tól	0,75–375 kW	IE2	–
2015. január 1-től	0,75–7,5 kW	IE2	–
	7,5–375 kW	IE3	IE2 + frekvenciaváltó
2017. január 1-től	0,75–375 kW	IE3	IE2 + frekvenciaváltó

Az EU-ban a megadott dátumokat követően megfelelő IE-besorolás nélkül új háromfázisú motorok nem dobhatók piacra.

$$\eta_{\text{rendszer}} = \eta_{\text{frekvenciaváltó}} \times \eta_{\text{motor}} \times \eta_{\text{kuplung}} \times \eta_{\text{ventilátor}}$$

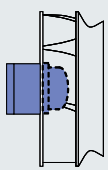
A rendszer hatásfokát a VDI DIN 6014 értelmében a részegységek hatásfokainak szorzásával kell kiszámítani.

A rendszer-üzemeltetőknek a valóban hatékony energiamegtakarítás érdekében mindig a teljes rendszert kell figyelembe venniük. Fizikai okok miatt a teljes idő 80%-nál kevesebbet üzemelő motorok nem teljesítik ezeket a követelményeket. Az ilyen üzemidejű motorok működésére jellemző gyakori indítási és leállítási ciklusok ugyanis az IE2 motoroknál annyira megnövelik az energiafogyasztást, hogy az meghaladja az üzem közben elérhető megtakarításokat. Ugyanez érvényes a motorok alkalmazásaira, pl. a ventilátorokra és szivattyúkra is. Az ilyen alkalmazásoknál több energia takarítható meg a fordulatszám szabályozására beépített frekvenciaváltóval, mint akár a legjobb hatásfokú motorral ki-be kapcsolású szabályozás esetén.

## 2 x 2 = 4 ? Az ördög a részletekben lakozik

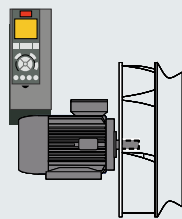
A felhasználók számára a döntő tényező nem az egyes részegységek hatásfoka, hanem a teljes rendszeré. Erre gyakorlati példa látható a külső forgórészes motorok által meghajtott radiális ventilátorok EC-változatánál. A kompakt kialakítás érdekében itt a motor benyúlik a járókerék bemeneti keresztmetszetébe. Ez rontja a ventilátor, és így az egész egység hatásfokát. Ennek eredményeképpen a magas hatásfokú motor használata nem eredményez jó rendszerhatásfokot.

### Példa a hatásfok kiszámítására: hajtásrendszer 450 mm-es radiális ventilátorral



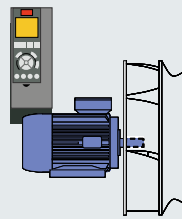
EC motor + beépített elektronika + ventilátor

$$\begin{aligned} \eta_{\text{Hajtás}} &= 89\% \\ \eta_{\text{Ventilátor}} &= 68\% \\ \eta_{\text{Rendszer}} &= 60\% \end{aligned}$$



Aszinkron motor + frekvenciaváltó + közvetlen hajtású ventilátor

$$\begin{aligned} \eta_{\text{Hajtás}} &= 83\% \\ \eta_{\text{Ventilátor}} &= 75\% \\ \eta_{\text{Rendszer}} &= 63\% \end{aligned}$$



PM/EC motor + frekvenciaváltó + közvetlen hajtású ventilátor

$$\begin{aligned} \eta_{\text{Hajtás}} &= 89\% \\ \eta_{\text{Ventilátor}} &= 75\% \\ \eta_{\text{Rendszer}} &= 66\% \end{aligned}$$

A hajtások megadott hatásfoka (frekvenciaváltó és motor) mérésen, a ventilátorok hatásfoka pedig a gyártói katalógusok adatain alapul. A közvetlen meghajtású ventilátornak köszönhetően a kuplung hatásfoka 1.

