

## TB 77: POMPSETS VOOR VBB-SYSTEMEN

# DESKUNDIGENRAPPORT

### Werkgroep Watervoorziening

Versie 3.3  
1 juni 2016

## Leeswijzer

Dit document behoort bij het TB 77A en bevat informatie die een ondersteuning geeft bij TB77A.

## Termen en definities

De onderstaande termen en definities gelden voor Technical Bulletin 77A.

|                                                        |                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Afpersdruk                                             | Druk welke componenten kortstondig (tijdens afpersen) kunnen weerstaan. Deze druk ligt boven de systeemdruk relatief t.o.v. de atmosferische druk                                     |
| Bronpompsysteem                                        | Een systeem bestaande uit minimaal een bron en pomp (incl. aandrijving en besturing) waarbij water uit het watervoerend pakket aan de grond wordt onttrokken.                         |
| CCA                                                    | Cold cranking amperés. Stroom die een accu bij -18 oC kan leveren bij een vast gestelde procedure                                                                                     |
| Dooddruk                                               | Pompdruk bij gesloten persafsluiter met inachtneming van optredende speeddroop, dit is de maximaal voorkomende pompdruk (Churn pressure) relatief t.o.v. de atmosferische druk        |
| ECM                                                    | (Electronic Control Module), gemonteerd op de dieselmotor                                                                                                                             |
| Elektrische installatie                                | Samenstel van bij elkaar behorend elektrisch materieel met onderling op elkaar afgestemde eigenschappen om bepaalde doelen te realiseren.                                             |
| K-lijn                                                 | Lijn uitgezet in de grafiek van de watervoorziening waarbij op basis van hydraulische berekeningen de vereiste druk tegen de capaciteit wordt uitgezet voor het berekende sproeivlak. |
| Koelvloeistof                                          | Het in de dieselmotor aanwezige koelmiddel                                                                                                                                            |
| Koelwater                                              | Water dat wordt afgetakt van de perszijde van de pomp voor koeling van de pomp en het koelen van het koelsysteem van de diesel                                                        |
| Maximale capaciteit bron                               | Maximale capaciteit waarop de bron is ontworpen.                                                                                                                                      |
| Non-critical sensor                                    | Een sensor die wel aanwezig is maar niet kritisch is voor de goede werking                                                                                                            |
| Noodstroom aggregaat                                   | Installatie om ter plaatse elektriciteit op te wekken, die automatisch in werking treedt zodra de netspanning uitvalt bestaande uit dieselmotor en generator.                         |
| Ontwerpstroom (IB) (van een elektrische stroomketen)   | Elektrische stroom bestemd om door een elektrische stroomketen te vloeien bij normaal bedrijf.                                                                                        |
| Overbelastingsstroom (van een elektrische stroomketen) | Overstroom in een elektrische stroomketen die niet is veroorzaakt door een kortsluiting of door een aardfout.                                                                         |
| Persdruk                                               | Manometrische druk aan de perszijde van de pomp.                                                                                                                                      |
| Pompcurve                                              | Pompdruk als functie van de flow door de pomp (capaciteit).                                                                                                                           |
| Pompdruk                                               | Het door de pomp opgewekte drukverschil tussen de perszijde en de zuigzijde relatief t.o.v. de atmosferische druk                                                                     |
| Pomprating                                             | Capaciteit waarop de pomp wordt ontworpen en optimaal presteert                                                                                                                       |
| PRE                                                    | Pressure Reducing Valve, Deze reduceert de druk in het systeem door het "knijpen" van de pompflow                                                                                     |
| Primary sensor                                         | De sensor die standaard als eerste gebruikt wordt                                                                                                                                     |
| PRV                                                    | Pressure Relief Valve, Bij het overschrijden van de ingestelde druk stort een PRV een deel van de pompflow over.                                                                      |
| PSV                                                    | Pressure Sustaining Valve, Deze regelt de gewenste systeemdruk door het overstorten van een deel van de pompflow.                                                                     |
| Redundant sensor                                       | Een sensor die als reserve aanwezig is (en daarmee bij goede werking van de primary sensor overbodig of redundant) en gebruikt kan worden bij het falen van de primary sensor         |

|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SIKB                                        | Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer                                                                                                                                                                                                                                         |
| Systeemcurve                                | Systeemdruk als functie van flow door de pomp = pompcurve + voordruk                                                                                                                                                                                                                           |
| Systeemdruk                                 | Druk aan de perszijde van de pomp = voordruk + pompdruk relatief t.o.v. de atmosferische druk                                                                                                                                                                                                  |
| VBB                                         | Vastopgestelde brandbeheersings- en brandblussystemen                                                                                                                                                                                                                                          |
| Verdeelinrichting                           | Samenstel dat verschillende types schakel-, beveiligings-en besturingsmaterieel bevat en dat met een of meer uitgaande elektrische stroomketens is verbonden en wordt gevoed door een of meer inkomende elektrische stroomketens samen met de klemmen voor de nul-en de beschermingsleidingen. |
| Voedingspunt van de elektrische installatie | Punt waar elektrische energie wordt geleverd aan de elektrische installatie.                                                                                                                                                                                                                   |
| Voordruk                                    | Druk aan de zuigzijde van de pomp relatief t.o.v. de atmosferische druk                                                                                                                                                                                                                        |
| Vuurwerksysteem                             | Een VBB-systeem t.b.v. de opslag van consumentenvuurwerk tot 10 ton.                                                                                                                                                                                                                           |
| Werkdruk                                    | Druk waarop componenten ontworpen zijn en waar deze continue aan blootgesteld kunnen worden, zoals aangegeven door de fabrikant relatief t.o.v. de atmosferische druk                                                                                                                          |
| WKO                                         | Warmtekoude opslag. Een bronpompsysteem dat wordt gebruikt voor de verwarming en/of koeling van een gebouw.                                                                                                                                                                                    |
| Zuigdruk                                    | Manometrische druk aan de zuigzijde van de pomp.                                                                                                                                                                                                                                               |

# Inhoudsopgave

|          |                                                           |           |
|----------|-----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Bijlage ecm</b>                                        | <b>7</b>  |
| 1.1      | VBB-voorschriften                                         | 7         |
| 1.2      | Milieu & Prestatie                                        | 7         |
| 1.3      | Voordelen digitaal                                        | 7         |
| 1.4      | Uitvoering & werkingwijze                                 | 8         |
| 1.5      | Argumentatie enkele ECM                                   | 10        |
| 1.5.1    | Inleiding                                                 | 10        |
| 1.5.2    | Betrouwbaarheidsaspecten Bedrading en Sensoren            | 10        |
| 1.5.3    | Betrouwbaarheidsaspecten enkele ECM                       | 10        |
| 1.5.4    | Montage 2 <sup>de</sup> ECM                               | 11        |
| 1.5.5    | Electronische motor met enkele ECM in VBB-toepassing      | 11        |
| 1.5.6    | Betrouwbaarheidsaspecten Overige delen dieselmotor        | 12        |
| 1.6      | Lijst geraadpleegde literatuur                            | 12        |
| 1.6.1    | Foto's montage van en dubbele ECM op 'listed' dieselmotor | 13        |
| <b>2</b> | <b>BIJLAGE DRUKBEGRENZING</b>                             | <b>16</b> |
| 2.1      | Systeembeschrijving                                       | 16        |
| 2.2      | Toelichting eisen regelgedrag                             | 17        |
| 2.3      | Voeding                                                   | 17        |
| 2.4      | Zelfdiagnose                                              | 17        |
| 2.5      | Positie druksensor                                        | 17        |
| 2.6      | Mechanisch geregelde dieselmotor                          | 18        |
| 2.7      | Elektronisch geregelde dieselmotor                        | 18        |
| 2.8      | Kleppen                                                   | 19        |
| 2.9      | Uitvoering volgens huidige voorschriften                  | 21        |
| 2.10     | Voorbeeld                                                 | 23        |
| 2.11     | Falen van pilot gestuurde PRV en PSV.                     | 24        |
| 2.12     | copy from NFPA 20 2010 edition                            | 24        |
| 2.13     | Lijst geraadpleegde literatuur                            | 26        |
| <b>3</b> | <b>BIJLAGE ACCU'S</b>                                     | <b>27</b> |
| 3.1      | Inleiding                                                 | 27        |
| 3.2      | Probleemstelling                                          | 27        |
| 3.3      | Capaciteit accu in Ah                                     | 27        |
| 3.4      | Bepalen koudstart stroom                                  | 27        |
| 3.5      | Advies                                                    | 28        |
| 3.6      | Voorbeeld accu selectie tabel.                            | 28        |
| 3.7      | Verschillen en eigenschappen accu's                       | 29        |
| 3.7.1    | Nikkel-Cadmium accu                                       | 29        |
| 3.7.2    | Open loodzuur accu                                        | 29        |
| 3.7.3    | Gesloten loodzuur accu                                    | 30        |
| 3.7.4    | Gel accu                                                  | 30        |
| 3.8      | Overzicht normen                                          | 31        |
| <b>4</b> | <b>BIJLAGE OVERSPEED</b>                                  | <b>32</b> |
| 4.1      | Regelgeving                                               | 32        |
| 4.2      | Overspeed                                                 | 32        |
| <b>5</b> | <b>BIJLAGE KOELSYSTEMEN</b>                               | <b>34</b> |
| 5.1      | Inleiding                                                 | 34        |
| 5.2      | Normen waterkoeling.                                      | 34        |
| 5.2.1    | EN12845                                                   | 34        |

|          |                                                                                                       |           |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.2.2    | NFPA-20                                                                                               | 34        |
| <b>6</b> | <b>BIJLAGE BRONPOMPSYSTEMEN</b>                                                                       | <b>37</b> |
| 6.1      | Inleiding                                                                                             | 37        |
| 6.2      | Onderwerp en toepassingsgebied                                                                        | 37        |
| 6.3      | Ontwerp en aanleg                                                                                     | 37        |
| 6.3.1    | Algemeen                                                                                              | 37        |
| 6.3.2    | Capaciteit bronpompsysteem                                                                            | 38        |
| 6.3.3    | Ontwerp bronpompsysteem                                                                               | 38        |
| 6.3.4    | Boren bron                                                                                            | 39        |
| 6.3.5    | Bronpomp (incl. aandrijving en besturing)                                                             | 39        |
| 6.3.6    | In bedrijfstelling bronpompsysteem                                                                    | 39        |
| 6.3.7    | Documentatie                                                                                          | 40        |
| 6.4      | Beheer en onderhoud                                                                                   | 40        |
| 6.4.1    | Algemeen                                                                                              | 40        |
| 6.4.2    | Testen                                                                                                | 41        |
| 6.4.3    | Onderhoud bron                                                                                        | 41        |
| 6.4.4    | Onderhoud pomp                                                                                        | 41        |
| 6.4.5    | Overige                                                                                               | 41        |
| <b>7</b> | <b>BIJLAGE Voeding elektrisch aangedreven sprinklerpomp in combinatie met een Noodstroomaggregaat</b> | <b>42</b> |
| 7.1      | Inleiding                                                                                             | 42        |
| 7.2      | Overzicht aanwezige situaties                                                                         | 42        |
| 7.2.1    | Directe aansluiting op noodstroomaggregaat                                                            | 42        |
| 7.2.2    | Aansluiting voor hoofdschakelaar op hoofdverdeelinrichting                                            | 43        |
| 7.3      | Bepaling van het elektrisch vermogen                                                                  | 45        |
| 7.3.1    | Voorschriften                                                                                         | 45        |
| 7.3.2    | Maximale spanningsdaling volgens de NEN 1010                                                          | 45        |
| 7.3.3    | Maximale spanningsdaling volgens de NFPA 20                                                           | 45        |
| 7.3.4    | Maximaal spanningsverlies volgens de NEC 695-7                                                        | 45        |
| 7.3.5    | Beveiliging van motoren ten behoeve van Sprinklerpompen, NEN-EN 12845                                 | 46        |
| 7.3.6    | Overige factoren die van invloed zijn op het generatorvermogen                                        | 46        |
| 7.4      | Karakteristieken elektromotor en sprinklerpomp                                                        | 46        |
| 7.4.1    | Centrifugaalpomp                                                                                      | 46        |
| 7.4.2    | Verdringerpomp                                                                                        | 46        |
| 7.4.3    | Elektromotor                                                                                          | 46        |
| 7.4.4    | Combinatie E-motor met centrifugaalpomp                                                               | 47        |
| 7.4.5    | Combinatie E-motor met verdringerpomp.                                                                | 48        |
| 7.4.6    | Aanbevelingen van het vermogen generator                                                              | 49        |
| 7.5      | Bekrachtiging van de generator                                                                        | 49        |
| 7.5.1    | Shuntbekrachtigingsysteem                                                                             | 49        |
| 7.5.2    | AREP-bekrachtigingsysteem                                                                             | 50        |
| 7.6      | Overbelasting van de generator gedurende 20 sec.                                                      | 50        |
| 7.7      | Centrifugaalpompen en verdringingspompen met ontlastingsinrichting                                    | 51        |
| 7.7.1    | Spanningsverlies AREP bekrachtiging                                                                   | 51        |
| 7.7.2    | Spanningsverlies SHUNT bekrachtiging                                                                  | 53        |
| 7.7.3    | Maximaal aan te sluiten motorvermogen                                                                 | 54        |
| 7.7.4    | Conclusie                                                                                             | 56        |
| 7.8      | Verdringingspompen zonder ontlastingsinrichting                                                       | 56        |
| 7.8.1    | Spanningsverlies AREP bekrachtiging                                                                   | 56        |
| 7.8.2    | Spanningsverlies SHUNT bekrachtiging                                                                  | 57        |
| 7.8.3    | Maximaal aan te sluiten motorvermogen                                                                 | 58        |
| 7.9      | Voeding van elektrisch aangedreven sprinklerpompen                                                    | 60        |
| 7.10     | Bijlage Sizing recommendations for fire pump applications                                             | 61        |

|          |                                         |           |
|----------|-----------------------------------------|-----------|
| <b>8</b> | <b>BIJLAGE TESTEN</b>                   | <b>67</b> |
| 8.1      | Inleiding                               | 67        |
| 8.2      | IN BEDRIJF STELLEN, TESTEN VAN POMPSETS | 67        |
| 8.2.1    | Inleiding                               | 67        |
| 8.3      | Achtergronden                           | 68        |
| 8.4      | Drinkwaterleiding                       | 69        |
| 8.4.1    | Inleiding                               | 69        |
| 8.4.2    | Maatregelen drinkwaterbedrijven         | 69        |
| <b>9</b> | <b>BIJLAGE BRANDSTOFKWALITEIT</b>       | <b>70</b> |
| 9.1      | Inleiding                               | 70        |
| 9.2      | Rode diesel brandstof                   | 70        |
| 9.3      | Probleemstelling - Bacteriegroei        | 70        |
| 9.4      | Oplossing                               | 71        |

# 1 BIJLAGE ECM

## 1.1 VBB-VOORSCHRIFTEN

In principe bestaat er geen verbod op toepassing van digitaal geregelde dieselmotoren voor aandrijving van brandbluspompen. Helaas voorzien de sprinklervoorschriften op dit moment nog maar minimaal in de specifieke items bij toepassing van digitaal geregelde dieselmotoren via een ECM.

### NFPA

NFPA-20 editie 2007 vereist dat voor brand toepassingen de ECM dubbel uitgevoerd moet zijn met een handmatige omschakeling zonder nul-stand. De NFPA-20 edities 2010 en 2013 vereisen zelfs een automatische omschakeling bij falen van de eerste ECM naast een hand of automatische schakelaar zonder een 0-stand.

Wanneer wordt geschakeld naar de back-up ECM moet dit door middel van een visueel signaal op motor instrumenten paneel zichtbaar worden gemaakt naast een signaal naar de controller.

### FM

Voor FM zijn een aantal dieselmotoren approved waarbij gekozen is voor het gebruik van een 2<sup>de</sup> ECM welke met de hand omgeschakeld moet worden in het geval de eerste ECM niet goed mocht functioneren.

### NEN-EN 12845 + A2 + NEN 1073

In de NEN-EN 12845 + NEN 1073 gesteld dat de ECM enkel uitgevoerd mag zijn.

### Voorschriften Automatische Sprinklerinstallaties (VAS)

De VAS voorziet niet in de toepassing van digitaal geregelde dieselmotoren via een ECM.

## 1.2 MILIEU & PRESTATIE

Met de klassieke mechanische brandstofpomp is in der loop der jaren een hoge graad van betrouwbaarheid bereikt. Echter, vanwege emissiewetgeving en verhoging van de motorprestaties worden nieuwe motorgeneraties uitsluitend nog ontwikkeld met elektronische inspuiting vanwege de hogere inspuitedrukken & flexibiliteit die deze systemen bieden.

Met de digitale motorregelingen is het mogelijk de hoeveelheid ingespoten brandstof en het inspuitmoment nauwkeurig af te stemmen op de gevraagde prestatie van de dieselmotor onder de gegeven omstandigheid. Mede hierdoor kan voldaan worden aan de vereiste milieunormen.

Weliswaar zijn mechanische motoren nog verkrijgbaar, deze worden echter meer en meer vervangen door elektronische exemplaren. Met name bij vermogens boven de 300 kW is dit het geval (stand 2010).

## 1.3 VOORDELEN DIGITAAL

Voordelen voor de VBB-markt van het toepassen van digitaal geregelde dieselmotoren zouden kunnen zijn;

- Kunnen voldoen aan de vereiste milieueisen
- De speeddroop van een digitaal geregelde dieselmotor kan ingesteld worden op 0% waarmee de theoretische pompcurve ook de werkelijke pompcurve is
- Een digitaal geregelde motor kan zo geprogrammeerd worden dat bij het testen van de installatie de motor beheerst aanloopt en beheerst afgeschakeld wordt hetgeen de levensduur van het hart van de VBB-installatie aanmerkelijk kan verlengen.

- Met toevoeging van een druksensor ( en aanvullende hardware in de vorm van een besturingspaneel met regeling ) kan het toerental van de digitaal geregelde dieselmotor zodanig geregeld worden dat de druk in het aangesloten VBB-systeem gehandhaafd blijft (en daarmee het systeem beschermen tegen overdruk en/of drukstoten ). De maximale druk wordt ingesteld en de digitale regeling stuurt de dieselmotor op basis van het toerental. Bij een groot gevraagd debiet zal de combinatie van dieselmotor en pomp uiteindelijk de pompcurve volgen.

## **1.4 UITVOERING & WERKINGSWIJZE**

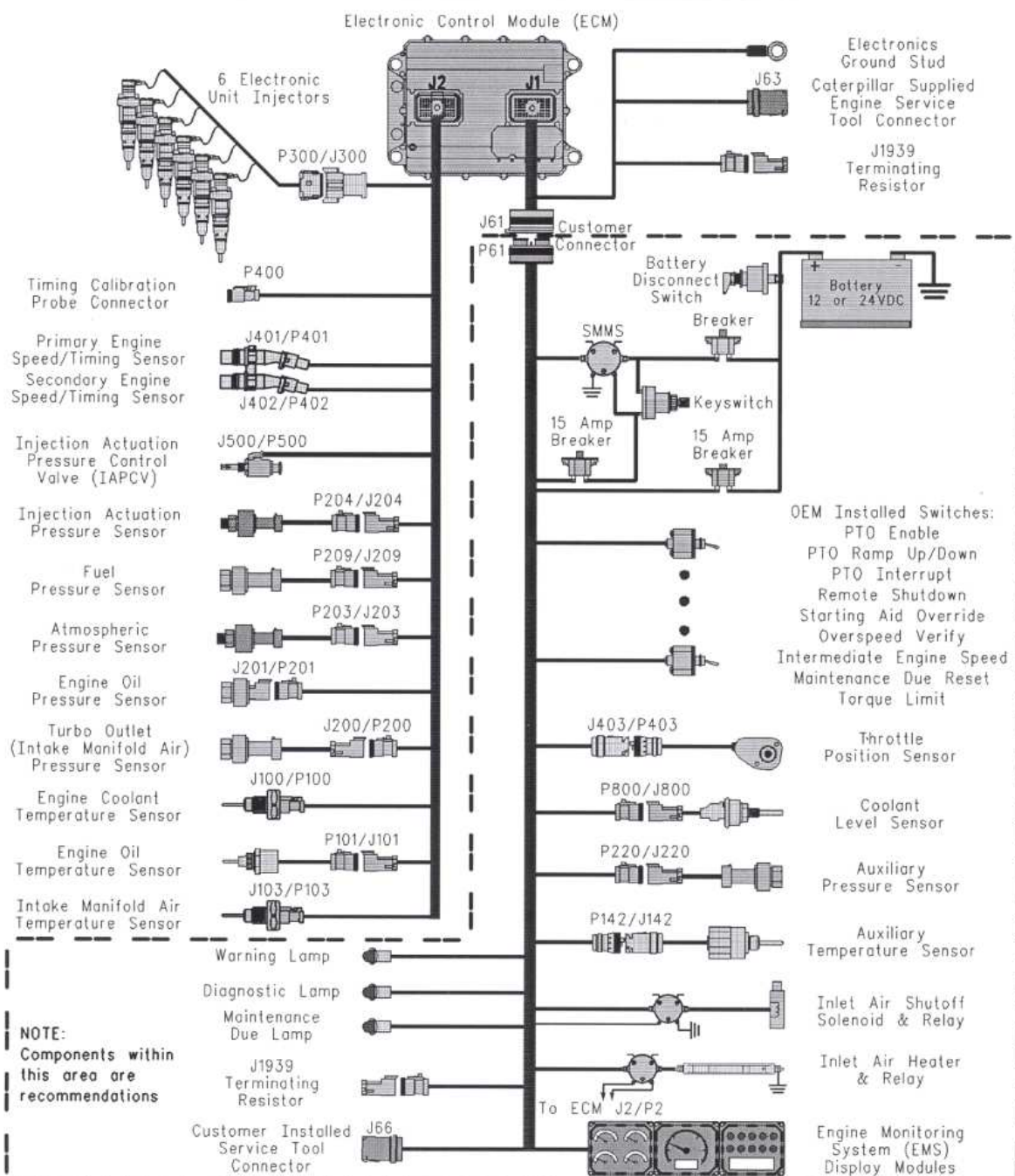
Een elektronisch inspuitsysteem kan onderverdeeld worden in de volgende groepen:

- Sensoren (koelwatertemperatuur, oliedruk, gaspedaal).
- Kabelboom.
- ECM (Electronic Control Module).
- Actuatoren (pomp / injector solenoids, waste-gate actuator).

Zie ook het bijgevoegde System Component Diagram.

## System Component Diagrams

### 3126B Engines



## 1.5 ARGUMENTATIE ENKELE ECM

### 1.5.1 INLEIDING

Belangrijk item bij elektronische motoren is de betrouwbaarheid hiervan. Dit wordt deels ingegeven door het “black box” karakter van de toegepaste componenten en de onbekendheid hiermee. Zoals bij nagenoeg iedere ontwikkeling het geval is, zijn er bij de eerste elektronische motoren uit de jaren '80 zeker issues met betrekking tot betrouwbaarheid en uitval geweest.

Het bovenstaande heeft er toe geleid dat in de huidige NFPA voorschriften het gebruik van twee ECM's vereist wordt, hetgeen afwijkt van de industriestandaard. Op dit moment echter zijn er de afgelopen 30 jaar reeds miljoenen elektronisch geregelde motoren met enkele ECM geproduceerd, hetgeen bij onvoldoende betrouwbaarheid hiervan toch niet mogelijk had moeten zijn. De opgebouwde ervaring in zowel tijdspanne als aantallen maakt het mogelijk om de afwijkende regelgeving ten aanzien van bluspompen nogmaals in overweging te nemen.

Belangrijk item hierbij is de behaalde betrouwbaarheid van elektronische inspuitsystemen met enkele ECM. Bedacht moet worden dat de ECM slechts een van de vier hoofdcomponenten van een elektronisch inspuitsysteem is, te weten:

1. Sensoren (koelwatertemperatuur, oliedruk, gaspedaal).
2. Kabelboom.
3. Actuatoren (pomp / injector solenoids, waste gate-actuator).
4. ECM (Electronic Control Module).

### 1.5.2 BETROUWBAARHEIDSASPECTEN BEDRADING EN SENSOREN

In het algemeen kan gesteld worden dat de meeste storingen (elektrisch/electronisch) uit de kabelboom komen en dan met name de stekkerverbindingen (slecht contact) en draadbreek. Vaak worden dan ook volledig gevormde en gesloten kabelbomen gebruikt voorzien van waterdichte stekkerverbindingen, welke het resultaat zijn van lange ontwikkeltrajecten.

In de ranglijst van storingen volgen na de omschreven kabelboom de sensoren en actuatoren, die vaak moeten werken onder hoge temperaturen en blootgesteld zijn aan trillingen. Naast een zorgvuldig ontwerp- en productieproces ter minimalisatie van bovengenoemde storingen is de ECM in staat deze storingen te detecteren, door te kijken naar open verbinding, kortsluiting of range. In veel gevallen is tevens een zogenaamde noodloop ingebouwd zodat bij storing wel een alarm gegenereerd wordt, maar de motor wel blijft functioneren.

Voor Fire toepassingen worden alle relevante beveiligingen, zoals beveiliging op oliedruk en koelwatertemperatuur uitgeschakeld, dat wil zeggen dat er wel storingsmeldingen komen maar dat de motor door blijft draaien (immers een sprinklerpomp moet een ‘zelfopofferend’ karakter hebben). Hierdoor is alleen de toerentalsensor noodzakelijk voor het draaien van de motor. Bij elektronische motoren is voor toerentalbepaling in de meeste gevallen een nokkenassensor en vliegwielsensor aanwezig, waarbij bij (totale) uitval van een van de sensoren de andere sensor het overneemt.

**Conclusie is dat de hoofdbron van storingen bij elektronische motoren is ondervangen door diagnose hiervan en het feit dat de essentiële componenten voor het functioneren van de ECM (lees sensoren) dubbel uitgevoerd zijn.**

### 1.5.3 BETROUWBAARHEIDSASPECTEN ENKELE ECM

Blijft de ECM zelf als potentiële storingsbron over. Vanwege de genoemde perceptie op het gebied van elektronica stellen motorfabrikanten aan de ECM's de zwaarste eisen qua levensduur en

betrouwbaarheid. Zo eisen fabrikanten als DAF dat het uitvalspercentage van de ECM zelf over de levensduur van de motor lager is dan bijvoorbeeld de krukas en drijfstangen van de motor!

Dit heeft er toe geleid dat alle toegepaste ECM's slechts door een handjevol producenten in grote aantallen worden geproduceerd. Alleen op deze wijze kunnen uitgebreide ontwikkeltrajecten en fabricageprocessen ter waarborging van de gevraagde kwaliteit gerealiseerd worden.

Verder moet bedacht worden dat de ECM zelf een component is welke, geen bewegende delen bevat en opgesloten is in een metalen behuizing. Door de motorfabrikant wordt veel aandacht aan trillingsarme montage en koeling van de ECM besteedt.

