

Napredni aktivni filter VLT®

# Učinkovito zmanjševanje tokovnih harmonskih popačenj v omrežju

**84%**

zmanjšanje THiD  
Primer inštalacije v  
bolnišnici v  
Skejby-ju



# Tokovna harmonska popačenja otežujejo varčevanje z energijo

## Smernice v panogi

Pričakovati je, da bo v naslednjih 20 letih povpraševanje po energiji v svetu naraslo za skoraj 25%.

Porast bo posledica pričakovanega višjega življenjskega standarda prebivalcev držav v razvoju.

Da bi zadovoljili te potrebe, bo gotovo treba povečati proizvodnjo energije. Zaradi ekoloških vprašanj in klimatskih sprememb pa bo treba večji del potreb zadovoljiti z obnovljivimi viri in smotrno porabo energije.

## Kako varčevati z energijo

S krmiljenjem hitrosti motorjev v HVAC (gretje, ventilacija in klimatizacija) in vodnih napravah (črpalke) je mogoče prihraniti do 50% energije. Zato se zdi razvoj pogonske tehnologije razumljiv.

Uporaba fluorescentnih luči je prav tako smiseln način za prihranek velike količine energije.

Na žalost pa ima večina modernih in varčnih električnih naprav tudi slabo stran, saj iz omrežja črpajo tok nepravilne sinusne oblike, zato se pojavi t. i. tokovno harmonsko popačenje, ki postaja vse večji problem. Z naraščanjem števila električnih naprav se sorazmerno povečuje tudi »onesnaženje« omrežja s harmoniki.

## Harmonska popačenja – ovira na poti do učinkovitega varčevanja z energijo

Harmonska popačenja so stranski učinek sodobnih elektronsko krmiljenih naprav – če na primer uporabljate frekvenčne pretvornike, pride do harmonskega popačenja.

Tokovni harmoniki:

- Povečujejo porabo energije
- Povečujejo sistemske izgube
- Povečujejo obrabo opreme na omrežju
- Povečujejo resonančne tokove v omrežju

Harmonska popačenja vplivajo na obliko signala električne napetosti, kar vodi do motenj pri napajanju iz omrežja.

Če pride v električnem omrežju do harmonskega popačenja, vsa oprema, ki se v njem napaja, nima najboljših pogojev, kar pomeni, da ne deluje optimalno.

To povzroča:

- Nezanosljivo napajanje in slabšo izrabo energije iz omrežja
- Hitrejše staranje opreme
- Velike izgube
- Trzanje na osi motorja
- Daljše izpade v proizvodnji
- Večje elektromagnetne motnje (EMI)

**Preprosto povedano – harmonska popačenja zmanjšujejo zanesljivost delovanja električne opreme, podaljšujejo čas nedelovanja in negativno vplivajo na kakovost izdelkov, kar povečuje stroške in zmanjšuje učinkovitost.**



### Ponazoritev

Dober primer je zbiralnik, v katerem voda predstavlja vir energije, onesnaženost vode pa harmonska popačenja.

Stopnja onesnaženosti je seveda odvisna od količine onesnaženosti glede na velikost zbiralnika, oziroma z električnega vidika, od količine nelinearnega bremena glede na kapaciteto vira energije.

Harmoniki, če seveda nimamo nameščenih ustreznih filtrov, onesnažijo celotno omrežje.



*Tipičen sestav z več frekvenčnimi pretvorniki, ki se vsi napajajo iz istega vira, pogosto zahteva dodatno zmanjševanje harmonskega popačenja.*

### Eliminacija harmonikov

Električno omrežje je gotovo onesnaženo s harmoniki, vendar pa je bistvena stopnja onesnaženosti.

Standardi in različna priporočila omejujejo popačenje napetosti na vrednosti med 3 in 10 %, odvisno od naprave.

Harmonske popačenja v omrežju ni mogoče popolnoma odpraviti, vendar lahko z omejevanjem tokovnih harmonikov nelinearnih bremen popačenja zadovoljivo zmanjšamo in tako zmanjšamo tudi napetostna nihanja.

Namesto posamičnega uravnavanja se lahko Danfossovi aktivni filtri VLT® namestijo na skupno ozemljitveno točko in tako kompenzirajo več ali celo vsa nelinearna bremena, ki so priključena na omrežje.

Aktivne filtre VLT® je mogoče namestiti tudi v prenovljene naprave, ki imajo zaradi priključenih nelinearnih bremen težave s harmoniki.



# Kako delujejo aktivni filtri



## Na kaj vplivajo harmonska popačenja

Tokovni harmoniki, ki jih ustvarijo nelinearna bremena (tudi frekvenčni pretvorniki), tečejo proti bremenu z najmanjšo impedanco. Brez ustreznega filtriranja to po navadi pomeni v smeri transformatorja ali generatorja.

V napajalnem transformatorju ali generatorju bo zato več vrtilčnih in blodečih tokov, kar povečuje toplotne izgube v napravi in zmanjšuje učinkovitost sistema. Poleg tega se popači oziroma spremeni tudi oblika napajalne napetosti, ki naj bi bila čim bolj sinusne oblike.

Popačena oz. nesinusna napajalna napetost povečuje izgube tudi na vseh priključenih bremenih, na primer neposredno priključenih motorjih, stikalni opremi in frekvenčnih pretvornikih.

Dvig temperature za 10°C nad nazivno obratovalno temperaturo lahko skrajša življenjsko dobo izolacijskih materialov za 50%. Analize so pokazale, da harmonska popačenja navadno povišajo temperaturo za 2-5°C, odvisno od reda harmonske komponente in nihanj.

Najpogostejši »stranski učinek« harmonskega popačenja torej ni očiten, vendar bistveno vpliva na življenjsko dobo opreme.

V najslabšem primeru lahko harmoniki povzročijo nepravilno delovanje ali celo odpoved krmilnega sistema, zaradi česar se lahko izdelek okvari.

## Delovanje – preprosto in zanesljivo

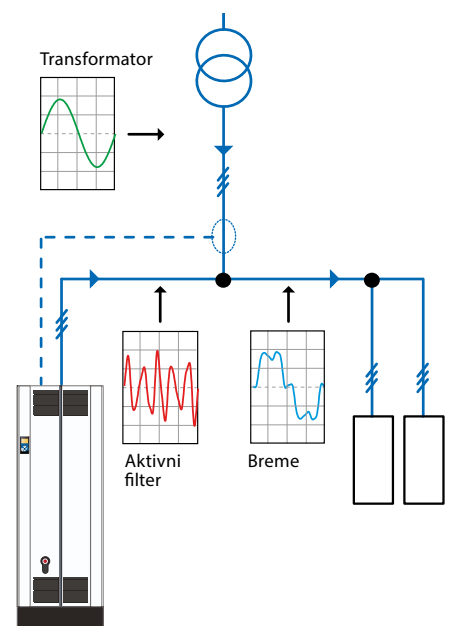
Aktivni filtri delujejo podobno kot slušalke, ki jih uporabljamo za dušenje šumov in zvokov iz okolice.

