

ENGINEERING  
TOMORROW

*Danfoss*

Brochure | Harmonischnreductie

# Harmonischen in water- en afvalwaterinstallaties – kies verstandig om kosten te beperken

Bespaar

**44%**

op uw energierekening  
voor harmonischn-  
reductie met de actieve  
filteroplossingen  
van Danfoss

[drives.danfoss.com](https://drives.danfoss.com)

**VLT**<sup>®</sup>









# Blijf alert op alternatieven

Op het gebied van harmonischenreductie is er geen enkele oplossing op de markt die het allemaal kan:

- de beste prestaties
- het hoogste systeemrendement tegen de laagste kosten
- conformiteit met alle normen
- geschikt voor frequentieregelaars met elk vermogen
- te gebruiken in zowel nieuwe als retrofitinstallaties

De meest kosteneffectieve en technisch superieure oplossing voor een bepaalde installatie hangt altijd af van de toepassingsvereisten, de ernst van de harmonischen, de kosten, en de voordelen die de diverse technologieën bieden.

Kunnen we eigenlijk wel spreken van kosteneffectieve harmonischenreductie? Dat kunnen we zeker en wel hierom:

Harmonischen vergroten de risico's, beïnvloeden de productkwaliteit en verhogen de bedrijfskosten. Het beperken van harmonischen zorgt voor een indirecte verlaging van de energiekosten door de verliezen in transformatoren, bekabeling en apparaten te beperken. Deze indirecte besparingen zijn de reden dat systemen met harmonischenreductie, ongeacht de gebruikte technologie, het totale systeemrendement verbeteren.

Het gebruik van Active Front End frequentieregelaars (AFE frequentieregelaars) voor het beperken van harmonischen maakt een snelle opmars. AFE frequentieregelaars zijn ontworpen voor regeneratie en zijn de beste keuze wanneer regeneratie vereist is. Het gebruik van AFE frequentieregelaars voor het beperken van harmonischen leidt echter tot een significante toename van de OPEX per jaar vanwege inherent hogere verliezen. Het is dus cruciaal om alert te blijven bij het bepalen van uw keuze.

Bent u op zoek naar een zuiniger oplossing die harmonischen even goed beperkt? Actieve filters zijn een zeer rendabel alternatief en besparen tot 44% op de energierekening in vergelijking met traditionele oplossingen.





## Wat zijn harmonischen?

In het ideale geval levert een netvoeding een zuivere sinus met een basisfrequentie van 50 of 60 Hz en is alle elektrische apparatuur ontworpen voor optimale prestaties op deze voeding.

Harmonischen zijn spanningen en stromen met frequenties die overeenkomen met gehele veelvoud van de grondfrequentie, die de zuiver sinusvormige golfvorm in een netvoedingcircuit vervuilen.

Vermogenselektronica zoals gebruikt in gelijkrichters, frequentieregelaars, UPS, lichtdimmerschakelaars, televisies en talrijke andere apparaten, trekken een niet-sinusvormige stroom.

Deze niet-sinusvormige stroom beïnvloedt de netvoeding en vervormt de spanning in meer of mindere mate, afhankelijk van de sterkte of zwakte (netimpedantie) van de netvoeding.

Hoe groter het aantal geïnstalleerde elektrische apparaten ter plaatse, hoe sterker de harmonische vervorming.

## Waarom zijn harmonischen een probleem?

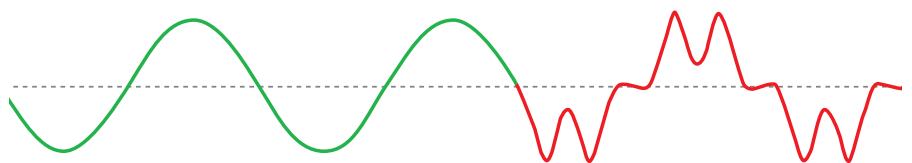
Overmatige harmonische vervorming van de netvoeding impliceert dat de bron niet alleen een frequentie van 50 of 60 Hz bevat, maar ook componenten met hogere frequenties.

Deze componenten kunnen niet door elektronische apparatuur worden benut, waardoor de negatieve effecten van harmonische vervorming ernstig kunnen zijn. Deze omvatten:

- Beperkingen in het uitnutten van voeding en voedend net
- Hogere verliezen

- Extra opwarming in transformator, motor en bekabeling
- Gereduceerde levensduur van de apparatuur
- Kostbare ongeplande productiestops
- Storingen in het besturingssysteem
- Pulserend en gereduceerd motorkoppel
- Verhoogd geluidsniveau

Met andere woorden, harmonischen verlagen de betrouwbaarheid, beïnvloeden de productkwaliteit en verhogen de bedrijfskosten.



*Illustratie van een zuiver sinusvormige golfvorm die vervuild wordt*



# Niet alle frequentieregelaars zijn gelijk

## – Geschikt om harmonischen te beperken

Veroorzaakt elke geïnstalleerde frequentieregelaar harmonische vervorming? Beslist niet.

Alle Danfoss VLT® frequentieregelaars zijn uitgerust met ingebouwde DC-spoelen\* om de harmonische vervorming te beperken en in de meeste gevallen is dit voldoende om spanningsvervuiling te voorkomen.

