

DRUKBEGRENZING

WERKGROEP DIESELS

06 juli 2011, versie 1.2

WERKGROEPELEDEN:

René Dirven

Sjaak Blom

Alex Zomer

Gerben van Hal

André Sikkink

Niels van den Hurk

Dirk-Jan de Jong

Dick van der Donk

Emiel Verbruggen

Inhoudsopgave

| | | |
|------------|--|----|
| 1 | Uit de opdracht van de CvD aan de werkgroep Diesels: | 2 |
| 2 | Conclusie WG Diesel | 2 |
| 3 | Drukbe grenzing d.m.v. toerentalregeling | 2 |
| 3.1 | Conclusie WG Diesel | 2 |
| 3.2 | Systeembeschrijving | 3 |
| 3.2.1 | Eisen regelgedrag | 4 |
| 3.2.2 | Voeding | 4 |
| 3.2.3 | Zelfdiagnose | 4 |
| 3.2.4 | Gegevens | 4 |
| 3.2.5 | Positie druksensor | 5 |
| 3.2.6 | Mechanisch geregelde dieselmotor | 5 |
| 3.2.7 | Elektronisch geregelde dieselmotor | 6 |
| 4 | Drukbe grenzing d.m.v. kleppen | 7 |
| 4.1 | Conclusie WG Diesel | 7 |
| 4.2 | Kleppen | 7 |
| 4.2.1 | Pressure Relief Valve (PRV) | 7 |
| 4.2.2 | Pressure Reducing Valve (PRE) | 8 |
| 4.2.3 | Pressure Sustaining Valve (PSV) | 9 |
| 4.3 | Achtergrond informatie | 10 |
| 4.3.1 | Falen van pilot gestuurde PRV en PSV kleppen | 10 |
| 4.3.2 | Uitvoering volgens huidige voorschriften | 11 |
| 4.3.3 | Voorbeeld | 13 |
| 5 | Drukken & curves | 14 |

1 Uit de opdracht van de CvD aan de werkgroep Diesels:

| |
|--|
| Toeren- / drukregeling voor |
| - Digitaal geregelde dieselmotoren |
| - Mechanisch geregelde dieselmotoren |
| - Drukregeling door overstortklep: hoe kan toepassing van overdrukkleppen in NFPA installaties worden vermeden |

2 Conclusie WG Diesel

- Als dooddruk + voordruk hoger is dan de componentenkeur (werkdruk), dient drukbegrenzing te worden toegepast
- De systeemdruk bij normaal werkende drukbegrenzing moet beneden de componentenkeur (werkdruk) zijn.
- De drukbegrenzing dient fail safe te zijn, dwz bij falen hiervan moet de installatie op de maximum druk gaan draaien.
- Bij falende drukbegrenzing dient de dooddruk + voordruk lager te zijn dan de afpersdruk.

Wordt hier niet aan voldaan, dan dient een PRV (Pressure Relief Valve) te worden toegepast.

Om te bepalen of de systeemdruk bij falende drukbegrenzing beneden de afpersdruk blijft, dient de fabrikant de pompcurve inclusief speeddroop op te geven en de installateur de maximum voordruk.