Z uporabo zunanjih tokovnih transformatorjev aktivni filtri nadzorujejo napajalni tok, vključno s popačenjem toka. Krmilni sistem na podlagi tega signala določi potrebne ukrepe za kompenzacijo in s tem način preklapljanja stikal IGBT.

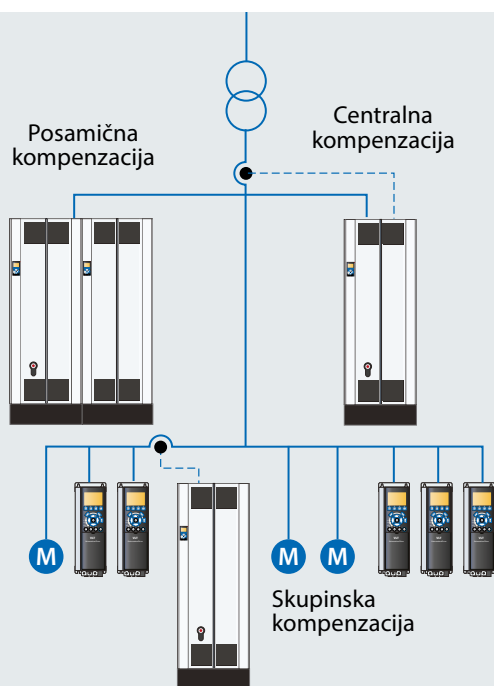
To v filtru ustvari pot z nizko impedanco in omogoča, da harmoniki stečejo v filter namesto v smeri napajanja.

Ko skoraj popolnoma odpravimo tokovne harmonike, hkrati tudi onemogočimo pojav popačenja napetosti na transformatorju ali generatorju.

Aktivni filter se nenehno prilagaja in uravnava, zato spremembe (hipne ali trajnejše) ne vplivajo na delovanje ali učinek filtriranja.



# Namestitev aktivnega filtra – odločite se sami



## Centralna kompensacija

Filter priklopite na omrežje vzporedno v točko skupne ozemljitve. S tem ne povzročimo nikakršnih motenj v omrežju, celotno omrežje boste uravnali centralno s samodejnim transformatorjem tudi pri srednji napetosti.

## Posamična kompensacija

Le Danfoss ponuja serijo frekvenčnih pretvornikov z izjemno nizko emisijo tokovnih harmonikov v omrežje, ki imajo vgrajene napredne aktivne filtre (AAF) za kompensacijo posameznih bremen. Tokovni transformatorji so vgrajeni.

## Skupinska kompensacija

Izbrano skupino obremenitev je mogoče kompenzirati skupaj. AAF se samodejno prilagodi bremenu in ni odvisen od stalnosti napajanja.

## Danfossovi aktivni filtri VLT® zmorejo več

Poleg zmanjševanja harmonskega popačenja Danfossovi VLT® aktivni filtri hkrati tudi:

- Dinamično kompenzirajo VAR
- Uravnavajo fazne obremenitve
- Zmanjšujejo nihanja v omrežju
- Blažijo resonance v omrežju

Danfossov VLT® aktivni filter poskrbi, da so vse tri faze enakomerno obremenjene, optimizira jalovo moč in zmanjšuje nihanja v omrežju.

Rezultat je optimalna poraba energije, večja učinkovitost sistema in boljše delovno okolje. Aktivni filter VLT® ima kratek odzivni čas. Ker deluje kot blažilec resonance, zmanjša možnosti za napake in ustavev proizvodnje.

Filter deluje z najmanjšo možno preklopno frekvenco, ter tako zmanjša izgube pri preklapanju IGBT tranzistorjev. To zahteva boljšo filtracijo vgrajenega LCL magnetnega tokokroga. Toplota se od modulov IGBT odvaja na magnetni tokokrog, ki lažje odvaja toploto.

To zagotavlja višjo energijsko učinkovitost, še posebej pri delni obremenitvi.

Za učinkovito varčevanje z energijo je vključena funkcija »sleep mode«, ki filter preklopi v stanje mirovanja, kadar zmanjševanje harmonskega popačenja ni potrebno. Čeprav zmanjševanje popačenja ne poteka, krmilna naprava še vedno spremlja stanje omrežja.

Ko se stanje spremeni in je potrebna kompensacija, filter skoraj v hipu iz stanja mirovanja preklopi na način delovanja za zmanjševanje harmonskega popačenja.

Ne glede na vrsto bremena je aktivne filtre mogoče neposredno priklopiti na katero koli 3-fazno omrežje.

Filtri lahko delujejo skupaj z drugimi filtri za zmanjšanje harmonskega popačenja, kondenzatorji in z drugo električno opremo.

Kadar so filtri nameščeni pred nelinearna bremena, je za ustrezno delovanje potrebno preveriti, če uporabljajo tudi AC dušilke.

Delovanje filtra je odvisno od lokacije merilne točke tokovnega transformatorja.

Aktivni filter VLT® omogoča, da so tokovni transformatorji nameščeni tako v smeri napajanja kot v smeri bremena.

## Zanesljivost je ključna

Domiselna zasnova aktivnega filtra VLT® temelji na več kot 40 letih izkušenj pri oblikovanju frekvenčnih pretvornikov in 15 letih izkušenj z izdelovanjem in razvijanjem električnih modulov IGBT.

A oblika ni vse.

Kar 85 % delov aktivnih filtrov VLT® je sestavljenih iz dokazano učinkovitih Danfossovih pogonskih komponent.

To pa ne izboljša le kakovosti, zanesljivosti in vzdržljivosti, temveč zagotavlja tudi nenehen nadzor nad kakovostjo.

Za oblikovanje vseh naprav veljajo naslednja merila:

- Robustnost,
- Preprost dostop in namestitvev,
- Inteligentno hlajenje,
- Dolga življenjska doba

Poleg tega je vsak napredni aktivni filter VLT® pred odpremo 100-odstotno testiran.

Vse to zagotavlja, da bo izdelek deloval zanesljivo in imel dolgo življenjsko dobo.



# Napredni aktivni filter VLT® – prihranite energijo, prostor in čas

## Prihrani energijo

Pri zasnovi aktivnega filtra VLT® smo v ospredje postavili prihranek energije:

- Učinkovitost nad 96 %
- Funkcija stanja pripravljeno-sti (»sleep«) za manjšo porabo energije
- Izničenje zakasnitve jalove moči
- Samodejna optimizacija rabe energije

## Prihrani prostor

Kompaktna oblika aktivnega filtra VLT® omogoča preprosto namestitvev tudi v primeru, ko ni na voljo veliko prostora.

- Zunanji LCL filter ni potreben
- Vgrajen RFI filter in zelo zmogljiv naknadno vgradljiv RFI filter
- Možnost vgrajene varovalke in/ali izklopa
- Koncept inteligentnega hlajenja zmanjša potrebo po namestitvenem prostoru
- Možnost namestitve eden poleg drugega (side-by-side)

## Prihrani čas

Mislili smo tako na uporabnika kot tudi na inštalaterja in občutno skrajšali čas namestitve, zagona in vzdrževanja.

