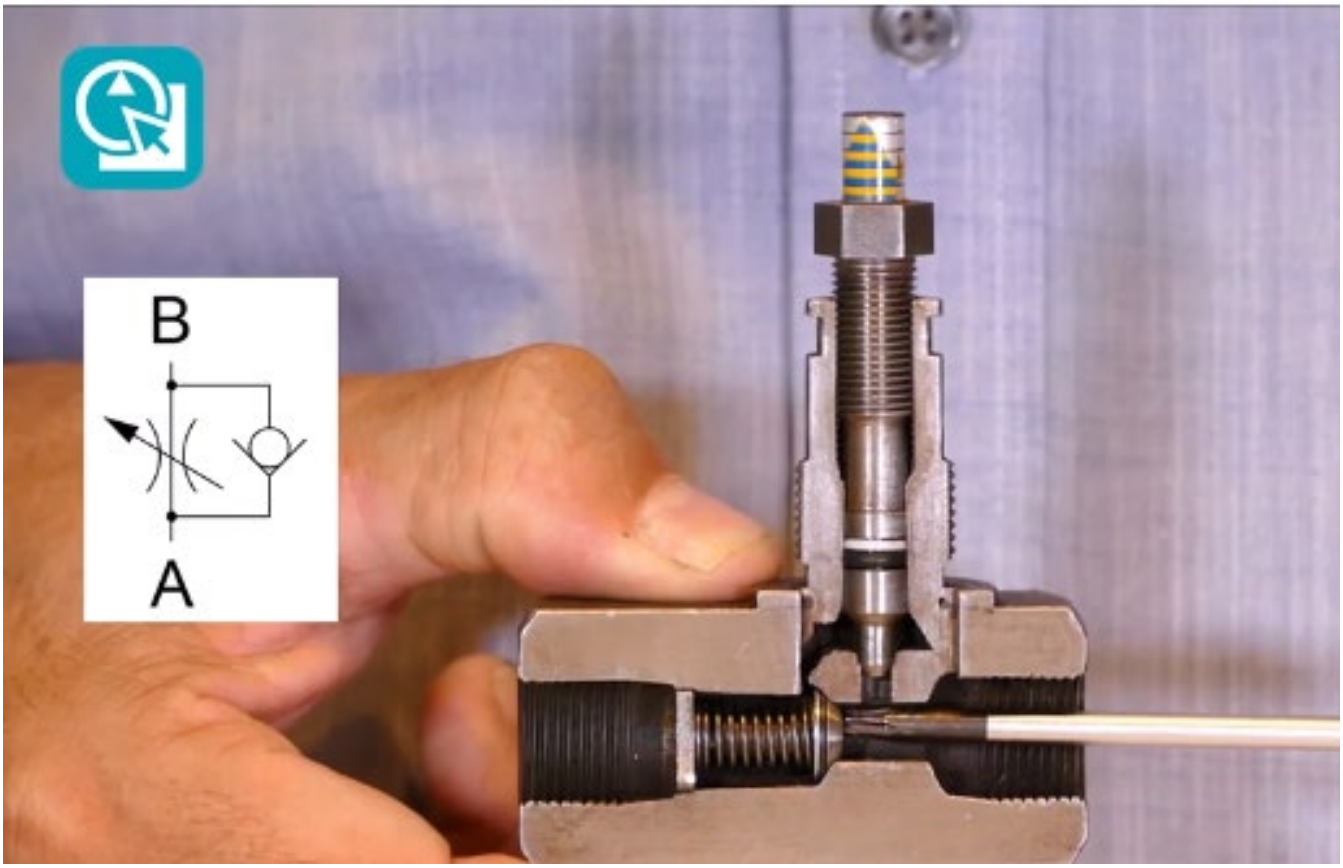
HYDRAULIEK TRAINING.NL

SMOOR- EN STROOMREGELKLEPPEN

NASLAGWERK



©

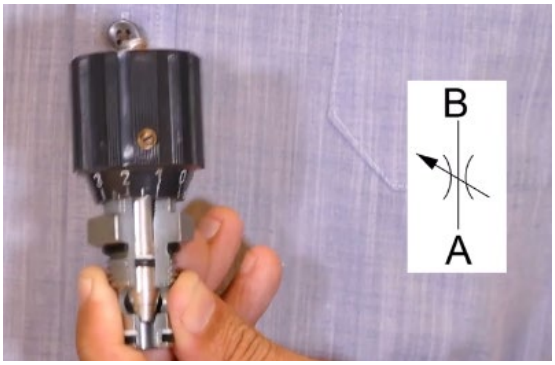
Inhoud

1. Wat zie ik, hoe werkt het 3
   1.1 De Smoorklep 3
   1.2 De smoorterugslagklep 3
   1.3 Andere inbouw vormen 4
   1.4 Effect van drukval over de klep, stroomregelkleppen 4
   1.5 Volume stroomdeler 5
2. Details van werking principe 6
   2.1 Smoorklep, vast en variabel 6
   2.2 De Smoor-terugslagklep 7
   2.3 De 2-weg stroomregelklep 8
   2.4 De 3-weg stroomregelklep 8
3. Colleges 9
   3.1 College vaste smoringen 9
   3.2 College regelbare smoorklep 10
   3.3 De beschikbare grafieken voor de drukval 11
   3.4 Aansturing van een cilinder met terugslagkleppen in een toevoer of afvoer regeling 12
   3.5 College 2-weg stroom regelklep 13
   3.6 College 3-weg stroomregelklep 14

©

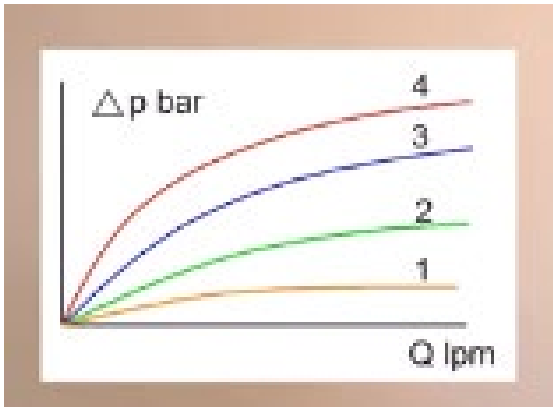
1. Wat zie ik, hoe werkt het

1.1 De Smoorklep