3 Drukbegrenzing d.m.v. toerentalregeling

3.1 Conclusie WG Diesel

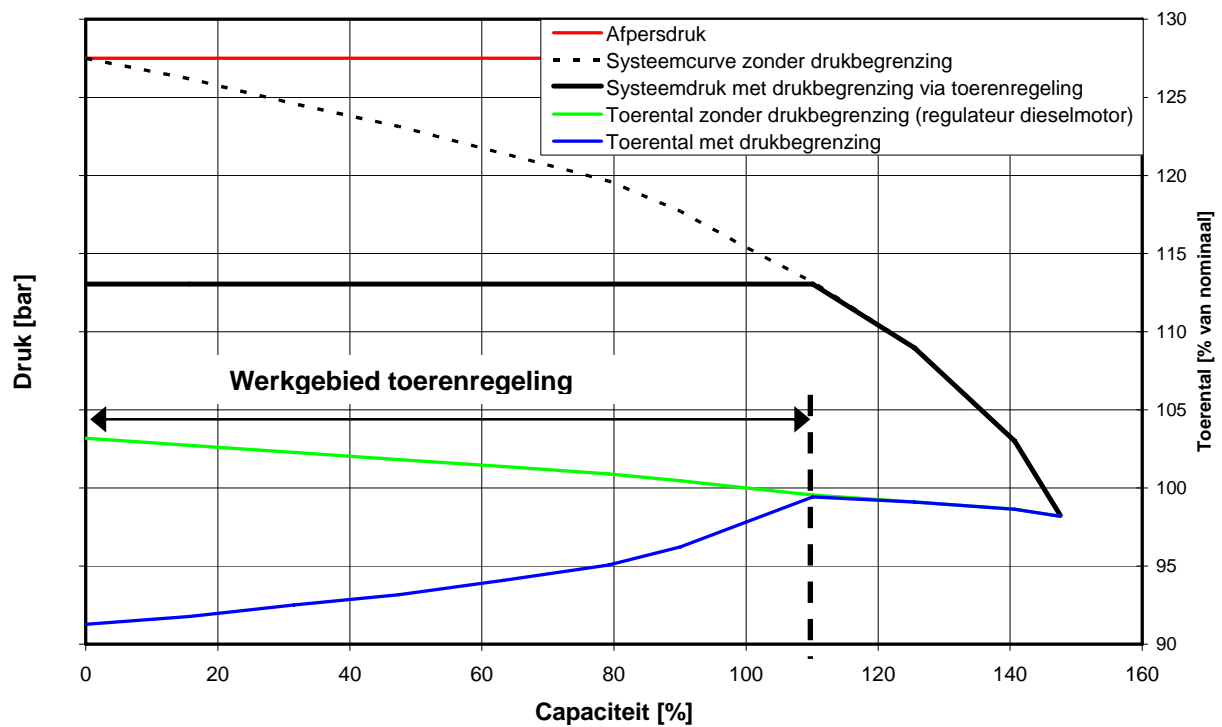
Een drukbegrenzing via een toerenregeling moet voldoen aan de volgende voorwaarden:

- Het druk-toeren regelsysteem kan alleen het toerental (en dus druk) verlagen t.o.v. het nominale toerental.
- Het nominale toerental wordt onafhankelijk van het druk-toeren regelsysteem bepaald.
- Fail safe uitvoering, d.w.z. bij falen van de druk-toeren regeling moet de dieselmotor op het nominale toerental gaan draaien.
- Drukbegrenzing moet in staat zijn om na een verstoring binnen vijf seconden de druk binnen +/- 0.3 bar rond de gewenste systeemdruk te brengen.
- De druksensor dient verticaal gemonteerd te zijn op dezelfde locatie als de persmanometer.
- Druk-toeren regeling moet voorzien zijn van een diagnosesysteem dat falen waarneemt en signaleert.
- Indien de druk-toeren regeling de enige geïnstalleerde voorziening voor begrenzing van de systeemdruk is, dient het systeem minimaal te worden afgeperst op de maximale systeemdruk welke optreedt bij afgeschakelde toerenregeling.

3.2 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.