- Smiseln uporabniški vmesnik z nagrajenim Danfossovimi lokalnim krmilnim zaslonom (LCP)
- Enak program za vmesnik kot pri drugih frekvenčnih pretvornikih VLT®
- Modularna zasnova omogoča hitro namestitvev opcij
- Samodejno uravnavanje senzorjev za tokovne transformatorje
- Podpira 18 jezikov
- 90 % naprav je mogoče usposobiti samo s programiranjem dveh parametrov za vklop tokovnih transformatorjev

## Uporabniku prijazno, hitro in enostavno delovanje ter vzdrževanje

Napredni aktivni filtri VLT® uporabljajo enake uporabniške vmesnike, električne priključke in terminale kot drugi izdelki iz Danfossove družine VLT®. Če poznate en izdelek iz družine, se zlahka navadite na druge.

- LCP je med delovanjem mogoče vklopiti in izklopiti, zato se nastavitve parametrov lažje prenašajo med filtri
- Gumb »Info« omogoča neposreden dostop do hitre, dejanske pomoči, zato pravzaprav ni potrebno natisniti navodil
- Zaradi velikega grafičnega zaslona in preprostega vodnika po nastavitvah napravo hitro pripravite za delovanje
- Na večvrstičnem zaslonu se lahko naenkrat izpiše 5 različnih veličin, kar omogoča popoln pregled nad delovanjem omrežja in enot

## Premišljeno upravljanje s toploto za daljšo življenjsko dobo izdelkov

Za zanesljivo delovanje je izjemno pomembno, da se odvečna toplota iz filtra odvaja učinkovito.

Z inteligentnim upravljanjem toplote se pri izdelkih VLT® kar 85 % toplotnih izgub odvaja prek rebrastih toplotnih odvodov, ki prenesejo toploto v hladilni kanal.

Ogreti zrak se nato izpušča neposredno v kontrolno sobo ali pa se odvaja neposredno iz zgradbe prek hladilnega kanala na zadnji strani.

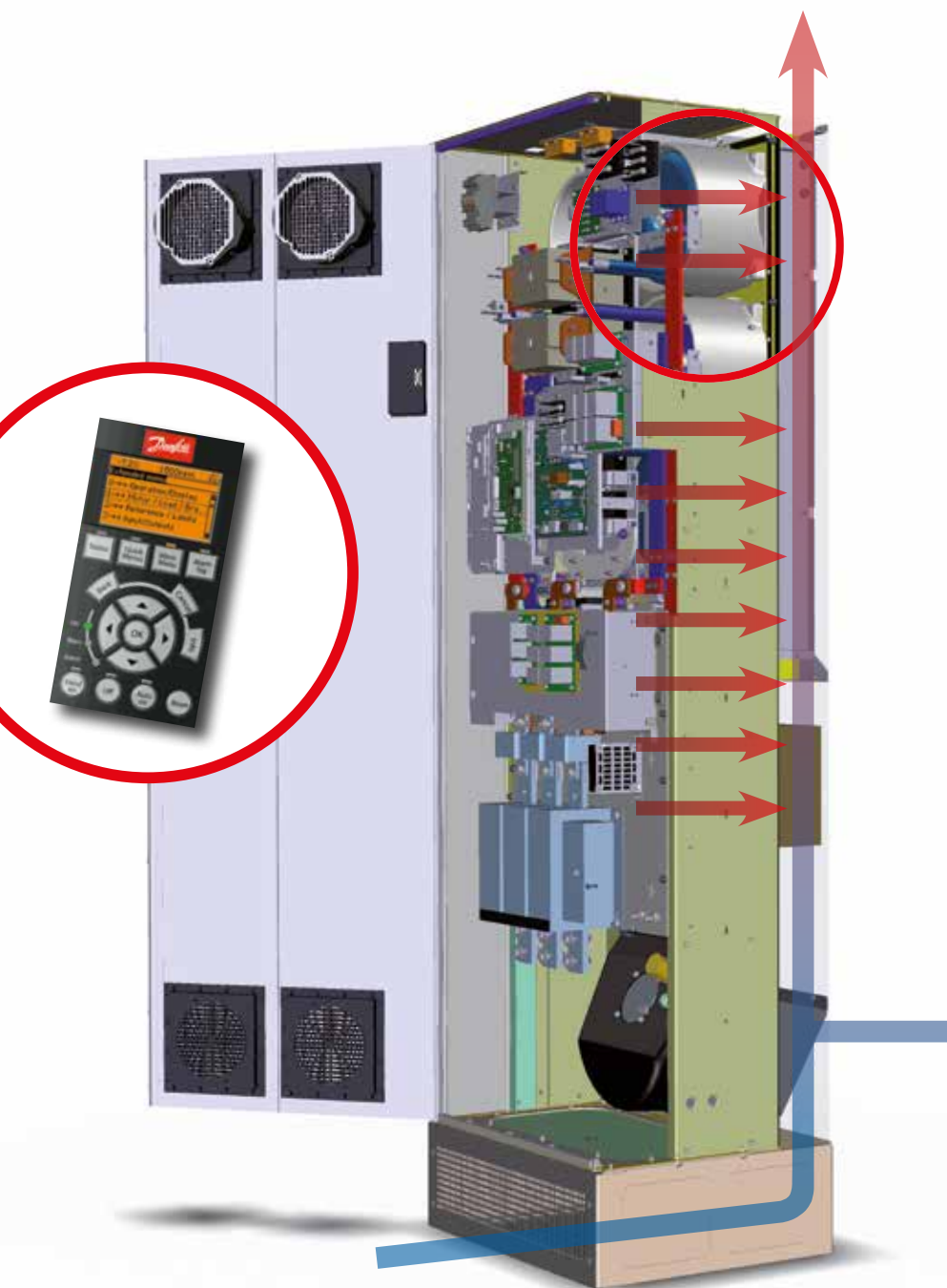
Preostalih 15 % toplotnih izgub se odstrani z območja krmilne elektronike z manjšimi ventilatorji na vratih.

Ti ukrepi zmanjšajo potencialno kontaminacijo območja krmilne elektronike, kar podaljšuje življenjsko dobo in omogoča večjo zanesljivost.



Izdelano v skladu z najvišjimi kakovostnimi standardi

Serijski VLT® je registrirana pri UL in izdelana v obratih s certifikatom o ISO 9001-2000.



### Možnosti dodatne zaščite glavnega napajanja

Vsi filtri imajo možnost dodatne zaščite napajanja, da lahko zadostijo dodatni potrebi po zaščiti, ki se pojavi med delovanjem naprave. Pokrov ščiti dele pod napetostjo pred kontaktom, ko so vrata filtra odprta.