In sommige gevallen kan extra onderdrukking van harmonischen nodig zijn vanwege de netcondities of wanneer meerdere frequentieregelaars worden geïnstalleerd.

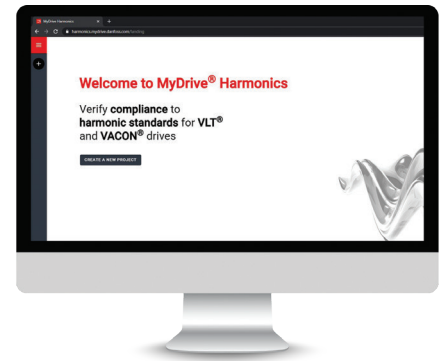
Daarom biedt Danfoss een breed pakket afzonderlijke oplossingen voor harmonischenreductie, zoals 12-puls frequentieregelaars en standaard frequentieregelaars met ingebouwde of externe, actieve of passieve harmonischenfilters, waaronder AFE's.

Daarnaast biedt Danfoss ook actieve oplossingen voor centrale harmonischenonderdrukking, waarbij meerdere belastingen tegelijkertijd kunnen worden gecompenseerd.

Met de gratis digitale tool MyDrive® Harmonics kunt u eenvoudig de mate van spanningsvervuiling op uw net bepalen.

MyDrive® Harmonics is een professionele harmonischen-simulatietool waarmee u kunt bepalen of harmonischen in uw systeem een probleem zullen vormen wanneer u frequentieregelaars installeert. Deze vergelijkt de voordelen van de diverse oplossingen voor harmonischenreductie uit de Danfoss productportfolio en berekent vervolgens de harmonische vervorming om er zeker van te zijn

dat het systeem voldoet aan een reeks relevante normen. Het is de ideale ontwerptool voor zowel nieuwe als upgradeprojecten.



 Maak kennis met **MyDrive® Suite**, die u toegang biedt tot **MyDrive® Harmonics**

*\*Uitgezonderd VLT® Micro Drive FC 51 met een nominaal vermogen van 7,5 kW of minder, waarvoor een externe oplossing voor harmonischenreductie beschikbaar is.*



*Danfoss biedt ontwerpondersteuning om voor elk project de meest geschikte oplossing voor harmonischenreductie aan te bevelen. Zo nodig omvat de ondersteuning door Danfoss ook een harmonischenonderzoek ter plaatse.*

## Het selecteren van de beste harmonischenoplossing

Er zijn verschillende apparaten beschikbaar om de harmonische vervuiling te beperken en deze bieden allemaal specifieke voor- en nadelen.

Geen enkele oplossing is perfect voor alle toepassingen en netcondities.

Om de optimale oplossing voor harmonischenreductie te bepalen, moet rekening worden gehouden met diverse parameters.

De belangrijkste parameters kunnen in de volgende groepen worden ingedeeld:

- Netcondities, met inbegrip van andere belastingen
- Toepassing
- Conformiteit met normen
- Kosten
- Energierendement

Danfoss kan op verzoek een volledige harmonischenanalyse uitvoeren en de meest geschikte en kosteneffectieve oplossing voor uw specifieke omstandigheden aanbevelen.

Daarbij wordt rekening gehouden met de geïnstalleerde belastingen, de wettelijke normen en de verscheidenheid van uw bedrijfsactiviteiten en toepassingen.



# De essentiële overwegingen – optimalisatie van uw bedrijfsactiviteiten dankzij een holistische aanpak

*In de afvalwaterzuiveringsinstallatie van Putrajaya houden actieve harmonischenfilters de THDv onder 5%.*

*Drie actieve harmonischenfilters zorgen bij Nordlaks voor een betrouwbare recirculatie van de aquacultuur voor jonge zalm.*



## Hoe beïnvloeden de netcondities de harmonische vervuiling?

De belangrijkste factor bij het bepalen van de harmonische vervuiling van een voedingsnet is de systeemimpedantie.

De systeemimpedantie is vooral afhankelijk van de grootte van de transformator ten opzichte van het totale energieverbruik van geïnstalleerde belastingen. Hoe groter de transformator is ten opzichte van het niet-sinusvormige energieverbruik, hoe minder vervuiling.

Het stroomnet is een onderling verbonden systeem van voedingen en energieverbruikers die allemaal via transformatoren aangesloten zijn. Alle belastingen die een niet-sinusvormige stroom trekken, dragen bij tot de vervuiling van het stroomnet

– niet enkel bij laagspanningsvoeding maar ook bij hogere spanningsniveaus.

Wanneer bij een contactdoos gemeten wordt, zal er dus altijd enige vervuiling aanwezig zijn. Deze wordt harmonische predistorsie genoemd. Aangezien niet alle verbruikers driefasestroom trekken, is de belasting op elke fase anders. Dit leidt tot ongelijke spanningswaarden op elke fase, waardoor de fasen in onbalans raken.

De immuniteit tegen predistorsie en onbalans is voor elke harmonischen-oplossing anders en moet daarom worden geëvalueerd om de meest geschikte oplossing voor harmonischenreductie te bepalen.