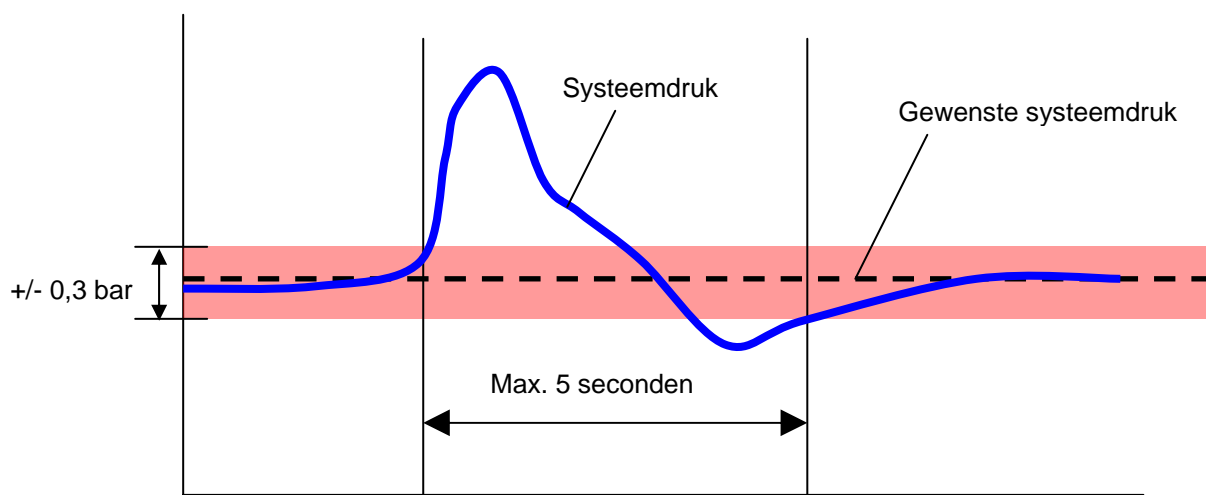
Voor de uitvoering van het systeem zijn twee hoofdgroepen te onderscheiden, nl. :

- toegepast op een mechanisch geregelde dieselmotor (zie 3.2.6)
- toegepast op een elektronisch geregelde dieselmotor (zie 3.2.7)

3.2.1 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 hieronder weergegeven.

Fig. 2 Vereiste kwaliteit & snelheid van de regeling.



3.2.2 Voeding

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

- 2 * batterij.
- 2 * laders.
- 1 * dynamo.

3.2.3 Zelfdiagnose

Zoals beschreven dient bij falen van de regeling de motor op nominaal toerental te 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 dient zodanig uitgevoerd te zijn dat falen hiervan door de controller gecontroleerd en gemeld wordt.

3.2.4 Gegevens

Op de naamplaat van de toerenregeling dienen de volgende gegevens te worden geplaatst.

- Ingestelde druk in bar.
- Maximum systeemdruk bij uitgeschakelde regeling, bij opgegeven maximum voordruk.
- Nominaal toerental.
- Softwareversie & datum van wijziging.

3.2.5 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:

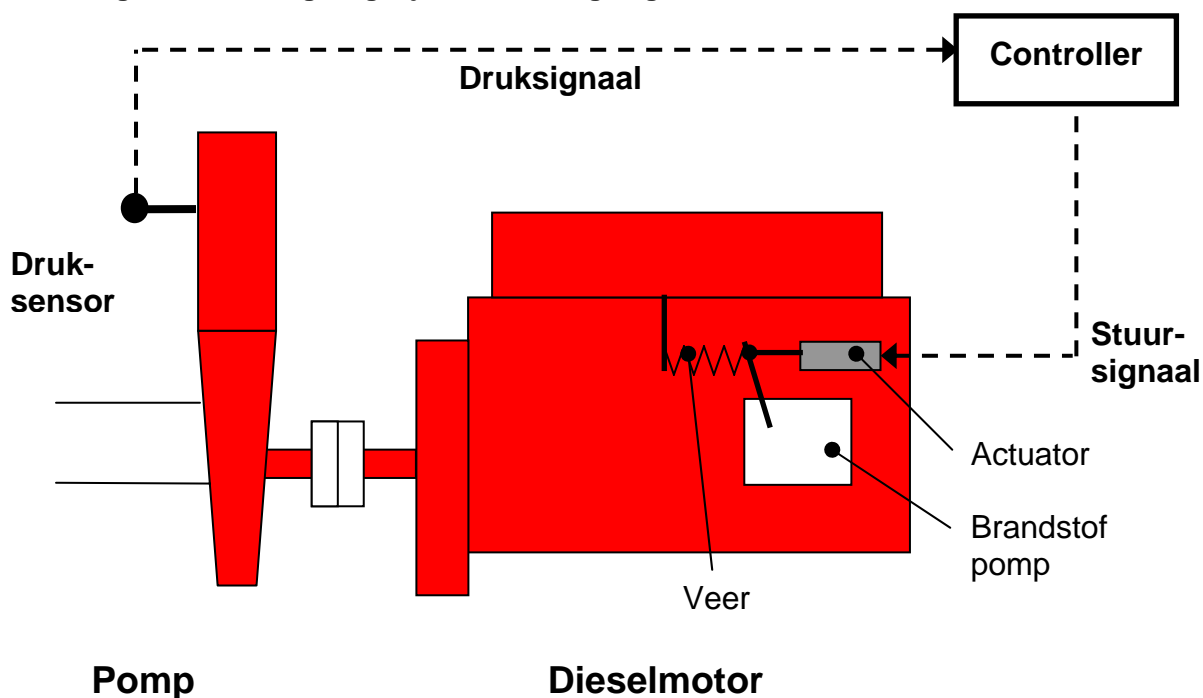
- Voorkomen van afwijking als gevolg van meting op verschillende locaties.
- Verlaging van drukvariatie door grotere afstand vanaf pomp.