### Kljubuje tudi najagresivnejšim okoljem

Pri večini sistemov je zaželeno, da so nameščene elektronske naprave zavarovane pred vlago in prahom. Vsi aktivni filtri VLT® ustrezajo varnostni stopnji 3C3 v skladu s standardom IEC 60721-3-3.

### Hladilni kanal iz nerjavnega jekla

Kot dodatno možnost je mogoče na zadnji strani namestiti hladilni kanal iz nerjavnega jekla z dodatno zaščitenimi toplotnimi odvodi, ki omogočajo večjo varnost v težkih pogojih, na primer v okolju s slanim zrakom v bližini morja.

## Podpora, na katero se lahko zanesete vedno in povsod – po vsem svetu

### Prodaja in servis

V kontaktnih centrih po vsem svetu vam pomagamo optimizirati vašo produktivnost, izboljšati vzdrževanje in nadzirati stroške.

- na voljo smo 24 ur na dan in 7 dni v tednu
- Lokalni klicni centri, komunikacija v slovenščini in skladišča rezervnih delov v vaši državi

Danfossov servis je na voljo v več kot 100 državah – na voljo smo vam kadar koli in kjer koli nas potrebujete, 24 ur na dan in 7 dni v tednu.

Poiščite nas v izbrani državi na [www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives)

*Izberite zeleno rešitev z VLT® servisnega menija:*

### Vzdrževanje delovanja

- Posodobitev trenutnega filtra
- Zagon in prilagajanje željam uporabnika
- Preventivno vzdrževanje

### Vzdrževanje najboljše ravni

- Usposabljanje
- Vzdrževanje zalog
- Poročilo o ravni harmonskega popačenja
- Okolju prijazno odlaganje

### Ugotovite, kakšni so dejanski stroški

- Fiksne cene
- Dogovor o storitvah po preteku garancije
- Zavarovanje med prevozom
- Odzivni čas

# Harmonsko popačenje se pojavlja povsod



Uporaba hitrih polprevodniških elementov je vse bolj razširjena, zato harmonsko popačenje ni več omejeno na določeno okolje ali regijo, temveč je postalo globalna težava, ki se pojavlja skoraj v vseh industrijskih panogah.

Zaradi različnih načinov napajanja in občutljive opreme so nekatere panoge bolj izpostavljene harmonskemu popačenju, na primer letališča in bolnišnice.

Ker je električno omrežje danes izjemno obremenjeno, postajajo priporočila za posamezne vrednosti harmonikov obvezna in ne več samo priporočljiva, zato jih je treba upoštevati še pred priklopom na omrežje.

## Značilna področja ki zahtevajo oceno obremenitve s harmoniki

### Skladnost s standardom

Področje	Uporaba	Koristi
Projekti zelene energije za določene izvajalce:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Voda in odpadna voda</li> <li>– Ventilatorji in kompresorji</li> <li>– Proizvodnja in predelava hrane in pijače</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Skladnost s standardi o harmonikih</li> <li>– Zmanjša vpliv harmonikov na omrežje</li> </ul>
Kritični proizvodni procesi/občutljiva okolja:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gradbeništvo</li> <li>– Nafta in plin</li> <li>– Čiščenje prostorov</li> <li>– Letališča</li> <li>– Elektrarne</li> <li>– Čiščenje vode</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Skladnost s standardi o harmonikih</li> <li>– Zmanjša svetlobna nihanja</li> <li>– Podaljšuje življenjsko dobo</li> <li>– Odpravlja resonanco</li> </ul>

### Posebno izpostavljena področja

Področje	Uporaba	Koristi
Izolirana električna omrežja ali lokacije, ki jih napaja generator:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Objekt na morju</li> <li>– Pomorski sektor</li> <li>– Bolnišnice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zagotavlja kakovost omrežne napetosti na primarni in sekundarni oskrbi</li> <li>– Zmanjša svetlobna nihanja</li> <li>– Preprečuje okvare</li> </ul>
Nezadostna kapaciteta električnega omrežja:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hitro rastoča področja</li> <li>– Države v razvoju</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Povečuje kapaciteto transformatorjevega napajanja</li> <li>– Izboljšuje jalovo moč</li> </ul>
Gladka napajalna omrežja (odročna področja):	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Odročna področja</li> <li>– Rudarstvo</li> <li>– Nafta in plin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zmanjša obremenitve z izboljšanjem jalove moči</li> <li>– Preprečuje napake in podaljšuje življenjsko dobo</li> </ul>





## Preverite, ali imate težave s harmonskim popačenjem – brezplačno

### Prihranite denar in zmanjšajte tekoče stroške

Ker se je težavam bolje izogniti, kot jih kasneje odpravljati, je priporočljivo pred namestitvijo izračunati vpliv nelinearnih bremen, da bi lahko ocenili stopnjo harmonskega popačenja.

To lahko storite s pomočjo razpredelnice, kar vam ne bo vzelo veliko časa, vendar rezultati niso zanesljivi.

Danfoss ponuja brezplačno programsko orodje VLT® Harmonic Calculation Tool MCT 31, ki je preprosto za uporabo in hitro izračuna harmonska popačenja v vaši trenutni napravi ali tisti, ki jo nameravate kupiti.

Hitra ocena je pomembna, saj v tem primeru več ne pomeni boljše, ampak dražje, zato lahko MCT 31 prihrani denar pri izbiri rešitev za zmanjšanje harmonskega popačenja.

Preprosto povedano, preveč podrobna rešitev za zmanjšanje harmonskega popačenja vodi do nepotrebno visokih začetnih stroškov in kasneje do visokih tekočih stroškov.

### Izračunajte harmonsko popačenje

Orodje MCT 31 lahko oceni pričakovano kakovost omrežja in vključuje različne pasivne in aktivne protiukrepe, ki jih je mogoče izbrati za zmanjšanje obremenitve sistema.

Vpliv kakovosti napajanja elektronskih naprav je mogoče oceniti v frekvenčnem spektru do 2.5 kHz, upoštevajoč konfiguracijo sistema in standardne omejitve.

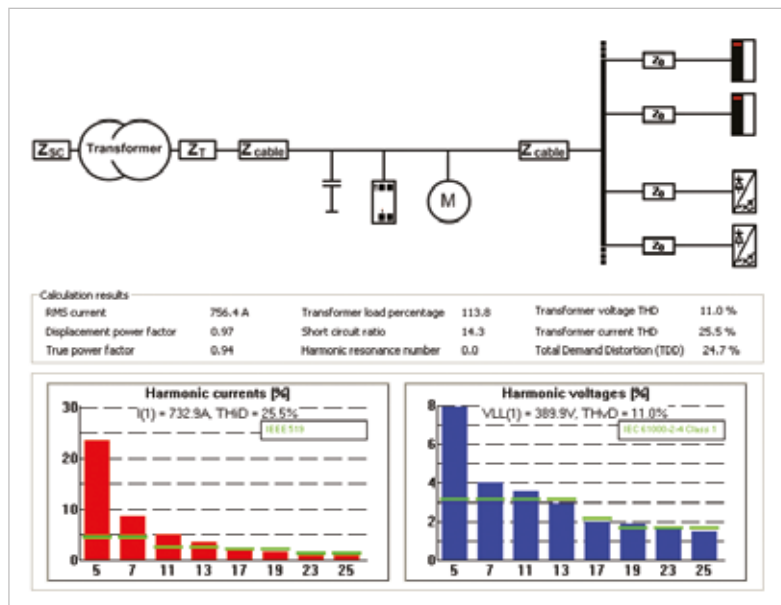
Analiza ustreza različnim standardom in priporočilom.