*In deze afvalwaterzuiveringsinstallatie met meer dan 100 frequentieregelaars bestaat een harmonische balans, waardoor er een energieoverschot wordt gegenereerd.*

*Affinity Water bespaart 350.000 € dankzij het gebruik van frequentieregelaars met een buitengewoon hoog rendement in combinatie met actieve filters voor harmonischnreductie.*



## Welke aspecten zijn voor uw toepassing belangrijk?

Harmonische vervorming neemt toe naarmate er meer energie wordt verbruikt door niet-lineaire belastingen. Daarom moet rekening worden gehouden met zowel het aantal geïnstalleerde frequentieregelaars als de vermogensklasse en het belastingsprofiel van elke frequentieregelaar.

De vervorming van een frequentieregelaar wordt bepaald door de totale harmonische stroomvervorming (THDi), die de verhouding aangeeft tussen de som van de harmonische componenten en de grondfrequentie.

De belasting van elke frequentieregelaar is belangrijk omdat de THDi toeneemt bij gedeeltelijke belastingen, wat betekent dat het overdimensioneren van frequentieregelaars een hogere harmonische vervuiling op het net zal veroorzaken.

Bovendien moet rekening worden gehouden met milieu- en fysieke beperkingen, omdat de verschillende oplossingen allemaal kenmerken hebben waardoor ze in meer of mindere mate geschikt zijn voor specifieke omstandigheden.

Zo moet u bijvoorbeeld rekening houden met wandruimte, koellucht (vervuild/verontreinigd), trillingen, omgevingstemperatuur, hoogte boven zeeniveau, luchtvochtigheid enz.

## Wordt er voldaan aan alle normen wereldwijd?

Om een bepaalde netkwaliteit te waarborgen, eisen de meeste energiemaatschappijen dat verbruikers zich aan de normen en aanbevelingen houden.

De normen verschillen per regio en bedrijfssector, maar ze hebben allemaal één basisdoel: het beperken van de spanningsvervorming op het net.

Normen zijn afhankelijk van de netcondities. Daarom is het onmogelijk om de naleving van normen te waarborgen zonder de specificaties van het net te kennen.

De normen zelf leggen geen verplichtingen op ten aanzien van specifieke oplossingen voor harmonischnreductie. Het vereist daarom inzicht in de normen en aanbevelingen om onnodige kosten voor apparatuur voor harmonischnreductie te vermijden.

## Welke kosten brengt het toepassen van harmonischnreductie met zich mee?

Tot slot moeten de initiële kosten en bedrijfskosten worden geëvalueerd om ervoor te zorgen dat de meest kosteneffectieve oplossing wordt gevonden.

De initiële kosten van de diverse oplossingen voor harmonischnreductie hangen af van het vermogensbereik van de frequentieregelaar. De oplossing voor harmonischnreductie die het meest kostenbesparend is voor een specifiek vermogensbereik is niet per se de beste kosteneffectieve oplossing voor het volledige vermogensbereik.

De bedrijfskosten hangen af van de efficiëntie van de oplossing voor het totale belastingsprofiel en de onderhouds-/servicekosten gedurende de volledige levensduur.

Actieve oplossingen bieden het voordeel dat de werkelijke arbeidsfactor over het gehele belastingsbereik dicht bij één blijft, wat resulteert in een goede energiebenutting bij gedeeltelijke belastingen.

Daarnaast moet rekening worden gehouden met plannen voor toekomstige ontwikkeling van de installatie of het systeem, omdat de ene oplossing ideaal kan zijn voor een statisch systeem, terwijl een andere oplossing meer flexibiliteit biedt wanneer uitbreiding van het systeem nodig is.







# Kosteneffectieve harmoniseringenreductie

## – meer dan één route

Bij het plannen van een systeem is de bescherming van grondstoffen en het milieu even belangrijk als de prestaties en technische betrouwbaarheid van een product.

### Belangrijke selectiecriteria: energieverbruik en OPEX

Vanuit zowel milieuduurzaamheid als economisch perspectief moeten we energie zo efficiënt mogelijk gebruiken. Een logische aanpak is daarom om het energieverbruik aan te passen aan de werkelijke behoeften van de installatie. Er zijn meerdere manieren om dat te bereiken.

Ventilatoren en pompen draaien vaak 24/7. Daarom zijn een optimaal energieverbruik en lage bedrijfskosten (OPEX) belangrijke selectiecriteria bij het plannen van een installatie.

Wist u dat laagefficiënte reductietechnieken en een starre toepassing van extreem strikte specificaties kunnen leiden tot onnodige kosten? Danfoss adviseert om kosteneffectieve keuzes te maken die tevens duurzaam zijn, op basis van gezond verstand en praktische overwegingen.

### Active front-end – of toch niet?

Als het doel een laag harmoniseringen-niveau is, wordt steeds vaker de zogenaamde Active Front End (AFE)-techniek toegepast. Het gebruik van een op AFE gebaseerd product kan een goede oplossing zijn, maar het moet met de nodige aandacht worden toegepast.

Bestudeer de 3 routes voor kosteneffectieve reductie en bekijk het voorbeeld op pagina 11 over het kostenplaatje van de verschillende alternatieven voor harmoniseringenreductie, om inzicht te krijgen in het hoe en waarom. Een van die alternatieven is een AFE-oplossing. De andere oplossing is gebaseerd op actieve filters.