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

3.2.6 Mechanisch geregelde 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.

Fig. 3 Toerenregeling bij mechanisch geregelde dieselmotor



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.

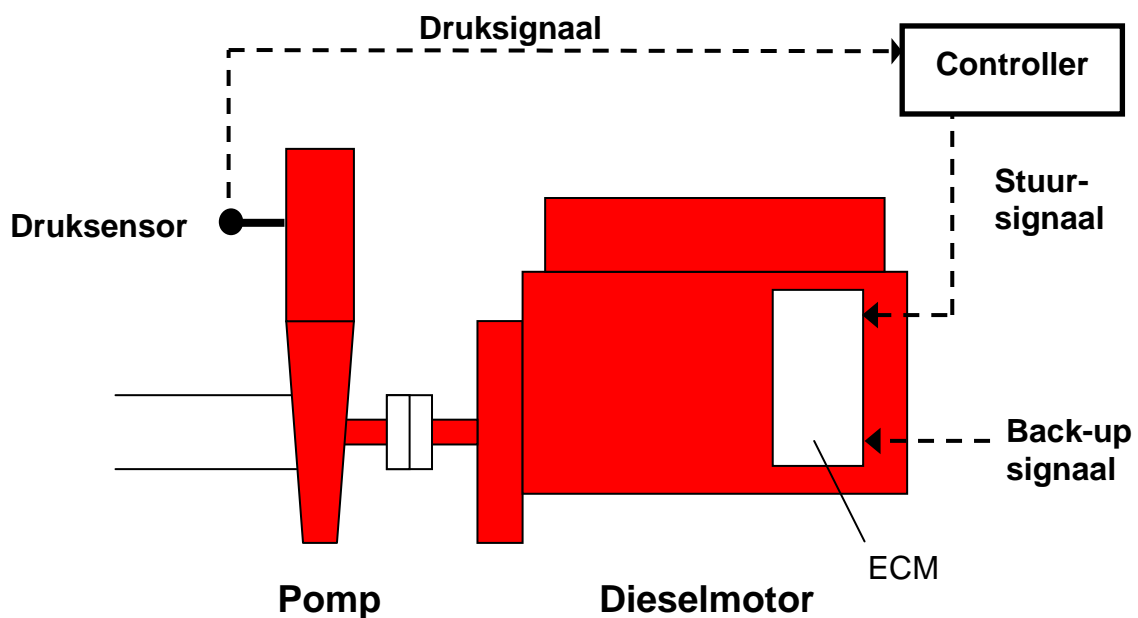
De actuator moet zodanig geconstrueerd zijn dat bij het wegvallen van het stuursignaal de brandstofpomp in de maximum positie wordt gebracht zodat de motor terugkeert naar het nominale toerental.