**Dit alles heeft tot gevolg dat de ECM veelal betrouwbaarder is dan de motor waarop deze gemonteerd is.**

Uit statistieken van John Deere importeur Nagel Power Systems blijkt dat zij op 600 motoren 2 ECM's na moeten leveren, ofwel een uitval van 0.3%. Hierbij moet dan nog bedacht worden dat deze vervanging ECM's vaak kort na installatie worden nageleverd vanwege foutief aansluiten hiervan. Eenmaal in bedrijf is het uitvalpercentage dus nog aanzienlijk lager.

#### **1.5.4 MONTAGE 2<sup>DE</sup> ECM**

Het toevoegen van een 2<sup>de</sup> ECM betekent dat de zorgvuldig ontworpen bekabeling van de originele ECM uiteengenomen moet worden en met een toevoeging van extra componenten (zoals relais) met kabelverbindingen opnieuw aangesloten moet worden. Het verkrijgen van de originele kwaliteit is daarbij niet of nauwelijks realiseerbaar. In tegendeel, gesteld moet worden dat de extra componenten en de extra kabelverbindingen de faalkans ons inziens vergroten.

Vervolgens wordt de 2<sup>de</sup> ECM weggebouwd achter de eerste ECM, zo dicht mogelijk tegen de dieselmotor, waardoor de ECM nagenoeg onbereikbaar wordt en bij gebruik van de dieselmotor tenminste flink warm wordt.

Moderne elektronica levert, hoewel zeer geavanceerd en doorontwikkeld, nog steeds problemen op door veroudering bij het regelmatig ongewenst opwarmen. Het is niet voor niets dat de eerste uitval van elektronica-componenten nog steeds getest wordt door de componenten een aantal keren te verwarmen (de zogenaamde badkuipkromme). Voor nog geavanceerdere toepassingen gebeurt dit opwarmen zelfs door computergestuurde ovens waarna nadien de elektronica getest wordt of deze nog binnen de specificaties functioneert.

#### **1.5.5 ELECTRONISCHE MOTOR MET ENKELE ECM IN VBB-TOEPASSING**

Uit bovenstaande blijkt dat een motor met enkele ECM betrouwbaar genoeg geacht mag worden voor VBB toepassingen. Wel kunnen er tijdens de installatie van een elektronische motor fouten gemaakt worden welke de betrouwbaarheid ernstig kunnen beïnvloeden. Dit geldt dan zowel voor motoren met enkele als dubbele ECM's.

Tijdens de installatie kunnen de volgende fouten gemaakt worden:

- Te hoge voedingspanning: Bij voltages boven 31 Volt zal de ECM zichzelf uitschakelen.
- Wegvallen voeding: Dit zal uiteraard tot uitval van de ECM leiden.

Om de betrouwbaarheid van elektronische motoren ook voor VBB-toepassingen te waarborgen moet de voeding van de ECM aan de volgende eisen voldoen:

- **5-voudige voeding vanuit beide batterijsets, beide laders en dynamo.**
- **Bescherming ECM tegen overspanning (30V<).**

- **Separate bedienbare contactsleutel t.b.v. noodstart.**

#### **1.5.6 BETROUWBAARHEIDSASPECTEN OVERIGE DELEN DIESELMOTOR**

De dieselmotor beschouwend zijn er vele onderdelen te benoemen die alle kritisch zijn voor het wel of niet draaien van de motor en die toch slechts enkelvoudig zijn uitgevoerd.

Enkele die we daarbij kunnen noemen zijn de startmotor en de turbolader.

Bekijken we de betrouwbaarheid van bijvoorbeeld de startmotor dan zien wij iets bijzonders. In de loop der jaren is de uitvoering van de startmotor lichter geworden. Hierdoor is in sommige gevallen montage van een andere startmotor noodzakelijk om aan het vereiste aantal startpogingen te voldoen.

#### **1.6 LIJST GERAADPLEEGDE LITERATUUR**

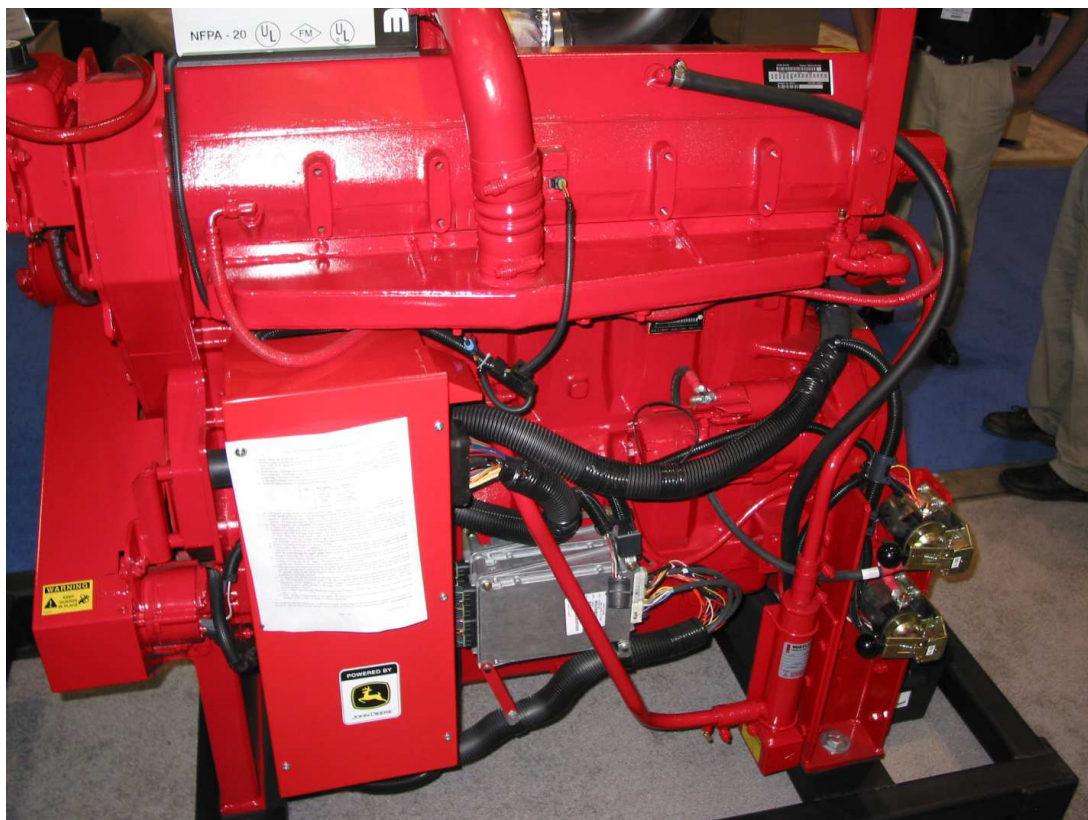
| Auteur/bedrijf                                   | Artikel                                                                      | Datum         |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Alex Zomer - Aqua+                               | Dieselgedreven sprinklerpompen met een digitale regeling                     | 27 april 2010 |
| D.J. de Jong - Van Wijk en Boerma Firepacks b.v. | Betrouwbaarheidsaspecten enkele ECM                                          | 28 mei 2010   |
| W. Hoosemans - Van Wijk en Boerma Firepacks b.v. | Voorschriften voor dieselmotoren uitgerust met een ECM voor VAS toepassingen | 14 juli 2006  |

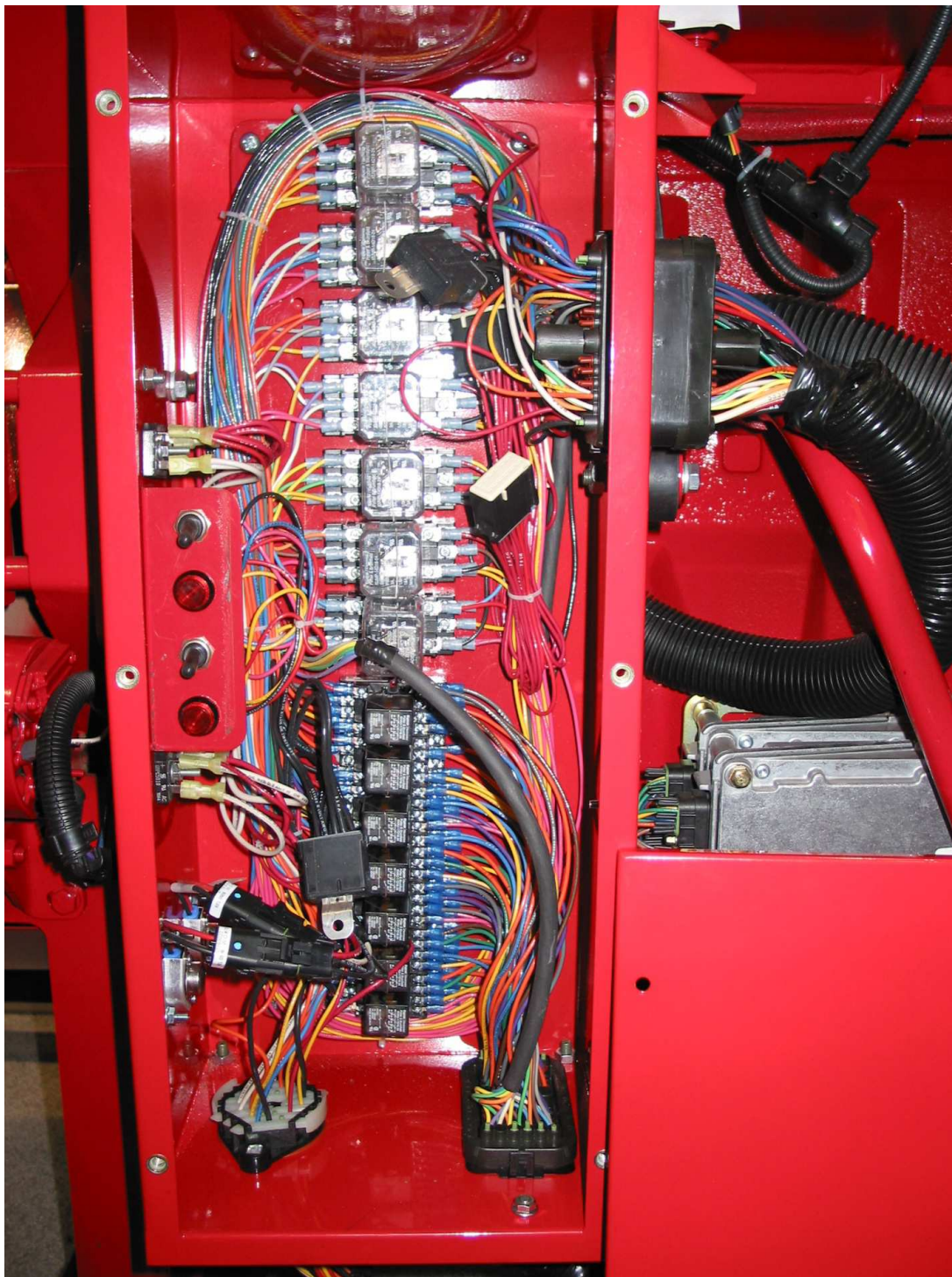
#### 1.6.1 FOTO'S MONTAGE VAN EN DUBBELE ECM OP 'LISTED' DIESELMOTOR



ECM's zijn op elkaar gemonteerd.

In box naast de ECM is de schakeling geplaatst. Zie ook volgende foto.



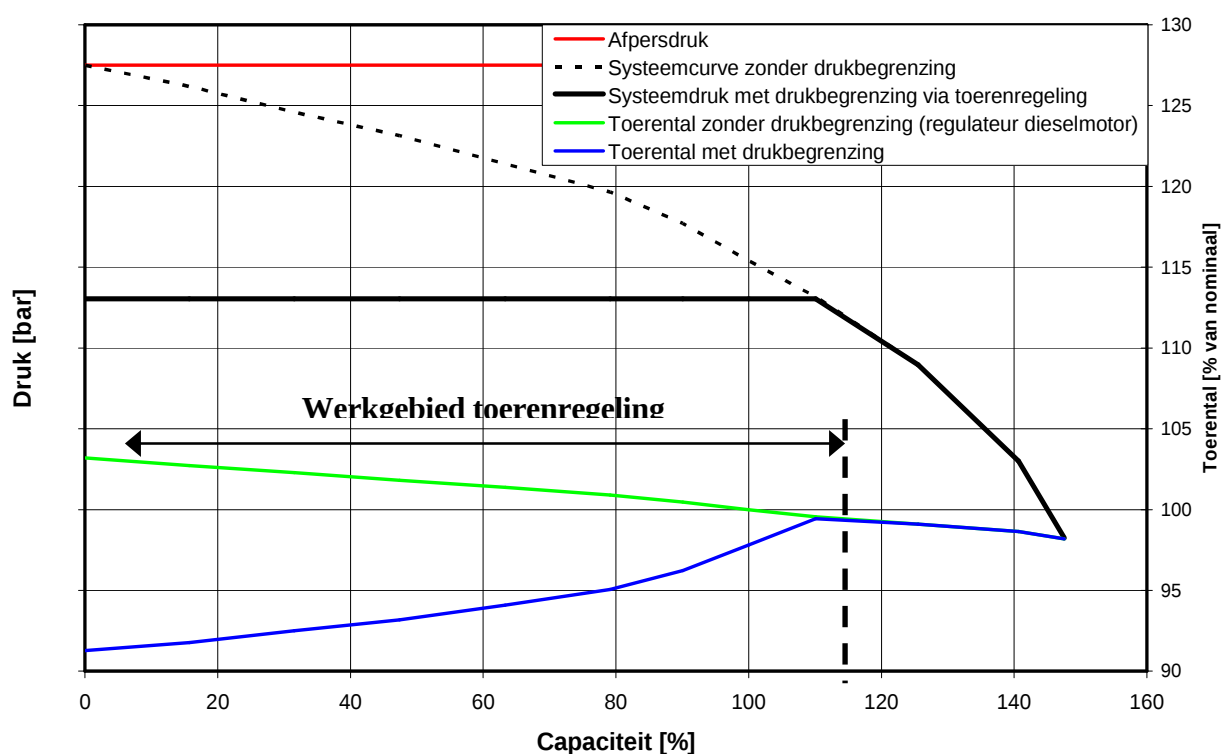


## 2 BIJLAGE DRUKBEGRENZING

### 2.1 SYSTEEMBESCHRIJVING

Principe van de drukbegrenzing is dat de maximale systeemdruk wordt begrensd door aanpassing van het motortoerental, zoals hieronder weergegeven.

Fig. 1 Principe drukbegrenzing via toerenregeling in systeemgrafiek



De bovengrens van het toerental is het nominale toerental, zoals vermeld op de naamplaat. Dit nominale toerental wordt door een separate inrichting bepaald, welk onderdeel is van de dieselmotor zelf. Het systeem mag het toerental alleen verlagen t.o.v. dit nominale toerental.

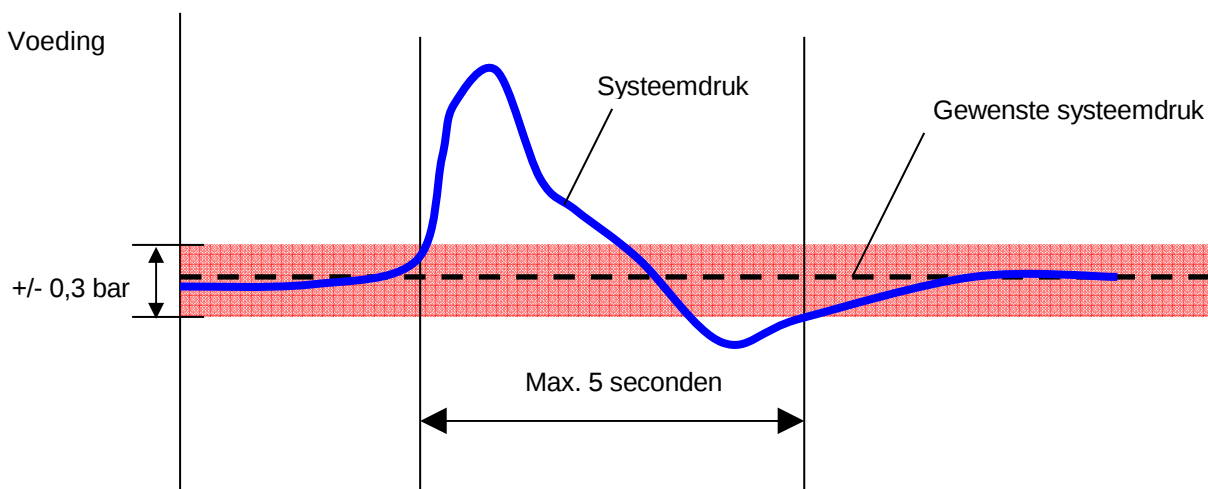
Voor de uitvoering van het systeem zijn twee hoofdgroepen te onderscheiden, namelijk:

- toegepast op een mechanisch geregelde dieselmotor
- toegepast op een elektronisch geregelde dieselmotor

## 2.2 TOELICHTING EISEN REGELGEDRAG

Het systeem moet in staat zijn om bij een constante vraag de druk binnen 0,3 bar rondom de gewenste waarde af te regelen. Daarnaast moet het systeem bij het aanbrengen van een verstoring binnen vijf seconden de druk binnen 0,3 bar rondom de gewenste waarde afregelen. Dit is ter verduidelijking in figuur 2 weergegeven.

Fig. 2 Vereiste kwaliteit & snelheid van de regeling.



## 2.3

In geval van een elektrisch gevoede en/of elektronische controller moet de voeding hiervan 5-voudig uitgevoerd zijn:

- 2 x batterij.
- 2 x laders.
- 1 x dynamo.

## 2.4 ZELFDIAGNOSE

Zoals beschreven moet bij falen van de regeling de motor op nominaal toerental gaan draaien. Daarnaast is het belangrijk dat een storing opgemerkt en doorgemeld wordt. Volgens NFPA moet er alarm gegeven worden als de systeemdruk de ingestelde druk met meer dan 15% overschrijdt. Dat kan alleen werken indien de druksensor zelf niet defect is. De druksensor moet zodanig uitgevoerd zijn dat falen hiervan door de controller gecontroleerd en gemeld wordt.

## 2.5 POSITIE DRUKSENSOR

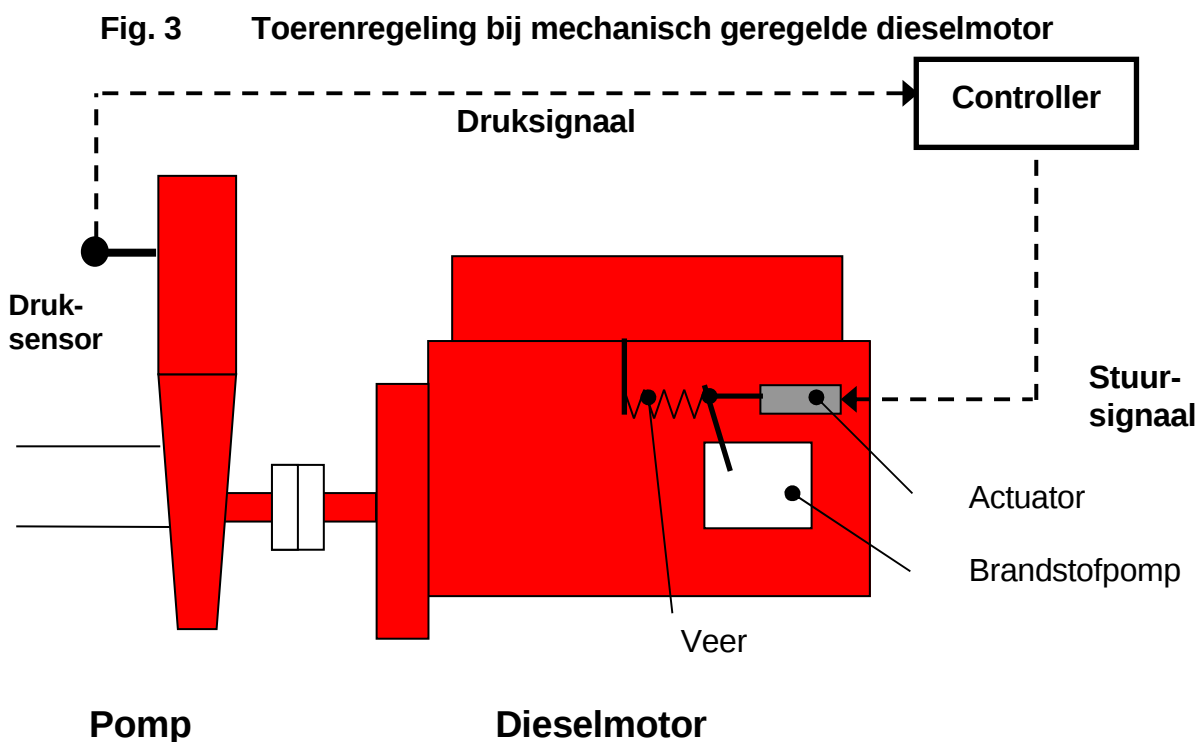
In het verleden werd de druksensor, om reden van packaging, direct op de pers van de pomp geplaatst. Technisch gezien is het echter gunstiger de druksensor op dezelfde positie als de persmanometer te monteren vanwege:

- Voorkomen van afwijking als gevolg van meting op verschillende locaties.
- Verlaging van drukvariatie door grotere afstand vanaf pomp.

De werkgroep geeft dan ook als advies om de druksensor op dezelfde aftakking als de persmanometer te plaatsen. De druksensor moet recht op geplaatst worden om opeenhoping van vuil ter plaatse van de druksensor te vermijden.

## 2.6 MECHANISCH GEREDELDE DIESELMOTOR

Bij een mechanische geregelde dieselmotor wordt het toerental beïnvloed door wijziging van de actuatorpositie op de brandstofpomp. De druk op de pers van de pomp wordt door een druksensor gemeten. Op basis van het druksignaal stuurt een controller de actuator aan.



In de maximumpositie wordt het toerental door de reguleur in de brandstofpomp afgeregeld. Deze reguleur moet qua speeddroop voldoen aan de eisen uit het van toepassing zijnde voorschrift.

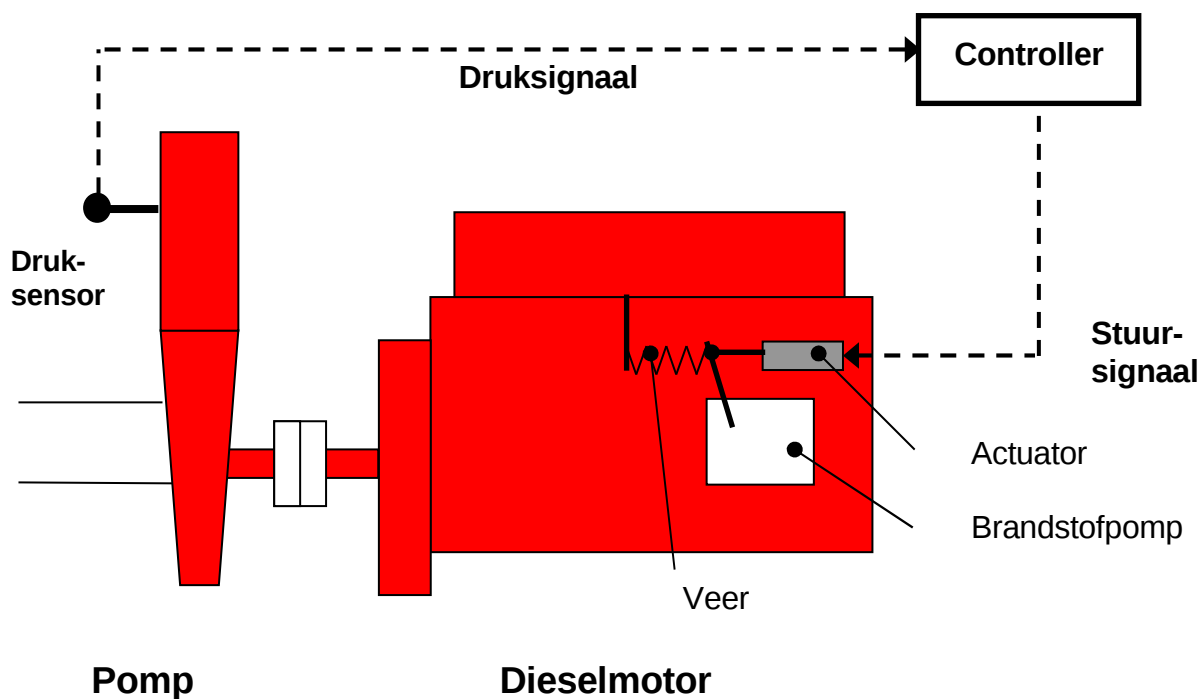
De actuator moet zodanig geconstrueerd zijn dat bij het wegvallen van het stuursignaal de brandstofpomp in de maximum positie wordt gebracht zodat de motor terugkeert naar het nominale toerental.

## 2.7 ELEKTRONISCH GEREDELDE DIESELMOTOR

Bij een elektronisch geregelde dieselmotor wordt het toerental geregeld door de ECM. Het gewenste toerental wordt via een stuursignaal aan de ECM doorgegeven.

Ook hier is het van belang dat bij uitval van de controller / druksensor de motor op het nominale toerental gaat draaien. Dit kan via een extern back-up commando of via een vaste voorgeprogrammeerde waarde in de ECM zelf.

**Fig. 4 Toerenregeling bij elektronisch geregelde dieselmotor**

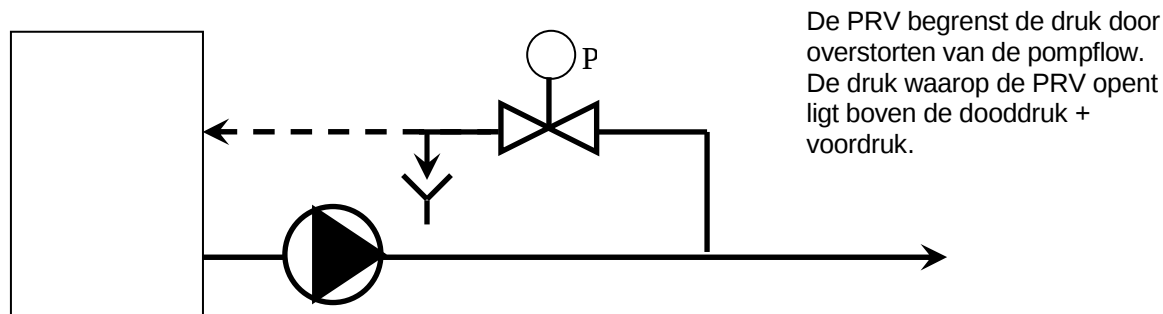


## 2.8 KLEPPEN

### Pressure Relief Valve (PRV)

Deze wordt toegepast om de installatie te beschermen tegen te hoge drukken. Bij het overschrijden van de ingestelde druk stort een PRV een deel van de pompflow over. In geval van een PRV ligt de ingestelde druk boven de dooddruk + voordruk. Een PRV kan zowel een veerbelaste klep als een pilot gestuurde klep zijn.