## Drie routes voor kosteneffectieve reductie

### 1. Gebruik apparatuur voor harmoniseringenreductie alleen wanneer dat nodig is

Het is niet nodig om lager te gaan dan de norm voorschrijft. Streef ernaar de harmoniseringen alleen te regelen volgens de vereiste norm en op basis van de installatievereisten. Een bedradingsanalogie: Zou u de motorkabels overdimensioneren omdat u in de toekomst misschien een grotere motor nodig hebt? Waarschijnlijk niet.

Geen enkele oplossing voldoet aan alle behoeften. Houd rekening met verschillende aspecten van de systeemprestaties om een optimale oplossing te vinden. Wij kunnen u helpen bij het vinden van de beste oplossing voor harmoniseringenreductie voor uw systeem.

Vuistregel: pas geen reductie toe wanneer de belasting van de frequentieregelaar minder is dan 40% van de totale transformatorbelasting. Wees voorzichtig met een eventuele generatorvoeding (backupvoeding).

### 2. Ontwerp om te voldoen aan de voorschriften

Voorschriften specificeren THDV-vereisten, maar ze specificeren geen THDi-vereisten.

Ontwerp daarom op basis van een THDV van 5% om aan de voorschriften te voldoen. Er zijn geen voorschriften die een THDi van  $\leq 5\%$  – of THDi  $\leq 8\%$  – op de netklemmen van de frequentieregelaar vereisen. Wanneer deze THDi-niveaus worden gespecificeerd, moeten onnodige kosten worden gemaakt om het ontwerp hieraan te laten voldoen.

Voer eenvoudige analyses uit. In minder dan 10 minuten kunt u berekeningen maken die u duizenden euro's kunnen besparen. Evalueer het hele systeem om de beste oplossing te vinden.

Dat gaat heel eenvoudig met onze gratis versie van MyDrive® Harmonics.

 **Ontdek MyDrive® Harmonics**

### 3. Selecteer apparatuur voor harmoniseringenreductie op basis van OPEX-berekeningen

In een installatie levert het energieverbruik van frequentieregelaars een belangrijke bijdrage aan de bedrijfskosten. Daarom is het valideren van de efficiëntie, inclusief een berekening van de energieverliezen, een belangrijke stap bij het selecteren van apparatuur voor harmoniseringenreductie.

De efficiëntie van 6-puls frequentieregelaars van diverse leveranciers verschilt gewoonlijk slechts 0,5%. Het is echter niet ongebruikelijk dat het verschil in de efficiëntie van reductieapparatuur van diverse leveranciers maar liefst 1-2% bedraagt. Het is belangrijk om de berekeningen uit te voeren voordat u een keuze maakt.



# Afvalwaterzuiveringsinstallatie

## – harmonischiensreductie in de praktijk

Omdat typische afvalwaterzuiveringsprocessen 25-40% van een gemeentelijk elektriciteitsbudget opslokken, is het besparingspotentieel enorm.

Afvalwaterzuiveringsinstallaties zijn gewoonlijk de grootste elektriciteitsverbruiker van een gemeente. Het hoge energieverbruik heeft te maken met zeer energie-intensieve processen en continue 24/7 bedrijfscycli, 365 dagen per jaar. Water- en afvalwaterzuiveringsprocessen worden gekenmerkt door een grote variatie in de belasting tijdens de 24-uurs cyclus en in de seizoenen gedurende het jaar. Om aan de wisselende vraag te kunnen voldoen, worden frequentieregelaars steeds vaker gebruikt om blowers, pompen en andere gemotoriseerde apparatuur te regelen.

### Overweeg een actief filter als alternatief

Harmonischen in het elektrische stroomnet veroorzaken systeemstoringen die apparatuur extra belasten en onregelmatige prestaties veroorzaken. Traditionele AFE-oplossingen voor harmonischenreductie vereisen de installatie van een filter op elke frequentieregelaar in een systeem.


De geldende normen stellen dergelijke eisen echter niet aan harmonischenreductie voor afzonderlijke frequentieregelaars. Om op investeringen, ruimte en energiekosten te besparen, stellen we voor om alleen filters te installeren die nodig zijn om te voldoen aan bv. IEEE 519.

Onze geavanceerde actieve filtertechnologie maakt het mogelijk om een opstelling te creëren met een centrale filteroplossing, terwijl u nog steeds aan de nieuwste reguleringsnormen voldoet.

In tegenstelling tot traditionele harmonischenreductie op basis van Active Front End-technologie, identificeert het Advanced Active Filter harmonische vervorming in het systeem en injecteert het een tegenstroom om de elektrische verstoring op te heffen.

Actieve filters bieden een compactere oplossing om harmonische vervorming te verminderen dan traditionele AFE-technologie, terwijl de daarvoor benodigde energie wordt gehalveerd!

Energie-efficiënte oplossingen zijn ook een belangrijk aspect bij het selecteren van een oplossing voor harmonischenreductie. Door een hoogefficiënte oplossing voor harmonischenreductie te selecteren, bespaart u vaak 2% en verkort u de terugverdientijd met 1 jaar. Samen kunnen we een grote stap zetten om onze klimaatdoelstellingen te halen.