# Mik azok az EC motorok?

A HVAC szektor piacán az „EC motor” kifejezés alatt rendszerint egy adott típusú motort értenek. Az ilyen motorok általában kompakt felépítésűként és jó hatásfokúként élnek a köztudatban. Az EC motorok az egyenáramú motorok hagyományos szénkefés kommutációja helyett kefe nélküli, elektronikus kommutációt (EC) alkalmaznak. Ennek megvalósításához a gyártók a motor tekercselését állandó mágnesekkel helyettesítik, és kommutációs áramkört elemeket építenek be. A mágnesek használatával a hatásfok javul, az elektronikus kommutációnak köszönhetően pedig kiküszöbölhető a szénkefék mechanikus kopása.

Az ilyen motorok működési elve az egyenáramú motorokén alapul, ezért az EC motorokat kefe nélküli DC (BLDC) motoroknak is hívják.

E motorok általában az alacsony, néhány száz wattos teljesítménytartományban használatosak. A HVAC szektorban ilyen típusú motorokat alkalmaznak külső forgórészű motorként, jelenleg kb. 6 kW-ig terjedő teljesítménytartományban.

## A technológia

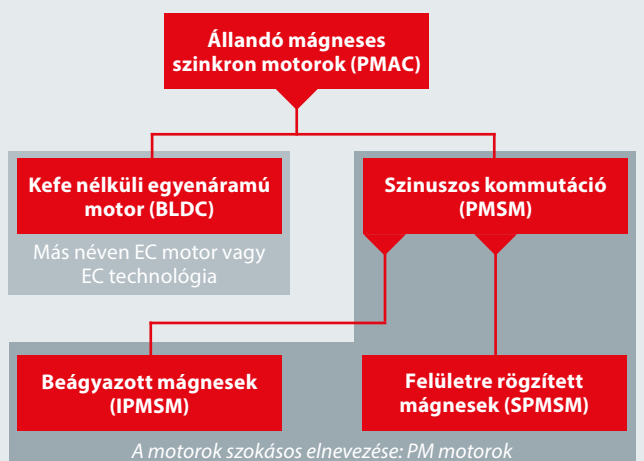
A beépített állandó mágnesek miatt az állandó gerjesztésű motorok nem igényelnek külön gerjesztőtekercset.

Szükség van azonban egy forgó mezőt generáló elektronikus szabályozóra. A közvetlenül a hálózatról történő üzem általában nem vagy csak a hatásfok csökkenése mellett lehetséges.

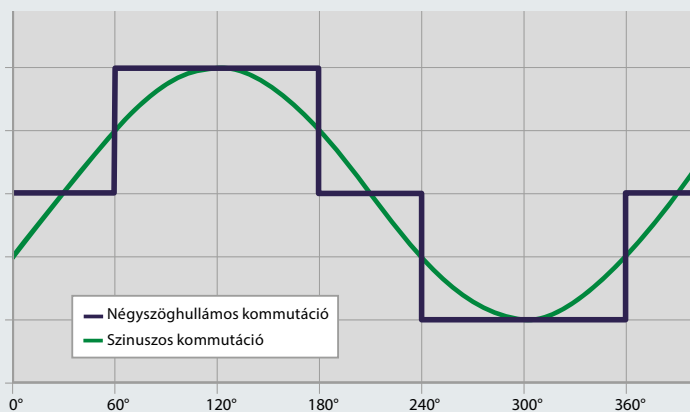
A motor hajtásához a vezérlőnek (pl. a frekvenciaváltónak) képesnek kell lennie folyamatosan meghatározni a forgórész pillanatnyi helyzetét.

Az állandó gerjesztésű motoroknál a fő különbség az indukált belső feszültség hullámformájában mutatkozik. Generátorként működve az állandó mágneses motor feszültséget hoz létre: ez az ún. indukált belső feszültség. Az ilyen típusú motor optimális szabályozhatósága megköveteli, hogy a vezérlő a tápfeszültség hullámformáját a lehető legjobban megfeleltesse az indukált belső feszültség hullámformájának. A BLDC motorok esetén a gyártók négyszöghullámos kommutációt használnak, mert a feszültség hullámformája trapéz alakú.