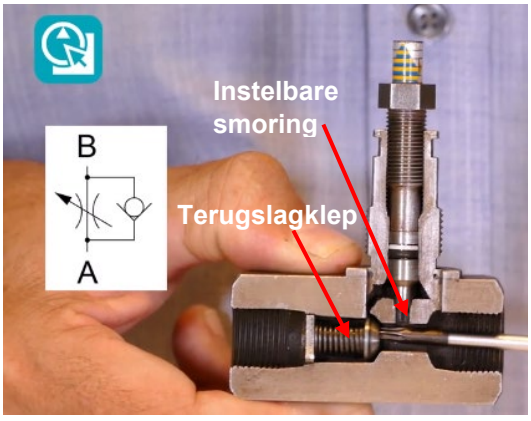
Een smoorklep heeft als functie om een volumestroom over de klep te kunnen instellen. De meest eenvoudige vorm kan in 2 richtingen worden doorstroomd. Met behulp van de schaal op de stelknop kan een bepaalde waarde worden ingesteld en geregistreerd.

De volumestroom door de klep is een functie van de grootte van de doorstroom opening oftewel het oppervlak van de doorstroom opening en de drukval over de klep. Bij een gelijkblijvende doorstroom opening is de volumestroom door de klep dus ook constant zolang de drukval over de klep ook constant blijft.



Alle fabrikanten stellen grafieken beschikbaar die de volumestroom door de klep aangeven als functie van de opening van de klep. Als voorbeeld: de nummers bij de hiernaast getoonde grafiek behoren bij het aantal omwentelingen van de klep verstelling. Voor bijvoorbeeld de groene lijn blikt vervolgens dat de volumestroom toeneemt naarmate de drukval Δp over de klep ook toeneemt.