Lees [hier](#) meer 

### Danfoss Advanced Active Filter AAF 007

Het Danfoss Advanced Active Filter AAF 007 is ontworpen om harmonische vervorming van centraal of decentraal geïnstalleerde Danfoss frequentieregelaars te beperken. De nieuwste generatie SiC-schakelaars biedt een ongeëvenaarde hoge efficiëntie met 60% lagere vermogensverliezen dan vergelijkbare filters en een effectieve eliminatie van hoge-orde harmonischen. Het filter is geschikt voor alle frequentieregelaars in de Danfoss productportfolio en is bij levering geconfigureerd en afgesteld, klaar voor gebruik met de meegeleverde stroomtransducers.



Lees meer over Danfoss  
Advanced Active Filter AAF 007



## Voorbeeld

Voor een bestaande afvalwaterzuiveringsinstallatie is een capaciteitsverhoging nodig. Behalve naleving van de plaatselijke normen vereist de investeerder vaak een onnodige technische veiligheidsmarge voor extra zekerheid: een THDi-niveau lager dan 5%, ongeacht de belasting.

Wat de meeste investeerders niet beseffen, is dat deze extra buffer in de THDi-begrenzing kan leiden tot significant hogere bedrijfskosten. Van de leverancier wordt verwacht dat die een efficiënt, betrouwbaar systeem levert met een hoog niveau van redundantie, service en technische ondersteuning, en vooral met een sterke focus op efficiëntie en energiebesparing.

We bespreken hieronder de efficiëntie en het kostenplaatje van 2 mogelijke oplossingen met frequentieregelaars, die beide aan de vereisten voldoen:

- Scenario A: Standaard VLT® AQUA FC 202 in combinatie met een actief filter
- Scenario B: Low Harmonic Drive met AFE-technologie

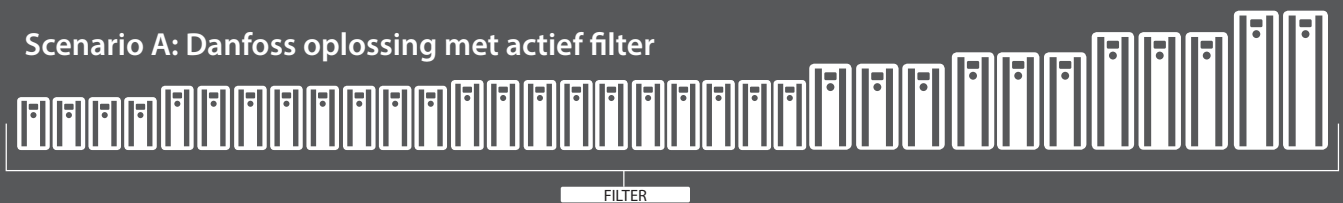
De apparatuur die voor elk scenario nodig is, staat vermeld in Tabel 1.

**Tabel 1: Vereiste apparatuur voor harmoniseringenreductie in afvalwaterzuiveringsinstallaties, scenario A & B**

Geïnstalleerde apparatuur									
Vermogen motoras [kW]	5,5	7,5	11	22	75	90	250		
Aantal mixers		3	4	2					
Aantal pompen	3	3	4		2	2			
Aantal blowers							1		
Aantal frequentieregelaars	3	6	8	2	2	2	1		
Aantal backup mixers/pompen/ blowers & frequentieregelaars	1	2	2	1	1	1	1		
Aantal filters									1
Scenario A: Danfoss harmoniseringenreductie met VLT® AQUA Drive FC 202 en actief filter									
Verliezen per frequentieregelaar [W] <sup>1)</sup>	187	225	291	444	1022	1232	4039		
Filterverliezen [W]								7925	
Elektriciteitskosten van verliezen per frequentieregelaar gedurende 10 bedrijfsjaren <sup>2)</sup>	€1.311	€1.577	€2.039	€3.112	€7.162	€8.634	€28.305	€55.538	
Totale kosten voor verliezen									
	€3.931	€9.461	€16.315	€6.223	€14.324	€17.268	€28.305		<b>€151.366</b>
Scenario B: Traditionele harmoniseringenreductie met vergelijkbare frequentieregelaars op basis van AFE									
Verliezen per frequentieregelaar [W] <sup>1)</sup>	329	395	579	912	2963	3168	9135		
Elektriciteitskosten van verliezen per frequentieregelaar gedurende 10 bedrijfsjaren <sup>2)</sup>	€2.306	€2.768	€4.058	€6.391	€20.765	€22.201	€64.018		
Totale kosten voor verliezen									
	€6.917	€16.609	€32.461	€12.783	€41.529	€44.403	€64.018		<b>€218.720</b>

1) Verliezen in de motor worden buiten beschouwing gelaten. Geschat maximaal vermogensverlies, afkomstig uit de handleidingen van de frequentieregelaars  
2) 0,1 euro per kWh x 24 uur x 365 dagen x 10 jaar. Apparaatgebruik is op 80% gezet, omdat frequentieregelaars niet altijd bij volledige belasting draaien