Az állandó gerjesztésű szinkron motorok (PMSM) indukált belső feszültsége szinuszos, ezért ezek szinuszos kommutációval működnek. A szinuszos kommutációjú motorok között további különbséget kell tenni az alapján, hogy a mágnesek a forgórészre felragasztva (SPMSM), ill. a forgórész laminátumába építve (IPMSM) helyezkednek-e el. E kissé hosszadalmas rövidítések további lerövidítése érdekében a szinuszos kommutációjú motorokat a gyakorlatban „PM motorok” néven emlegetik.



PMAC = Permanent Magnet AC; BLDC = Brushless DC; PMSM = Permanent Magnet Synchronous Motor; IPMSM = Interior PMSM (embedded magnets); SPMSM = Surface PMSM (magnets mounted on rotor)



# PM motorok – az EC motorok alternatívái?

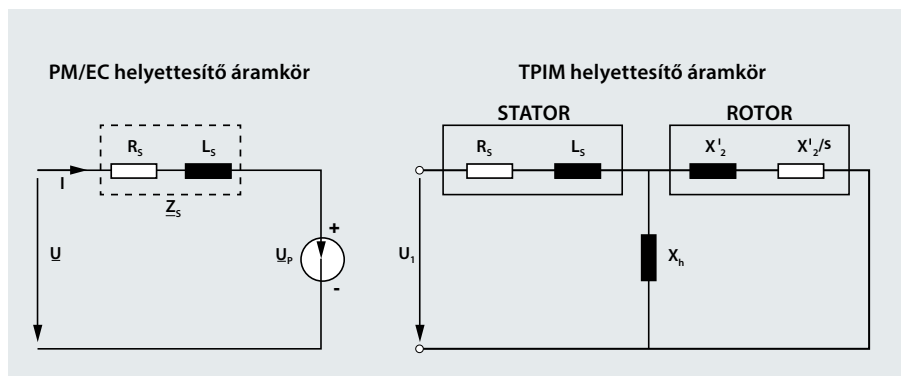
Minden más technológiához hasonlóan az állandó mágneses motorok típusainak is megvannak a maguk előnyei és hátrányai. A szinuszos kommutációjú PM motorok szerkezeti szempontból könnyebben megvalósíthatók, de bonyolultabb vezérlőáramkört igényelnek. Az EC motorokra mindennek az ellenkezője igaz: a négyszöghullámos indukált belső feszültség létrehozása nehezebb, a vezérlőáramkörök kialakítása azonban egyszerűbb.

Az EC technológiánál azonban a négyszöghullámos kommutáció miatt a nyomatéklüktetés nagyobb, illetve magasabbak a vasvesztések is. Emellett az áram 1,22-szer akkora, mint a PM motoroknál, mivel három helyett csak két fázison folyik.

## Hatásfok

Ha a forgórészben állandó mágneseket használnak, akkor a motor forgórész-vesztései gyakorlatilag teljesen elkerülhetők. Ez jobb hatásfokot eredményez.