3.2.7 Elektronisch geregelde 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



4 Drukbe grenzing d.m.v. kleppen

4.1 Conclusie WG Diesel

In gevallen waarbij drukbe grenzing noodzakelijk is kan dit gerealiseerd worden middels een PRE aan de perszijde van de pomp direct aangesloten in de hoofdleiding.

Toepassing van pilot gestuurde kleppen als PSV is niet toegestaan.

Pilot gestuurde overstortkleppen mogen alleen toegepast worden als PRV bij sprinklerinstallaties indien deze in de uitvoering 'fail safe to close' zijn. Dit houdt in dat bij falen van deze kleppen deze volledig dicht blijven.

Uitdrukkelijk wordt gesteld dat een pilot gestuurde overstortklep niet mag worden gebruikt om de druk te regelen.

Bij falende drukbe grenzing dient de dooddruk + voordruk lager te zijn dan de afpersdruk.

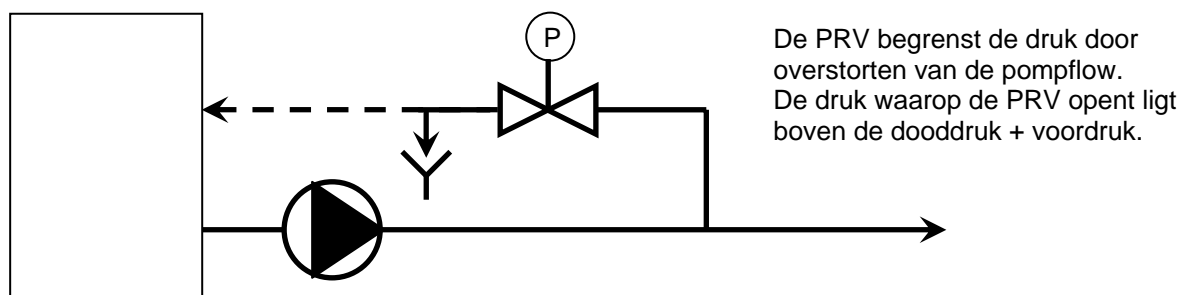
Wordt hier niet aan voldaan, dan dient een PRV (Pressure Relief Valve) te worden toegepast.

4.2 Kleppen

4.2.1 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.

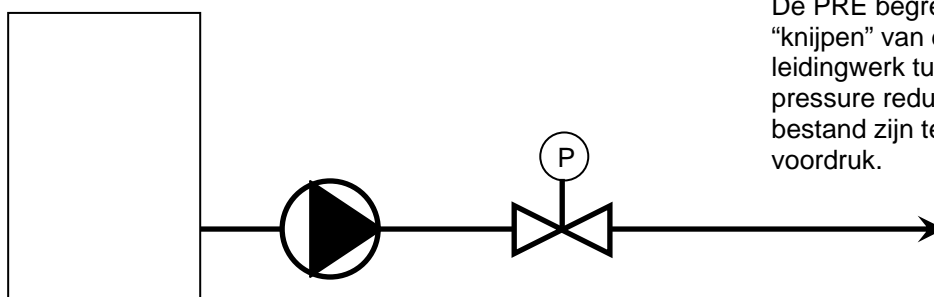
Fig. 1 Pressure Relief valve



4.2.2 *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. 2 Pressure Reducing valvE