Vmesnik MCT 31, ki je podoben okolju Windows, omogoča intuitivno delovanje programske opreme. Zasnovan je bil s poudarkom na uporabniku prijazni obliki, le sistemski parametri so nekoliko kompleksnejši.

Podatki o Danfossovih frekvenčni pretvorniki VLT® in opremi za zmanj-

ševanje harmonskega popačenja so prednaloženi, kar omogoča hiter vnos podatkov.

Vaš lokalni Danfossov svetovalec vam bo z veseljem pomagal pri oceni kakovosti električne energije in vam svetoval pri izbiri primernih naprav za zmanjševanje harmonskega popačenja.



Prikaz zaslona MCT 31 s končnim poročilom. Zagotavlja hiter pregled naprave, med drugim jalove moči, tokovnih harmonikov, omrežne napetosti in skladnosti s standardi.



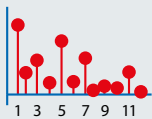
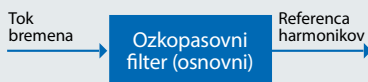
# Natančen pregled tehničnih karakteristik naprednih aktivnih filtrov

## Kompensacija izbranih ali posamičnih harmonikov – izbira je odvisna od naprave

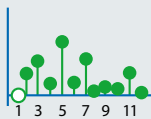
Aktivni filtri so opravili korekcijo vseh ali posameznih harmonikov.

Sedaj Danfosovi aktivni filtri VLT® omogočajo izbiro rešitve, ki je najboljša za vašo napravo.

### Celostni nadzor nad kompensacijo



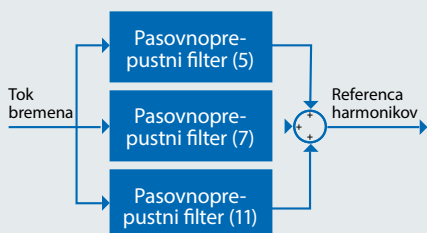
Vhodni spekter



Izhodni spekter



### Izbirni nadzor



Vhodni spekter



Izhodni spekter

### Izbirni nadzor

Hitra Fourierjeva transformacija (FFT) izračuna amplitude in fazni zamik posameznih harmonikov.

Metoda vzame nekoliko več časa, vendar je zelo natančna in omogoča pregled in kompensacijo posameznih harmonikov do določenih ciljnih vrednosti. Idealna je za omrežja, pri katerih je resonančna frekvenca v delovnem dosegu filtra.

Poleg tega lahko uporabnik sam določi posamične kompensacije, če filter ne zmore popraviti vseh harmonskih popačenj.

### Celostni nadzor

Ta oblika odstrani osnovno frekvenco iz trenutnega vzorca in pošlje protifazni signal. Tako kompenzira enakomerne harmonike, interharmonike in tretjo stopnjo harmonikov, kar izboljša delovanje v nebalansirani in/ali predpotačenem omrežju.

V primerjavi z izbirno kompensacijo harmonikov, posamezni redi harmonikov niso znani in jih ni mogoče kompenzirati posamezno.

# Neposredni nadzor nad harmoniki – takojšnja kompenzacija

Zelo pogost pulzno-širinski modulator (PWM) velja za prednostni algoritem nadzora.

Zaradi stalno spreminjajočega okolja električnega omrežja, kjer se pojavljajo nenadne spremembe obremenitve, preklapljanja, tranzienti in resonance, modulator PWM v nenehno spreminjajočih se pogojih pogosto ne zmore dovolj hitro zagotoviti optimalnega

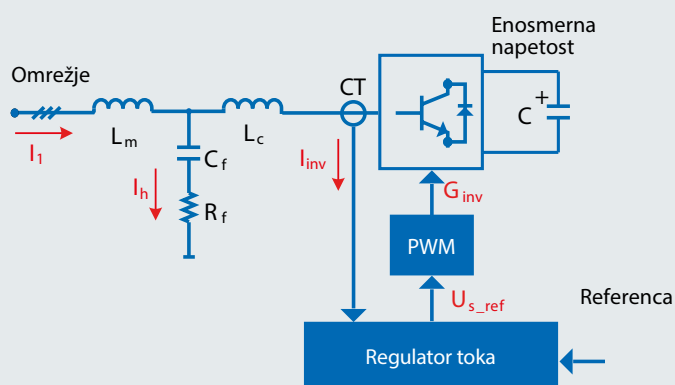
delovanja in najprimernejšega filtriranja.

Danfossov aktivni filter prekine modulator PWM in zagotovi vhodno kontrolo impulzov neposredno od krnilnika toka, ki ima odzivni čas  $< 30 \mu\text{s}$ .

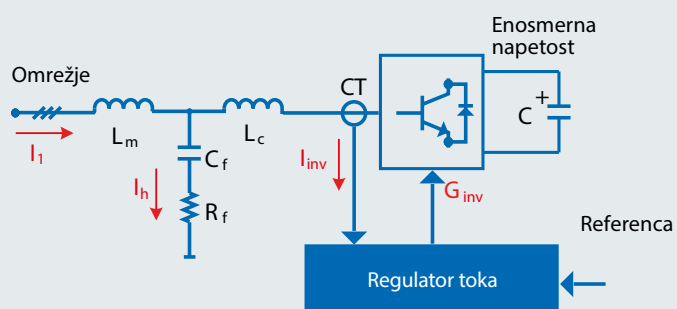
Inovativni algoritem kontrole ne izboljša samo kompenzacije harmonikov višjega reda, temveč izboljša

tudi sposobnosti dušenja, kar pomeni, da je Danfossov VLT® aktivni filter v celostni kompenzaciji dovolj hiter, da zmanjša nihanja in deluje kot omrežni dušilec resonance, ter tako zagotovi daljše delovanje.