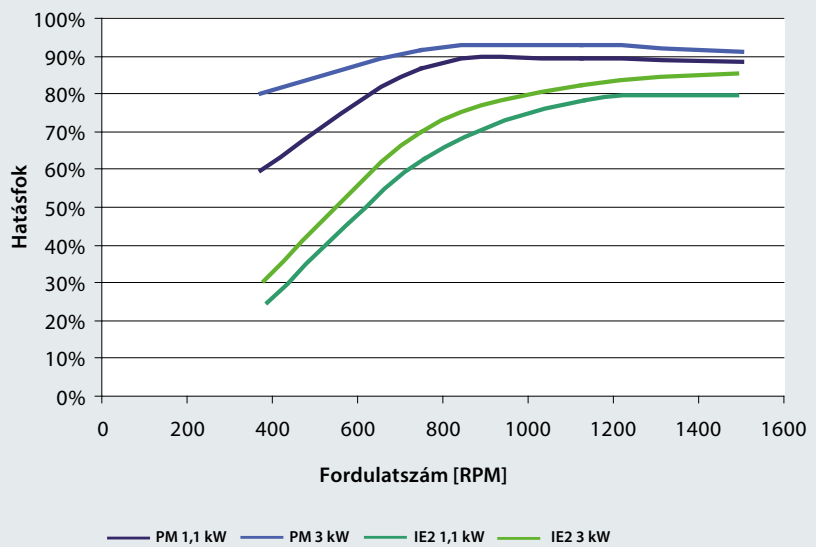
Az EC motorok hatásfoka különösen a néhány száz wattos teljesítménytartományban haladja meg jelentősen az elterjedtebb árnyékolt pólusú és egyfázisú motorokét. Ez az oka annak is, hogy az EC motorok hatásfoka rendkívül jó. A háromfázisú indukciós motorokat tipikusan 750 wattot meghaladó névleges teljesítményeknél alkalmazzák. Az ilyen motorokhoz képest a hatásfok különbsége jóval kisebb az EC motorok javára, és a különbség a teljesítmény növekedésével egyre csökken. A hasonló konfigurációjú (betáplálás, EMC-szűrő, stb.) EC és PM motorrendszerek (elektronika + motor) hatásfoka hasonló.



TPIM = Háromfázisú indukciós motor

Az egyszerűsített helyettesítő áramkörök összehasonlításából látható, hogy a PM/EC motoroknak nincsenek forgórész-vesztései. Emiatt a hatásfokuk magasabb, mint a háromfázisú motoroké.

## A PM/EC és az IE2 (VT) összehasonlítása



Az ábra egy független egyetem által mért hatásfok görbét mutat a fordulatszám függvényében, a szükséges vezérlőelektronika veszteségeit is figyelembe véve.

# PM motorok szabványos IEC méretekkel

Jelenleg számos alkalmazásban használnak az IEC EN 50487 és IEC 72 szabványoknak megfelelő, szabványosított szerelési és mechanikai méretekkel rendelkező háromfázisú indukciós motorokat. A legtöbb PM motor kialakítása azonban ettől eltérő. A szervomotorok ennek tipikus példái. Kompakt felépítésükkel és hosszú forgórészükkel e motorok a nagy dinamikájú alkalmazások igényeihez optimalizáltak.

Annak érdekében, hogy az állandó gerjesztésű motorok magas hatásfokát a meglévő rendszerekben is ki lehessen használni, jelenleg már szabványos IEC méretezésű PM motorok is kaphatók. Ennek köszönhetően a meglévő rendszerek régebbi típusú szabványos háromfázisú indukciós motorjai (TPIM) jobb hatásfokú motorokra cserélhetők le.

Jelenleg alapvetően kétféleképpen választható meg a PM motorok IEC-méretezése.

## 1. lehetőség:

Azonos vázméret  
A PM/EC és a TPIM motorok vázmérete azonos.

### Példa:

Egy 3 kW-os TPIM lecserélhető egy azonos méretű PM/EC motorra.

## 2. lehetőség:

Optimalizált vázméret  
A PM/EC és a TPIM motorok névleges teljesítménye azonos. A PMSM motorok rendszerint kompaktabb kialakításúak, mint az azonos névleges teljesítményű TPIM-ek, ezért a TPIM által igényeltnél kisebb IEC-vázméret is elegendő.

### Példa:

Egy 3 kW-os TPIM lecserélhető egy 1,5 kW-os TPIM motorral azonos vázméretű PM/EC motorra.

## EC+: új technológia ismerős környezetben

A Danfoss EC+ koncepcióját úgy tervezték meg, hogy számos felhasználói követelménynek megfeleljen. A koncepció segítségével a PM-motorokat a Danfoss standard frekvenciaváltóival lehet használni. A felhasználók tetszőleges gyártótól választhatnak motort, azt a Danfoss frekvenciaváltó kiválóan fogja hajtani. Így az EC technológia jó hatásfoka már viszonylag alacsony költséggel elérhetővé válik, ugyanakkor szükség esetén a teljes rendszer optimalizálható marad.