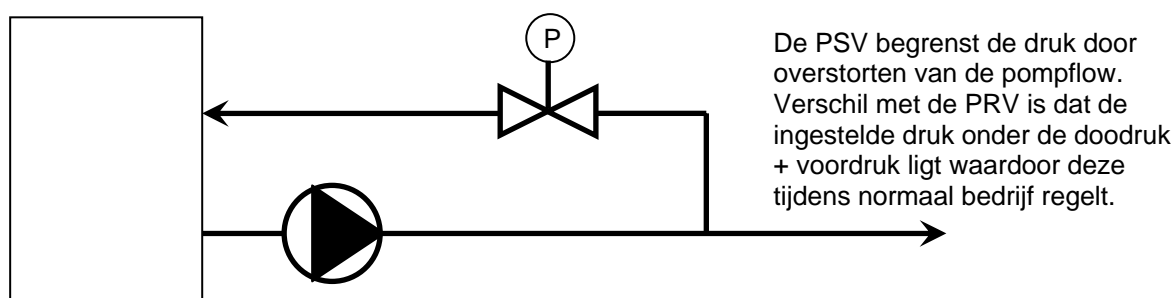


De PRE begrenst de druk door "knijpen" van de pompflow. Het leidingwerk tussen pomp en pressure reducing valve moet bestand zijn tegen de dooddruk+ voordruk.

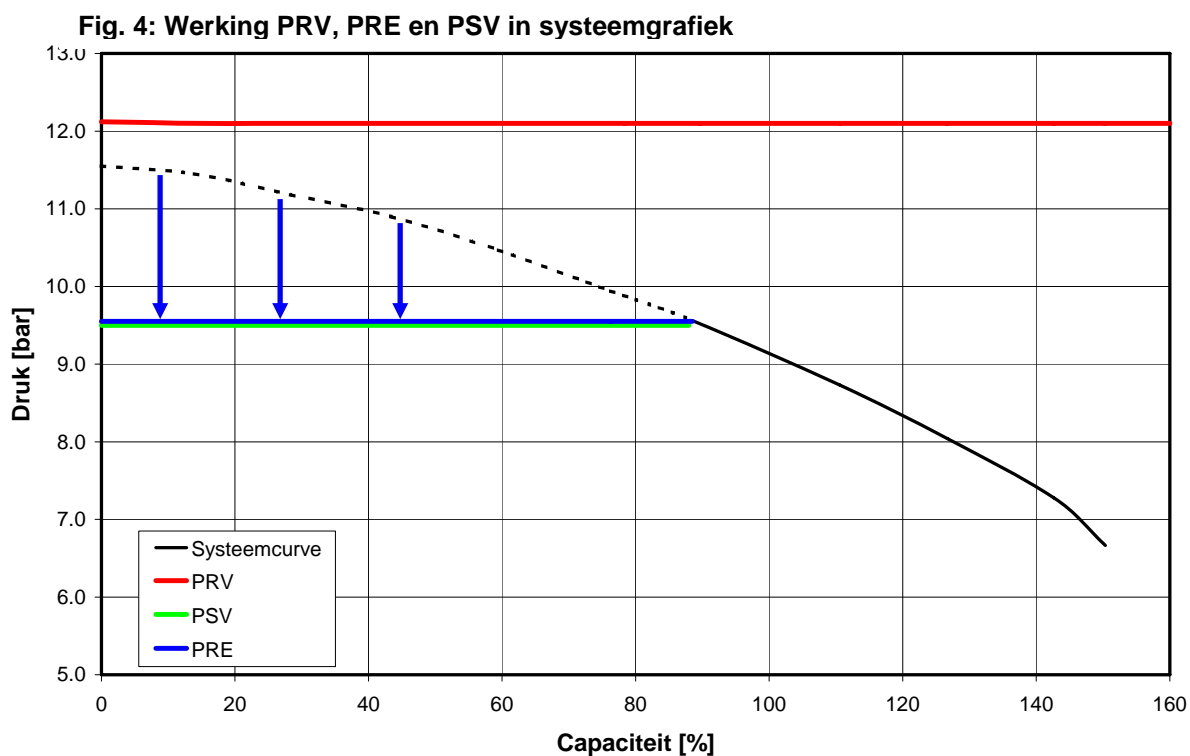
4.2.3 Pressure Sustaining Valve (PSV)

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. 3 Pressure Sustaining Valve



In figuur 4 Als voorbeeld is de werking van bovengenoemde kleppen schematisch in de systeemcurve uitgezet.