### Scenario A: Danfoss oplossing met actief filter



### Scenario B: Traditionele oplossing met AFE frequentieregelaar





# Afvalwaterzuiveringsinstallatie

## – harmonischeductie in de praktijk

### Analyse

#### Scenario A – Danfoss oplossing met actief filter

Gebruik de MyDrive® Harmonics tool om de verschillende belastingsomstandigheden te simuleren en een filteradvies te krijgen. De simulatieresultaten worden weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2: Simulatieresultaten van de MyDrive® Harmonics tool

Prestaties aan secundaire zijde van transformator: 80% belasting op frequentieregelaars							
AAF-grootte	Geen AAF	90 A	180 A	270 A	360 A	450 A	540 A
THDu (%) transformator secundair	2,6	2,0	1,5	1,2	1,0	1,0	1,0
THDi (%)	27,1	21,5	15,1	9,6	5,0	2,2	2,2

Prestaties aan secundaire zijde van transformator: 40% belasting op frequentieregelaars							
AAF-grootte	Geen AAF	90 A	180 A	270 A	360 A	450 A	540 A
THDu (%) transformator secundair	1,7	1,1	0,8	0,6	0,5	0,5	0,5
THDi (%)	35,2	25,2	16,2	8,8	2,7	2,7	2,7

AAF: Advanced Active Filter

We gaan nu kijken naar de simulatieresultaten. In dit geval adviseert Danfoss om helemaal geen filter te installeren. Dimensionering om te voldoen aan de nationale THDv-vereisten van een THDv van 5% staat garant voor een probleemloze werking met de hoogst mogelijke efficiëntie van de installatie tegen de laagste investeringskosten. Dat betekent dat de investeringskosten voor filters volledig worden geëlimineerd, terwijl ook de filterverliezen geen rol meer spelen.

Om te voldoen aan de door de klant gespecificeerde THDi-vereiste van maximaal 5% THDi, is een filter van 360 A nodig. Dit is echter een overcompensatie die zowel de CAPEX als de OPEX onnodig verhoogt, terwijl de robuustheid van de installatie hierdoor niet wordt verbeterd.

Voor een goede vergelijking zullen we echter het 360A-filter in de berekeningen gebruiken.





Een oplossing met actief filter biedt een waardevolle besparing gedurende de hele levensduur

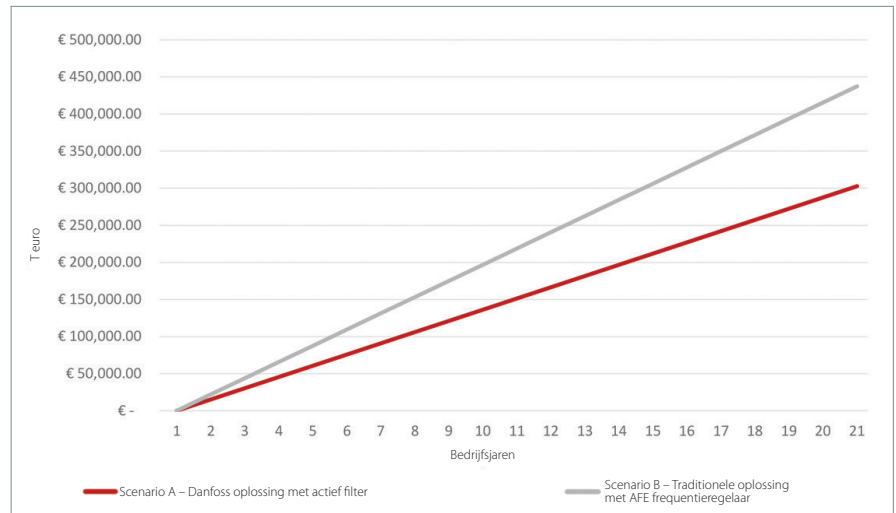
### Scenario B – oplossing met AFE frequentieregelaar

De AFE-gebaseerde Low Harmonic Drive voldoet bij alle belastingen aan de eis van een THDi lager dan 5%.

Waarom is de efficiëntie van de oplossing zo'n belangrijk aspect? De efficiëntie is de allerbelangrijkste factor voor de bedrijfskosten. In Figuur 1 ziet u de ontwikkeling van de kosten voor elektriciteitsverliezen in de loop der tijd.

Het zal duidelijk zijn dat de Danfoss oplossing met actief filter (A) na verloop van tijd significant lagere energieverliezen genereert dan de traditionele oplossing met een AFE frequentieregelaar (B).

Figuur 1. Totale elektriciteitsverliezen in de loop der tijd



### Waarom is de efficiëntie zo belangrijk?

Ventilatoren en pompen draaien vaak 24/7. Daarom zijn een optimaal energieverbruik en lage bedrijfskosten (OPEX) belangrijke selectiecriteria bij het plannen van een installatie.