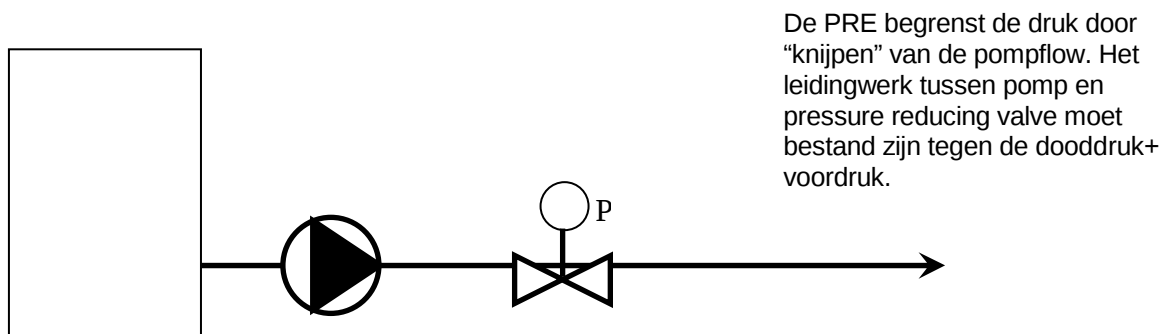
**Fig. 5 Pressure Relief valve**



### Pressure Reducing Valve (PRE)

Deze reduceert de druk in het systeem door het “knijpen” van de pompflow. In het installatiedeel gelegen voor de PRE moet het leidingwerk bestand zijn tegen de dooddruk + voordruk. Deze PRE is altijd pilot gestuurd en gaat bij falen geheel open zodat de dooddruk + voordruk op het systeem komt.

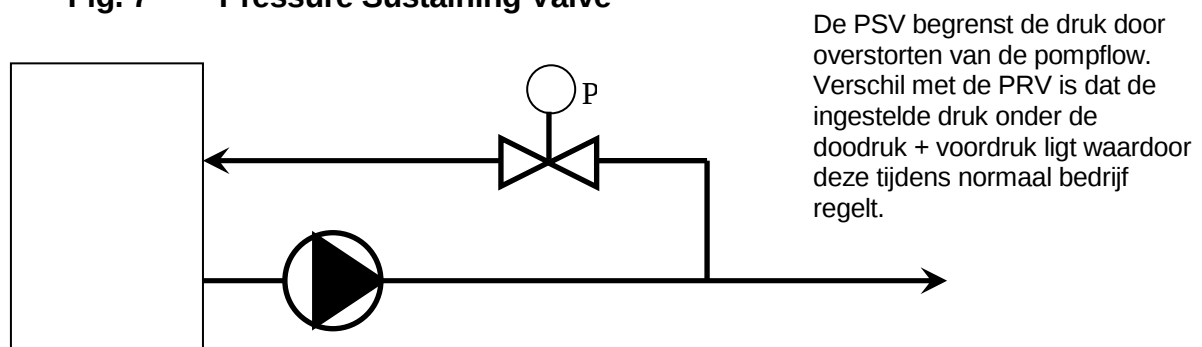
Fig. 6 Pressure Reducing valve



### Pressure Sustaining Valve (PSV)

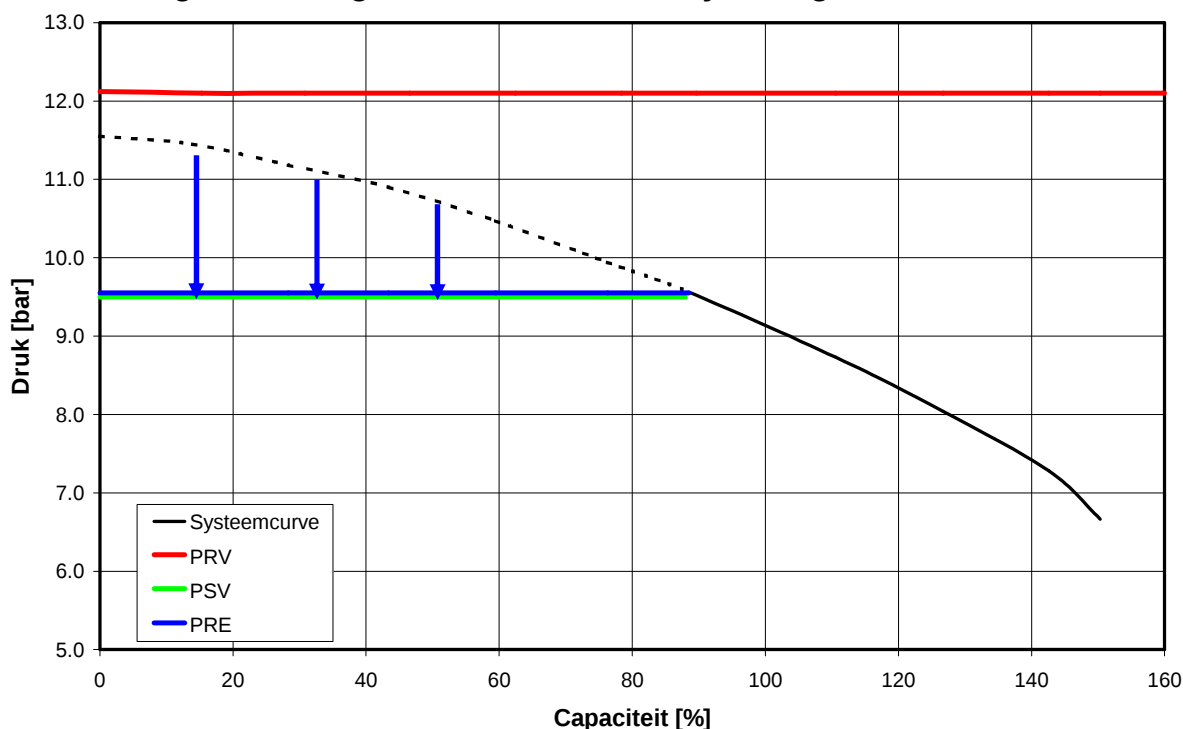
Deze regelt de gewenste systeemdruk door het overstorten van een deel van de pompflow. Het principe is hetzelfde als bij een PRV alleen is bij een PSV de ingestelde druk lager dan de dooddruk + voordruk. In deze toepassing regelt de klep een deel van de curve weg, dit in tegenstelling tot een PRV die alleen ter veiligheid dient. Deze kleppen zijn altijd pilot gestuurd.

Fig. 7 Pressure Sustaining Valve



In figuur 8 Als voorbeeld is de werking van hiervoor omschreven kleppen schematisch in de systeemcurve uitgezet.

**Fig. 8: Werking PRV, PRE en PSV in systeemgrafiek**



## 2.9 UITVOERING VOLGENS HUIDIGE VOORSCHRIFTEN

Toepassing van PRV of PSV is afhankelijk van de maximale toegestane werkdruk volgens het geldende voorschrift en de benodigde druk in het werkpunt. De maximaal toegestane werkdruk is vastgelegd in de voorschriften:

- VAS: 12,1 bar
- NFPA/FM: maximale druk van toegepaste componenten, minimaal 12,1 bar (175 PSI)
- NEN-EN12845: 12 bar. En hoger ingeval van hoogbouwinstallaties.

In de VAS-voorschriften en NEN-EN12845+A2+NEN 1073 wordt niet gesproken over PRV.

NFPA/FM geven aan dat het gebruik van een PRV zoveel mogelijk vermeden moet worden. FM geeft daarbij nog aan dat gebruik van PSV niet toegestaan is:

*FM 3-7 versie juni 2009 geeft aan: 2.3.3.1. Avoid the use of pressure relief valves whenever possible by using proper design techniques .....  
Do not use the pressure relief valve to normally relieve excess pressure at lower pump flows!!*

*FM 3-11 2.1.1. in many cases the need for PRV can be eliminated.*

*NFPA 20 versie 2010 vermeldt: 4.18.1.2\* Pressure Relief Valves shall be used only where specifically permitted by this standard.*

*Voor verdere omschrijvingen NFPA 20 Relief Valves zie bijlage.*

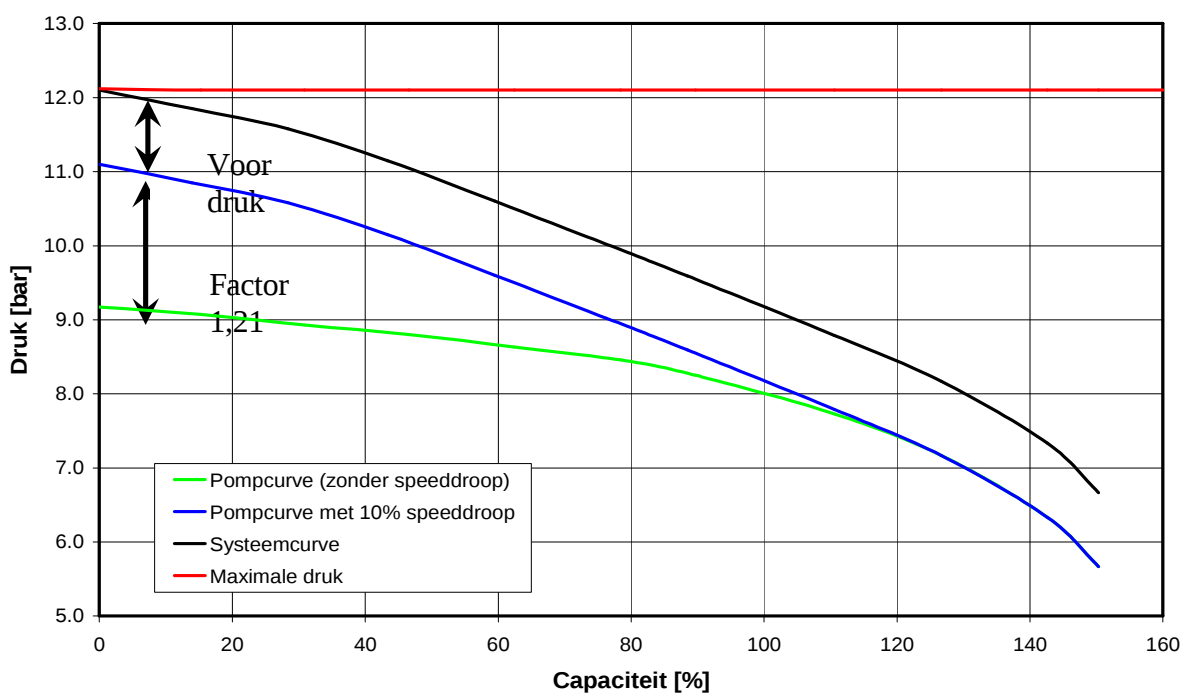
Een pomp levert zijn maximale druk bij gesloten persafsluiter, de zgn. dooddruk. Volgens NFPA kan een PRV komen te vervallen indien deze dooddruk vermenigvuldigd met een factor 1,21 plus de voordruk van de pomp onder de maximaal toegestane werkdruk blijft.

De factor 1,21 vindt zijn oorsprong in het feit dat pompcurven normaal gesproken bij een vast toerental worden gemeten. In de praktijk zal een dieselmotor echter een speeddroop hebben, welke volgens NFPA maximaal 10% mag zijn. Hierop is de factor 1,21 gebaseerd. (toerental werkt kwadratisch in op de druk. Dus 10% is 1,1 hoger en dat in het kwadraat is 1,21.)

In de huidige generatie van dieselmotoren is deze factor van speeddroop echter vele malen lager.

De NFPA houdt geen rekening met de systeemdruk tijdens overspeed,  
In onderstaande figuur 9 is e.e.a. weergegeven.

**Figuur 9: Drukniveau's volgens NFPA**



Pompselectie op basis van bovenstaande methode heeft als beperking dat de hieruit resulterende pompcurven in veel gevallen niet toereikend zijn voor de betreffende installatie, denk hierbij aan bijvoorbeeld ESFR installaties.

Daarnaast geldt nog dat:

- Speeddroop is bij de huidige motoren < 5%.
- Verreweg de meeste installaties worden afgeperst op 15 bar of 1,5 x de dooddruk volgens EN 12845.

## 2.10 VOORBEELD

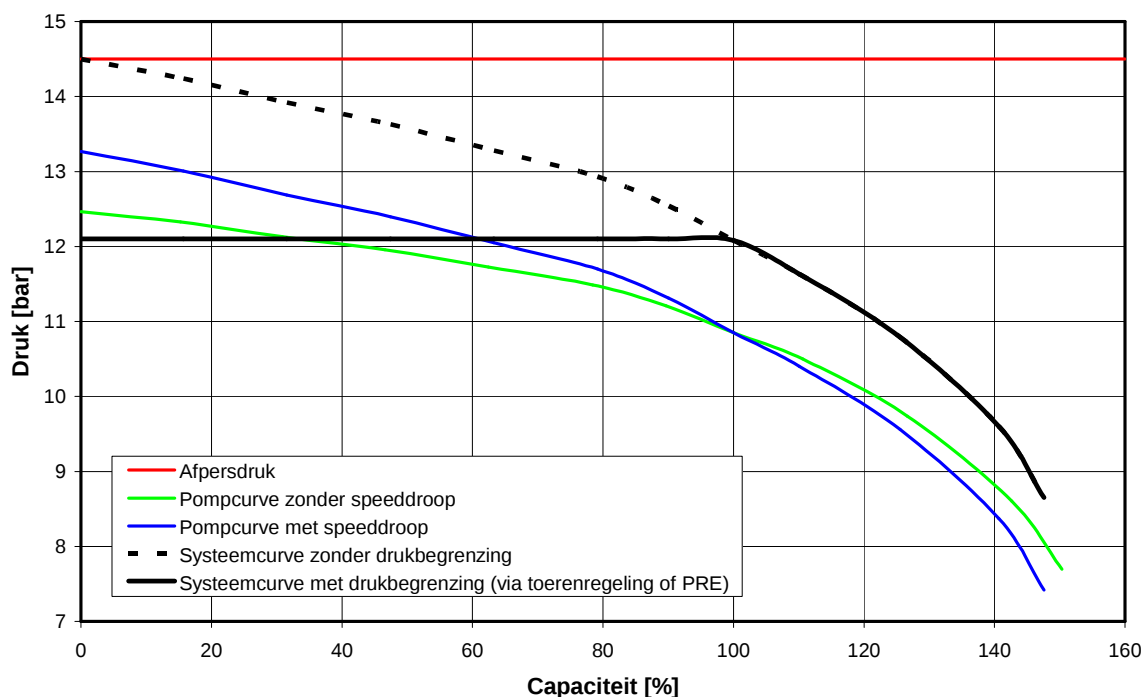
Een voorbeeld:

Een sprinkler installatie wordt bij normaal bedrijf begrensd op 12,1 bar. De meeste leidingsystemen worden afgeperst op 15 bar of 1,5 x de dooddruk volgens NEN-EN 12845, zodat er vanuit gegaan mag worden dat deze kortstondig hiertegen bestand zijn. In de situaties waarbij de dooddruk van de pomp hoger is dan door de voorschriften is toegestaan in een sprinklerinstallatie, zal deze druk begrensd moeten worden via druk-toeren regeling op de pompset of een PRE.

Om te bepalen of de systeemdruk bij falende drukbegrenzing beneden de afpersdruk blijft, moet de fabrikant de pompcurve inclusief speeddroop op te geven.

Dit levert het volgende overzicht op:

**Figuur 10: Geadviseerde drukniveau's.**



## 2.11 FALEN VAN PILOT GESTUURDE PRV EN PSV.

Uit ervaringscijfers van installateurs en leveranciers blijkt dat de PSV regelmatig vervangen moet worden. Er treden lekkages op die voornamelijk ontstaan door cavitatie (zie bijgevoegde foto's).



**Figuur 11: Cavitatieschade PSV.**

Het optreden van cavitatie is een gevolg van de hoge drukval over de klep en het feit dat deze tijdens normaal bedrijf open gaat. Indien dezelfde klep als PRV wordt toegepast is cavitatie geen issue omdat normaal gesproken de klep dicht is.

Sommige leveranciers adviseren als oplossing de toepassing van restrictieplaten achter de klep om zodoende het drukverschil te verkleinen en cavitatie tegen te gaan. Het toepassen van restrictieplaten is volgens de VAS en NEN 1073 toegestaan, volgens de NFPA is dit echter niet toegestaan.

Het gebruik van restrictieplaten werkt alleen optimaal (als levensduur verlengde maatregel) bij dooddruk.

Daarnaast zijn deze kleppen uitgevoerd als “fail-safe to open”. Dit houdt in dat bij falen van deze kleppen deze volledig open gaan. In geval van toepassing als PRV of PSV betekent dit dat teveel water naar de retour verdwijnt en de gewenste systeemdruk niet gehaald wordt.

## 2.12 COPY FROM NFPA 20 2010 EDITION

### 4.18 Relief Valves for Centrifugal Pumps. *NFPA 20 2010 edition*

#### 4.18.1\* General.

4.18.1.1 Where a diesel engine fire pump is installed and where a total of 121 percent of the net rated shutoff (churn) pressure plus the maximum static suction pressure, adjusted for elevation, exceeds the pressure for which the system components are rated, a pressure relief valve shall be installed.

4.18.1.2\* Pressure relief valves shall be used only where specifically permitted by this standard.

4.18.1.3 Where an electric variable speed pressure limiting control driver is installed, and the maximum total discharge head adjusted for elevation with the pump operating at

- shutoff and rated speed exceeds the pressure rating of the system components, a pressure relief valve shall be installed.
- 4.18.2 **Size.**  
The relief valve size shall be determined by one of the methods specified in 4.18.2.1 or 4.18.2.2.
- 4.18.2.1\* The relief valve shall be permitted to be sized hydraulically to discharge sufficient water to prevent the pump discharge pressure, adjusted for elevation, from exceeding the pressure rating of the system components.
- 4.18.2.2 If the relief valve is not sized hydraulically, the relief valve size shall not be less than that given in Section 4.26. (See also 4.18.7 and A.4.18.7 for conditions that affect size.)
- 4.18.3 **Location.**  
The relief valve shall be located between the pump and the pump discharge check valve and shall be so attached that it can be readily removed for repairs without disturbing the piping.
- 4.18.4 **Type.**
- 4.18.4.1 Pressure relief valves shall be either a listed spring-loaded or pilot-operated diaphragm type.
- 4.18.4.2 Pilot-operated pressure relief valves, where attached to vertical shaft turbine pumps, shall be arranged to prevent relieving of water at water pressures less than the pressure relief setting of the valve.
- 4.18.5\* **Discharge.**
- 4.18.5.1 The relief valve shall discharge into an open pipe or into a cone or funnel secured to the outlet of the valve.
- 4.18.5.2 Water discharge from the relief valve shall be readily visible or easily detectable by the pump operator.
- 4.18.5.3 Splashing of water into the pump room shall be avoided.
- 4.18.5.4 If a closed-type cone is used, it shall be provided with means for detecting motion of water through the cone.
- 4.18.5.5 If the relief valve is provided with means for detecting motion (flow) of water through the valve, then cones or funnels at its outlet shall not be required.
- 4.18.6 **Discharge Piping.**
- 4.18.6.1 Except as permitted in 4.18.6.2 the relief valve discharge pipe shall be of a size not less than that given in Section 4.26.
- 4.18.6.2 The discharge pipe shall be permitted to be sized hydraulically to discharge sufficient water to prevent the pump discharge pressure, adjusted for elevation, from exceeding the pressure rating of the system components
- 4.18.6.2.1 If the pipe employs more than one elbow, the next larger pipe size shall be used.
- 4.18.6.3 Relief valve discharge piping returning water back to the supply source, such as an aboveground storage tank, shall be run independently and not be combined with the discharge from other relief valves.
- 4.18.7\* **Discharge to Source of Supply.**  
Where the relief valve is piped back to the source of supply, the relief valve and piping shall have sufficient capacity to prevent pressure from exceeding that for which system components are rated.
- 4.18.7.1 Where a pressure relief valve has been piped back tot the source of supply, the relief valve and piping shall have sufficient capacity to prevent pressure from exceeding that for which system components are rated.
- 4.18.8\* **Discharge to Suction Reservoir.**  
Where the supply of water to the pump is taken from a suction reservoir of limited

capacity, the drain pipe shall discharge into the reservoir at a point as far from the pump suction as is necessary to prevent the pump from drafting air introduced by the drain pipe discharge.

4.18.9

**Shutoff Valve.**

A shutoff valve shall not be installed in the relief valve supply or discharge piping.

## 2.13 LIJST GERAADPLEEGDE LITERATUUR

| Auteur/bedrijf          | Artikel          | Datum                  |
|-------------------------|------------------|------------------------|
| VAS 1987                |                  |                        |
| NFPA 20                 | volledig         | Editie 2010            |
| NEN-EN 12845 + NEN 1073 |                  | Oktober 2010           |
| FM                      | 3.11             | Revised september 2000 |
|                         |                  |                        |
| van Wijk en Boerma      | overstortkleppen | 23 maart 2010          |
| Bermad                  | presentatie      |                        |

## 3 BIJLAGE ACCU'S.

### 3.1 INLEIDING

Een accu kan elektrische energie opslaan in chemische energie en kan deze vervolgens weer omzetten in elektrische energie (en mag in geval van een startbatterij maximaal 20% ontladen worden). Het verschil tussen een licht / noodstroom accu en een start accu is de oppervlakte, het aantal en dikte van de platen. Het voornaamste kenmerk van een start accu is dat deze veel dunne platen heeft. Een start accu is met deze constructie alleen geschikt voor kortstondige belasting met hoge stromen, zoals dit bijvoorbeeld plaatsvindt bij het starten van een dieselmotor, maar mag niet volledig ontladen worden.

### 3.2 PROBLEEMSTELLING

Bij loodzuur accu's treedt bij gebruik sulfateren van de lood platen op waardoor de capaciteit terugloopt. Ook kunnen cellen defect raken waardoor totale uitval van de accu en schade aan de laadinrichting ontstaat. Gevolg is dat voor VBB-toepassingen de levensduur van lood zuur accu's beperkt is tot 2 jaar. NEN-EN 12845 schrijft dan ook vervanging na 2 jaar voor. Nieuwe loodzuur accu's moeten voldoen aan de gestelde EN 50342-1 of SAE (J240 en J537)-norm.

Een alternatief voor loodzuur accu's is een nikkel cadmium accu. Nikkel cadmium accu's hebben wel een hogere levensbetrouwbaarheid ten opzichte van lood zuur accu's, maar hebben als nadelen een hoge aanschafprijs en lange levertijden.

### 3.3 CAPACITEIT ACCU IN AH

Capaciteit is het product van de ontlaadstroom en de ontladtid en heeft de eenheid Ah. De normatieve ontladtid voor een loodzuur accu is 20 uur, voor een NiCd accu is dat 5 uur.

Bijvoorbeeld loodzuur accu 12V 110Ah/20h kan 20 uur lang 5,5 Ampère leveren bij een eindspanning van 10,5V bij een omgevingstemperatuur van ongeveer 25 °C.

### 3.4 BEPALEN KOUDSTART STROOM

Sterk bepalend voor de geschiktheid van een accu om een bepaalde dieselmotor te starten is de zg. koudstartstroom, dat is de stroomsterkte welke de accu kortstondig kan leveren bij lage omgevingstemperatuur. De koudstart stroom kan bepaald zijn volgens de Amerikaanse dan wel de Europese norm.

Indien er CCA wordt gebruikt dan is dat automatisch de Amerikaanse SAE norm, indien er achter het amperage (EN) staat is dat de Europese norm EN 50342-1.

Tussen de CCA (Amerikaanse SAE norm) en de koud start volgens EN (Europese norm) zit een omrekenfactor:

$CCA \times 0,63 = \text{koud start volgens EN.}$

### 3.5 ADVIES

Bij ontwerp en bouw van de pompset moet het volgende in acht genomen worden:

- Zorg tijdens opslag voor hoge omloopsnelheid om er voor te zorgen dat de accuspanning tijdens opslag nooit onder de 12,4V komt (accuschade).
- Voorkom langdurig uitbedrijf zijn van accu's.
- Zorg voor een goede acculader met een onderhouds lading tussen de 13,4 en 13,7V per accu
- Laders beveiligen op overspanning i.v.m. het mogelijk ontstaan van gasvorming bij overlading en explosiegevaar.
- De spanning mag bij een 24VDC tijdens startcyclus niet onder de 18VDC komen.

### 3.6 VOORBEELD ACCU SELECTIE TABEL.

In de onderstaande tabel zijn een aantal accu selecties weergegeven als voorbeeld.

| Diesel engine | Engine type                  | Displacement (Liter) | Voltage | Nijhuis | WBFP |      |
|---------------|------------------------------|----------------------|---------|---------|------|------|
|               |                              |                      |         | Ah      | Ah   | CCA  |
| Caterpillar   |                              |                      |         |         |      |      |
| C9            | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 8,8                  | 24      | 110     | -    | -    |
| C11           | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 11,1                 | 24      | 170     | -    | -    |
| C18           | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 18,1                 | 24      | 170     | 200  | 1050 |
| 3406          | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 14,6                 | 24      | 170     | 165  | 1000 |
| 3412          | 12 cylinder V/ 4-stroke      | 27                   | 24      | 200     | 200  | 1050 |
| Clarke        |                              |                      |         |         |      |      |
| IK6H          | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 5,9                  | 24      | 110     | 74   | 680  |
| JU4H          | 4 cylinder in-line/ 4-stroke | 4,5                  | 24      | 110     | 74   | 680  |
| JU6H          | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 6,8                  | 24      | 110     | 102  | 720  |
| JW6H          | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 8,1                  | 24      | 110     | 102  | 720  |
| JX6H          | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 12,5                 | 24      | 170     | 165  | 1000 |
| Volvo         |                              |                      |         |         |      |      |
| TD/TWD6       | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 5,48                 | 24      | 110     | 102  | 720  |
| TD/TWD7       | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 6,73                 | 24      | 110     | 102  | 720  |
| TD/TWD10      | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 9,60                 | 24      | 110     | 165  | 1000 |
| TD/TWD12      | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 11,98                | 24      | 170     | 165  | 1000 |
| TD/TWD16      | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 16,12                | 24      | 170     | 165  | 1000 |
| Scania        |                              |                      |         |         |      |      |
| D9/DI9/DC9    | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 9,0                  | 24      | 110     | 102  | 720  |
| D12/DI12/DC12 | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 11,7                 | 24      | 170     | 165  | 1000 |
| D14/DI14      | 8 cylinder V / 4-stroke      | 14,2                 | 24      | 170     | 165  | 1000 |
| Doosan        |                              |                      |         |         |      |      |
| DF08TH-F      | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 8,07                 | 24      | 110     | 102  | 720  |
| DF12TiH-F     | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 11,05                | 24      | 110     | 102  | 720  |
| PU158Ti       | 8 cylinder V/4-stroke        | 15,80                | 24      |         | 165  | 1000 |
| PU180Ti       | 10 cylinder V/4-stroke       | 18,10                | 24      |         | 200  | 1050 |
| PU222Ti       | 12 cylinder V/4-stroke       | 22,20                | 24      |         | 200  | 1050 |

| Diesel engine  | Engine type                  | Displacement (Liter) | Voltage | Nijhuis | WBFP |     |
|----------------|------------------------------|----------------------|---------|---------|------|-----|
|                |                              |                      |         | Ah      | Ah   | CCA |
| <b>Cummins</b> |                              |                      |         |         |      |     |
| CFP05          | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 4,5                  | 24      | 110     | -    | -   |
| CFP07          | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 6,7                  | 24      | 110     | -    | -   |
| CFP09          | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 8,9                  | 24      | 170     | -    | -   |
| CFP11          | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 10,8                 | 24      | 170     | -    | -   |
| CFP15          | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 15                   | 24      | 170     | -    | -   |
| CFP23          | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 23,2                 | 24      | 200     | -    | -   |
| CFP59          | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 5,9                  | 24      | 110     | -    | -   |
| CFP83          | 6 cylinder in-line/ 4-stroke | 8,3                  | 24      | 110     | -    | -   |

Bij verticale en/of schuimpompen wordt de batterij 1 maat groter gekozen

## 3.7 VERSCHILLEN EN EIGENSCHAPPEN ACCU'S

### 3.7.1 NIKKEL-CADMIUM ACCU

Bij een NiCd accu neemt het elektrolyt en het inwendige stalen frame niet deel aan de chemisch reactie. Hierdoor ontstaat er geen veroudering of corrosie aan de mechanische constructie van de cellen.