4.3 Achtergrond informatie

4.3.1 *Falen van pilot gestuurde PRV en PSV kleppen.*

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



Figuur 5: 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.

4.3.2 *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)
- EN12845: 12 bar. En hoger ingeval van hoogbouwinstallaties.

In de VAS voorschriften en de nieuwe 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 vermeld : 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.

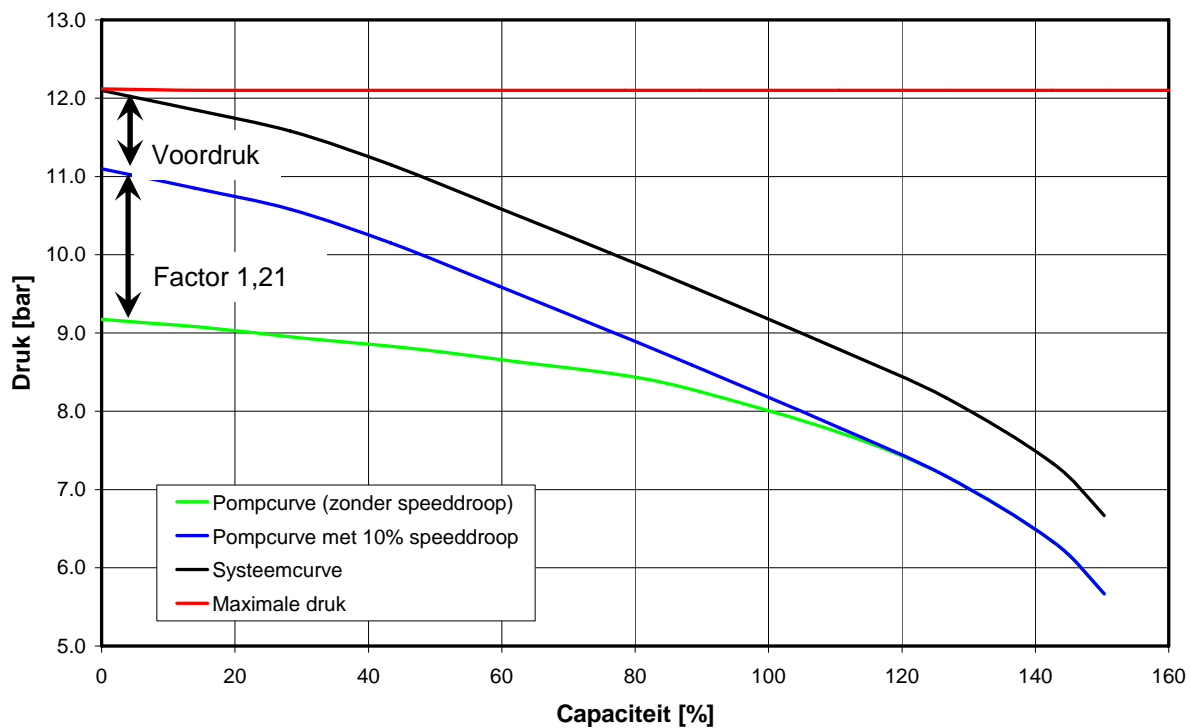
Een pomp levert zijn maximale druk bij gesloten persafsluiter, de zgn. dooddruk. Volgens NFPA kan een PRV komen te vervallen indien deze dooddruk* vermenigvuldigd met een factor 1,21 plus de voordruk van de pomp onder de maximaal toegestane werkdruk blijft.

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 is e.e.a. weergegeven.

Figuur 6: 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.

