



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Frequentieregeling

In opdracht van het ministerie van Economische Zaken

Factsheet Frequentieregeling

Maatregel betreft

Het toepassen van een frequentieregeling op elektromotoren. Met een frequentieregeling wordt het toerental aangepast aan de vraag. Hierdoor verbruikt een elektromotor niet meer energie dan nodig. Dit kan in verschillende toepassingen:

- bij pompen
- ventilatoren (inclusief luchtkoelers)

De factsheet beschrijft deze toepassingen van een frequentieregeling.

Kern

Frequentiegeregelde pompen

In veel pompsystemen wordt een teveel aan pompcapaciteit terug gebracht door een smoorklep. Vervanging van een smoorklep door een frequentieregeling bespaart veel energie. Als een pomp 20% teveel vermogen heeft, is een besparing van 25-33% mogelijk. Als de pomp minimaal 4.000 uur draait en 20% van het pompvermogen gesmoord wordt, wordt een frequentieregelingen gewoonlijk binnen 5 jaar terugverdiend. Als de frequentieregeling meer uren in bedrijf is of als er meer pompvermogen gesmoord wordt is de terugverdientijd nog korter.

| | |
|-----------------------------|---|
| Toepassingscriteria: | Doorgaans zijn frequentieregelingen op pompen rendabel als de pomp minimaal 2.000 uur 20% van het vermogen of meer tegen een afsluiter aan pompt. |
| Typerend kostenniveau: | 2.000-17.000 € per frequentieregeling (voor respectievelijk 5,5 tot 160 kW motoren) met 0-10.000 € additionele kosten voor bekabeling. |
| Typerende besparing: | 20-50%. |
| Typerende terugverdientijd: | < 2 jaar bij pompvermogens groter dan 15 kW, zonder additionele bekabeling. |

Frequentiegeregelde ventilatoren

In de praktijk komt het vaak voor dat de aandrijfmotoren van deze ventilatoren ontworpen zijn voor een veel groter vermogen dan dat de meeste tijd nodig is. Het aanbrengen van een frequentieregeling op de aandrijfmotor van de ventilator(en) kan dan veel energie besparen.

| | |
|-----------------------------|--|
| Toepassingscriteria: | Doorgaans zijn frequentieregelingen rendabel als het motorvermogen circa 40% van het vermogen terug geregeld wordt. Additionele maatregelen die genomen moeten worden voor de installatie van de frequentieregelaar kunnen veel duurder zijn dan de frequentieregelaar zelf. Dit is zowel in ATEX als buiten ATEX-omgevingen mogelijk. |
| Typerend kostenniveau: | 2.000-17.000 € per frequentieregeling (voor respectievelijk 5,5 tot 160 kW motoren) met 0-10.000 € additionele kosten voor bekabeling. |
| Typerende besparing: | 20-50% afhankelijk van de regeling in de uitgangssituatie. |
| Typerende terugverdientijd: | Voor een ventilator van 30 kW zonder bekabeling: ca. 3-4 jaar in geval van een slipkoppeling en minder dan 1 jaar in geval van een aanzuigdemper. |

Beschrijving

Frequentiegeregelde pompen

Volgens inschattingen van het Fraunhofer Gesellschaft (Fraunhofer, 2005) is van driekwart van de pompen in de industrie de pompcapaciteit minimaal 20% te groot¹. Het teveel aan pompcapaciteit wordt gewoonlijk teruggebracht door een smoorklep. In andere gevallen gebeurt dit met een

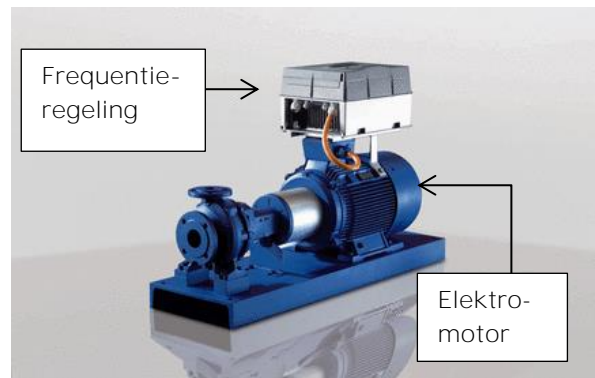
1

Volgens inschattingen van het Fraunhofer instituut uit 2005 wordt 64% van de energie in de industrie gebruikt voor het aandrijven van elektromotoren en 30% van die elektromotoren drijven pompen aan (presentatie: Technischer Leitfaden - LÖSUNGEN ZUR VERBESSERUNG IHRER MOTOREN-SYSTEME beschikbaar via www.motorchallenge.de).