Vervolgens blijft het actieve materiaal Nikkel Cadmium van dezelfde samenstelling gedurende de gehele levensduur.

Eigenschappen:

- Levensduur ongeveer 10-15 jaar.
- Geen nadelige effecten bij diepe ontlading.
- Laadspanning tussen 1.43-1.47 Volt per cel.
- Visuele inspectie mogelijk.
- Capaciteitsverlies kan optreden bij het niet correct laden en ontladen (zgn. geheugen effect).
- Bij een defecte NiCd cel ontstaat een doorverbinding dus de batterij blijft spanning leveren.
- NiCd batterijen zijn minder gevoelig voor over en onderspanning tijdens laden.
- Goede prestatie bij lage temperaturen.
- NiCd batterijen hebben een hoge zelfontlading en moeten altijd worden opgeladen na opslag.

### 3.7.2 OPEN LOODZUUR ACCU

Bij een loodzuur accu maakt het elektrolyt deel uit van het chemische proces en verandert van samenstelling.

De platen zijn gemaakt van een actief materiaal lood en worden zwakker in verloop van de tijd (minder van kwaliteit - sulfateren van de platen). Hierdoor kunnen de platen vervormen en vervolgens uitvallen.

Eigenschappen:

- Levensduur ongeveer 3-5 jaar.
- Laadspanning tussen 13,8-14,4Volt per accu.
- Visuele inspectie mogelijk.
- Tijdens laden komen er explosieve gassen vrij (H<sub>2</sub>)
- Nadelige effecten tijdens diepe ontlading, cellen kunnen defect raken i.v.m. ompoling.
- Door corrosie die op de platen kan ontstaan is de kans op kortsluiting aanwezig waardoor er geen prestaties geleverd kunnen worden.

- Bij een defecte cel in een lood zuur accu ontstaat er een open verbinding waardoor de accu onbruikbaar wordt.
- Lood zuur accu's zijn gevoeliger voor overspanning waardoor de accu sneller corrodeert en de levensduur wordt verkort.
- Snel leverbaar meestal uit voorraad.

### 3.7.3 GESLOTEN LOODZUUR ACCU

Een gesloten loodzuur accu heeft een chemische proces gelijk aan of te vergelijken met een open zuur accu.

Het verschil is dat deze accu is voorzien van een gesloten omhulsel dat ontworpen is als een klein drukvat met veiligheidventiel.

Eigenschappen:

- Levensduur ongeveer 3-5 jaar.
- Grote eenvoud in het elektrolytisch systeem.
- Onderhoudsarm.
- Laadspanning tussen 13,8-14,4Volt per accu.
- Visuele inspectie van electrolyt niveau en soortelijk gewicht van electrolyt moet mogelijk zijn
- Nadelige effecten tijdens diepe ontlading,
- Door corrosie die op de platen kan ontstaan is de kans op kortsluiting aanwezig waardoor er geen prestaties geleverd kunnen worden.
- Bij een defecte cel in een lood zuur accu ontstaat er een open verbinding waardoor de accu onbruikbaar wordt.
- Lood zuur accu's zijn gevoeliger voor overspanning waardoor de accu sneller corrodeert waardoor de levensduur wordt verkort.

### 3.7.4 GEL ACCU

Een Gel accu werkt ongeveer hetzelfde als een accu volgens het loodzuur principe.

Het verschil is echter dat er bij een gel accu geen vrij water tussen de platen zit, maar een min of meer vaste substantie gel (siliconen samenstelling).

Gel accu's zijn compleet afgesloten en kunnen niet worden bijgevuld met gedestilleerd water. Wel zijn de accu voorzien van een veiligheids ventiel waardoor gassen kunnen ontsnappen bij overlading.

Eigenschappen:

- Levensduur ongeveer 3-5 jaar.
- Onderhoudsarm.
- Laadspanning tussen 14,1-14,4Volt per accu.
- Gevoelig voor overladen waardoor het water kan verdampen uit de emulsie en de accu defect raakt (niet navulbaar).
- Lader toepassen met temperatuur compensatie.
- Bruikbaar in elke oriëntatie.
- De Gel accu heeft een lage zelfontlading.
- Hebben minder capaciteit bij een gelijkwaardige loodzuur accu afmeting.
- Redelijk herstel bij diepe ontlading.
- Geen ventilatie noodzakelijk bij de juiste laadspanning.

Bij hoge temperaturen boven 30°C tropen zuur toepassen.

### 3.8 OVERZICHT NORMEN

In Nederland worden dieselgedreven brand bluspompen volgens verschillende normen samen gebouwd,  
zoals NFPA20 (FM),CEA en NEN-EN 12845 (NEN 1073)  
Hieronder een overzicht van de huidige verschillen:

| Omschrijving                                                                                                                              | NFPA 20 / FM                                                                                                           | CEA                                                                                                                                                  | NEN-EN 12845                                                                                    | NEN-EN 12845<br>ontw. NEN 1073                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ontwerp spanning                                                                                                                          | Zowel 12 als 24VDC bij alle motorvermogens                                                                             | 12 of 24VDC tot 1640CC motor vermogen<br>Vanaf 1600CC 24VDC                                                                                          | 12 of 24VDC tot 1600CC motor vermogen<br>Vanaf 1600CC 24VDC                                     | 12 of 24VDC tot 1600CC motor vermogen<br>Vanaf 1600CC 24VDC                                                                                                       |
| Toegestane accu technologieën                                                                                                             | Loodzuur en nikkelcadmium                                                                                              | Loodzuur en nikkelcadmium                                                                                                                            | Loodzuur en nikkelcadmium                                                                       | Loodzuur en nikkelcadmium                                                                                                                                         |
| Gestelde eisen loodzuur                                                                                                                   | Conform EN50342                                                                                                        | Conform EN5034                                                                                                                                       | Conform EN50342                                                                                 | Conform EN50342                                                                                                                                                   |
| Geselde eisen nikkelcadmium                                                                                                               | Conform EN60623                                                                                                        | Conform EN60623                                                                                                                                      | Conform EN60623                                                                                 | Conform EN60623                                                                                                                                                   |
| Ontwerpcriteria: benodigde totaal aantal starts en capaciteit per accu set (2 sets totaal a 24VDC per set.) bij een omgeving temp van 0°C | 6 startpogingen a 15seconden (Set 1)<br>6 startpogingen a 15seconden (Set 2)<br>Na 72uur standby<br>Volgens 11.2.7.2.4 | 10 startpogingen a 15 seconden (set 1) (start toerental minimaal 120rpm)<br>10 startpogingen a 15 seconden (set 2) (start toerental minimaal 120rpm) | 6 startpogingen a 5 tot 10seconden (set 1)<br>6 startpogingen a 5 tot 10seconden (set 2)        | 10 startpogingen a 5 tot 10 seconden (set 1) (start toerental minimaal 150rpm)<br>10 startpogingen a 5 tot 10 seconden (set 2) (start toerental minimaal 150 rpm) |
| Automatische startinstallatie                                                                                                             | 6 startpogingen a 15 seconden van (set 1) naar (set 2) met maximale rust pauzes van 15seconden                         | 6 startpogingen a 10 seconden van (set 1) naar (set 2) met maximale rust pauzes van 10seconden                                                       | 6 startpogingen a 10 seconden van (set 1) naar (set 2) met maximale rust pauzes van 10seconden. | 6 startpogingen a 10 seconden van (set 1) naar (set 2) met maximale rust pauzes van 10seconden.                                                                   |
| Laadinrichting accu's Loodzuur                                                                                                            | Minimale druppellading 500mA<br>Accu's volledig 100% gevuld in 24h                                                     | Vermogen laadinrichting behoort tussen de 3,5 en 7,5% bedragen van de 10h capaciteit accu                                                            | Vermogen laadinrichting behoort tussen de 3,5 en 7,5% bedragen van de 10h capaciteit accu       | Vermogen laadinrichting behoort tussen de 3,5 en 7,5% bedragen van de 10h capaciteit accu                                                                         |
| Laadinrichting accu's Nikkelcadmium                                                                                                       | Minimale druppellading 500mA<br>Accu's volledig 100% gevuld in 24h                                                     | Vermogen laadinrichting behoort tussen de 25 en 167% bedragen van de 5h capaciteit accu                                                              | Vermogen laadinrichting behoort tussen de 25 en 167% bedragen van de 5h capaciteit accu         | Vermogen laadinrichting behoort tussen de 25 en 167% bedragen van de 5h capaciteit accu                                                                           |
| Accu's vervangen bij                                                                                                                      | Conform voorschrift pomp leverancier                                                                                   | Loodzuur 2jaar<br>Nikkelcadmium 10jaar                                                                                                               | Loodzuur 2jaar<br>Nikkelcadmium 10jaar                                                          | Loodzuur 2jaar<br>Nikkelcadmium 10jaar                                                                                                                            |

## 4 BIJLAGE OVERSPEED

### 4.1 REGELGEVING

NFPA en FM schrijven voor dat een dieselmotor voorzien moet zijn van een overspeed beveiliging. Wat inhoudt dat de schakelkast de dieselmotor stop zet als deze het nominaal toerental met meer dan 10 tot 20% overschrijdt.

VAS, CEA en EN12845 kennen geen voorschriften m.b.t. overspeed.

### 4.2 OVERSPEED

Overspeed treedt op indien het door de dieselmotor opgewekte vermogen gedurende een bepaalde tijd hoger is dan het opgenomen vermogen van de pomp (i.g.v. sprinkler). Bij een centrifugaalpomp is het opgenomen vermogen afhankelijk van de pompflow en het toerental. Het motorvermogen is een functie van de ingespoten hoeveelheid brandstof.

De reguleur van een dieselmotor regelt de ingespoten hoeveelheid brandstof aan de hand van het toerental. Hierbij wordt bij het bereiken van het ingestelde toerental deze hoeveelheid en daarmee het motorvermogen teruggebracht. Hiermee wordt in principe voorkomen dat het motortoerental te ver oploopt.

Overspeed kan dus alleen optreden als het boven omschreven mechanisme niet werkt. Hiervoor zijn 3 primaire oorzaken aan te wijzen:

1. De motor krijgt via een andere weg brandstof toegediend.
2. De motor wordt extern aangedreven.
3. De reguleur zelf werkt niet.

#### 1. Externe brandstoftoevoer.

Externe brandstoftoevoer is mogelijk via in de lucht aanwezige gasvormige brandstof of smeerolie vanuit het carter.

Met de inlaatlucht meegevoerde brandstof geeft extra vermogen. De reguleur zal hier echter op reageren met een verlaging van de ingespoten hoeveelheid brandstof. In het uiterste geval wordt er geheel geen dieselolie meer ingespoten.

Zonder injectie van dieselolie kan de motor op gas alleen zelfstandig doorlopen indien de concentratie gas zich in een klein gebied rondom het optimum (stoichiometrisch) bevindt. Gasmengsels met deze samenstelling zijn echter dermate explosief dat deze zich ook aan bijvoorbeeld de uitlaat zullen ontsteken.

In de overige gevallen kan de motor dus wel onregelmatig gaan lopen (aan-uit), met mogelijk schade tot gevolg, maar zal geen overspeed optreden.

Bij slecht werkende carterventilatie richting de luchtinlaat kan olie vanuit het carter meegezogen worden en daar verbranden. Deze zal ook zonder injectie van dieselolie verbranden en daarmee overspeed veroorzaken. Dit kan voorkomen worden door een goede filtering van de carterdampen en het voorkomen van afschot van afvoer van carterdampen richting de motorinlaat.

## **2. Externe aandrijving.**

In principe kan de motor ook door de pomp worden aangedreven indien het water van pers- naar zuigzijde wordt geperst. De motor draait hierbij andersom en is zo uitgelegd dat deze niet aanslaat. Wel zal door oliegebrek de motor falen.

## **3. Falen van de reguleur.**

### **Mechanische motor**

Bij een mechanische motor wordt de ingespoten hoeveelheid bepaald door verdraaiing van de pomppluniers via een regelstang. De positie van de regelstang wordt bepaald door de reguleur, die vrijwel zonder uitzondering van het centrifugaaltype is.

Faaltvormen die op kunnen treden zijn:

- Klemmen van de regelstang. Als de regelstang vastklemt op een positie waarbij meer brandstof ingespoten wordt dan nodig zal de motor in overspeed komen.
- Falen van het reguleur mechanisme zelf.

Uit onderzoek bij zowel van Wijk en Boerma Firepacks en Nijhuis blijkt dat in de afgelopen 25 jaar op enkele duizenden pompsets slechts 3 tot 5 gevallen van overspeed is opgetreden, en dan meestal nog na “afstellen” van de reguleur.

### **Elektronische motor**

Bij een elektronische motor wordt de verstuurder / pomp geopend en gesloten via een magneetventiel (solenoid). Als deze bekrachtigd wordt start het injectieproces. De hoeveelheid brandstof wordt bepaald door de aanstuurtijd van de solenoid. Deze wordt op zijn beurt weer bepaald door de ECM.

Mogelijke faalkansen hierin zijn.

- Solenoid blijft hangen. Als dit gebeurt wordt eenmalig op een cilinder teveel brandstof ingespoten. Deze cilinder zal daarna niet meer functioneren. De bijbehorende toerentalstijging is beperkt. Bij common rail kan dit doorbranden van de zuiger tot gevolg hebben.
- Foutieve software in de ECM (motortuning). Bij toepassing voor VBB mag de kans hierop als nul worden beschouwd.

Geconcludeerd kan worden dat bij elektronische motoren de kans op overspeed door falen nagenoeg nihil is. Ook bij mechanische motoren is de kans hierop zeer klein.

# 5 BIJLAGE KOELSYSTEMEN

## 5.1 INLEIDING

Belangrijk onderdeel van een sprinkler pomp set is de koeling van de dieselmotor. Meest toegepast is waterkoeling. Via een warmtewisselaar (of meerdere indien er ook een ladeluchtkoeler is gebruikt) wordt water aan de perszijde van de pomp afgetakt en gebruikt voor de motorkoeling. Alternatieven zijn radiatorkoeling of toepassing van direct luchtgekoelde motoren.

Het waterkoelsysteem is afhankelijk van de volledige watervoorziening. Bij de aanleg zijn dan ook meerdere partijen betrokken en verantwoordelijk. Hierbij moet bedacht worden dat falen van het koelsysteem snel leidt tot het falen van de motor en daarmee de watervoorziening.

Het is dan ook van groot belang dat er duidelijke richtlijnen voor het ontwerp en aanleg beschikbaar zijn en tevens inzicht bestaat in de mogelijke faalvormen van het koelsysteem.

In dit rapport zullen de tot dusver gevolgde werkwijzen afgezet worden tegen de normen NFPA-20 en EN12845.

## 5.2 NORMEN WATERKOELING.

### 5.2.1 EN12845

De eisen aan het koelwatersysteem in EN12845 zijn omschreven in paragraaf 10.9.3:

- Directe koeling door water afkomstig van de hoofdpomp dient een druk reduceerinrichting te hebben.
- Retour koelwater zichtbaar naar open drain.
- Indien voor de Koelwaterpomp een snaaraandrijving wordt toegepast, moeten meerdere snaren worden toegepast.
- Bij radiator koeling en of directe luchtkoeling moet de aandrijving zijn gewaarborgd bij slechts de helft van het aantal snaren.

Over materiaalkeuze ontwerp en/of montage wordt niet gesproken. Tevens wordt er niet gesproken over een bypass voorziening.

Belangrijke uitzondering bij veel uitgevoerde installaties is dat de afvoer van het koelwater vanwege waterbesparing wordt teruggebracht naar de tank.

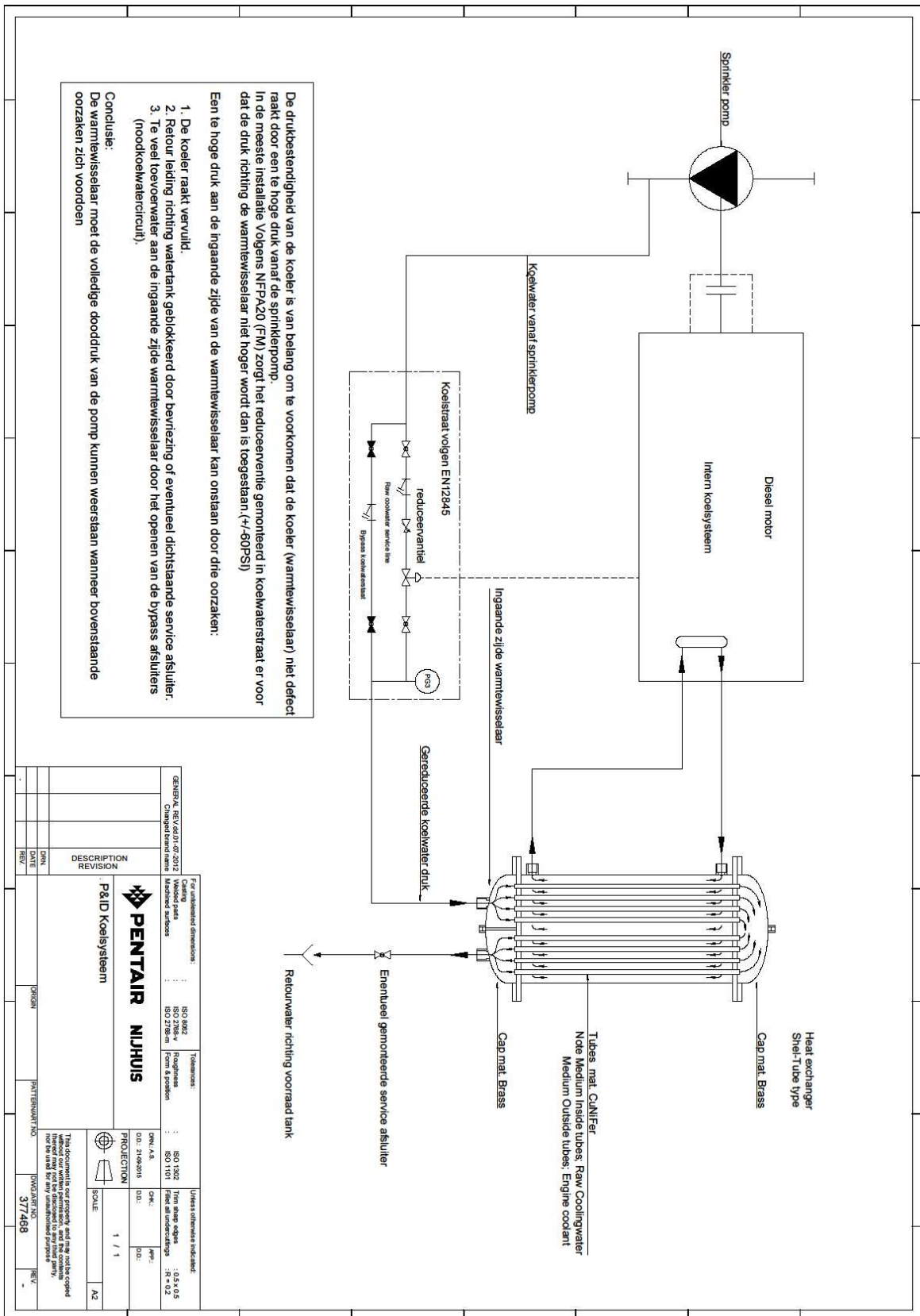
### 5.2.2 NFPA-20

De eisen vanuit de NFPA-20 editie 2013 worden omschreven in paragraaf 11.2.8:

- Koelsysteem mag worden uitgevoerd als radiator of als warmtewisselaar.
- Koelsysteem moet voorzien zijn van een koelwaterfilter en een druk reduceer tussen twee afsluiters i.v.m. het mogelijk reinigen van het koelwaterfilter.
- Er moet een bypass leiding aanwezig zijn die ook voorzien is van een filter en een druk reduceer tussen afsluiters, waarbij i.p.v. de laatste afsluiter ook een (geliste) terugslagklep is toegestaan.
- Koelwateruitlaat moet afgevoerd worden naar een open drain of terug retour naar de tank. Bij open afvoer moet een automatische afsluiter gemonteerd zijn welke wordt geopend bij het starten van de dieselmotor. In geval van terugvoer richting de tank is een stromings- en temperatuurindicator noodzakelijk.

- Bij systemen waarbij de afvoer van de pressure relief valve direct op de pompinlaat wordt aangesloten is een signalering voor een te hoge temperatuur vereist welke de motor afschakelt bij afwezigheid van een startcommando. (Editie 2013).
- De verbinding tussen het koelsysteem en de pomp mag worden uitgevoerd met vaste pijp (rigid piping) of met flexibele brandwerende slangen. Voor niet metalen flexibele aansluitingen moet rekening worden gehouden met een werkdruk van deze aansluiting gelijk aan 200% van de maximale pomp druk en deze aansluiting moet 30 minuten brandwerend zijn uitgevoerd volgens ISO 15540 (*Fire resistance of Hose Assemblies NFPA20 Editie 2013 Chapter 11.2.8.5.3.2*).
- Ongeliste appendages zijn niet toegestaan.
- De maximale druk in het koelwatersysteem op alle willekeurige plaatsen mag niet hoger zijn dan de daar voor geldende componentenkeur.

Opvallend is het feit dat er aan de drukbestendigheid van de koeler geen eisen worden gesteld in de huidige normen. Gevaar is dat er in het koelsysteem van de dieselmotor componenten kunnen worden toegepast die niet de eventueel optredende druk kunnen weerstaan. In situaties waarbij bijvoorbeeld verstoppingen optreden, achter de koeling, kan de druk te ver oplopen. Maar ook indien er te veel water naar de koeling komt (bijvoorbeeld door het openen van de bypass) kan de druk aan de voorzijde te hoog oplopen.



## 6 BIJLAGE BRONPOMPSYSTEMEN

### 6.1 INLEIDING

Een bronpompsysteem bestaat een bron en bronpomp (incl. aandrijving en besturing) voor het oppompen van water. Het gehele systeem wordt meestal geleverd door een bronboorbedrijf.

Het water wordt onttrokken uit een watervoerend pakket in de bodem. De capaciteit die onttrokken kan worden is afhankelijk van de locatie en diepte van de bron. Ter plaatse van het watervoerend pakket is in de bron een filterpakket geplaatst waardoor water in de bron kan stromen. De rest van de bronwand is niet waterdoorlatend.

Het is niet toegestaan water uit meerdere watervoerende pakketten via één bron te onttrekken aan de bodem. De diepte van de bron wordt daarom bepaald door de diepte en dikte van het watervoerend pakket dat voldoende capaciteit kan leveren. De capaciteit van het watervoerend pakket is niet afhankelijk van de waterstand van het oppervlaktewater.

De pomp hangt in de bron. Deze pompen hebben vanwege het toepassen van meerdere waaiers veelal een zeer steile curve waarbij de opvoerhoogte snel minder wordt bij een dalend debiet. Het is echter ook mogelijk een verticale pomp toe te passen waarbij de aandrijving zich bovengronds bevindt. In dat geval zijn pompen met een voor VBB-systemen meer gebruikelijkere pompcurve toepasbaar. Er zijn ook onderwaterpompen met slechts enkele waaiers waardoor deze een (veel) minder steile curve hebben.

### 6.2 ONDERWERP EN TOEPASSINGSGEBIED

Er wordt onderscheidt gemaakt tussen reguliere systemen en systemen t.b.v. de opslag van consumentenvuurwerk t/m 10 ton, verder te omschrijven als vuurwerksystemen. Voor dergelijke systemen is vanuit de voorschriften een “eenvoudige watervoorziening” vereist. Hieraan worden minder eisen gesteld zodat ook sommige eisen voor een bronpompsysteem kunnen vervallen. Voor systemen t.b.v. de opslag van consumentenvuurwerk meer dan 10 ton is een reguliere watervoorziening vereist.

Een combinatie van een bronpompsysteem t.b.v. een VBB-systeem met een Warmte koudeopslag (WKO) is niet toegestaan. In de praktijk levert dit vaak conflicten op tussen de verschillende eisen zoals:

- Verschillende debieten vereist. Het VBB-systeem zal vaak een hoger debiet vragen en is daarmee bepalend voor het ontwerp van het bronpompsysteem.
- Het vereiste testen vanuit de eisen van het VBB-systeem beïnvloeden de werking van de WKO.
- Vanwege bovenstaande is de efficiëntie (en daarmee het rendement) van de WKO lager dan gewenst.
- De softwarematige aansturingen (Regeltechniek) van het WKO-systeem zouden tot storingen kunnen leiden waardoor de betrouwbaarheid van het VBB-systeem afneemt

### 6.3 ONTWERP EN AANLEG

#### 6.3.1 ALGEMEEN

De stappen die moeten worden gevolgd hebben als doel een kwalitatief hoogwaardig en betrouwbaar bronpompsysteem te realiseren. Van de watervoorziening voor een brandbeveiligingsinstallaties wordt een hoge mate van betrouwbaarheid verwacht, ook na enkele jaren gebruik.

Indien bij het maken van een ontwerp onjuiste gegevens over grondlagen en watervoerende pakketten worden gebruikt bestaat de mogelijkheid dat bij het in bedrijf stellen van de bron wordt vastgesteld dat deze niet de vereiste prestatie-eisen kan leveren. In dat geval moet een nieuwe bron worden geboord met alle gevolgen van dien zoals extra kosten en tijdverlies.

### **6.3.2 CAPACITEIT BRONPOMPSYSTEEM**

Het onttrekken van te veel water aan een bron kan als gevolg hebben dat de het waterniveau in de bron te ver zakt. Daardoor kan deze zelfs onbruikbaar worden door schade aan de bronwand en/of pomp. De vereiste capaciteit wordt bepaald door het VBB-systeem.

Er zijn hydraulisch berekende systemen en systemen op basis van tabellen. In geval van een tabelinstallatie zijn extra marges genomen waardoor de werkelijke capaciteit veel hoger kan liggen dan de minimaal vereiste capaciteit. Het is bij bronpompsystemen onwenselijk om te veel water te onttrekken aan de bron. Daarom zijn VBB-systemen op basis van tabellen niet toegestaan.