Az, hogy a rendszer egyes alkotórészeiből mindig kiválasztható a legmegfelelőbb lehetőség, szintén sok előnyt kínál. A szabványos részegységeknek köszönhetően a felhasználó nem függ egy adott gyártótól, és a pótalkatrészek hozzáférhetősége hosszú ideig garantált. A mechanikai méreteket a későbbi átalakításnál vagy bővítésnél sem kell megváltoztatni. Az üzembeli helyezés hasonlóan történik, mint a háromfázisú indukciós motoroknál, csupán a motor paraméterei különböznek kissé. A szabványos részegységek használatához hasonlóan ez is hozzájárul ahhoz, hogy a berendezéseket telepítő és az üzembe helyező személyzet számára ne kelljen további képzést nyújtani.



Azonos teljesítményű, hagyományos háromfázisú indukciós motor (lent) és optimalizált PM motor (fent) méreteinek összehasonlítása



A motor adattábláján és a műszaki adatlapján lévő adatokat meg kell adni a frekvenciaváltónak.

# Energiamegtakarítás: A jövőnk záloga – vagy csak marketingfogás?

**A felhasználók kevés témával találkoznak gyakrabban, mint az energiamegtakarítás kérdésével. Minden új eszköz, rendszer és megoldás egyre jobb és jobb hatásfokú, egyre több energiát takarít meg és jobban kíméli a környezetet, mint az előző.**

## **A fokozott odafigyelés javítja az értékes energia gondos felhasználását**

Az energia sokáig igen olcsó volt, így sok cégre és fogyasztóra nem hatottak elégséges gazdasági ösztönzők annak megtakarítására. Az energiához való hozzáállás csak azután kezdett változni, hogy az energiaárak nagymértékben megnövekedtek, és az energia drága mulatsággá vált.

Ennek az irányvonalnak jó példái a termosztatikus radiátorszelepek, amelyek mára már mindennaposá váltak az épületekben. Amikor a Danfoss az 1950-es években elsőként állt elő ilyen szelepekkel, még csekély érdeklődést keltett velük. A szelepek iránti kereslet csak az 1970-es évek elején, az akkoriban égbe szökő energiaárak miatt növekedett meg drámaian.

A keresletet ma az energiaárak mellett a nagyobb környezettudatosság, valamint a különböző politikai intézkedések is növelik. Többek között a hajtási rendszerekre is előírt kötelező minimális hatásfok célja a műszaki termékek hatékonyságának javítása.

## **Van egyszerű megoldás?**

Sok területen igen könnyen jelentős megtakarítások érhetők el, másról viszont ugyanehhez több ráfordítás és szaktudás szükséges. Ezt példázzák az energiatakarékos lámpák is. Az energiafogyasztás csökkentéséhez rendszerint energiatakarékos lámpákra cserélik a standard izzókat. Azonban különböző típusú energiatakarékos lámpák érhetők el különböző árakon, ez pedig azt mutatja, hogy nem minden termék egyforma. A hálózati interferencia, a lámpák színspektruma, a hatásfoka, a megengedett bekapcsolási folyamatok, ill. a higanytartalom okozta hulladékkezelési problémák csak néhány azon „mellékhatások” közül, amikkel csak később szembesül a felhasználó.

## **Alkalmazások, rendszerproblémák**

Ha olyan helyiségbe szerelnek energiatakarékos lámpát, amelynek világítása csak ritkán használatos (pl. pincébe), akkor megkérdőjelezhető, hogy ez környezetvédelmi vagy gazdasági szempontból megéri-e. Általában tanácsos a különálló részegységek hatásfokát egyenként is növelni, de ennek a teljes rendszerre vonatkozóan nem mindig van értelme. A Danfoss a hajtási rendszerek területén számos energiatakarékos szempontot ismertett az „Okos megtakarítás az automatizálás terén” című kiadványában. A kiadvány a hajtási technológia számos alkalmazását tárgyalja, így az épületirányítási rendszerek főbb alkalmazásait is.