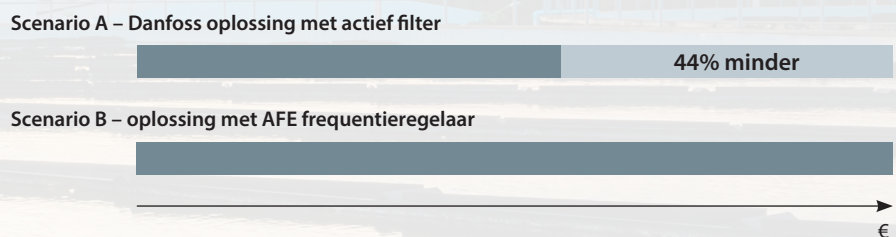
In de afgelopen decennia zijn de kosten van een variabele toerentalregeling met behulp van frequentieregelaars gedaald, terwijl de energieprijzen zijn gestegen. Dit maakt het aantrekkelijker om frequentieregelaars toe te passen op nagenoeg alle draaiende werktuigen. Gedurende de levensduur van de frequentieregelaar spelen de energiekosten een belangrijke rol, vooral omdat de pompen in de afvalwaterzuiveringsinstallatie 24/7 draaien. Bij het selecteren van een frequentieregelaaroplossing met harmonischedreductie zijn de efficiëntie en de kosten van verliezen dan ook belangrijke selectiecriteria. Het voorbeeld toont aan dat de harmonischedreductie beperkende

frequentieregelaaroplossing van Danfoss aanzienlijk efficiënter is dan het traditionele alternatief, dankzij de gecombineerde efficiëntie van frequentieregelaar en actief filter.

Zoals uit tabel 1 blijkt, bedragen de kosten van verliezen respectievelijk € 151.366 voor de Danfoss oplossing en € 218.720 voor de traditionele oplossing.

Op basis van tabel 1 verbruikt de Danfoss oplossing 44% minder energie dan de traditionele oplossing. Daarom zal de afvalwaterzuiveringsinstallatie 44% op de energiekosten voor harmonischedreductie besparen door te kiezen voor de Danfoss oplossing met actief filter, zoals te zien is in Figuur 2.

Figuur 2. Vergelijking van het energieverbruik





# Afvalwaterzuiveringsinstallatie

## – Harmonischenreductie in de praktijk

### Conclusie

**Het voorbeeld laat duidelijk zien dat het gebruik van een oplossing op basis van actieve filters harmonischenreductie mogelijk maakt zonder stilstand van de installatie, tegen 44% lagere bedrijfskosten en met een hogere efficiëntie ten opzichte van een AFE-gebaseerde oplossing.**

In scenario A kan één actief filter harmonischenreductie bieden voor meerdere 6-puls aandrijfsystemen. Als de backup frequentieregelaars worden geactiveerd, worden ook die beperkt door hetzelfde actieve filter.

In scenario B is één AFE per frequentieregelaar vereist, zodat er een groot aantal AFE's nodig kan zijn bij een volledig systeem met meerdere frequentieregelaars. Er zijn ook extra AFE's nodig voor de backup frequentieregelaars, wat de investeringskosten nog verder verhoogt.

### Extra voordelen van Danfoss Advanced Active Filter AAF 007

- Het actieve filter wordt parallel aan de frequentieregelaaringang geïnstalleerd. Daardoor blijft de frequentieregelaar normaal werken als het filter defect raakt, waardoor een ononderbroken werking van de afvalwaterzuiveringsinstallatie wordt gewaarborgd. Deze topologie staat garant voor een betrouwbaar systeem met een hoog redundantieniveau.
- Het actieve filter bespaart energie door naar de 'slaapmodus' te gaan wanneer de harmonischenniveaus laag zijn. Wanneer dit kenmerk in de berekening wordt meegenomen, zijn zelfs nog grotere elektriciteitsbesparingen mogelijk dan hier worden beschreven.

 Lees meer over **Danfoss Advanced Active Filter AAF 007**

### Extra voordelen van de VLT® AQUA Drive

- Ontworpen voor minimaal 10 jaar onderhoudsvrij gebruik
- Bespaar 10-50% extra met de deragging-/pompreinigingsfunctie die uniek is voor de VLT® AQUA Drive
- Bespaar tot 90% op uw airconditioningkosten dankzij het unieke backchannel koelconcept
- Condition-based monitoring op basis van edge computing is in de frequentieregelaar geïntegreerd

 Lees **meer over VLT® AQUA Drive**





# Hebt u nog vragen?

## – hier zijn de antwoorden

### Moet ik altijd een actief filter gebruiken voor harmonisiereductie?

Als het gaat om harmonisiereductie is er geen enkele oplossing op de markt die:

- de beste prestaties levert
- het hoogste systeemrendement biedt tegen de laagste kosten
- aan alle normen voldoet
- geschikt is voor alle frequentieregelaars
- in zowel nieuwe als retrofitinstallaties kan worden gebruikt

De meest kosteneffectieve en technisch superieure oplossing voor een bepaalde installatie hangt altijd af van de toepassingsvereisten, de ernst van de harmonischen, de kosten, en de voordelen die de diverse technologieën bieden. In sommige gevallen is er fysieke ruimte beschikbaar voor het installeren van filters, en in andere gevallen niet.

Danfoss biedt een uitgebreid productportfolio voor harmonisiereductie en Danfoss wil de klanten adviseren over de optimale oplossing, waarbij rekening wordt gehouden met alle factoren.

Neem contact op met een verkoopmedewerker in uw regio om u te adviseren over harmonisiereductie voor uw specifieke installatie.