## Običajni nadzor aktivnega filtra



## VLT® Active Filter control



## Omejeno preklapljanje IGBT za omejitev resonance in obremenitev

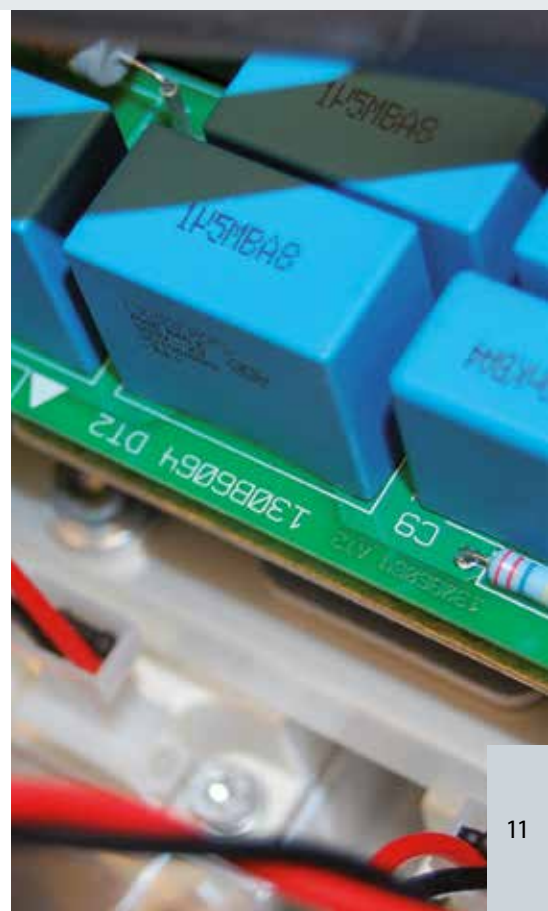
Večina aktivnih filtrov ima stalno preklopno frekvenco, Danfossovi aktivni filtri VLT® pa imajo progresiven vzorec preklapljanja.

Inovativni način odpravlja harmonike nižjega reda pri zahtevi po visokem toku z uporabo nizke preklopne frekvence, ter visoke harmonike z nizko amplitudo z uporabo visoke preklopne frekvence.

Rezultat je manjša obremenitev modula IGBT, manjše izgube in daljša življenjska doba naprave.

Pri nekaterih preklopnih frekvencah je hrup skoncentriran okrog same preklopne frekvence, medtem ko je pri Danfossovih aktivnih filterih VLT® preklopna frekvenca razpršena v širšem frekvenčnem obsegu.

To zmanjša možnosti za resonance na omrežju ali v smeri obremenitve.



# Primeri rabe po vsem svetu



## Odrivni motorji

Sestavi odrivnih motorjev so navadno nameščeni na ladjah za pozicioniranje ali manevriranje. Večinoma so električni, saj zahtevajo natančen nadzor nad hitrostjo.

Odrivni motorji porabijo veliko energije in so pogosto pomemben del obremenitve generatorja, zato je zmanjševanje harmonskih popačenj nujno.

Ker večina aktivnih filtrov ustreza zahtevam pomorskih standardov, se pogosto zdijo finančno dobra in privlačna rešitev.

Ladja, ki polaga kable za vetrne turbine, je opremljena s sedmimi frekvenč-

nimi pretvorniki velikih moči VLT® in z dvema centralno nameščenima aktivnima filtroma VLT® za zmanjševanje harmonskih popačenj. Zaradi prilagodljive namestitve ter trdnega in kompaktnega okvirja je bilo mogoče aktivne filtre VLT® namestiti v strojnici, stran od frekvenčnih pretvornikov. Ker Danfossovi frekvenčni pretvorniki in aktivni filtri VLT® ustrezajo večini pomorskih standardov, je bilo mogoče z lahkoto zadostiti zahtevam Lloydsovega standarda.

## Sestav HVAC v bolnišnici

Krmiljenje hitrosti pogona pri hladilnih napravah omogoča prihranek energije in zmanjša mehansko obremenitev na kompresorjih.

V bolnišnicah je nadzor nad klimo izrednega pomena, zato ima večina naprav nameščen rezervni generator, ki zagotavlja zanesljivo delovanje tudi v primeru izpada elektrike.

Nadzor nad harmoniki smo dosegli z dvema aktivnima filtroma VLT®, ki sta bila nameščena na vsako distribucijsko linijo, saj nista odvisna od omrežja. Aktivna filtra sta zmanjšala harmonike omrežne napetosti na 5 % celotne obremenitve v napajanju. Stanje mirovanja pa filtru omogoča prihranek energije, ko popraviljanje harmonske popačenosti ni potrebno.



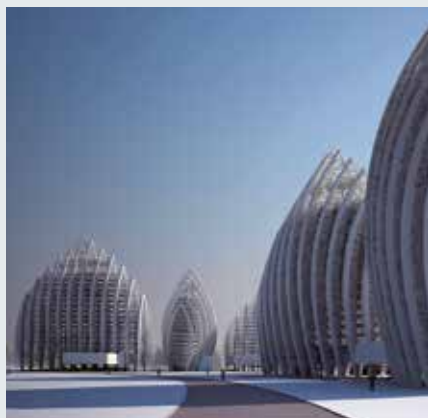
DNV je bil ustanovljen leta 1864 in je neodvisna fundacija, ki skrbi za zaščito življenja, lastnine in okolja.



Skupina Lloyd's Register je organizacija za izboljšanje varnostnih standardov, ki potrjuje sredstva in sisteme na morju, kopnem in v zraku.



ABS Consulting je vodilni neodvisni globalni ponudnik storitev za upravljanje tveganja, ki usklajuje strokovnjake, modeliranje tveganja, praktični inženiring in tehnološke rešitve.



### **Obrat za odpadno vodo**

V veliki čistilni napravi so harmonike uravnavali z različno opremo, med drugim tudi z aktivnimi filtroma 190 A VLT®.



### **Naprava za umetni sneg**

Celotni sistem vodne črpalke je uporabljal več frekvenčnih pretvornikov manjše in srednje moči ter se kompenziral prek centralno nameščenih aktivnih filtrov VLT®. Filter je prilagojen za namestitve na velikih višinah.



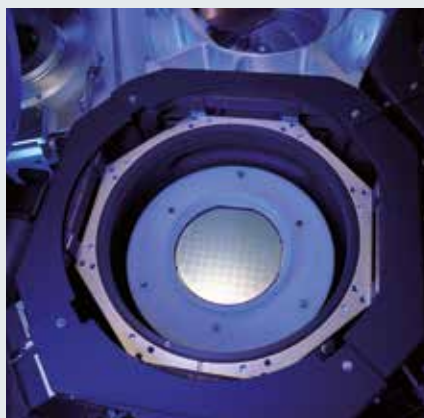
### **Puhalo za sistem zbiranja odpadkov**

Štirje enaki sistemi transformatorjev, vsak s šestimi frekvenčnimi pretvorniki velikih moči, so bili kompenzirani vsak z enim filtrom. Rešitev je dosegla zeleno raven 5% harmonske obremenitve v omrežni napetosti (THDV).



### **Sestav HVAC**

Sestav HVAC je bil sestavljen iz več kot 350 frekvenčnih pretvornikov manjše moči in kompenziran prek dveh velikih centralno nameščenih VLT® aktivnih filtrov.



### **Proizvodnja polprevodnikov**

Zaradi optimizacije procesov in izrabe energije je proizvajalec polprevodnikov povečal število frekvenčnih pretvornikov. Za zmanjšanje obremenitve transformatorja in preprečitev popačenja omrežne napetosti je bilo nameščenih pet aktivnih filtrov VLT®.