bypass. De energiebesparing is groter naarmate de smoorklep verder dichtstaat. Voor de berekening van de terugverdientijd is het van belang dat additionele kosten zoals bekabeling soms veel duurder zijn dan de frequentieregelaar zelf. Dit geldt zowel binnen als buiten ATEX-omgevingen. Verder zijn sommige oudere motoren niet geschikt voor frequentieregelingen (met name bij oudere ATEX-motoren komt dit voor), maar bij vervanging is er altijd wel een motor beschikbaar die wel geschikt is voor frequentieregeling. De ruimte in regelkasten kan beperkt zijn. In de praktijk komt het vaak voor dat pompen tegen een smoorklep pompen, omdat de pomp overgedimensioneerd is of omdat er even geen of minder toe- of afvoer van vloeistoffen nodig is. In die gevallen is er sprake van energieverspilling.

Er zijn twee mogelijkheden om deze energieverspilling sterk te reduceren.

- In het geval dat een pomp continue in dezelfde mate gesmoord wordt, kunnen de pompbladen (de waaiers) aangepast worden;
- In het geval dat de benodigde vraag varieert kan er een frequentieregeling op de aandrijfmotor van de pomp gezet worden.



Figuur 1: aandrijfmotor met frequentieregeling

Deze factsheet richt zich op de tweede mogelijkheid. De pompen waarbij dit het grootste effect heeft zijn pompen met een variabel koppel, zoals centrifugaal pompen. Het benodigde vermogen voor de aandrijving van de pomp (P) wordt bepaald door de massa van de vloeistof die per seconde verpompt moet worden ($\rho g Q$) de druk die daarbij overwonnen moet worden (H) en het rendement van motor (η) waardoor de pomp wordt aangedreven:

$$P = \frac{\rho g Q H}{\eta}$$

Uitgaande van deze vergelijkingen is voor een aantal pompen uitgerekend wat de energiebesparing is als je een smoorklep vervangt door een frequentieregeling om het debiet 20% terug te brengen.

Kosten verbonden aan pompaanpassingen

De kosten voor het aanbrengen van frequentieregeling op de aandrijfmotor van een pomp bestaan uit de kosten van de frequentieregelaar zelf en de installatie van de frequentieregelaar, inclusief additionele kosten voor bekabeling en het maken van ruimte in een meterkast. Het maakt daarbij een verschil of het gaat om een bestaande motor die wordt aangepast of om een nieuwe motor die meteen met frequentieregelaar wordt uitgevoerd.

Vaak kan de frequentieregeling gekoppeld worden aan de energietoevoer van de aandrijfmotor van de pomp en wordt de frequentieregeling op een vaste stand gezet. In die gevallen is er geen sprake van extra kosten. Als er wel extra bekabeling en aansluiting op computers van regelsystemen nodig zijn, kunnen deze kosten als volgt ingeschat worden. De kosten van **bekabeling bedragen circa 100 €/m** en een aansluiting op de computer van een regelsysteem **circa € 1.000**. In de 'worst case scenario' dat er wel een extra aansluiting op de computer nodig is en wegens omstandigheden er 90 meter kabel nodig is, lopen de extra kosten per frequentieregeling **op tot € 10.000**. De terugverdientijden zijn berekend voor de situatie zonder extra kosten en voor een 'worst case scenario' met € 10.000 aan extra kosten voor bekabeling, etc. Overige aannames die gemaakt zijn voor deze berekening zijn dat de pompen 360 dagen per jaar 24 uur per dag in gebruik zijn (8.640 uur). Als de pomp minder uren in bedrijf is kan de juiste terugverdientijd berekend worden door de terugverdientijd te vermenigvuldigen met 8.640 gedeeld door het juiste aantal bedrijfsuren. De elektriciteitsprijs voor grootverbruikers is gesteld op 0,065 €/kWh (CBS, 2013).