Milyen szempontokat kell figyelembe venni a ventilátorok és szivattyúk fordulatszám-szabályozásánál? Az „Okos megtakarítás az automatizálás terén” című kiadvány ezzel a kérdéssel, valamint a hajtási rendszereknél elérhető energiamegtakarítás számos egyéb szempontjával is foglalkozik.

**1,5 millió**

**VLT® HVAC Drive világszerte – a megtakarítás nagyobb, mint 60 millió háztartás éves energiafogyasztása**

# Ami a VLT® háttérében van

A Danfoss Drives a frekvenciaváltók világelső szállítója  
– és tovább növeli piaci részesedését.

## A környezet védelmében

A VLT® termékek előállításakor tekintettel vagyunk a fizikai és a társadalmi környezetre.

Minden tevékenységünket a dolgozók, a munkakörnyezet és a külső környezet figyelembevételével tervezzük meg és hajtjuk végre. A termelés nem jár zajjal, füsttel vagy más szennyezéssel, és a termékek biztonságosan ártalmatlanná tehetőek.

### UN Global Compact

A Danfoss társadalmi és környezeti felelősségvállalását az ENSZ a Global Compact címmel ismerte el, és vállalkozásaink felelősséggel viseltetnek a helyi közösségek iránt.

### EU direktívák teljesítése

Összes gyártóüzemünk tanúsított az ISO 14001 szabvány szerint, és maradéktalanul teljesíti az EU elektromos és elektronikus készülékekből származó hulladékre vonatkozó WEEE direktíváját, a GPSD általános termékbiztonsági direktívát és a gépipari direktívát. A Danfoss Drives minden termékcsaládjánál megszüntette az ólom használatát, és megfelelt az RoHs direktívának.

### A termékek hatása

Az egy év alatt gyártott VLT® frekvenciaváltókkal egy atomerőmű termelésének megfelelő energiát lehet megtakarítani. Ezzel párhuzamosan a jobb gyártási technológiáknak köszönhetően javul a termékminőség és csökken a készülékek elhasználódása.

## A frekvenciaváltók elkötelezettségei vagyunk

Az elhivatottság a kulcsszó 1968 óta, amikor is a Danfoss bemutatta a világ első sorozatban gyártott, aszinkron motorok fordulatszám-szabályozására alkalmas hajtását, a VLT-nek nevezett frekvenciaváltót. Kétezer munkatársunk kizárólag a frekvenciaváltókat és a lágyindítókat fejleszti, gyártja, árusítja és szervizeli, több mint száz országban.

## Intelligens és innovatív

A Danfoss Drives fejlesztőmérnökei a modularitás elvét alkalmazzák a felhasználói igények teljesítésére a fejlesztés, a tervezés, a gyártás és a készre szerelés során. A következő generációs tulajdonságok kidolgozásában speciális technológiai platformokat használnak fel. Ez lehetővé teszi, hogy minden elem fejlesztése párhuzamosan történjen, lecsökkenti a piacra jutás idejét, valamint biztosítja, hogy a vásárlók mindig a legújabb tulajdonságok előnyeit élvezhessék.

## Bízva szakértőre!

Felelősséget vállalunk termékeink minden részegységéért, hiszen az a tény, hogy magunk fejlesztjük és gyártjuk a hardvereket, a szoftvereket, a tápegységeket, a nyomtatott áramköröket és a kiegészítőket, garantálja Önnek termékeink megbízhatóságát.

## Segítség a helyszínen – az egész világon

VLT® frekvenciaváltók világszerte működnek a legkülönbözőbb alkalmazásokban, és a Danfoss Drives szakemberei mindig készek alkalmazási tanáccsal vagy szervizeléssel támogatni ügyfeleinket, bárhol is legyenek a világon.

A Danfoss Drives szakemberei a vásárlók frekvenciaváltókkal kapcsolatos bármely problémáját megoldják.



[www.danfoss.hu/vlt](http://www.danfoss.hu/vlt)