Als maximale capaciteit van het VBB-systeem geldt de maximaal berekende waarde gebaseerd op hydraulische berekeningen van het gunstig en ongunstige sproeivlak. Er hoeft geen rekening te worden gehouden met calamiteiten zoals het open gaan van meer sprinklers dan het maximale sproeivlak.

In het geval de toegepaste normering geen berekeningsmethodiek beschrijft voor het meest gunstige sproeivlak, dient de vorm van dit gunstige sproeivlak gelijk te zijn aan de vorm van het meest ongunstige sproeivlak.

Bij het ontwerp moet er rekening worden gehouden met de maximale afpomphoogte van het waterniveau in de bron. De bron moet hiervoor geschikt zijn en de aanzuigopening van de pomp moet in iedere situatie nog minimaal 3 meter onder water zitten (in geval van een bronpomp). Het waterniveau mag maximaal 6 meter dalen. Hierbij wordt de maximale snelheid op de boorgatwand niet overschreden.

Als de daling toch meer dan 6 meter is, moet aan de hand van een berekening op basis van de kD-waarde aangetoond worden dat de oorzaak in de bodemsamenstelling ligt. De eis dat de aanzuigopening van de pomp nog minimaal 3 m onder het water zit blijft echter wel gelden.

### **6.3.3 ONTWERP BRONPOMPSYSTEEM**

De bron wordt ontworpen op basis van vooraf verzamelde gegevens. De betrouwbaarheid van de gegevens is daarbij cruciaal. Sommige partijen hebben op basis van ervaringen zelf gegevens verzameld. Bodemgegevens worden o.a. ook beschikbaar gesteld door REGIS of DINO-loket via internet.

Het ontwerp van de bron kan ook door andere partijen dan het bronbedrijf worden gemaakt. Er zijn geohydrologische adviesbureaus die in staat zijn het ontwerp te maken en/of te controleren.

Bij het ontwerp moet er rekening mee worden gehouden dat testwater niet terug in de bron wordt gevoerd. Dit om te voorkomen dat onvoldoende koeling plaats vindt ter plaatse van de pomp. Tevens worden bij het afpompen ijzerdeeltjes met het bronwater meegevoerd die bovengronds gaan oxideren. Deze kunnen problemen geven in de bron als het water terug wordt gestort.

#### **6.3.4 BOREN BRON**

De BRL 2100 en Protocol 2101 van SIKB geven in detail aan hoe de bron moet worden gemaakt. Deze normen zijn verplicht in Nederland. In deze richtlijnen is de aanleg vast gelegd. Op deze wijze wordt een kwalitatief goede bron gerealiseerd.

Als alternatief kan voor het ontwikkelen van de bron ook gebruik worden gemaakt van de BRL 11000 en Protocol 11001 van SIKB. Deze geven in detail aan hoe de bron ontwikkeld moet worden. Deze normen zijn verplicht in Nederland voor WKO-systemen. Op deze wijze wordt een kwalitatief hoge en betrouwbare bron gerealiseerd die langdurig goed kan blijven functioneren. Voor bronpompinstallaties t.b.v. VBB-systemen gelden dezelfde eisen zodat het raadzaam is deze delen uit de BRL 11000 en Protocol 11001 toe te passen.

Bij boordiameters >300 mm is de meest kostefficiënte methode de zuigboor/luchtlift methode. Bij vuurwerkbronnen mag met een spoelboring volstaan worden.

#### **6.3.5 BRONPOMP (INCL. AANDRIJVING EN BESTURING)**

De pomp staat langdurig bloot aan de condities in de bron. Het is daarom essentieel met deze condities rekening te houden bij de selectie van de pomp. In sommige situaties kan het bijvoorbeeld nodig zijn om zeewaardig brons of RVS 316 toe te passen.

Boven de grens van 300 mg/l chloride zal de pompinstallatie met toebehoren in de praktijk uitgevoerd worden in RVS316 of zinkvrij brons.

De aansluiting van de pomp moet voldoen aan TB74A. Zo is bijvoorbeeld toepassen van een frequentieregelaar niet toegestaan.

Het is niet te voorkomen om een overgang te hebben tussen de voedingskabel (vanaf de hoofdvoeding) en de pompkabel. Daarom is het in afwijking van de norm, onder voorwaarden, wel toegestaan één las te hebben.

De koeling van de onderwatermotor moet gegarandeerd zijn. Een bronpomp heeft alleen koeling door water en niet ook door lucht zoals een bovengrondse pomp. Indien geen water wordt verpompt zal de pomp zeer snel beschadigen. Hiervoor moet een minimaal vereiste hoeveelheid water langs de onderwatermotor stromen. Deze varieert tussen 10 en 40% van de pompcapaciteit. De opgave van de fabrikant, die een minimale flow (in snelheid) langs de motor voorschrijft, moet worden gevolgd.

#### **6.3.6 IN BEDRIJFSTELLING BRONPOMPSYSTEEM**

##### **6.3.6.1 Afpompen bron**

Bij het afpompen van de bron zal het waterniveau in eerste instantie sterk dalen. De snelheid van het dalen zal steeds verder afnemen tot een (nagenoeg) stabiel niveau wordt bereikt. Op dat moment kan de bron het aan de bron onttrokken water met dezelfde capaciteit aanvullen. Door na dit punt nog door te gaan met afpompen wordt zekerheid verkregen over de capaciteit van de bron. In ieder geval moet worden aangetoond dat de bron minimaal gedurende de maximale sproeitijd van het systeem (plus een extra marge) de vereiste capaciteit kan leveren.

De maximale sproeitijd bij vuurwerksystemen is met 30 minuten veel lager dan de sproeitijd van de meeste VBB-systemen. Het daarom niet nodig een stabiel niveau in de bron te bereiken.

#### 6.3.6.2 Bepalen specifiek debiet bron

Het specifiek debiet van een bron is een goede en meetbare maat om vast te stellen dat de bron voldoet aan de uitgangspunten.

Tevens geeft deze een waarde welke als referentie kan dienen om in de loop van de tijd het eventueel afnemen van de capaciteit van de bron tijdig op te merken. Indien de capaciteit van de bron afneemt tot onder de minimaal vereiste capaciteit is de bron niet meer geschikt.

Het specifiek debiet wordt bepaald door de bron gedurende 1 uur af te pompen bij het ontwerpdebiet van het bronpompsysteem en daarbij de volgende waarden te verzamelen:

- Waterniveau bij start.
- Waterniveau na 15 minuten.
- Waterniveau na 60 minuten. Op dit moment mag de niveaudaling maximaal 5% bedragen t.o.v. het niveau na 15 minuten.

*Voorbeeld van het bepalen van de stabiliteit van het bronniveau:*

- Het systeem is ontworpen op 81 m<sup>3</sup>/h. Er wordt op dit debiet afgepompt.
- Waterniveau in rust is -1,00 m min mv (maaiveld)
- Waterniveau na 15 minuten is -3,00
- Waterniveau na 60 minuten is -3,05 m (dus 0,05 m daling). Dit is  $0,05/0,02 = 2,5\%$  daling

*Voorbeeld van het bepalen van het specifiek debiet:*

Het specifiek debiet wordt bepaald nadat de bron op een stabiel niveau is gemeten. Het debiet gedeeld door het aantal meters verlaging van het waterniveau in de bron ten opzichte van rust, geeft het specifiek debiet.

*Het specifieke debiet bij een debiet van 81 m<sup>3</sup>/h bij een daling van 2,15 m = 37,67 m<sup>3</sup>/h/m.*

#### 6.3.6.3 Bepalen waterkwaliteit

Nadat de bron is afgepompt moeten watermonsters worden genomen en worden geanalyseerd door een daartoe gekwalificeerd laboratorium. De waterkwaliteit op dat moment zal normaliter representatief voor de gehele levensduur van de bron.

Bij de analyse van het water moeten de volgende zaken worden bepaald.

- Zuurgraad (pH-waarde)
- Agressiviteit (wel of niet agressief)
- Chloride gehalte
- EC-waarde

#### 6.3.7 DOCUMENTATIE

De documentatie dient zowel om te onderbouwen welke keuzes zijn gemaakt als om in de toekomst gegevens te hebben over de uitvoering van het bronpompsysteem.

### 6.4 BEHEER EN ONDERHOUD

#### 6.4.1 ALGEMEEN

Het beheer van het VBB-systeem vindt plaats conform het geldende voorschrift. Hierin is echter niet geregeld welke zaken specifiek zijn voor een bronpompsysteem. Daarom zijn hier aanvullende eisen opgesteld.

Het is belangrijk eerdere meetwaarden te vergelijken met de meest recente meetwaarden om zo het verloop zichtbaar te hebben. Op basis van dit verloop kunnen, in overleg met specialisten,

maatregelen worden genomen om een eventuele afname van de kwaliteit en capaciteit van het bronpompsysteem tijdig tegen te gaan.

#### **6.4.2 TESTEN**

Indien bij de periodieke test van het VBB-systeem meer water wordt onttrokken dan het maximale ontwerpdebiet van het bronpompsysteem kan er overbelasting optreden. Dit is onwenselijk en moet derhalve worden voorkomen.

Voor een goede koeling van de bronpomp is een minimale waterflow vereist bij testen. Daarom is bij het testen altijd afvoer van water vereist.

Niet op alle locaties is het afvoeren van water (eenvoudig) uit te voeren. Ook is hiervoor soms toestemming vereist. De vereiste testen moeten echter mogelijk zijn, waardoor de benodigde voorzieningen en toestemming vooraf geregeld moet zijn.

#### **6.4.3 ONDERHOUD BRON**

Het onderhoud is erop gericht de bron in optimale staat te houden.

Het is niet nodig om bij een vuurwerksysteem het specifieke debiet te bepalen. Hiervoor moet 60 minuten worden afgepompt terwijl de maximale sproeitijd 30 minuten bedraagt. Door jaarlijks gedurende de sproeitijd plus 10 minuten af te pompen wordt vastgesteld of de vereiste hoeveelheid water beschikbaar is. Het is wel essentieel vast te stellen dat de pomp bij het afpompen niet boven het waterniveau uit komt.

#### **6.4.4 ONDERHOUD POMP**

De leverancier van de pomp moet bij de levering richtlijnen voor het onderhoud verstrekken. Deze moeten ook worden aangehouden. Kenmerkende zaken die bij het jaarlijkse onderhoud moeten worden uitgevoerd zijn:

- Controle op beschadigingen en/of lekkages
- Controle elektrische aansluitingen.
- Meten isolatieweerstand motor en kabels
- Meten opgenomen Ampères
- Meten capaciteit (flow in combinatie met druk)
- Functionele beproeving van alle functies op de schakelkast.
- Testen automatische start op drukval.
- Onderhoud motor (indien van toepassing) conform opgave van de leverancier

Afhankelijk van de richtlijnen van de leverancier kan het noodzakelijk zijn de pomp periodiek bovengronds te brengen. In dat geval kan ook de motor gecontroleerd worden.

#### **6.4.5 OVERIGE**

Bij het beheer moet worden gelet op tekenen van beschadiging van de bron en pomp.

Aandachtspunten hiervoor zijn:

- Grond in het opgepompte water. Dit kan komen door het falen van het filterpakket en/of beschadiging van de bron.
- Warm water. Dit kan komen door het falen van een goede koeling van de pomp.

Werkzaamheden in de omgeving van de bron kunnen invloed hebben op de staat van de bron. Indien bijvoorbeeld dichtbij wordt geheid kunnen de drukgolven hiervan beschadigingen aan het bronpompsysteem tot gevolg hebben.

# 7 BIJLAGE VOEDING ELEKTRISCH AANGEDREVEN SPRINKLERPOMP IN COMBINATIE MET EEN NOODSTROOMAGGREGAAT

## 7.1 INLEIDING

Elektrisch aangedreven sprinklerpompen worden veelal gevoed vanaf de hoofdverdeelinrichting van het voedende net. Deze aansluiting wordt meestal gerealiseerd door voor de hoofdschakelaar van de hoofdverdeelinrichting een aftakking te maken voor de voeding van de elektromotor van de sprinklerpomp. Indien voor de voeding van een elektromotor van de sprinklerpomp een noodstroomaggregaat wordt toegepast is het van belang de juiste keuze te maken in de grootte van vermogen van het noodstroomaggregaat.

De aansluiting van het noodstroomaggregaat en een aantal mogelijkheden die met betrekking tot het schakelen aanwezig zijn nader uitgewerkt. In dit Technisch Bulletin is alleen rekening gehouden met de elektromotor van de sprinklerpomp en geen andere verbruikers die eventueel op hetzelfde noodstroomaggregaat moeten worden aangesloten. In de laatstgenoemde situatie zullen nadere berekeningen moeten worden uitgevoerd met betrekking tot het toe te passen vermogen van het noodstroomaggregaat. Tevens is in dit Technisch Bulletin gekeken naar besluit nr. 5 van 5 oktober 2012 van de besluitenlijst van het CvD.

In hoofdstuk 7.2 zijn de verschillende schakelmogelijkheden opgenomen en waarvoor de berekeningen in hoofdstuk 7.3 van het generatorvermogen van het noodstroomaggregaat nader zijn uitgewerkt. Deze berekeningen zijn uitgevoerd op basis van een spanningsdip van maximaal 35 % en 12 % bij het aanlopen van de motor van de sprinklerpomp. Daarnaast is rekening gehouden met de eis dat gedurende 20 sec. de aanloopstroom moet kunnen worden geleverd volgens het gestelde in bepaling 10.8.2.1 van de NEN-EN 12845 + NEN 1073.

## 7.2 OVERZICHT AANWEZIGE SITUATIES

De volgende situaties zijn met betrekking tot de combinatie van een elektrisch aangedreven sprinklerpomp en een noodstroom aggregaat aanwezig.

- Directe aansluiting op het noodstroomaggregaat;
- Aansluiting voor de hoofdschakelaar van de hoofdverdeelinrichting;
- Omschakeling naar noodstroomaggregaat met overige gebruikers;
- Omschakeling naar noodstroomschakeling zonder overige gebruikers.

De bovengenoemde situaties zijn in de volgende paragrafen verder uitgewerkt. Van belang hierin is dat het vermogen van het noodstroomaggregaat zodanig moet zijn dat onder alle omstandigheden het vermogen moet kunnen worden geleverd. Dat wil zeggen dat het noodstroomaggregaat zodanig moet zijn gedimensioneerd dat dit ten minste aan de eisen zoals gesteld in de sprinklervoorschriften voldoet.

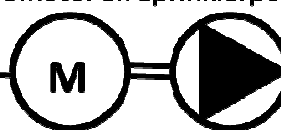
### 7.2.1 DIRECTE AANSLUITING OP NOODSTROOMAGGREGAAT

In afbeelding 1 is het overzicht gegeven van een elektromotor van een sprinklerpomp direct aangesloten op een noodstroomaggregaat waarbij geen netvoeding aanwezig is.

Voeding door NSA



Elektromotoren en Sprinklerpomp

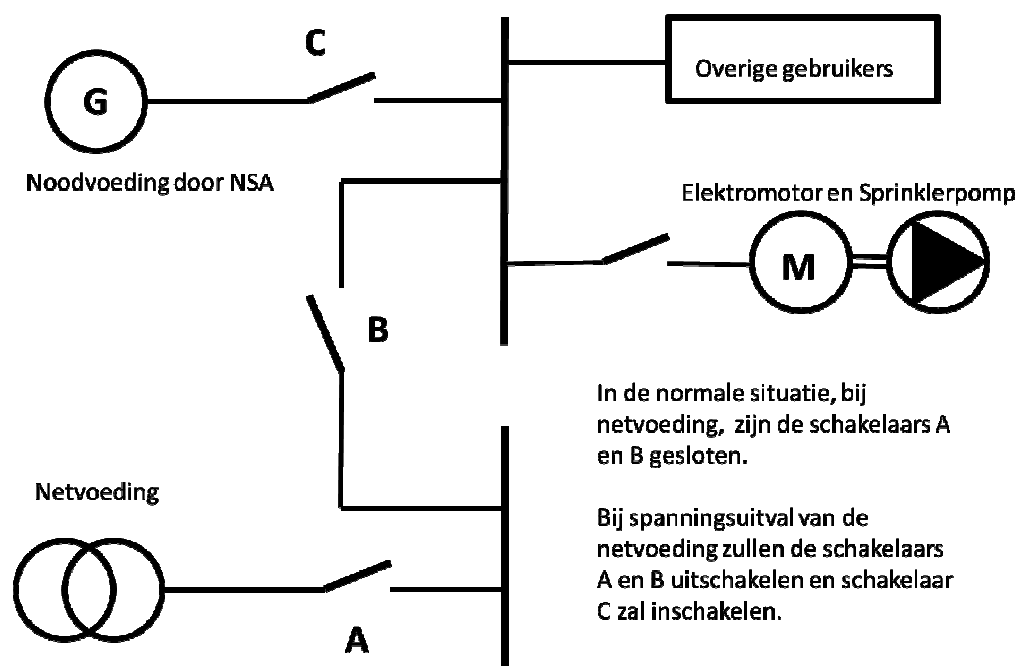


Afbeelding 1 Directe aansluiting op een noodstroomaggregaat.

### 7.2.2 AANSLUITING VOOR HOOFDSCHAKELAAR OP HOOFDVERDEELINRICHTING

In de meeste situaties wordt de elektromotor van de sprinklerpomp aangesloten voor de hoofdschakelaar van de hoofdverdeelinrichting. Op deze hoofdverdeelinrichting wordt vervolgens een noodstroomaggregaat aangesloten. Bij het uitvallen van de netspanning zal automatisch worden overgeschakeld naar het noodstroomaggregaat. Van belang is dat de omschakeling juist wordt gerealiseerd.

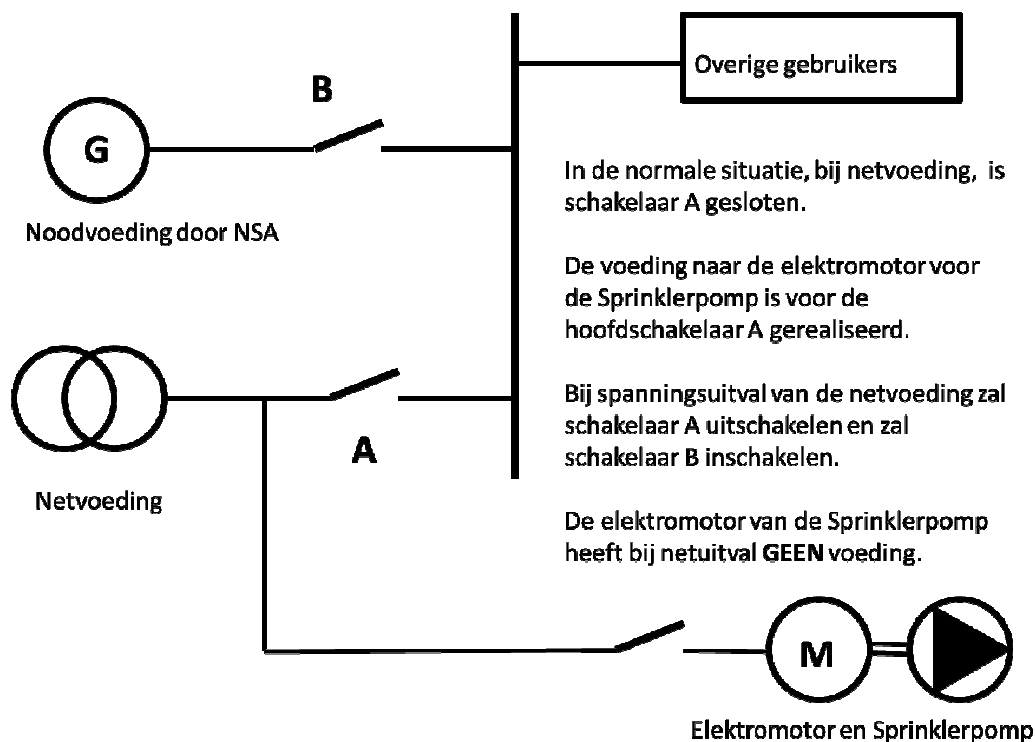
In afbeelding 2.a is het basisschema hiervan opgenomen. Bij het uitvallen van de voeding zal het noodstroomaggregaat starten en de voeding verzorgen naar de motor van de sprinklerpomp. In het schema zijn eveneens overige gebruikers getekend echter bij het uitwerken van de berekeningen in paragraaf 7.5 van deze bijlage is hierbij geen rekening gehouden met het vermogen dat nodig is voor deze overige gebruikers omdat het vermogen en de gestelde eisen sterk kunnen variëren.



Afbeelding 2.a Voeding van de elektromotor van de sprinklerpomp door het net en door middel van een noodstroomaggregaat.

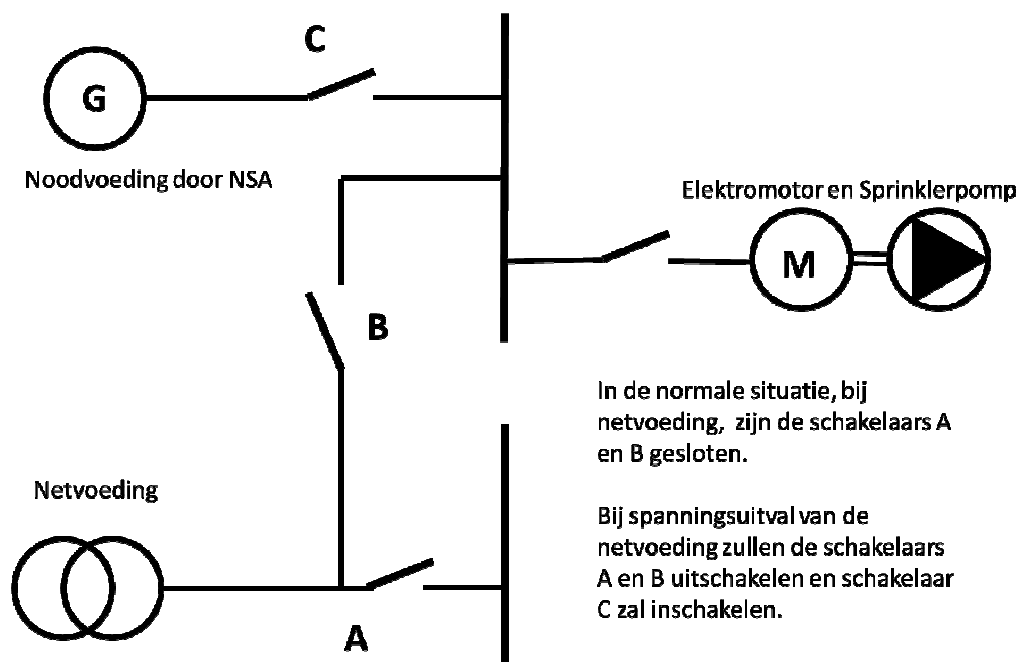
In afbeelding 2.b is een situatie weergegeven waarbij de elektromotor van de sprinklerpomp voor de hoofdschakelaar is aangesloten van de hoofdverdeelinrichting en waarbij de voeding van het noodstroomaggregaat op een aparte (vermogens)schakelaar is aangesloten.

Indien de netvoeding wordt onderbroken zal de schakelaar van het net uitschakelen en de schakelaar van het noodstroomaggregaat inschakelen. In deze situatie zal de elektromotor van de sprinklerpomp nooit worden gevoed. Dus deze optie mag niet worden toegepast.



Afbeelding 2.b Aansluiten voor hoofdschakelaar van de hoofdverdeelinrichting.

In afbeelding 2.c is de situatie weergegeven waarbij het noodstroomaggregaat alleen dient voor de voeding van de elektromotor van de sprinklerpomp bij het uitvallen van de netvoeding. Deze situatie is vergelijkbaar met die van afbeelding 2.a echter zonder overige gebruikers.



Afbeelding 2.c Omschakeling naar noodschakeling

### 7.3 BEPALING VAN HET ELEKTRISCH VERMOGEN

Indien een elektrisch gedreven sprinklerpomp gevoed wordt vanuit een noodstroomaggregaat zal bij aanloop een spanningsdip ontstaan die afhankelijk is van de grootte van het vermogen van het noodstroomaggregaat ten opzichte van de elektromotor van de sprinklerpomp.

In paragraaf 7.5.1 van deze bijlage wordt ingegaan op de voorschriften die er met betrekking tot de maximaal toelaatbare spanningsdip op dit gebied aanwezig zijn.

In paragraaf 7.5.2 van deze bijlage wordt ingegaan op de karakteristieken van de elektromotor en de sprinklerpomp. Hierbij zijn zowel de centrifugaalpomp als de verdringerpomp nader beschouwd.

Tenslotte zijn in paragraaf 7.5.3 van deze bijlage de diverse berekeningen opgenomen voor het bepalen van het vermogen van de generator.

#### 7.3.1 VOORSCHRIFTEN

Alvorens tot de bepaling van het elektrisch vermogen van de generator over te gaan zijn de belangrijkste voorwaarden hieronder opgenomen.

- Maximale spanningsdaling volgens de NEN 1010 “Veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties”;
- Maximale spanningsdaling volgens de NFPA 20 “Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection”;
- Maximaal spanningsverlies volgens de NEC 695-7 “National Electric Code Article 695-7”;
- Beveiliging van motoren ten behoeve van Sprinklerpompen, NEN-EN 12845+A2+NEN 1073 Vaste brandblusinstallaties - Automatische sprinklerinstallaties - Ontwerp, installatie en onderhoud;
- Overige factoren die van invloed zijn op het generatorvermogen.

#### 7.3.2 MAXIMALE SPANNINGSDALING VOLGENS DE NEN 1010

Vanuit de NEN 1010 geldt volgens bepaling 525.1 dat het spanningsverlies in een installatie maximaal 5 % mag bedragen. Dit geldt vanaf het begin van de installatie tot de aansluitpunten.

In de situatie met een elektrisch aangedreven sprinklerpomp geldt het spanningsverlies vanaf de hoofdverdeelinrichting tot aan de elektromotor van de sprinklerpomp. Dit spanningsverlies geldt bij normaal bedrijf en houdt geen rekening met het spanningsverlies tijdens het aanlopen van de elektromotor.

#### 7.3.3 MAXIMALE SPANNINGSDALING VOLGENS DE NFPA 20

In de NFPA 20 is met betrekking tot het spanningsverlies een onderscheid gemaakt tussen bedrijfscondities en het opstarten van de elektromotor van de sprinklerpomp. Het spanningsverlies bij normaal bedrijf bedraagt maximaal 5 %. Hierbij wordt uitgegaan dat de elektromotor van de sprinklerpomp 115 % van de nominale belasting moet kunnen leveren (Zie artikel 9.4.4 van de NFPA 20-13).

Daarentegen mag bij het opstarten van de elektromotor van de sprinklerpomp het spanningsverlies maximaal 15 % bedragen (Zie hiervoor artikel 9.4.1 van de NFPA 20-13).

#### 7.3.4 MAXIMAAL SPANNINGSVERLIES VOLGENS DE NEC 695-7

In de NEC 695-7 is het toegestaan een spanningsverlies van 15 % te accepteren bij het aanzetten van motoren.