Tabel 1 Energiebesparing en terugverdientijd door toepassen van frequentieregelingen

| Q | H | P | Stand smoorklep | Energiebesparing | | Prijs frequentieregeling incl. installatie en bekabeling (€) | | Terugverdientijd (jaar) | |
|-------------------|----|------|--------------------|------------------|---------|---|--------------------|----------------------------|--------------------|
| | | | | % | kWh | Kabels= 0€ | Kabels= 10.000€ | Kabels= =0€ | Kabels= 10.000€ |
| m ³ /h | m | kW | % gesloten | % | kWh | Kabels= 0€ | Kabels= 10.000€ | Kabels= =0€ | Kabels= 10.000€ |
| 300 | 4 | 5,5 | 20 | 25,4 | 7.511 | 2.000 | 12.000 | 4,1 | 24,6 |
| 500 | 8 | 15,5 | 20 | 29,6 | 29.186 | 3.200 | 13.200 | 1,7 | 7,0 |
| 500 | 8 | 15,5 | 50 | 68,6 | 52.130 | 3.200 | 13.200 | 0,9 | 3,9 |
| 500 | 16 | 30 | 20 | 31,6 | 62.128 | 5.000 | 15.000 | 1,2 | 3,7 |
| 500 | 22 | 45 | 20 | 32,1 | 86.734 | 6.700 | 16.700 | 1,2 | 3,0 |
| 1.200 | 22 | 110 | 20 | 32,1 | 208.162 | 12.000 | 22.000 | 0,9 | 1,6 |

Deze waarden zijn berekend gebruikmakend van het programma PumpSafe52 van ABB (ABB, 2013), en de brutoprijzen voor de frequentieregelingen inclusief installatie.

Frequentiereguleerde ventilatoren

Op dit moment nemen aandrijfmotoren van ventilatoren bijna 10% van het industriële elektriciteitsverbruik binnen de EU voor hun rekening (Fraunhofer, 2005). In deze situaties kan het aanbrengen van een frequentieregeling op de aandrijfmotor van de ventilator(en) veel energie besparen. De omvang van de energiebesparing is afhankelijk van hoeveel te groot het motorvermogen is. In ons voorbeeld gaan we ervan uit van een ventilator met een motor van 30 kW die gemiddeld 38% te veel vermogen geeft. Deze gebruikt een slipkoppeling om het motorvermogen terug te regelen.

Door vervanging van de slipkoppeling door een frequentieregeling is in deze situatie een energiebesparing van 27% mogelijk. Als er geen slipkoppeling gebruikt werd maar een aanzuigdemper, dan is zelfs een energiebesparing van 52% mogelijk. De besparingen van andere type regelingen zitten hier tussen in. In het voorbeeld ligt de terugverdientijd op 3,4 jaar. Bij grotere motorvermogens ligt de terugverdientijd lager, bij kleinere hoger. Grosso modo geldt dat de terugverdientijd korter is dan 5 jaar voor motoren met een vermogen van 15,5 kW of meer. Als extra bekabeling of aansluiting op een computer van het regelsysteem nodig zijn kan dit veel duurder zijn dan de frequentieregelaar zelf. Dit geldt zowel binnen als buiten ATEX-omgevingen.

De mate waarin er energie bespaard kan worden hangt sterk af van de mate waarin het vermogen van de motor van de ventilator terug geregeld wordt. In onze berekeningen zijn we uitgegaan van de verdeling van het debiet over het jaar zoals weergegeven in tabel 2.

Totaal wordt er 62% van het debiet gebruikt dat debiet vergeleken met de situatie dat de ventilator 100% op vol vermogen draait (38% is overbodig). De motor wordt geregeld door een slipkoppeling.