### Waarom leidt de AFE frequentieregelaar tot grotere verliezen dan een standaard 6-puls frequentieregelaar?

Een AFE frequentieregelaar bevat twee keer zoveel vermogenslektronica als

een standaard frequentieregelaar, plus een LCL-filter, dat geen deel uitmaakt van een standaard frequentieregelaar. Twee keer zoveel vermogenslektronica betekent een verdubbeling van het risico op componentuitval, maar het betekent ook een hoger vermogensverlies over de frequentieregelaar, zoals blijkt uit het voorbeeld.

### Leidt een AFE-gebaseerde LHD-oplossing tot een betere totale systeemefficiëntie?

Wanneer harmonisiereductie vereist is, zal elke oplossing die de harmonischen beperkt, de efficiëntie van het totale systeem verbeteren.

Het is bekend dat harmonisiereductie resulteert in een indirecte verlaging van de energiekosten door de verliezen in transformatoren, bekabeling en apparaten te beperken dankzij het verbeteren van de werkelijke arbeidsfactor. Dit is echter niet uniek voor AFE-gebaseerde technologieën.

Het voorbeeld laat zien hoe de verliezen in de afzonderlijke componenten een belangrijke rol spelen bij het selecteren van een methode voor harmonisiereductie. Deze verliezen hebben een significante impact op de OPEX.

AFE frequentieregelaars zijn ontworpen voor regeneratie en zijn de beste keuze wanneer regeneratie vereist is.

### Wat is het verschil tussen THDi, THDv en TDD?

THD is de afkorting voor Total Harmonic Distortion (totale harmonische vervorming). Deze kan worden gemeten

in spanning en stroom en geeft aan hoe vervormd het signaal is ten opzichte van de ideale sinusvormige curve.

De stroomvervorming, THDi, is de apparaatspecifieke stroomvervorming en heeft daarom alleen betrekking op het effect van het product zelf, de voedingsdraad en de transformator.

Normen en standaarden zijn bedoeld om spanningsvervorming (THDv) laag te houden. Daarom moet het doel bij het beperken van harmonischen zijn om THDv tot een minimum te beperken om ervoor te zorgen dat de kwaliteit van de spanning in het gehele voedingsnet van de installatie gehandhaafd blijft.

Het is niet relevant om naar stroomvervorming (THDi) van afzonderlijke verbruikers te kijken, omdat alleen de parameters op systeemniveau van invloed zijn op alle verbruikers op dezelfde voeding. Het verband tussen stroom en voltage wordt aangegeven als impedantie (wet van Ohm). Daarom is het belangrijk om THDi alleen in relatie tot impedantie te bekijken om de impact van de spanningsvervorming te beoordelen.

TDD is de totale gevraagde stroomvervorming op systeemniveau. Deze omvat alle huidige verbruikers voor de installatie. Om de TDD te verlagen, kunt u de afzonderlijke THDi-waarden verlagen door (actieve of passieve) filters toe te passen, de kortsluitstroom te verhogen of de balans tussen direct online motoren en frequentieregelaars te wijzigen (meer DOL toevoegen om TDD te verlagen).







## Actieve filteroplossingen van Danfoss in de praktijk – **Affinity Water, Groot-Brittannië**

De waterzuiveringsinstallaties van Affinity Water, Chertsey, zullen naar verwachting meer dan een derde van een miljoen Britse ponden aan bedrijfskosten besparen gedurende hun levensduur van 20 jaar, dankzij de keuze voor de VLT® AQUA Drive

in plaats van de 'next-best' oplossing die voor het project werd aangeboden. Het buitengewoon efficiënte systeem is gebaseerd op actieve filters voor harmonisatie-reductie en een uniek backchannel koelconcept.

Ontdek **hier** meer praktijkvoorbeelden voor de VLT® AQUA Drive

Waterzuiverings-  
installaties **besparen**  
**0,3 miljoen pond aan**  
**exploitatiekosten**

Waterzuiveringsinstallatie van Affinity Water, Chertsey, Verenigd Koninkrijk



Lees het praktijkvoorbeeld

Volg ons en kom meer te weten over frequentieregelaars



**VLT® | VACON®**

Alle informatie, waaronder maar niet beperkt tot informatie over de keuze van het product, de toepassing of het gebruik ervan, het productontwerp, het gewicht, de afmetingen, de capaciteit of andere technische gegevens in handleidingen, catalogi, beschrijvingen, advertenties, enz., en ongeacht of die schriftelijk, mondeling, elektronisch, online of via downloaden is verkregen, wordt geacht informatief te zijn, en is uitsluitend bindend indien en voor zover hiernaar expliciet wordt verwezen in een offerte of opdrachtbevestiging. Danfoss kan niet verantwoordelijk worden gehouden voor mogelijke fouten in catalogi, brochures, video's en andere materialen. Danfoss behoudt zich het recht voor zonder voorafgaande kennisgeving haar producten te wijzigen. Dit geldt eveneens voor reeds bestelde maar nog niet geleverde producten, op voorwaarde dat zulke wijzigingen aangebracht kunnen worden zonder de (pas)vorm of functie van het product wezenlijk aan te tasten. Alle in deze publicatie genoemde handelsmerken zijn eigendom van Danfoss A/S of bedrijven van de Danfoss groep. Danfoss en het Danfoss-logo zijn handelsmerken van Danfoss A/S. Alle rechten voorbehouden.