695.7 Voltage Drop.

(A) Starting. The voltage at the fire pump controller line terminals shall not drop more than 15 percent below normal (controller-rated voltage) under motor starting conditions.

Exception: This limitation shall not apply for emergency run mechanical starting. [20:9.4.2]

(B) Running. The voltage at the motor terminals shall not drop more than 5 percent below the voltage rating of the motor when the motor is operating at 115 percent of the fullload current rating of the motor.

### **7.3.5 BEVEILIGING VAN MOTOREN TEN BEHOEVE VAN SPRINKLERPOMPEN, NEN-EN 12845**

In de NEN-EN 12845+A2+NEN 1073 “Vaste brandblusinstallaties - Automatische sprinklerinstallaties - Ontwerp, installatie en onderhoud” is ten aanzien van het maximale toegestane spanningsverlies niets opgenomen echter is in bepaling 10.8.2.1 gesteld dat de smeltveiligheden in de pompbesturingskast een hoog afschakelvermogen moeten hebben en gedurende ten minste 20 s de aanloopstroom kunnen voeren. Dat wil zeggen dat het vermogen van de generator eveneens de aanloopstroom gedurende 20 s moet kunnen voeden.

### **7.3.6 OVERIGE FACTOREN DIE VAN INVLOED ZIJN OP HET GENERATORVERMOGEN**

Daarnaast zijn er de andere factoren die invloed hebben op het beschikbare generatorvermogen, zoals onder andere:

- - Temperatuur;
- - Opstelhoogte;
- - Vochtigheid;
- - Toepassingscondities;
- - Stroomvorming;
- - Ongelijk belaste fasen
- - Gelijktijdigheidsfactor.

De bovengenoemde factoren zijn niet verder behandeld en sterk afhankelijk van de situatie waar de generator wordt toegepast.

## **7.4 KARAKTERISTIEKEN ELEKTROMOTOR EN SPRINKLERPOMP**

### **7.4.1 CENTRIFUGAALPOMP**

Bij een centrifugaalpomp is het gevraagde koppel in principe kwadratisch met het toerental, een halvering van het toerental betekent dat het aandrijfkoppel nog slechts een kwart bedraagt. Alleen bij toerentalen dicht bij nul loopt het gevraagde koppel weer iets op vanwege stickslip verschijnselen en oplopende lagerwrijving. Daarnaast is uiteraard het gevraagde koppel sterk afhankelijk van de flow, in het navolgende wordt uitgegaan van worst-case (=maximum opgenomen vermogen).

### **7.4.2 VERDRINGERPOMP**

Bij een verdringerpomp is het gevraagde koppel alleen afhankelijk van het drukverschil over de pomp. M.a.w. bij een gegeven persdruk is het koppel constant, ongeacht het toerental. Bij een vast ingestelde pressure sustaining valve (PSV) vraagt de pomp vanaf stilstand al het maximale koppel. Het aanloopkoppel kan verlaagd worden indien de PSV is voorzien van een ontlastinrichting die pas druk opbouwt als de pomp op toeren is gekomen. Bij toepassing van een ontlastinrichting daalt het gevraagde koppel tot circa 40% van de nominale waarde.

### **7.4.3 ELEKTROMOTOR**

Een elektromotor in DOL stand (directe aanloop) heeft een aanloopkoppel van ca. 1,5 maal het nominale koppel. Bij het toenemen van het toerental daalt het koppel eerst nog tot ca. 1,25 maal de nominale waarde, stijgt dan tot 2 maal de nominale waarde bij ca. 80% van het nominale toerental en valt dan terug tot de nominale waarde.

De stroomsterkte bedraagt bij aanloop 6 à 7 maal de nominale waarde en is continue dalend met toenemend toerental.

Bij gereduceerd voltage is de afhankelijkheid van koppel en stroomsterkte:

- $K_{\text{oppel}} = k_{\text{oppel}} \cdot (V/V_{\text{nom}})^2$
- $I = I \cdot (V/V_{\text{nom}})$

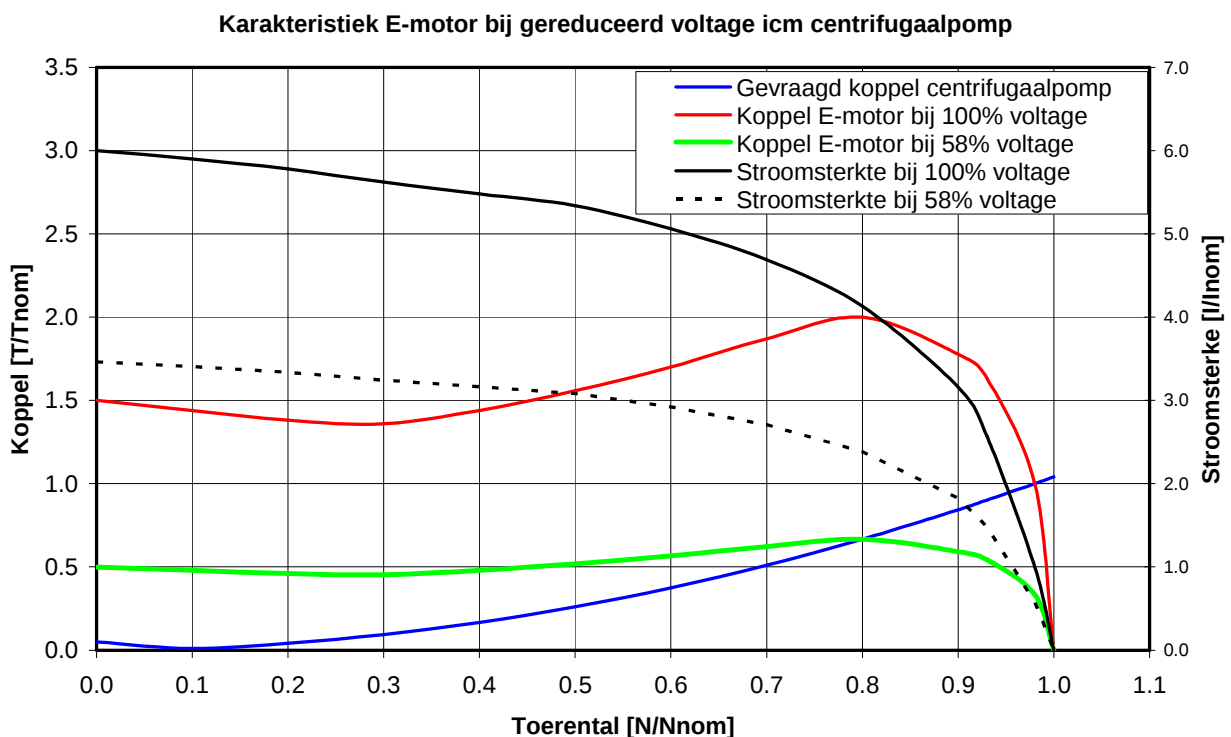
Ofwel bij een halvering van de spanning is het koppel nog 25% en de stroomsterkte nog 50%.

#### 7.4.4 COMBINATIE E-MOTOR MET CENTRIFUGAALPOMP

Het geringe aanloopkoppel van een centrifugaalpomp geeft bij aanloop een grote marge. Zelfs bij ster-driehoek aanloop loopt een centrifugaalpomp probleemloos aan. Bij ster-driehoekschakeling wordt het (aanloop) koppel gereduceerd tot 1/3 van de originele waarde, ofwel 0.5 maal de nominale waarde.

Er mag dan ook vanuit gegaan worden dat bij een reductie van het koppel a.g.v. spanningsverlaging tot 1/3 van de oorspronkelijke waarde de pomp nog steeds aan zal lopen. Dit wordt dan ook als onderwaarde genomen.

Volgens bovenstaande formule wordt het voltage dan:  $\text{SQRT}(1/3) = 0.58$  maal de nominale spanning. In geval van 400 Volt mag deze waarde dalen tot 230V. De aanloopstroom gaat dan terug naar  $6 \cdot 0.58 = 3,5$  maal de nominale stroomsterkte. In afbeelding 5.1 is de karakteristiek opgenomen van een elektromotor en de pompkarakteristiek van een centrifugaalpomp.



Afbeelding 3.1 Karakteristiek elektromotor en pompkarakteristiek van een centrifugaalpomp.

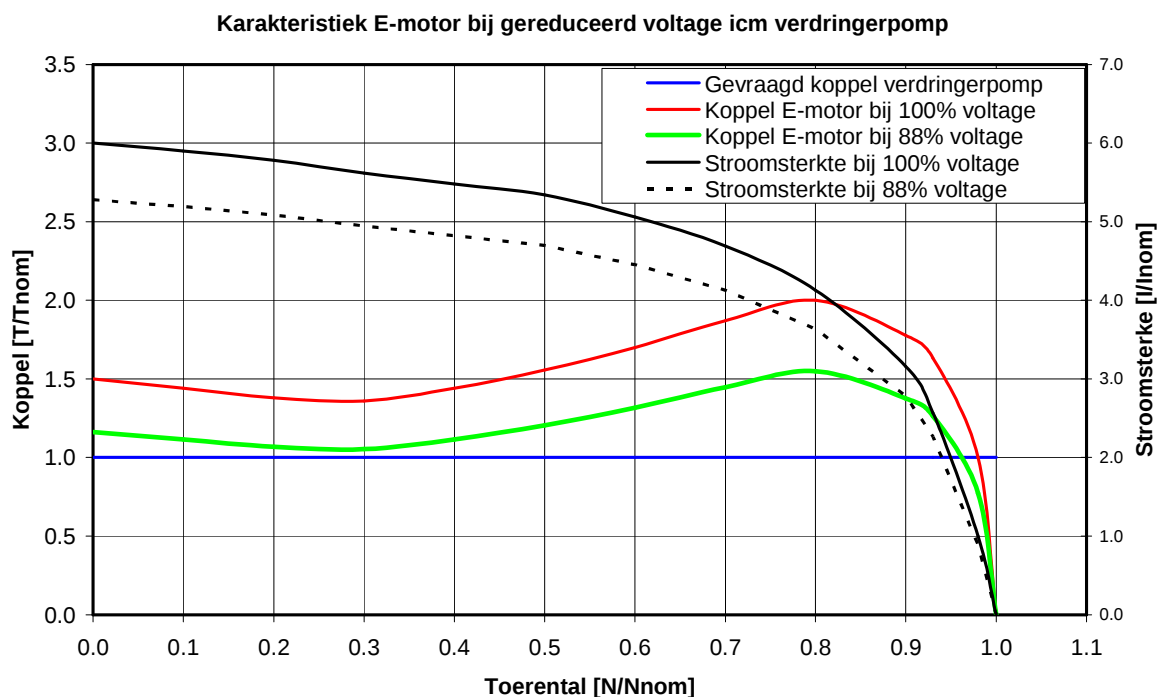
Uit figuur 3.1 blijkt dat bij een spanningsdaling tot 58% van de oorspronkelijke waarde, ofwel 42% spanningsdip, de motor de pomp tot 80% van het nominale toerental kan brengen. Tegen die tijd is de stroomsterkte al gedaald van 3,5 tot 2,5 maal de nominale waarde en zal het generatorvoltage stijgen zodat de pomp uiteindelijk het nominale toerental bereikt.

Conclusie is dat bij een centrifugaalpomp de spanningsdip ruim 40% mag bedragen.

#### 7.4.5 COMBINATIE E-MOTOR MET VERDRINGERPOMP.

##### Verdringerpomp zonder ontlastinrichting

Bij een verdringerpomp zonder ontlastvoorziening zal het motorkoppel altijd boven de nominale waarde moeten zijn, omdat anders de pomp niet versneld. Bij het nominale voltage is het minimum koppel op de curve ca. 1,3 maal het nominale koppel. De minimaal benodigde spanning is dan  $\text{SQRT}(1/1.3) = 0,88$  maal de nominale waarde. Dat betekent dat de spanningsdip slechts 12% mag bedragen. In figuur 5.2 is de karakteristiek opgenomen van een elektromotor en de pompkarakteristiek van een verdringingspomp zonder ontlastinrichting.

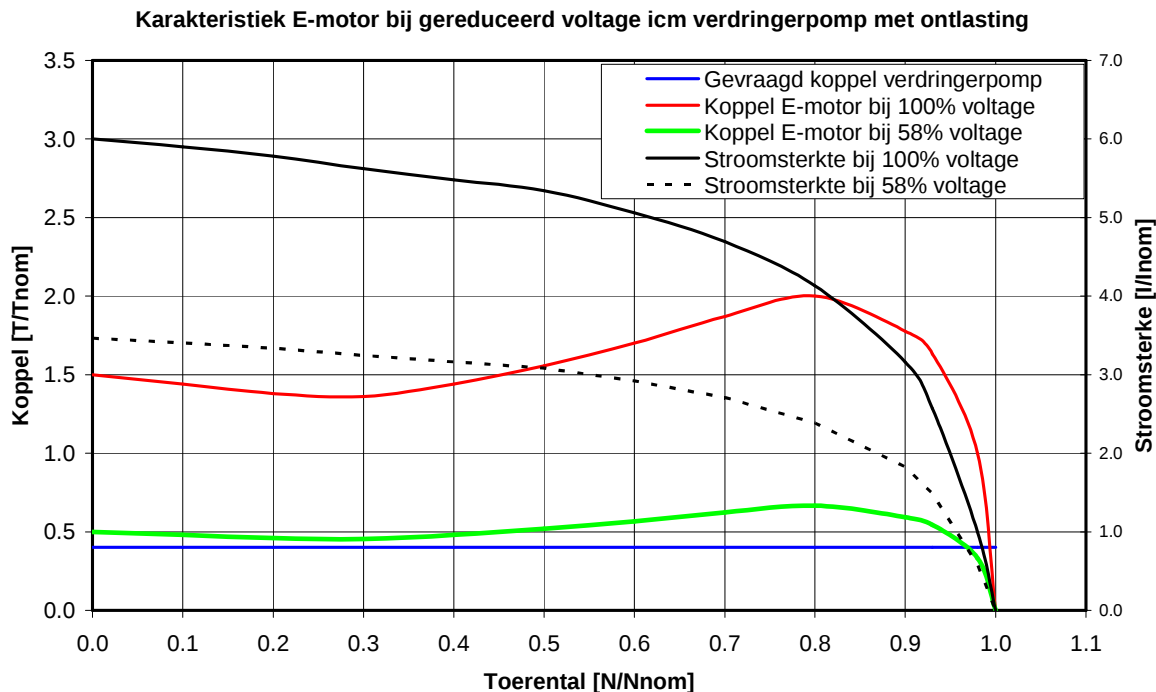


Afbeelding 3.2 Karakteristiek elektromotor en de pompkarakteristiek van een verdringingspomp zonder ontlastinrichting.

Uit afbeelding 3.2 blijkt dat bij 88% van het nominale voltage de motor nog juist in staat is om door het punt van minimum koppel heen te versnellen.

##### Verdringerpomp met ontlastinrichting

Bij een verdringerpomp met ontlastvoorziening zal het motorkoppel altijd boven de nominale waarde liggen. Indien de pomp voorzien is van een ontlastinrichting daalt het koppel tot ca. 40% van de nominale waarde. De minimaal benodigde spanning bedraagt dan  $\text{SQRT}(0.4/1.3) = 0,55$  maal de nominale waarde. Dit is nagenoeg gelijk aan de minimale waarde voor een centrifugaalpomp van 0,58. In afbeelding 3.3 is de karakteristiek opgenomen van een elektromotor en de pompkarakteristiek van een verdringingspomp met ontlastinrichting.



Afbeelding 3.3 Karakteristiek elektromotor en de pompkarakteristiek van een verdringingspomp met ontlastinrichting.

#### 7.4.6 AANBEVELINGEN VAN HET VERMOGEN GENERATOR

Uit het voorgaande kan de conclusie worden getrokken dat voor een centrifugaalpomp of een verdringerpomp met ontlastinrichting de maximale spanningsval waarbij de set nog steeds aanloopt 42% bedraagt. Voor een verdringerpomp zonder ontlastinrichting bedraagt de maximale spanningsdip 12%.

In diverse artikelen, zie hiervoor bijlage A “Sizing recommendations for fire pump applications”, is met betrekking tot het generatorvermogen de volgende opmerking geplaatst:

*It is not necessary to size the generator set for locked rotor current continuously.*

Bij de berekening van het vermogen van de generator zal met het onder paragraaf 7.4.6 van deze bijlage gestelde rekening worden gehouden

### 7.5 BEKRACHTIGING VAN DE GENERATOR

#### 7.5.1 SHUNTBEKRACTIGINGSSYSTEEM

De generator met shuntbekrachtigingssysteem is zelfbekrachtiging met een regelaar. De regelaar controleert de bekrachtigingstroom voor de elektromagneten in functie van de generatorspanning. De generator zal bij een zware belasting trager gaan draaien, hierdoor verlaagt ook de uitgangsfrequentie van de generator.

De regelaar detecteert dat de uitgangsfrequentie daalt en zal de bekrachtigingstroom doen dalen. Hierdoor zal het geleverde vermogen dalen totdat de generator weer op zijn normale snelheid draait. Door dit eenvoudige concept heeft de generator met shuntbekrachtiging weinig kortsluitcapaciteit.

### 7.5.2 AREP-BEKRACHTIGINGSYSTEEM

Dit is een bekrachtigingssysteem zonder sleepingen of borstels. Het is een elektronische regelaar die gevoed wordt door twee hulpwikkelingen die onafhankelijk zijn van het spanningsdetectiecircuit. De eerste wikkeling heeft een spanning die in verhouding staat met die van de generator (shunt eigenschap), de tweede wikkeling heeft een spanning die in verhouding staat met de statorstroom (serie eigenschap). Hierdoor heeft het AREP systeem een dubbele eigenschap en is dus gebruiksvriendelijk.

De AREP bekrachtiging laat een kortsluitstroom toe die 3 maal de nominale stroom bedraagt en behoudt deze gedurende 10 seconden. Hierdoor zijn er twee voordelen:

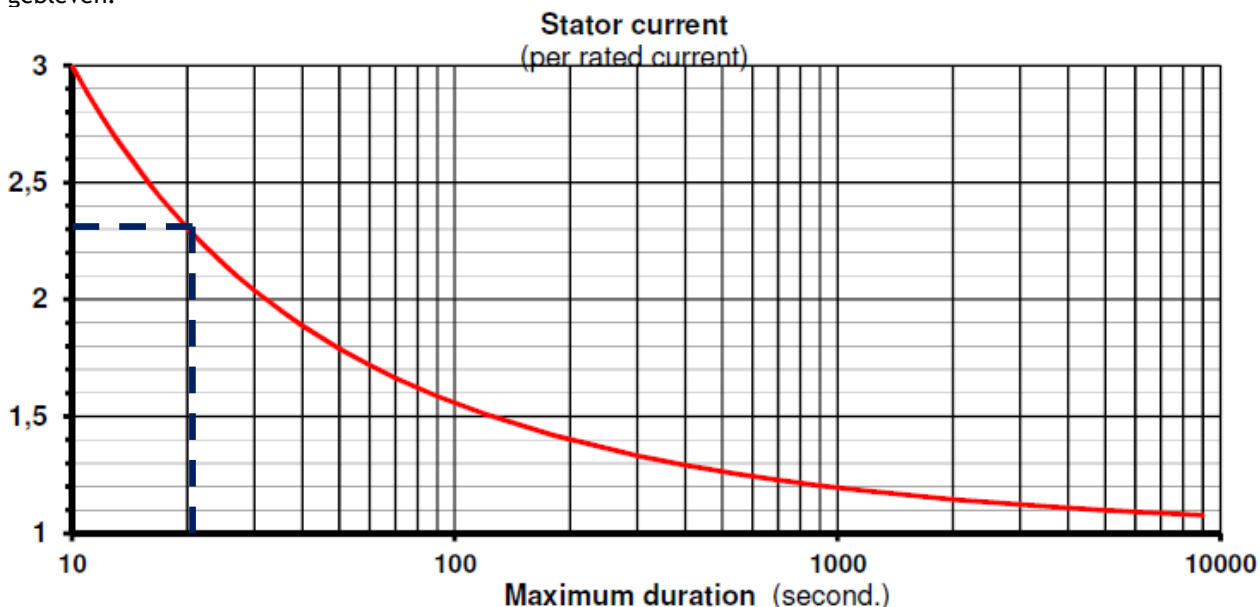
- grote motoren kunnen opstarten tot 2,5 keer de nominale stroom.
- een stroomonderbreker kan geactiveerd worden zonder dat andere belastingen, die door de generator gevoed worden, gestoord worden.

### 7.6 OVERBELASTING VAN DE GENERATOR GEDURENDE 20 SEC.

Vanuit de NEN-EN 12845 +A2 is de eis aanwezig dat de smeltpatronen gedurende 20 s de aanloopstroom moeten kunnen voeden. Dat wil zeggen dat de voeding deze aanloopstroom eveneens moet kunnen leveren en dat is in deze situatie de generator van het noodstroomaggregaat.

In afbeelding 4 is de tijd in relatie met de overbelasting weergegeven. Hierin is duidelijk dat een belasting van 300 % gedurende 10 sec. mogelijk is. Voor 20 sec. geldt dat de belasting 230 % mag bedragen.

Bij deze situaties moet nog worden nagegaan of binnen de toleranties van het spanningsverlies wordt gebleven.



Afbeelding 4 Tijd in relatie met de overbelasting voor een generator

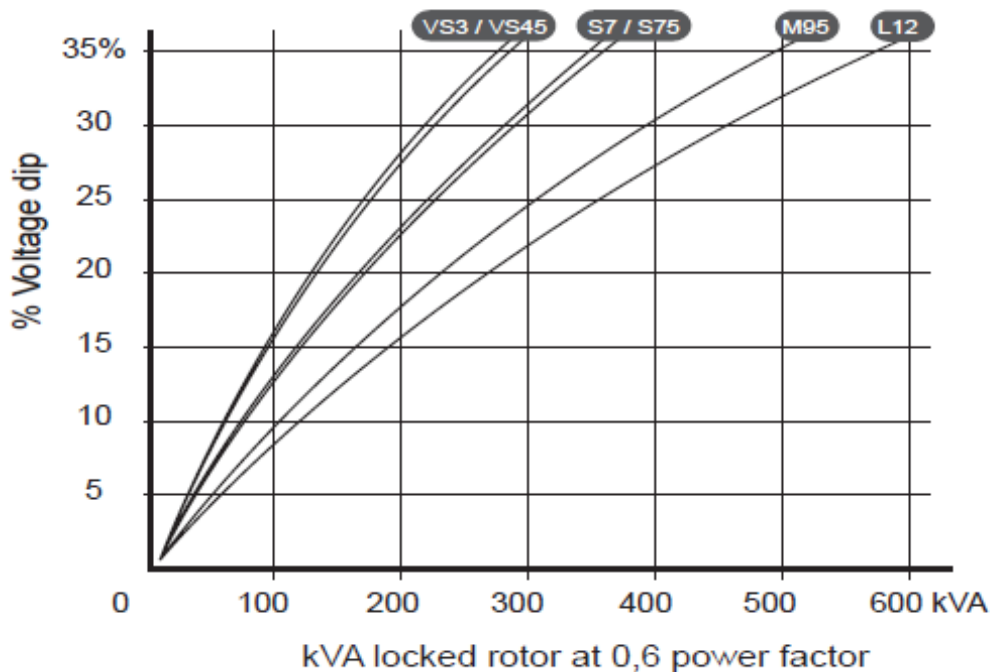
Op grond van een belasting van 230 % gedurende 20 sec mag de generator belast worden met de in de tabel 1 maximale vermogen in kVA. Hierbij is nog geen rekening gehouden met het spanningsverlies. Het spanningsverlies wordt in paragraaf 7.7 van deze bijlage verder behandeld. In dit voorbeeld zijn generatoren van het fabricaat Leroy Somer geselecteerd met verschillende vermogens als uitgangspunt opgenomen:

- VS3 90 kVA (72 kW);

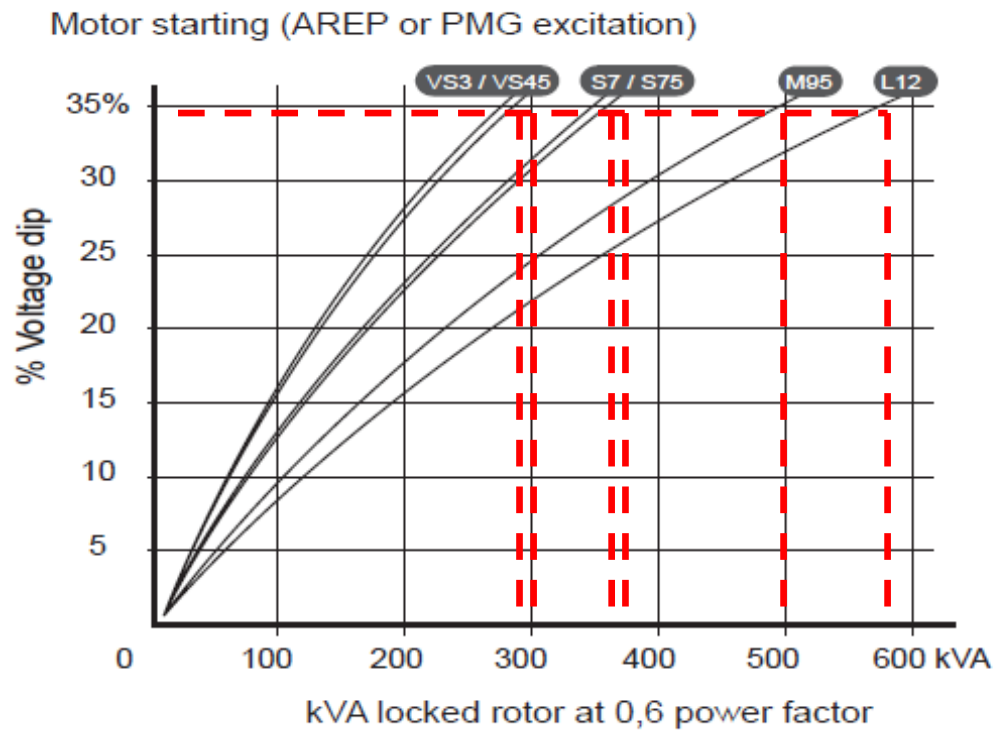
- VS45 105 kVA (84 kW);
- S7 120 kVA (96 kW);
- S75 130 kVA (104 kW);
- M95 150 kVA (120 kW);
- L12 165 kVA (132 kW).

| Generator-<br>vermogen<br>in kVA (kW) | Bekrachtiging | Cos phi | Maximale<br>belasting in<br>kVA<br>gedurende 20<br>sec met 230<br>% |
|---------------------------------------|---------------|---------|---------------------------------------------------------------------|
| 90 (72)                               | Shunt         | 0,6     | 207                                                                 |
| 105 (84)                              | Shunt         | 0,6     | 241                                                                 |
| 120 (96)                              | Shunt         | 0,6     | 276                                                                 |
| 130 (104)                             | Shunt         | 0,6     | 299                                                                 |
| 150 (120)                             | Shunt         | 0,6     | 345                                                                 |
| 165 (132)                             | shunt         | 0,6     | 380                                                                 |
| 90 (72)                               | AREP          | 0,6     | 207                                                                 |
| 105 (84)                              | AREP          | 0,6     | 241                                                                 |
| 120 (96)                              | AREP          | 0,6     | 276                                                                 |