Figuur 2: Industriële Ventilatoren

Uitgaande van vervanging van de slipkoppeling door een frequentieregeling is voor een aantal ventilatoren van verschillende grootte berekend wat de energiebesparing en de bijbehorende terugverdientijd is.

Bij de berekening van de terugverdientijd is uitgegaan van een situatie zonder extra kosten en een situatie met hoge extra kosten. Vaak kan de frequentieregeling gekoppeld worden aan de energietoevoer van de ventilator en wordt de frequentieregeling op de bestaande regeling op de motor gezet. In die gevallen is er geen sprake van extra kosten. Als er wel extra bekabeling nodig

is en additionele aansluiting op computers van regelsystemen, kunnen de bijbehorende kosten als volgt ingeschat worden. De kosten van bekabeling bedragen circa 100 €/m en een aansluiting op de computer van een regelsysteem kost circa € 1.000. Een voorbeeld met hoge extra kosten is de situatie dat er een extra aansluiting op de computer nodig is en 90 meter kabel nodig is. In die situatie lopen de extra kosten per frequentieregeling op tot € 10.000.

Aannames bij de berekening zijn dat de frequentieregeling 360 dagen per jaar nodig is (8.640 uur) en dat het motorvermogen gemiddeld 38% wordt teruggebracht. Verder is aangenomen dat de frequentieregeling een slipkoppeling vervangt. Onder deze aannames bedraagt de terugverdientijd minder dan 5 jaar voor een frequentieregeling op aandrijfmotoren van 15,5 kW of meer.

Tabel 2 Energiebesparing en terugverdientijd door toepassen van frequentieregelingen ter vervanging van een slipkoppeling

| Debiet | Drukval | Vermogen | Energiebesparing | | Prijs frequentieregeling incl. kabels (€) | | Terugverdientijd (jaar) | |
|-------------------|---------|----------|------------------|----------|---|----------------|-------------------------|----------------|
| | | | €/jaar | kWh/jaar | Kabels=0€ | Kabels=10.000€ | Kabels=0€ | Kabels=10.000€ |
| m ³ /s | Pa | kW | | | | | | |
| 10 | 300 | 5,5 | 256,9 | 3.952 | 2.000 | 12.000 | 7,8 | 47 |
| 10 | 850 | 15,5 | 726,9 | 11.183 | 3.200 | 13.200 | 4,4 | 18 |
| 10 | 1.700 | 30 | 1.450,5 | 22.315 | 5.000 | 15.000 | 3,4 | 10 |
| 10 | 3000 | 45 | 2.550,9 | 39.245 | 6.700 | 16.700 | 2,6 | 6,5 |
| 5 | 15.000 | 110 | 6.174,8 | 94.997 | 12.000 | 22.000 | 1,9 | 3,6 |
| 5 | 23.000 | 160 | 9.261,1 | 142.478 | 17.000 | 27.000 | 1,8 | 2,9 |

De aanname over de soort regeling in de uitgangssituatie bepaalt in hoge mate de energiebesparing die gerealiseerd kan worden. Daarom geven we hieronder per type regeling de mogelijke besparing. Hieruit blijkt dat de terugverdientijd kan halveren als de frequentieregeling een aanzuigdemper vervangt.

Tabel 3 Energiebesparing door vervanging van het type regeling in de tabel door een frequentieregeling

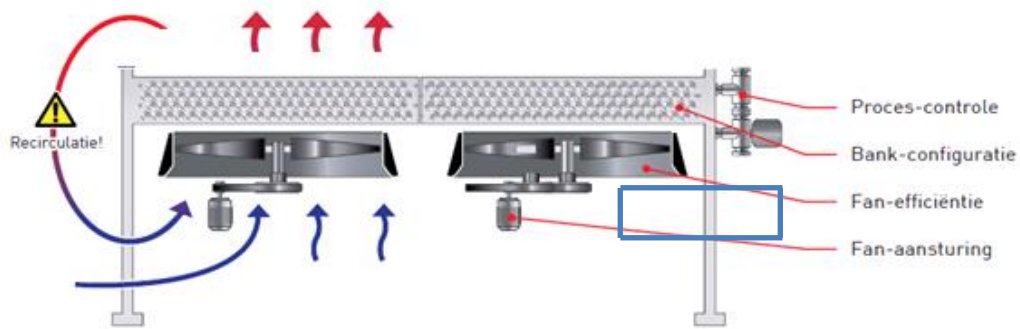
| Type regeling | Energiebesparing (%) |
|---------------------------|----------------------|
| Uitblaasdemper | 44 |
| Slipkoppeling | 27 |
| Spanningscontrole (TRIAC) | 34 |
| 2 snelheden motor | 32 |
| Aanzuigdemper | 52 |