### **Elektrarna**

V tej evropski elektrarni, kjer frekvenčni pretvorniki velikih moči poganjajo črpalke za surovo nafto, so aktivni filtri VLT® učinkovito zmanjšali harmonsko popačenje.

# Specifikacije



E-okvir

## Nominalna omrežna napetost

Velikost okvirja		D	E	E	E
Tip		A190	A250	A310	A400
<b>400 V – popravljeni tok</b>					
Neprekinjeni	[A]	190	250	310	400
Izmenični*	[A]	209	275	341	440
<b>460 V – popravljeni tok</b>					
Neprekinjeni	[A]	190	250	310	400
Izmenični*	[A]	209	275	341	440
<b>480 V – popravljeni tok</b>					
Neprekinjeni	[A]	150	200	250	320
Izmenični*	[A]	165	220	275	352
<b>500 V – popravljeni tok</b>					
Neprekinjeni	[A]	95	125	155	200
Izmenični*	[A]	105	138	171	220
Najvišja ocenjena izguba energije	[kW]	5	7	9	11.1
Učinkovitost	[%]	96	96	96	96
Prporočen vklop in izklop**	[A]	350	630	630	900
<b>Podatki za bakreni kabel:</b>					
Največji prerez	[mm <sup>2</sup> ]	2 x 150	4 x 240	4 x 240	4 x 240
	[AWG]	2 x 300 mcm	4 x 500 mcm	4 x 500 mcm	4 x 500 mcm
Najmanjši prerez	[mm <sup>2</sup> ]	70	120	240	2 x 95
	[AWG]	2/0	4/0	2 x 3/0	2 x 3/0

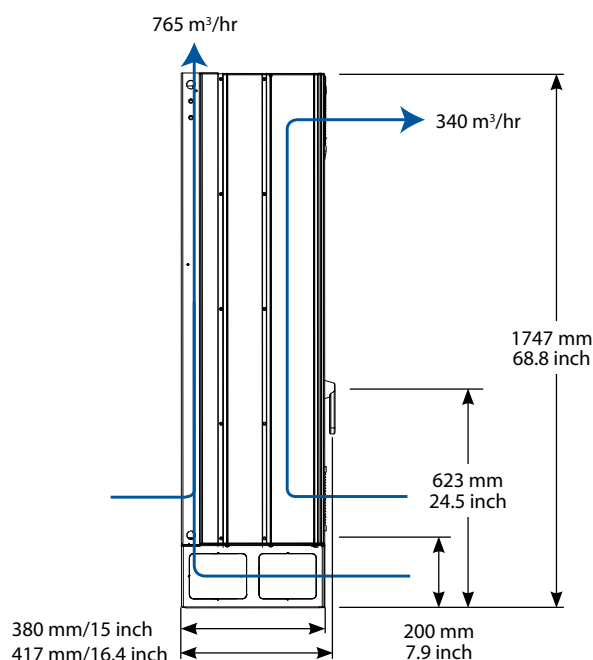
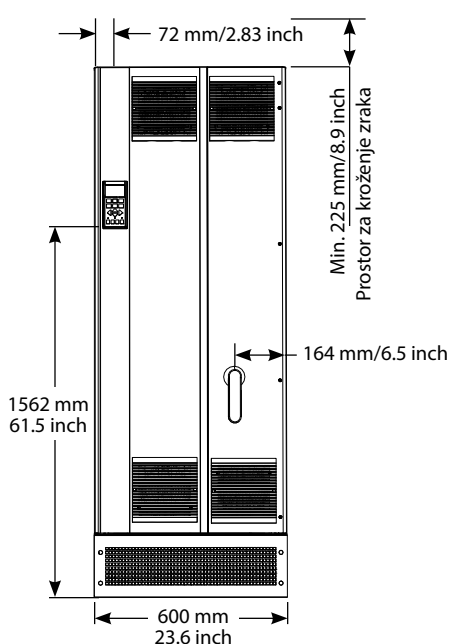
\* 1 minuta na vsakih 10 minut (regulirano samodejno)

\*\* Prporočene so vgrajene opcije

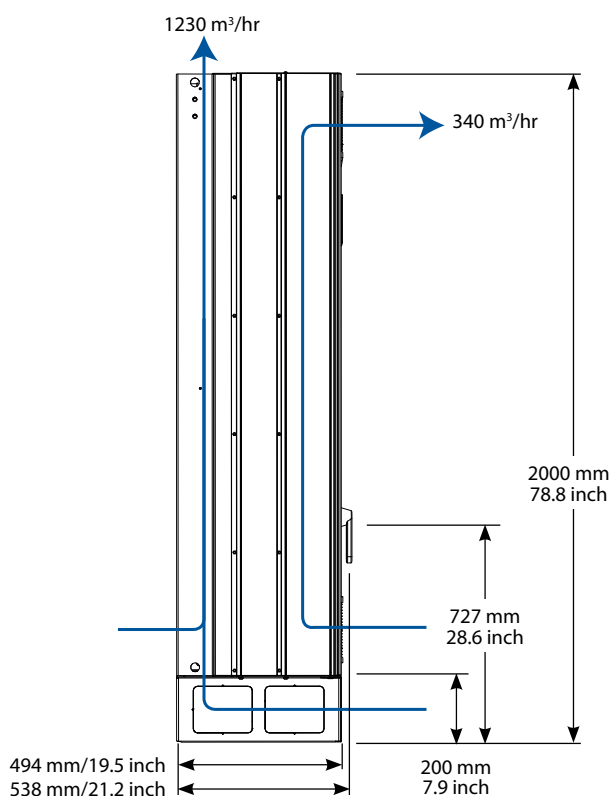
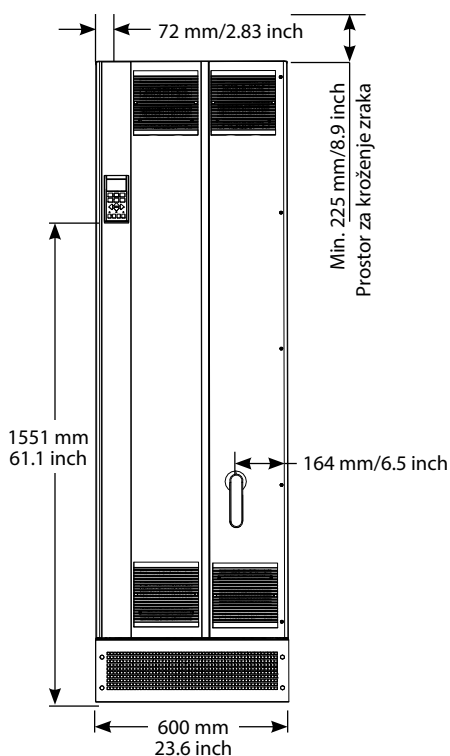
Tip filtra	3P/3W, aktivni usmerjevalni filter
Frekvenca	50 do 60 Hz, ± 5 %
Zunanji okvir	IP 21 – NEMA 1, IP 54 – NEMA 12
Najvišja predobremenitev omrežja	10 % 20 % z zmanjšanim delovanjem
Temperatura	0-40° C: +5° C z zmanjšanim delovanjem -10° C z zmanjšanim delovanjem
Višina	1000 m s polno zmogljivostjo 3000 m z zmanjšanim delovanjem (5%/1000 m)
Delovanje EMC	IEC 61000-6-2 IEC 61000-6-4
Premaz vezja	Standardni premaz – glede na IEC 60721-3-3, razred 3C3
Jeziki	18 različnih
Načini harmonske kompenzacije	Izbirni (90 % RMS za zmanjševanje harmonikov) Celostni (100 % RMS za zmanjševanje harmonikov)
Spekter harmonske kompenzacije	2. do 40. pri celostni izbiri, vključno s tretjo stopnjo harmonikov 5., 7., 11., 13., 17., 19., 23., 25. v izbirnem načinu