Motor starting (AREP or PMG excitation)



een  
ar  
aling



Afbeelding 5 AREP bekrachtiging

In tabel 2 zijn voor de verschillende generatorvermogens de maximale belasting in kVA opgenomen bij een spanningsdaling van 35 %.

| Generator-vermogen in kVA (kW) | Bekrachtiging | Cos phi | Maximale belasting in kVA bij een spanningsverlies van maximaal 35 % |
|--------------------------------|---------------|---------|----------------------------------------------------------------------|
| (VS3) 90 (72)                  | AREP          | 0,6     | 260                                                                  |
| (VS45) 105 (84)                | AREP          | 0,6     | 280                                                                  |
| (S7) 120 (96)                  | AREP          | 0,6     | 340                                                                  |
| (S75) 130 (104)                | AREP          | 0,6     | 360                                                                  |
| (M95) 150 (120)                | AREP          | 0,6     | 500                                                                  |
| (L12) 165 (132)                | AREP          | 0,6     | 580                                                                  |

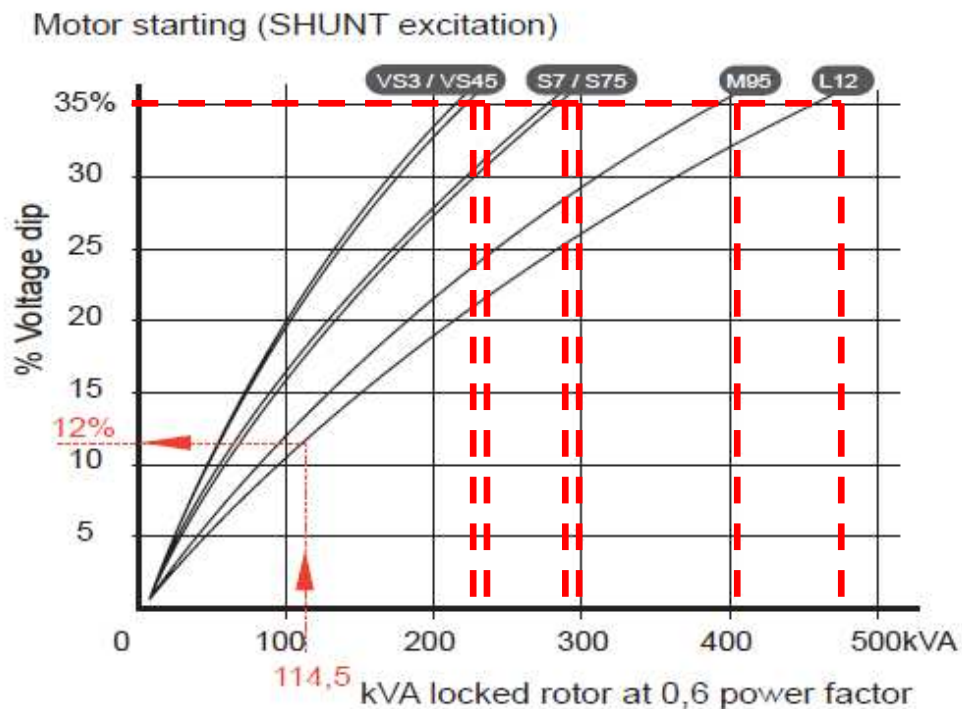
*Tabel 2 Maximale belasting van de generator met een spanningsverlies van maximaal 35 %*

#### 7.7.2 SPANNINGSVERLIES SHUNT BEKRACHTIGING

Met behulp van afbeelding 6 is voor een SHUNT bekrachtiging, bij de verschillende spanningsdalingen, de maximale belasting te bepalen, hierbij gelden de grafieken voor een arbeidsfactor van 0,6. Indien een slechtere arbeidsfactor aanwezig is zal een correctie moeten plaatsvinden.

Indien wordt uitgegaan van een maximale spanningsdaling van 35 % zal de generator (L12), met een vermogen van 165 kVA, maximaal worden belast met ca. 460 kVA. Voor centrifugaalpomp en verdringingspompen met ontlastingsinrichting zou een spaningsdaling van 42 % zelfs aanvaardbaar zijn echter de grafieken zijn opgesteld tot en met 35 % zodoende is dit als maximale spanningsdaling aangehouden.

In dit voorbeeld zijn generatoren van het fabricaat Leroy Somer geselecteerd met verschillende vermogens als uitgangspunt in de afbeeldingen opgenomen.



Afbeelding 6. Shunt bekrachtiging

In tabel 3 zijn voor de verschillende generatorvermogens de maximale belasting in kVA opgenomen bij een spanningsdaling van 35 %.

| Generator-vermogen in kVA (kW) | Bekrachtiging | Cos phi | Maximale belasting in kVA bij een spanningsverlies van maximaal 35 % |
|--------------------------------|---------------|---------|----------------------------------------------------------------------|
| (VS3) 90 (72)                  | SHUNT         | 0,6     | 220                                                                  |
| (VS45) 105 (84)                | SHUNT         | 0,6     | 230                                                                  |
| (S7) 120 (96)                  | SHUNT         | 0,6     | 270                                                                  |
| (S75) 130 (104)                | SHUNT         | 0,6     | 280                                                                  |
| (M95) 150 (120)                | SHUNT         | 0,6     | 380                                                                  |
| (L12) 165 (132)                | SHUNT         | 0,6     | 460                                                                  |

Tabel 3 Maximale belasting van de generator met een spanningsverlies van maximaal 35 %

### 7.7.3 MAXIMAAL AAN TE SLUITEN MOTORVERMOGEN

Van de in de tabellen 1, 2 en 3 opgenomen waarde van maximale belasting van de generator moet de laagste waarde worden gehanteerd omdat zowel de overbelasting als ook de spanningsdip hierin bepalend zijn. In tabel 4 zijn deze waarden opgenomen.

| Generator-vermogen in kVA (kW) | Bekrachtiging | Cos phi | Maximale belasting in kVA gedurende 20 sec met 230 % | Maximale belasting in kVA bij een spanningsverlies van 35 % | Maximaal toegestane belasting van de generator in kVA |
|--------------------------------|---------------|---------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 90 (72)                        | Shunt         | 0,6     | 207                                                  | 220                                                         | 207                                                   |
| 105 (84)                       | Shunt         | 0,6     | 241                                                  | 230                                                         | 230                                                   |
| 120 (96)                       | Shunt         | 0,6     | 276                                                  | 270                                                         | 270                                                   |
| 130 (104)                      | Shunt         | 0,6     | 299                                                  | 280                                                         | 280                                                   |
| 150 (120)                      | Shunt         | 0,6     | 345                                                  | 380                                                         | 345                                                   |
| 165 (132)                      | shunt         | 0,6     | 380                                                  | 460                                                         | 380                                                   |
| 90 (72)                        | AREP          | 0,6     | 207                                                  | 260                                                         | 207                                                   |
| 105 (84)                       | AREP          | 0,6     | 241                                                  | 280                                                         | 241                                                   |

|           |      |     |     |     |            |
|-----------|------|-----|-----|-----|------------|
| 120 (96)  | AREP | 0,6 | 276 | 340 | <b>276</b> |
| 130 (104) | AREP | 0,6 | 299 | 360 | <b>299</b> |
| 150 (120) | AREP | 0,6 | 345 | 500 | <b>345</b> |
| 165 (132) | AREP | 0,6 | 380 | 580 | <b>380</b> |

Tabel 4 Maximaal toegestane belasting van de generator in kVA

Op grond van de in Technisch Bulletin nr. 74 opgenomen tabel met de nominale en geblokkeerde rotorstromen opgenomen, kan het maximale motorvermogen van de elektromotor van de sprinklerpomp worden bepaald. In tabel 6 zijn de nominale stroom en de stroom bij een geblokkeerde rotor opgenomen met het bijbehorende motorvermogen weergegeven.

| Elektromotor sprinklerpomp |                      |                      |
|----------------------------|----------------------|----------------------|
| P <sub>nom</sub> (kW)      | I <sub>nom</sub> (A) | I <sub>lrc</sub> (A) |
| 4                          | 8                    | 58                   |
| 5,5                        | 11                   | 86                   |
| 7,5                        | 15                   | 116                  |
| 11                         | 20                   | 146                  |
| 15                         | 27                   | 221                  |
| 18,5                       | 33                   | 272                  |
| 22                         | 40                   | 309                  |
| 30                         | 52                   | 418                  |
| 37                         | 64                   | 514                  |
| 45                         | 78                   | 606                  |
| 55                         | 95                   | 741                  |
| 75                         | 128                  | 973                  |
| 90                         | 152                  | 1140                 |
| 110                        | 187                  | 1409                 |
| 132                        | 221                  | 1686                 |
| 160                        | 266                  | 2025                 |
| 200                        | 333                  | 2533                 |

Tabel 5 Maximale nominaal- en geblokkeerde rotorstromen

Met behulp van de tabellen 4 en 5 kan het motorvermogen worden bepaald. De resultaten hiervan zijn in tabel 6 opgenomen.

| Generator-vermogen in kVA (kW) | Bekrachtiging | Cos phi | Werkelijk maximale belasting van de generator in kVA | Maximale stroom in A | Aan te sluiten maximaal motorvermogen in KW |
|--------------------------------|---------------|---------|------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------|
| 90 (72)                        | Shunt         | 0,6     | 207                                                  | 299                  | 18,5                                        |
| 105 (84)                       | Shunt         | 0,6     | 230                                                  | 332                  | 22,0                                        |
| 120 (96)                       | Shunt         | 0,6     | 270                                                  | 390                  | 22,0                                        |
| 130 (104)                      | Shunt         | 0,6     | 280                                                  | 404                  | 22,0                                        |
| 150 (120)                      | Shunt         | 0,6     | 345                                                  | 498                  | 30,0                                        |
| 165 (132)                      | shunt         | 0,6     | 380                                                  | 549                  | 37,0                                        |
| 90 (72)                        | AREP          | 0,6     | 207                                                  | 299                  | 18,5                                        |

|           |      |     |     |     |      |
|-----------|------|-----|-----|-----|------|
| 105 (84)  | AREP | 0,6 | 241 | 348 | 22,0 |
| 120 (96)  | AREP | 0,6 | 276 | 399 | 22,0 |
| 130 (104) | AREP | 0,6 | 299 | 432 | 30,0 |
| 150 (120) | AREP | 0,6 | 345 | 498 | 30,0 |
| 165 (132) | AREP | 0,6 | 380 | 549 | 37,0 |

Tabel 6 Aan te sluiten maximaal motorvermogen op een standaard generator

#### 7.7.4 CONCLUSIE

Conclusie is dat we in deze gevallen kiezen voor de 20 seconde LRC eis, ofwel maximaal optredende kVA's bij aanloop mag maximaal 230% van de nominale kVA van de generator zijn.

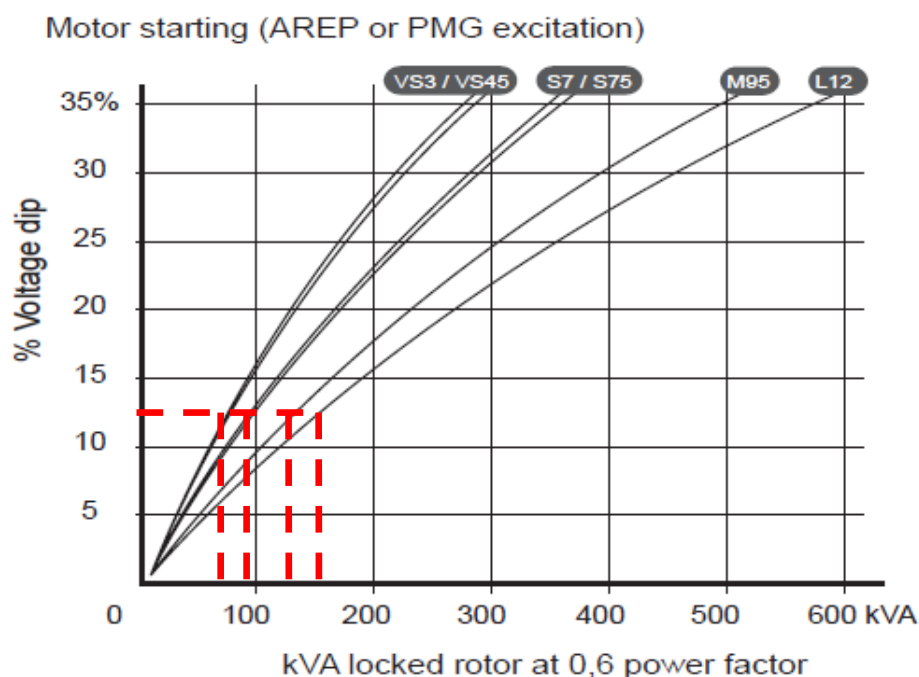
### 7.8 VERDRINGINGSPOMPEN ZONDER ONTLASTINGSINRICHTING

#### 7.8.1 SPANNINGSVERLIES AREP BEKRACHTIGING

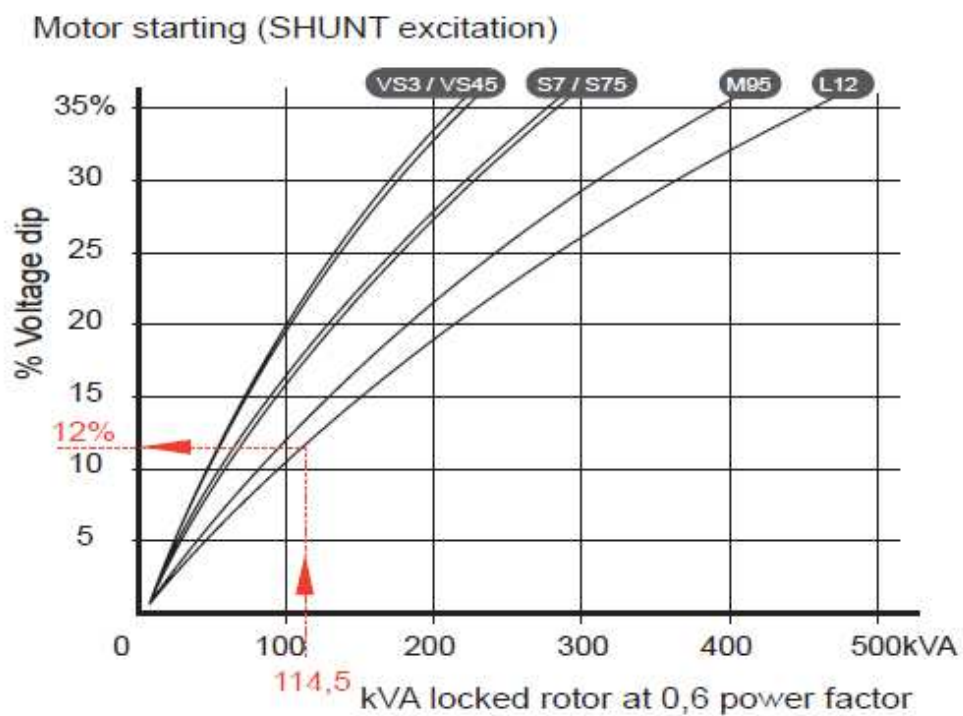
Met behulp van afbeelding 7 is voor een AREP bekrachtiging, bij de verschillende spanningsdalingen, de maximale belasting te bepalen, hierbij gelden de grafieken voor een arbeidsfactor van 0,6. Indien een slechtere arbeidsfactor aanwezig is zal een correctie moeten plaatsvinden.

Indien wordt uitgegaan van een maximale spanningsdaling van 12 % zal de generator (L12), met een vermogen van 165 kVA, maximaal worden belast met ca. 150 kVA. Dat wil zeggen dat de generator zelfs met een lager vermogen mag worden belast.

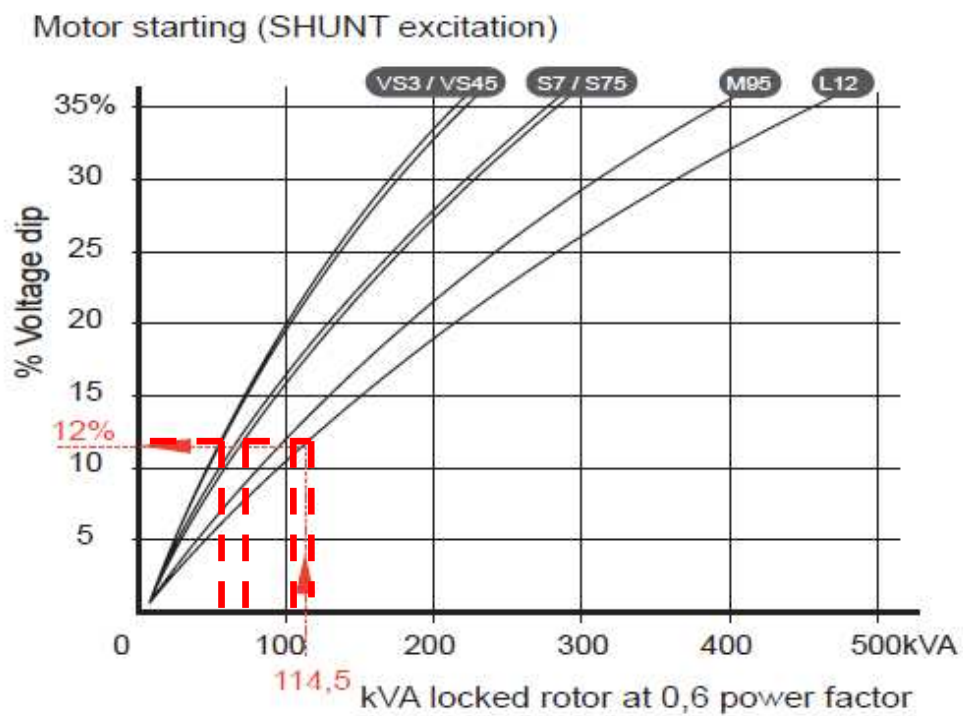
In dit voorbeeld zijn generatoren van het fabricaat Leroy Somer (als uitgangspunt) geselecteerd met verschillende vermogens.



Afbeelding 7 AREP bekrachtiging



Afbeelding 8 Shunt bekrachtiging



In tabel 8 zijn voor de verschillende generatorvermogens de maximale belasting in kVA opgenomen bij een spanningsdaling van 12 %.

| Generator-<br>vermogen<br>in kVA (kW) | Bekrachtinging | Cos phi | Maximale belasting in kVA<br>bij een spanningsverlies van<br>maximaal 12 % |
|---------------------------------------|----------------|---------|----------------------------------------------------------------------------|
| (VS3) 90 (72)                         | SHUNT          | 0,6     | 50                                                                         |
| (VS45) 105 (84)                       | SHUNT          | 0,6     | 50                                                                         |
| (S7) 120 (96)                         | SHUNT          | 0,6     | 70                                                                         |
| (S75) 130 (104)                       | SHUNT          | 0,6     | 70                                                                         |
| (M95) 150 (120)                       | SHUNT          | 0,6     | 100                                                                        |
| (L12) 165 (132)                       | SHUNT          | 0,6     | 115                                                                        |

*Tabel 8 Maximale belasting van de generator met een spanningsverlies van maximaal 12 %*

### 7.8.3 MAXIMAAL AAN TE SLUITEN MOTORVERMOGEN

Van de in de tabellen 1, 7 en 8 opgenomen waarde van maximale belasting van de generator moet de laagste waarde worden gehanteerd omdat zowel de overbelasting als ook de spanningsdip hierin bepalend zijn. In tabel 9 zijn deze waarden opgenomen.

| Generator-<br>vermogen<br>in kVA (kW) | Bekrachtinging | Cos phi | Maximale<br>belasting in<br>kVA<br>gedurende<br>20 sec met<br>230 % | Maximale<br>belasting in kVA<br>bij een<br>spanningsverlies<br>van 12 % | Maximaal<br>toegestane<br>belasting van de<br>generator in kVA |
|---------------------------------------|----------------|---------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 90 (72)                               | Shunt          | 0,6     | 207                                                                 | 50                                                                      | 50                                                             |
| 105 (84)                              | Shunt          | 0,6     | 241                                                                 | 50                                                                      | 50                                                             |
| 120 (96)                              | Shunt          | 0,6     | 276                                                                 | 70                                                                      | 70                                                             |
| 130 (104)                             | Shunt          | 0,6     | 299                                                                 | 70                                                                      | 70                                                             |
| 150 (120)                             | Shunt          | 0,6     | 345                                                                 | 100                                                                     | 100                                                            |
| 165 (132)                             | shunt          | 0,6     | 380                                                                 | 115                                                                     | 115                                                            |
| 90 (72)                               | AREP           | 0,6     | 207                                                                 | 70                                                                      | 70                                                             |
| 105 (84)                              | AREP           | 0,6     | 241                                                                 | 70                                                                      | 70                                                             |
| 120 (96)                              | AREP           | 0,6     | 276                                                                 | 90                                                                      | 90                                                             |
| 130 (104)                             | AREP           | 0,6     | 299                                                                 | 90                                                                      | 90                                                             |
| 150 (120)                             | AREP           | 0,6     | 345                                                                 | 130                                                                     | 130                                                            |
| 165 (132)                             | AREP           | 0,6     | 380                                                                 | 150                                                                     | 150                                                            |

*Tabel 9 Maximaal toegestane belasting van de generator in kVA*

Op grond van de in Technisch Bulletin nr. 74 opgenomen tabel met de nominale en geblokkeerde rotorstromen, kan het maximale motorvermogen van de elektromotor van de sprinklerpomp worden bepaald. In tabel 10 zijn de nominale stroom en de stroom bij een geblokkeerde rotor opgenomen met het bijbehorende motorvermogen.

| Elektromotor sprinklerpomp |                      |                      |
|----------------------------|----------------------|----------------------|
| P <sub>nom</sub> (kW)      | I <sub>nom</sub> (A) | I <sub>lrc</sub> (A) |
| 4                          | 8                    | 58                   |
| 5,5                        | 11                   | 86                   |
| 7,5                        | 15                   | 116                  |
| 11                         | 20                   | 146                  |
| 15                         | 27                   | 221                  |
| 18,5                       | 33                   | 272                  |
| 22                         | 40                   | 309                  |
| 30                         | 52                   | 418                  |
| 37                         | 64                   | 514                  |
| 45                         | 78                   | 606                  |
| 55                         | 95                   | 741                  |
| 75                         | 128                  | 973                  |
| 90                         | 152                  | 1140                 |
| 110                        | 187                  | 1409                 |
| 132                        | 221                  | 1686                 |
| 160                        | 266                  | 2025                 |
| 200                        | 333                  | 2533                 |

Tabel 10 Maximale nominaal- en geblokkeerde rotorstromen

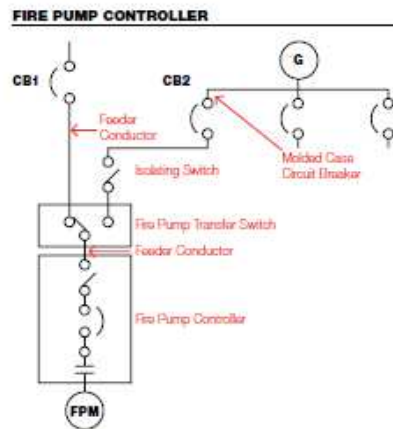
Met behulp van de tabellen 9 en 10 kan het motorvermogen worden bepaald. De resultaten hiervan zijn in tabel 11 opgenomen.

| Generator-<br>vermogen<br>in kVA (kW) | Bekrachtiging | Cos phi | Werkelijk<br>maximale<br>belasting<br>van de<br>generator in<br>kVA | Maximale<br>stroom in A | Aan te sluiten<br>maximaal<br>motorvermogen in<br>KW |
|---------------------------------------|---------------|---------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------|
| 90 (72)                               | Shunt         | 0,6     | 50                                                                  | 72                      | 4,0                                                  |
| 105 (84)                              | Shunt         | 0,6     | 50                                                                  | 72                      | 4,0                                                  |
| 120 (96)                              | Shunt         | 0,6     | 70                                                                  | 101                     | 5,5                                                  |
| 130 (104)                             | Shunt         | 0,6     | 70                                                                  | 101                     | 5,5                                                  |
| 150 (120)                             | Shunt         | 0,6     | 100                                                                 | 145                     | 7,5                                                  |
| 165 (132)                             | shunt         | 0,6     | 115                                                                 | 166                     | 11,0                                                 |
| 90 (72)                               | AREP          | 0,6     | 70                                                                  | 101                     | 5,5                                                  |
| 105 (84)                              | AREP          | 0,6     | 70                                                                  | 101                     | 5,5                                                  |
| 120 (96)                              | AREP          | 0,6     | 90                                                                  | 130                     | 7,5                                                  |
| 130 (104)                             | AREP          | 0,6     | 90                                                                  | 130                     | 7,5                                                  |
| 150 (120)                             | AREP          | 0,6     | 130                                                                 | 188                     | 11,0                                                 |
| 165 (132)                             | AREP          | 0,6     | 150                                                                 | 188                     | 11,0                                                 |

Tabel 11 Aan te sluiten maximaal motorvermogen op een standaard generator

## **7.9 VOEDING VAN ELEKTRISCH AANGEDREVEN SPRINKLERPOMPEN**

Voor de berekening van de doorsnede en de beveiliging van de kabels vanaf het noodstroomaggregaat of de verdeelinrichting waarop het noodstroomaggregaat is aangesloten naar de sprinklerschakelkast wordt verwezen naar Technisch Bulletin 74.



**FIGURE 1** – Separate ATS feeding fire pump controller (NFPA 20 7-8.2.2 Arrangement II)

translate to oversizing the generator set by a factor of two or three times to provide required motor starting kVA compared to when a 30-35% starting voltage dip is permitted.

Where the fire pump is the only significant load on the generator set, the starting kVA required will be much greater than the required running kVA. Since there are practical limits to the alternator capacity in a generator set, a larger genset may be required, resulting in a light load running condition for the engine (less than the recommended minimum of 30% of rated kW). To alleviate this, consider adding additional loads with low starting requirements, such as lighting, or the application of supplemental load banks, especially during normal routine system testing.

All fire pump controllers, whether reduced-voltage or DOL (direct-on-line), full voltage, include an emergency manual mechanical means to start the fire pump under full voltage should the starting circuit or contactor coil

Power topic #6010 | Technical information from Cummins Power Generation

## Sizing recommendations for fire pump applications

### > White paper

By Jim Iverson, Senior Applications Engineer

Our energy working for you.™



The building code includes special requirements for generators and transfer switches supplying fire pumps. This article captures those unique requirements and translates them into associated equipment sizing implications.

Where a generator set supplies power to an electric fire pump there are special sizing considerations outlined in the National Fire Protection Association (NFPA) and National Electrical Code (NEC) requirements.