Luchtkoeler als specifiek voorbeeld van een ventilator

In de industrie worden productstromen vaak gekoeld met luchtkoelers, vaak in de vorm van air fin banken. De koelvraag voor air fin banken speelt vooral in de zomer. 's Winters is de koelvraag aanzienlijk lager; in de orde van 20–35% minder koelvraag. De ventilatoren van air fin banken draaien doorgaans echter met een vast, niet regelbaar vermogen. 's Winters draaien ze dus ook op volle capaciteit zonder dat dat nodig is. Dit leidt tot een onnodig gebruik aan energie.

Op de motoren van de ventilatoren kan frequentieregeling worden aangebracht. Dit maakt het mogelijk om het vermogen te variëren over het jaar, met de koelvraag. Hiermee kan doorgaans meer dan 25% op het energiegebruik worden bespaard. Ook de aanpassing van de ventilatorbladen kan het rendement van de ventilator verhogen.

Uitgaande van een luchtkoeler met een vermogen van 30 kW, liggen de kosten voor een frequentieregeling op ca. € 5.000. Daarnaast zijn er vaak kosten voor het aanleggen van bekabeling. Deze zijn sterk afhankelijk van de locatie, maar kan oplopen tot meer ca. € 10.000. Een jaarlijkse besparing van 30% op het energiegebruik leidt bij een air fin met een vermogen van 30 kW tot een jaarlijkse besparing van ca. € 5.100 op de elektriciteitskosten (bij een elektriciteitsprijs van 0,065 €/kWh). De terugverdientijd is dan ongeveer een jaar, als investeringen nodig zijn voor de bekabeling is dit hoger, tot ca. 3 jaren.



Figuur 3: Grafische weergave van de werking van een luchtkoeler

Opmerking: Frequentieregelde aansturing van fans zorgt er tevens voor dat er minder slijtage optreedt aan ventilatoren. Een ander belangrijk aspect is vermindering van de geluidsbelasting, relevant omdat luchtkoelers relatief veel geluid produceren.

Referenties

ABB, 2013

Pump save : Energy saving calculator

Website tool te raadplegen via:

<http://www.abb.com/product/seitp322/5fcd62536739a42bc12574b70043c53a.aspx>

CBS, 2013.

Statline. Te raadplegen op <http://statline.cbs.nl/Statweb/>

Fraunhofer Gesellschaft, 2005

Motor Challenge Program : Technischer Leitfaden : Lösungen zur verbesserung ihrer Motoren-systeme. Te raadplegen via: <http://www.motor-challenge.de/module/brochures/technischer-de.pdf>

Geraadpleegde bedrijven:

- ABB

<http://www.abb.com/product/seitp322/5fcd62536739a42bc12574b70043c53a.aspx>

- KSB, Zwanenburg

<http://www.ksb.com/ksb-nl>



Dit is een publicatie van:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Croeselaan 15 | 3521 BJ Utrecht
Postbus 8242 | 3503 RE Utrecht
T +31 (0) 88 042 42 42
F +31 (0) 88 602 90 23
E klantcontact@rvo.nl
www.rvo.nl

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van het ministerie van Economische Zaken.

© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | januari 2016

Publicatienummer: RVO-010-1601/FS-DUZA

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) stimuleert duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen. Met subsidies, het vinden van zakenpartners, kennis en het voldoen aan wet- en regelgeving. RVO.nl werkt in opdracht van ministeries en de Europese Unie.

RVO.nl is een onderdeel van het ministerie van Economische Zaken.