Posamezne porazdelitve harmonskega toka v izbirni opciji	15: 63 %, 17: 45 %, 111: 29 %, 113: 25 %, 117: 18 %, 119: 16 %, 123: 14 %, 125: 13 %
Kompenzacija reakcijskega toka	Da, na ciljno vrednost
Zmanjšanje svetlobnih nihanj	Da, v celostni opciji
Prioriteta kompenzacije	Programirano glede na harmonike ali na spremenjeno jalovo moč
Možnost paralelne vezave	Do 4 enote z enako močjo vodilne in sledilne moči
Podpora za tokovni transformator (napajanje in namestitve na objektu)	1 A in 5 A sekundarno s samodejnim usklajevanjem razreda 0,5 ali višjega razreda
Digital vhodi/izhodi	4 (2, ki ju je mogoče programirati) PNP ali NPN logic
Komunikacijski vmesnik	RS485, USB1.1
Način nadzora	Neposredni nadzor harmonikov (za hiter odziv)
Odzivni čas	< 15 ms (vključno z HW)
Čas odpravljanja harmonskih popačenj (5-95 %)	< 15 ms
Reakcijski čas odpravljanja (5-95 %)	< 20 ms
Najvišja prekoračitev	5 %
Preklopna frekvenca	Postopni nadzor med 1-18 kHz
Povprečna preklopna frekvenca	3 – 4.5 kHz

# Dimenzije



**D-okvir**  
IP 21/IP 54



**E-okvir**  
IP 21/IP 54

## Koda tipa

Različne aktivne filtre VLT® je mogoče prilagoditi zahtevam stranke na [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	..	39
A	A	F	0	0	6	A	x	x	x	T	4	E	x	x	H	x	x	G	C	x	x	x	S	.	X

### 8-10:

190: 190  
A nazivni preoblikovani tok  
250: 250  
A nazivni preoblikovani tok  
310: 310  
A nazivni preoblikovani tok  
400: 400  
A nazivni preoblikovani tok

### 13-15:

E21: IP 21/NEMA 1  
E2M: IP 21/NEMA 1 z dodatno zaščito glavnih delov  
C2M: IP 21/NEMA 1 z zadnjim kanalom iz nerjavnega jekla ter pokrovom za priključne sponke

E54: IP 54/NEMA 12  
E5M: IP 54/NEMA 12 z dodatno zaščito glavnih delov  
C5M: IP 54/NEMA 12 z zadnjim kanalom iz nerjavnega jekla ter pokrovom za priključne sponke

### 16-17:

HX: Brez RFI filtra  
H4: RFI razred A1

### 21:

X: brez opcij za dodatno zaščito glavnih delov  
3: izklop in vklop  
7: vklop

# Zakaj je VLT<sup>®</sup> nekaj posebnega

Danfoss VLT Drives je vodilno svetovno podjetje med ponudniki namenskih frekvenčnih pretvornikov. Naš tržni delež pa še vedno narašča.

## Zaščita okolja

VLT<sup>®</sup> proizvodi so narejeni z odgovornostjo do okolja in ljudi.

Vse dejavnosti so načrtovane in izvedene ob upoštevanju posameznika, delovnega okolja in zunanjega okolja. Proizvodnja poteka brez hrupa, dima ali drugega onesnaženja in zagotavlja varno skladiščenje izdelkov.

### “UN Global Compact”

Danfoss je podpisnik globalnega sporazuma Združenih narodov glede socialne in okoljske odgovornosti. Zato naša podjetja delujejo odgovorno do lokalnih skupnosti.

### Izpolnjuje navodila EU

Vse tovarne imajo certifikat ISO 14001 in izpolnjujejo navodila EU za odpadlo električno in elektronsko opremo (WEEE), navodila za splošno varnost izdelkov (GPSD) in Strojna navodila.

Danfoss VLT Drives opušča uporabo svinca v vseh serijah proizvodov (RoHS navodila).

VLT<sup>®</sup> frekvenčni pretvorniki, izdelani v enem samem letu, lahko prihranijo energijo, ki je enaka energiji, letno proizvedeni v eni jedrski elektrarni. Poleg tega pa se z boljšo procesno kontrolo zmanjšuje količina izmeta in obraba opreme.

## Usmerjeni v frekvenčne pretvornike

Usmerjenost v proizvodnjo frekvenčnih pretvornikov sega v leto 1968, ko je Danfoss zagnal prvo serijsko proizvodnjo frekvenčnih pretvornikov za AC motorje – in jih poimenoval VLT<sup>®</sup>.

Dva tisoč zaposlenih proizvaja, trži in servisira frekvenčne pretvornike in mehke zagone v več kot sto državah sveta. Vso pozornost namenjajo samo tej dejavnosti.

## Inteligenten in inovativen

Razvoj v Danfoss VLT Drives, kot tudi oblikovanje in proizvodnja, je povsem usmerjen v modularno zasnovo frekvenčnih pretvornikov.

S tem dosežemo, da se vse nove opcijske možnosti in vse spremembe lahko razvijajo paralelno in z uporabo namenske tehnologije. Sprememba ali novost pride na tržišče takoj in uporabniki vedno dobijo najsodobnejši izdelek.

## Podlaga je strokovnost

Prevzemamo odgovornost za vsak element vgrajen v naše produkte. Dejstvo, da sami razvijamo in proizvajamo močnostne module, tiskana vezja in vse ostale sestavne dele ter delovna in programska orodja, je vaša garancija za zanesljiv izdelek.

## Podpora izdelkom – globalno

VLT<sup>®</sup> frekvenčni pretvorniki obratujejo po celem svetu. Strokovnjaki Danfoss VLT Drives se nahajajo v več kot 100 državah sveta, pripravljeni pomagati strankam z uporabnimi nasveti ter servisom ne glede na lokacijo. S skupno močjo vseh strokovnjakov v Danfoss Drives se rešijo zahteve in problemi vsake stranke.