The generator feed to a fire pump is typically one of two circuit arrangements. One arrangement uses a transfer switch integral to a fire pump controller (not shown).

The second arrangement uses a listed fire pump transfer switch separate from a fire pump controller (refer to FIGURE 1). For fire pump service, both an automatic transfer switch and a bypass-isolation transfer switch are available from Cummins Power Generation. This sizing recommendation covers sizing the generator set for either arrangement and sizing the transfer switch for the second arrangement, where separate from the fire pump controller.

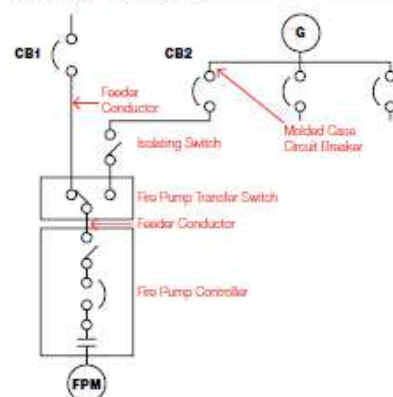
### Sizing the generator set

**Background:** NEC 695-7 requires that voltage dip no more than 15% of rated controller voltage at the fire pump controller line terminals (includes cable drop) during normal starting of the fire pump motor. This may translate to oversizing the generator set by a factor of two or three times to provide required motor starting kVA compared to when a 30-35% starting voltage dip is permitted.

Where the fire pump is the only significant load on the generator set, the starting kVA required will be much greater than the required running kVA. Since there are practical limits to the alternator capacity in a generator set, a larger genset may be required, resulting in a light load running condition for the engine (less than the recommended minimum of 30% of rated kW). To alleviate this, consider adding additional loads with low starting requirements, such as lighting, or the application of supplemental load banks, especially during normal routine system testing.

All fire pump controllers, whether reduced-voltage or DOL (direct-on-line), full voltage, include an emergency manual mechanical means to start the fire pump under full voltage should the starting circuit or contactor coil

#### FIRE PUMP CONTROLLER



**FIGURE 1** – Separate ATS feeding fire pump controller (NFPA 20 7-8.2.2 Arrangement II)

malfunction. The exception to NEC 695-7 states that the 15% voltage dip limit does not apply when using manual starting emergency means.

**Caution:** Cummins Power Generation recommends an analysis of generator set voltage and frequency dip performance when using the manual DOL starting. This analysis may indicate a larger generator is required to achieve desired performance during this condition. This may be desirable to get assurance that the fire pump controller does not drop out when automatic reduced voltage transition from start to run occurs prior to when the pump achieves near rated speed or when the pump cannot be accelerated during reduced voltage due to high operating head pressure.

Cummins GenSize™ sizing software allows a complete analysis of fire pump starting requirements. Using a special fire pump load icon in GenSize for the fire pump motor, establishes a maximum allowable Peak Voltage dip of 15% while starting the fire pump load (all fire pump loads will be included in the peak load calculations) after all other loads are already running on the generator.

Using GenSize, first size the generator with the starting means desired (DOL or reduced voltage) using the fire pump load icon. If the fire pump using DOL starting, is centrifugal (most are) and is not starting into a significant head pressure, then check Low Inertia in the fire pump motor load entry form. This will reduce the starting kW requirements for the genset. The generator will be sized to achieve the maximum 15% peak voltage dip. Then, delete the fire pump load(s) from the project. You will be asked if you want to reset the maximum peak voltage dip. Change this to the same value used for the maximum allowable step voltage dip. Then replace the fire pump load(s) with a regular motor load, DOL and check the cyclic box to obtain the peak load for both motors while allowing the peak voltage dip to exceed 15% for the emergency operating condition. Use the largest generator recommendation from these two calculations.

**Note:** It is not necessary to size the generator set for locked rotor current continuously.

### **Sizing the utility circuit breaker, CB1 (or fuses)**

Size any over current device upstream of the fire pump controller on the utility line side to hold locked rotor current of the fire pump motor continuously, typically a minimum of 600% of motor FLA (Full Load Amps).

Because the maximum allowable current-limiting fuse for a given size transfer switch is higher than the maximum allowable molded case circuit breaker, using current-limiting fuses in lieu of a circuit breaker may allow a smaller transfer switch to be used.

### **Sizing the feeder conductors**

Size the feeder conductors at a minimum of 125% of the motor full load current or next higher ampacity. Feeder conductors run from the circuit breaker at the generator (CB2) to the fire pump controller line terminals, and from the load side of CB1 to the fire pump controller line terminals.

The voltage drop requirement of NEC 695-7 also applies, so if the motor is large and the run is long, the feeder conductors may require oversizing. The facility designer is responsible for cable drop calculations.

### **Sizing the automatic transfer switch**

1. Initially, size the ampere rating of the transfer switch to be equal to or next size greater than the required feeder conductors.
2. Verify that the over current device used on the utility line side, CB1, does not exceed the maximum allowable circuit breaker or fuse size allowed for the transfer switch. If it does, increase the transfer switch rating to one that includes CB1 as an allowable upstream breaker.

### **Sizing the generator circuit breaker, CB2**

The objectives for sizing and selection of this over current device are:

- a) complying with code requirements,
- b) using a standard automatic molded case circuit breaker,
- c) selectively coordinating this breaker with locked rotor protection within the fire pump controller, and
- d) having sufficient available fault current from the generator to clear a faulted fire pump circuit without opening other branches of the generator supplied emergency system.

The circuit breaker should be a standard molded case circuit breaker; magnetic-only breakers and non-automatic molded case switches are not recommended.

A magnetic-only (instantaneous trip) circuit breaker is not recommended. These breakers are UL Component Recognized, but not UL Listed devices. They are only suitable for use in a UL listed assembly, and are typically included with overloads as part of a UL listed combination motor starter. They are not UL listed for feeder conductor protection.

A non-automatic molded case switch with integral high instantaneous self-protection is not recommended. If the fire pump circuit is faulted, the generator may have insufficient available fault current to trip the switch. If the fire pump branch is not interrupted during a fault, an upstream device may trip, leaving other emergency branches without power.

1. Size molded case breaker CB2 greater than 125% but less than 250% of the motor full load current.

NFPA 20, 6-6.5, requires this breaker to pickup the instantaneous load. NEC 695-6 (d) prohibits overload protection, but requires short circuit protection. With a minimum rating of 125%, by exclusion, the breaker is not providing overload protection according to NEC 430-32. With a maximum rating of 250%, for the breaker, by definition, qualifies as short-circuit protection as shown in Table 430-52 of NEC.

2. Within the range of 125% to 250%, select the smallest over current device that will allow pump motor locked rotor current to flow longer than the 20 seconds allowed by the fire pump controller integral protection.

For additional technical support, please contact your local Cummins Power Generation distributor. They can be found at [www.cumminspower.com](http://www.cumminspower.com).

## Electrical Sizing

### Recommendations for Fire Pump Applications

The building code includes special requirements for generators and transfer switches supplying fire pumps. This article captures those unique requirements and translates them into associated equipment sizing implications.

Where a generator set supplies power to an electric fire pump there are special sizing considerations outlined in the National Fire Protection Associations (NFPA 20) and California Electrical Code (Article 230 & 695).

The generator feed to a fire pump is typically one of two circuit arrangements. One arrangement uses a transfer switch integral to a fire pump controller.

The second arrangement uses a listed fire pump transfer switch separate from a fire pump controller. This sizing recommendation covers sizing the generator set for either arrangement and sizing the transfer switch for the second arrangement, where separate from the fire pump controller.

#### **Sizing the generator set**

Background: NEC 695-7 requires that voltage dip no more than 15% of rated controller voltage at the fire pump controller line terminals (includes cable drop) during normal starting of the fire pump motor. This may translate to over sizing the generator set by a factor of two or three times to provide required motor starting kVA compared to when a 30%-35% starting voltage dip is permitted.

Where the fire pump is the only significant load on the generator set, the starting kVA required will be much greater than the required running kVA. Since there are practical limits to the alternator capacity in a generator set, a larger genset may be required, resulting in a light load running condition for the engine (less than the recommended minimum of 30% of rated kW). To alleviate this, consider adding additional loads with low starting requirements, such as lighting, or the application of supplemental load banks, especially during normal routine system testing.

All fire pump controllers, whether reduced-voltage or DOL (direct-on-line), full voltage, include an emergency manual mechanical means to start the fire pump under full voltage should the starting circuit or contactor coil malfunction. The exception to NEC 695-7 states that the 15% voltage dip limit does not apply when using manual starting emergency means.

**Note:** It is not necessary to size the generator set for locked rotor current continuously.

#### **Sizing the utility circuit breaker, CB1 (or fuses)**

Size any over current device upstream of the fire pump controller on the utility line side to hold locked rotor current of the fire pump motor continuously, typically a minimum of 600% of motor FLA (Full Load Amps). Because the maximum allowable current-limiting fuse for a given size transfer switch is

higher than the maximum allowable molded case circuit breaker, using current-limiting fuses in lieu of a circuit breaker may allow a smaller transfer switch to be used.

#### **Sizing the feeder conductors**

Sizing the feeder conductors at a minimum of 125% of the motor full load current or next higher ampacity. Feeder conductors run from the circuit breaker at the generator (CB2) to the fire pump controller line terminals and from the load side of CB1 to the fire pump controller line terminals.

The voltage drop requirement of NEC 695-7 also applies, so if the motor is large and the run is long, the feeder conductors may require over sizing. The facility designer is responsible for cable drop calculations.

#### **Sizing the automatic transfer switch**

1. Initially, size the ampere rating of the transfer switch to be equal to or next size greater than the required feeder conductors.
2. Verify that the over current device used on the utility line side, CB1, does not exceed the maximum allowable circuit breaker or fuse size allowed for the transfer switch. If it does, increase the transfer switch rating to one that includes CB1 as an allowable upstream breaker.

#### **Sizing the generator circuit breaker, CB2**

The objectives for sizing and selection of this over current device are:

- A) Complying with code requirements,
- B) Using a standard automatic molded case circuit breaker,
- C) Selectively coordinating this breaker with locked rotor protection within the fire pump controller, and
- D) Having sufficient available fault current from the generator to clear a faulted fire pump circuit without opening other branches of the generator supplied emergency system.

The circuit breaker should be a standard molded case circuit breaker; magnetic-only breakers and non-auto-matic molded case switches are not recommended.

A magnetic-only (instantaneous trip) circuit breaker is not recommended. These breakers are UL Component Recognized, but not UL Listed devices. They are only suitable for use in a UL listed assembly, and are typically included with overloads as part of a UL listed combination motor started. They are not UL listed for feeder conductor protection.

A non-automatic molded case switch with integral high instantaneous self-protection is not recommended. If the fire pump circuit is faulted, the generator may have insufficient available fault current to trip the switch. If the fire pump branch is not interrupted during a fault, an upstream device may trip, leaving other emergency branches without power.

1. Size molded case breaker CB2 greater than 125% but less than 250% of the motor full load current.

NFPA 20, 6-6.5, requires this breaker to pick up the instantaneous load. NEC 695-6(d) prohibits overload protection, but requires short circuit protection. With a minimum rating of

125%, by exclusion, the breaker is not providing overload protection according to NEC 430-32. With a maximum rating of 250%, for the breaker, by definition, qualifies as short-circuit protection.

2. Within the range of 125% to 250%, select the smallest over current device that will allow pump motor locked rotor current to flow longer than the 20 seconds allowed by the fire pump controller integral protection.

This information is for reference only and is not inclusive to all of the applicable codes. For more detailed information and requirements please refer to the following codes

- 2010 California Electrical Code
- 2007 NFPA 20 Standard for the installation of stationary pumps for fire protection
- 2010 California Fire Code
- 2010 NFPA 13 Standard for the installation of sprinkler systems
- 2010 NFPA 72 Fire Alarm Code
- For Division of State Architect Projects refer to their website
  - <http://www.dgs.ca.gov/dsa/Resources/IRManual.aspx>
- For any interpretation of regulations such as IR E-3

# 8 BIJLAGE TESTEN

## 8.1 INLEIDING

Tijdens het ontwerp en aanleg van automatische VBB-installaties is er veel aandacht voor de juiste toepassing van voorschriften en de daarop van toepassing zijnde Technical Bulletins. Onderhoud en testen in de beheersfase, zeker ook bij hybride installaties, leveren in de praktijksituaties op die voor meerdere uitleg vatbaar zijn dan wel vragen oproepen. In dit document wordt antwoord en aansturing gegeven een aantal specifieke onderdelen voor wat betreft onderhoud en testen van de pompset brandbestrijding en ook specifiek voor alle pompsets aangesloten op een drinkwaterleiding als watervoorziening.

Het testen (en inspecteren) van een pompset moet gebreken in functionaliteit vroegtijdig duidelijk maken zodat acties kunnen worden ondernomen. Een pompset is per definitie een zelfopofferend onderdeel van de brandbeveiligingsinstallatie. Het is echter niet de bedoeling dat bij testen en inspecties schade ontstaat aan de pompset.

Hoofdstuk 2 gaat over het algemene deel van in bedrijf stellen, testen en onderhouden van pompsets. De daaropvolgende hoofdstukken hebben een specifiek onderwerp ter behandeling. De besproken onderwerpen zijn minimum vereisten en doen niets af aan de geldende normen en voorschriften die van toepassing zijn op de te onderhouden of te testen installaties. Alle vereiste werkzaamheden moeten worden vast gelegd in rapportages zodat aantoonbaar is dat deze zijn uitgevoerd.

Het regelmatig testen van een watervoorziening is nodig vanwege de volgende redenen:

- Het in technisch goede staat houden van de pomp. Hiervoor is het niet altijd nodig de volledige capaciteit (rated capacity) te testen.
- Bepalen of de vereiste capaciteit wordt geleverd door de pomp (en dus bewaken van de technische staat). Hiervoor moet periodiek de gehele pompcurve worden gemeten.
- Vaststellen of de aanwezige watervoorziening (DWL, tank, open water etc.) de vereiste capaciteit nog kan leveren. Hiervoor moet minimaal de maatgevende capaciteit benodigd voor de brandblusinstallatie worden gemeten.

De te meten capaciteiten zijn afhankelijk van de installatie.

- In geval een installatie op basis van de VAS/ NEN-EN 12845 ontworpen is, geldt als rating de op de pomp aangegeven capaciteit. In gevallen waarbij uit een hydraulische berekening blijkt dat een hogere capaciteit is vereist moet die ook worden gemeten.
- In geval een installatie op basis van de NFPA of FM ontworpen is, geldt dat de op de pomp aangegeven rating het 100% punt is.
- In het geval een installatie op basis van tabellen ontworpen is, moeten de twee laagste vereiste waarden uit de desbetreffende tabellen van de VAS en NEN-EN 12845 worden gemeten. De hogere waarde is alleen van toepassing bij het selecteren van de pomp.

## 8.2 IN BEDRIJF STELLEN, TESTEN VAN POMPSETS

### 8.2.1 INLEIDING

Een pompset ten behoeve van een (automatische) brandblusinstallatie zoals een sprinkler- en blusschuiminstallaties moet regelmatig getest en onderhouden worden om vast te stellen of deze voldoet, en blijft voldoen, aan de gestelde eisen. De pompset moet bij ingebruikname ter plaatse worden getest (opleveringstest) en daarna periodiek (wekelijks of tweewekelijks) door de beheerder. Als onderdeel van het (jaarlijkse) onderhoud worden ook testen uitgevoerd.

In Nederland worden voor blusinstallaties meerdere voorschriften toegepast. Te denken valt aan de VAS, NFPA, FM en NEN-EN 12845 (+ NEN 1073). In een aantal gevallen is sprake van meerdere voorschriften. In de praktijk worden de testen (en het onderhoud) niet geheel conform het geldende voorschrift uitgevoerd. Dit is een gevolg van:

- Onduidelijkheid welk voorschrift geldt.
- Onbekendheid met het geldende voorschrift. In de meeste gevallen wordt vooral de VAS aangehouden ook als formeel de NFPA van toepassing is.
- Een standaardwerkwijze welke niet wordt aangepast op het betreffende voorschrift.

In de navolgende paragrafen wordt in volgorde beschreven het testen tijdens inbedrijfstellen, periodiek testen en jaarlijks onderhoud gevolgd door een paragraaf waarin achtergrondinformatie wordt verstrekt.

### **8.3 ACHTERGRONDEN**

#### **Starten en stoppen dieselgedreven pompset**

Het starten van een dieselgedreven pompset, ten behoeve van het testen, moet met beleid worden uitgevoerd. Dit geldt ook voor de testen waarbij de dieselgedreven pompset automatisch kan starten zoals het testen van brandalarmen ter plaatse van alarmkleppen en ITC's.

Het starten van een dieselmotor, welke nog niet op temperatuur is, kan anders (in de loop van de tijd) tot beschadigingen leiden welke de betrouwbaarheid van de pompset (in geval van een calamiteit) verlaagd. Met name de turbo zal na enige stilstand geen of te weinig olie bevatten. Door direct op volle toeren te gaan draaien kan daarom hieraan schade ontstaan. In chronologische volgorde dienen de volgende stappen uitgevoerd te worden.

- Starten van de pompset op drukval bij de pressostaat of via de handstart.
- Direct na het starten via het beperken van de brandstoftoevoer het toerental regelen op ca. 1000 rpm. In deze stand kan de motor opwarmen en olie worden verspreid.
- Na ca. 1 minuut kan de brandstoftoevoer op zijn nominale stand worden gezet.
- Controleren of de koeling werkt. Dit is zichtbaar doordat de koelwatertemperatuur na eerst op te lopen even afneemt door het in werking treden van de koeling.
- De pompset op laten warmen tot een (koelwater)temperatuur van ca. 80 °C.
- De pompset kan nu functioneel worden beproefd.

Bij het stoppen van de pompset dient deze ook ca. 1 minuut op 1000-1500 rpm te draaien voordat de pomp wordt stil gezet.

#### **Onderhoud motor**

Het vereiste onderhoudsprogramma moet door de leverancier van de pompset worden vastgesteld. Veelal zal hierbij het onderhoudsprogramma van de motorleverancier worden gevolgd, eventueel aangevuld vanwege modificaties door de leverancier van de pompset. Bij een dieselmotor valt te denken zaken als o.a. turbo, olie ververset, filters vervangen, controle slangklemmen en slangen etc. ook als het onderhoud door een andere partij dan de leverancier wordt uitgevoerd blijft dit onderhoudsprogramma van kracht.

Als onderdeel van het onderhoud moet ook worden gekeken naar de brandstofkwaliteit (zie hoofdstuk 8). Voor wat betreft de accusets moeten de door de leverancier voorgeschreven accu's aanwezig zijn.

#### **Pompcurve**

Bij de controle van de pompcurve moeten minimaal de volgende waarden worden gemeten.

- De pompdruk (opvoerhoogte) bij 0% capaciteit.
- De pompdruk (opvoerhoogte) bij 100% capaciteit (de rating van de pomp).

- De pompdruk (opvoerhoogte) bij 150% (NFPA/FM) of 140% (VAS/NEN EN 12845) capaciteit.

## **8.4 DRINKWATERLEIDING**

### **8.4.1 INLEIDING**

Drinkwaterbedrijven leggen steeds meer restricties op, zowel op het aansluiten van brandblusinstallaties op de DWL als het (wekelijks) testen daarvan. De volgende redenen worden hiervoor aangedragen door drinkwaterbedrijven.

- De primaire taak is levering van drinkwater. Het water in de leidingen is eigenlijk te goed om te worden gebruikt als bluswater.
- De beschikbare capaciteiten nemen af. Bij bestaande situaties worden regelmatig toevoeren afgesloten waardoor voorheen tweezijdige voedingen veranderen in enkelzijdige voedingen met een reductie in beschikbare capaciteit tot gevolg. Nieuwe leidingnetten worden voortaan aangelegd met minimale diameters met als doel de stroomsnelheid te verhogen waardoor bacteriegroei minder snel plaats kan vinden.
- Alleen bij een calamiteit is afname van de maximaal beschikbare capaciteit toegestaan. Door veel water (op één punt) te onttrekken komt levering aan andere afnemers in gevaar en bestaat het gevaar van vervuild water door de sterk verhoogde stroomsnelheid waardoor verontreinigingen aan de leidingwand onbedoeld worden los getrokken.

In de meeste gevallen betreffen aangesloten sprinklerinstallaties op de DWL, systemen met relatief lage gevarenklassen en capaciteit. In sommige van die gevallen is het ieder (half) jaar testen van de capaciteit wel toegestaan, eventueel met een verplichte aanwezigheid van het drinkwaterbedrijf. Er zijn echter ook een behoorlijk aantal installaties waarbij de vereiste testcapaciteit hoger ligt dan wordt toegestaan door het drinkwaterbedrijf en/of het afnemen van water enkel voor testen niet is toegestaan

### **8.4.2 MAATREGELEN DRINKWATERBEDRIJVEN**

Door drinkwaterbedrijven zijn er meerdere genomen maatregelen te benoemen:

1. Het verbieden van afname (buiten een calamiteit) boven een bepaald punt zonder installatietechnische maatregelen.
2. Het plaatsen van een restrictie in de testleiding (door een geborgde afsluiter of een restrictieplaat). Hierdoor is bij een calamiteit wel voldoende water beschikbaar maar kan slechts een beperkte hoeveelheid worden afgenomen bij testen.
3. Het beperken van de toevoer van water naar de pomp (eventueel in combinatie met bovenstaande maatregel). Hierbij bestaat dus zelfs de mogelijkheid dat ook bij een calamiteit niet voldoende water beschikbaar is.

In veel gevallen is het contract tussen de afnemer en de drinkwaterbedrijven (eenzijdig) aangepast aan de nieuwe situatie. In enkele gevallen wil het drinkwaterbedrijf de beschikbare capaciteit bij een calamiteit schriftelijk vast leggen en zelfs onderbouwen door een berekening waarbij de diameters van het grondleidingnet en minimale afname door andere gebruikers in mee wordt genomen.

## 9 BIJLAGE BRANDSTOFKWALITEIT

### 9.1 INLEIDING

Voor een goede werking van de dieselmotor is het belangrijk dat de juiste brandstof gebruikt wordt. Belangrijke eigenschappen van dieselbrandstoffen zijn o.a.:

- Ontsteekbaarheid, aangeduid met het cetaan getal.
- Dichtheid.
- Viscositeit, een te hoge waarde kan een slechte verstuiwing veroorzaken.
- Smerende eigenschappen.
- Zwavelgehalte.

In de Europese EN590 norm zijn de eisen vastgelegd waaraan de dieselbrandstof moet voldoen. Deze norm is echter geen verplichting! Toch schrijven dieselmotorfabrikanten voor dat alleen brandstof volgens deze EN590 norm moet worden gebruikt. Ook houden alle leveranciers van dieselolie voor wegvoertuigen zich eraan, m.a.w. alle “witte” dieselolie van de pomp voldoet minimaal aan EN590.

### 9.2 RODE DIESEL BRANDSTOF

Rode diesel verdwijnt vanaf 1 januari 2013. Met rode diesel bedoelen we alle laagbelaste halfzware olie en gasolie, waarin herkenningmiddelen zijn gemengd.

Voor landbouwtoepassingen wordt echter vaak “rode” dieselolie gebruikt, hetgeen in principe ook voor sprinklerpompen toegestaan is. “Rode” diesel is een dieselbrandstof waarover minder accijns betaald hoeft te worden en daarom alleen voor toepassingen anders dan wegtransport gebruikt mag worden. Om het verschil te maken met “witte” diesel wordt een rode kleurstof aan de brandstof toegevoegd.

In veel gevallen is rode diesel dezelfde als de witte en voldoet deze dus ook aan de EN590 norm. Daar in deze markt veel kleine leveranciers werkzaam zijn en de EN590 niet verplicht is, is er in de praktijk echter rode dieselolie te koop die niet aan EN590 voldoet. Denk hierbij aan huisbrandolie, petroleum, stookolie of mengsels hiervan. Deze brandstoffen kunnen ernstige slijtage / verstopping aan het brandstofsysteem, slecht starten en inwendige vervuiling van de motor veroorzaken. Indien rode diesel wordt gebruikt, is een verklaring dat deze aan de EN590 voldoet, benodigd

### 9.3 PROBLEEMSTELLING - BACTERIEGROEI

Vanaf 2009 is bijmenging van gemiddeld 5% (maximaal 7%) biodiesel van overheidswege verplicht. Tezamen met verlaging van het zwavelgehalte leidt dit tot een sterk toegenomen gevoeligheid van de brandstof voor bacterievorming. Deze bacteriën produceren restproducten die tot verstopping of zelfs schade aan componenten van het brandstofsysteem kunnen leiden. Bacteriegroei wordt in de hand gewerkt door:

- Water in de brandstof  
Deze bacteriën leven in het grensvlak tussen de dieselolie en water. Door het water aantrekkende karakter (hygroscopisch) van biodiesel trekken er vanuit het water kleine waterdruppeltjes in de diesel, die het werkzame oppervlak aanzienlijk vergroten.
- Hoge temperaturen.  
De bacteriegroei neemt explosief toe met de temperatuur. Bij 40 °C gedijen de bacteriën het best.
- Stilstand.  
Naarmate de brandstof langer in de tank zit hebben de bacteriën meer tijd zich te vermenigvuldigen. Dit is voor fire toepassingen een belangrijke factor.

## 9.4 OPLOSSING

Ter voorkoming van bacteriegroei is het van groot belang de hiervoor genoemde factoren tegen te gaan. Het watergehalte in de brandstoftank moet tot een minimum gehouden worden, door jaarlijks het water af te tappen. Door het goed volhouden van de brandstoftank wordt condensvorming verminderd. Bij fire toepassingen staan de tanks in het algemeen binnen opgesteld zodat condensvorming minmaal zal zijn, echter alleen tijdens het vullen zal door temperatuurverschillen condensvorming ontstaan.

De brandstof moet zo koel mogelijk bewaard worden. Ook hier geldt dat een binnenopstelling gunstig is daar opwarming door zonlicht vermeden wordt. Voor VBB-toepassingen moet de brandstoftank en eventuele voorraadtank dan ook altijd binnen opgesteld worden.

Elektronisch geregelde dieselmotoren geven veel warme retourbrandstof terug, wat tot hogere temperaturen in de brandstoftank kan leiden. Voor VBB-installaties is dit gezien de korte draaitijden en de grootte van de voorraad geen issue, een half uur draaien geeft een temperatuurstijging van 2 à 3 °C.

Ter bestrijding van bacteriegroei cq. vermindering van de effecten hiervan zijn een aantal oplossingen ontwikkeld.

- Additieven die bacteriedodend werken. Dit additief wordt aan de brandstof toegevoegd.
- PureFuelConditioner. (Een apparaat welke de bacteriën verdoofd voordat deze de motor ingaan). Dit voorkomt niet de groei van bacteriën, maar beperkt wel de gevolgen ervan, zoals dichtslibben van filters. In Engeland wordt veel lobbywerk verricht om dit te verplichten bij iedere VBB-diesel. Het apparaat kan vrij eenvoudig in de toevoerleiding naar de motor gebouwd worden en heeft geen energievoorziening nodig.