4.3.3 Voorbeeld.

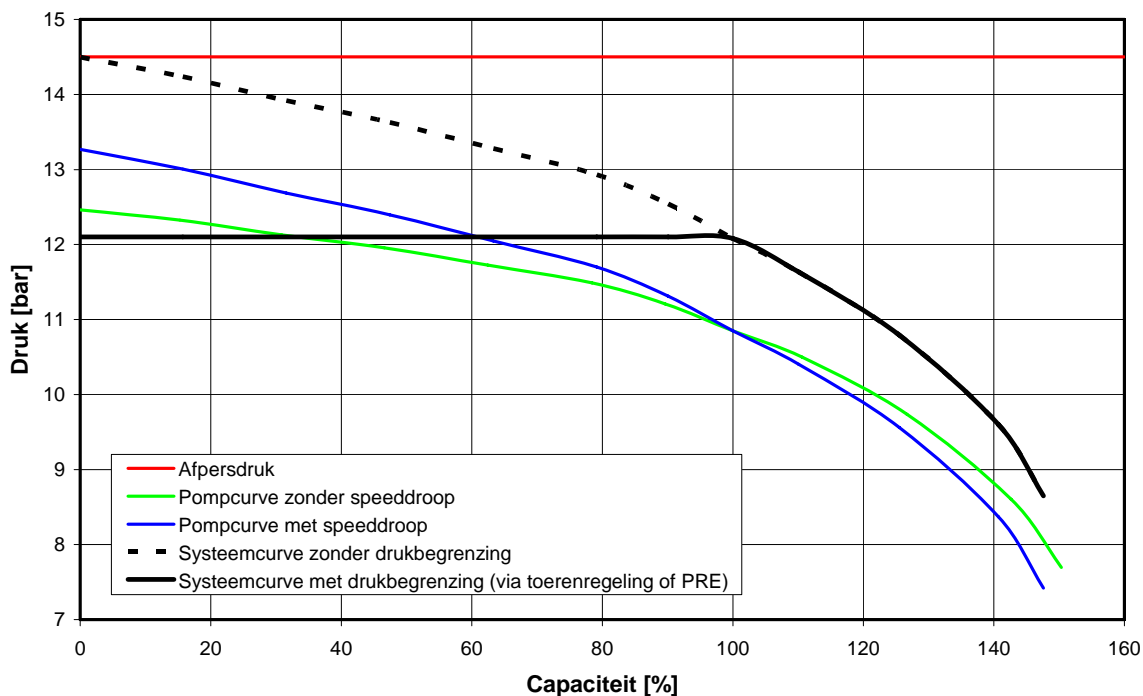
Een voorbeeld:

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 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, dient de fabrikant de pompcurve inclusief speeddroop op te geven.

Dit levert het volgende overzicht op:

Figuur 7: Geadviseerde drukniveau's.



5 Drukken & curves

In een sprinklersysteem zijn de volgende drukken te onderscheiden:

- Voordruk: Druk aan de zuigzijde van de pomp.
- Pompdruk: Het door de pomp opgewekte drukverschil tussen de perszijde en de zuigzijde
- Dooddruk: Pompdruk bij gesloten persafsluiter met inachtneming van optredende speeddroop, dit is de maximaal voorkomende pompdruk (Churn pressure).
- Systeemdruk: Druk aan de perszijde van de pomp = voordruk + pompdruk.
- Werkdruk: Druk waarop componenten ontworpen zijn en waar deze continue aan blootgesteld kunnen worden, zoals aangegeven door de fabrikant.
- Afpersdruk: Druk welke componenten kortstondig (tijdens afpersen) kunnen weerstaan. Deze druk ligt boven de ontwerp systeemdruk.

Alle bovengenoemde drukken zijn relatief t.o.v. de atmosferische druk.

In een sprinklersysteem zijn de volgende curven te onderscheiden:

- Pompcurve: Pompdruk als functie van de flow door de pomp (capaciteit).
- Systeemcurve: Systeemdruk als functie van flow door de pomp = pompcurve + voordruk.

- 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.

BIJLAGE B informatie van BERMAD

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 | |
| | | |
| | | |
| | | |