1.2 De smoorterugslagklep

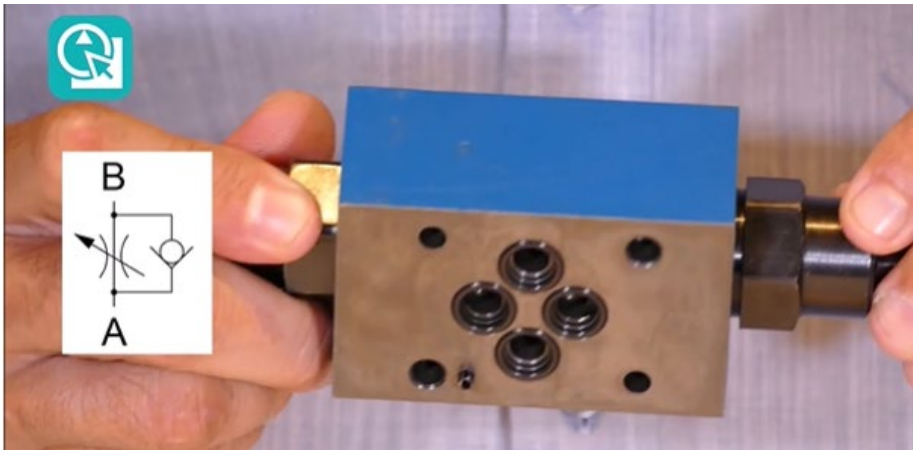


Om de volumestroom naar een cilinder te kunnen instellen wordt gebruik gemaakt van een smoorterugslagklep. De volumestroom naar de cilinder wordt hierbij ingesteld. De volumestroom komend uit de cylinder kan dan via de aanwezige terugslagklep om de smoorklep heen terugstromen. Dit noemen we een toevoer regeling omdat we de volumestroom naar de cilinder controleren.

In dit voorbeeld is de volume instelling oftewel smoorfunctie van B naar A. De getoonde klep is bedoeld voor leidingbouw en aan beide zijden voorzien van schroefdraad.

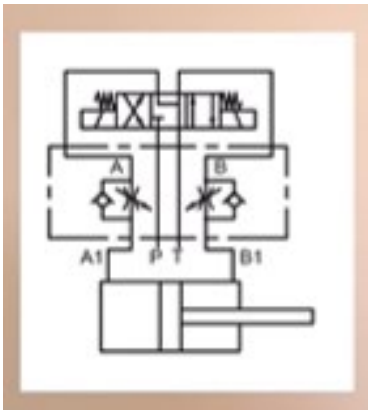
1.3 Andere inbouw vormen

Een smoorklep of smoor terugslagklep kan ook zijn ingebouwd als zogenaamde cartridge klep in een kleppenblok of in het hierbij getoonde voorbeeld van een sandwichbouw klep volgens CETOP grootte. We laten hier een sandwichbouw klep van de grootte Cetop 3 zien, of met een andere benaming NG6. De betreffende smoorklep of smoor terugslagklep kan alleen in de A-poort, de B-poort of beide poorten zijn ingebouwd.



Toevoer of afvoer regeling:

In het hiernaast getoonde symbool zien we dat er een dubbele smoor terugslagklep is ingebouwd om de snelheid van een cilinder te controleren. In deze vorm is een zogenaamde afvoer regeling van toepassing. We controleren de uitgaande volumestromen van de cilinder.

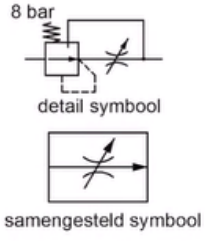


1.4 Effect van drukval over de klep, stroomregelkleppen

De volumestroom over een smoorklep of smoorterugslagklep is afhankelijk van de drukval over de klep. Bij een stijgende drukval stijgt ook de volumestroom over de klep. Dit betekent dat ook de snelheid van de cilinder afhankelijk is van de drukval over de klep.



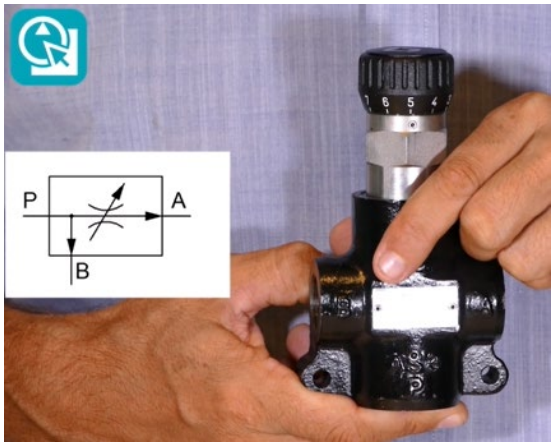
We kunnen aan de functie van een smoorklep of smoor terugslagklep een extra functie toevoegen om de klep onafhankelijk te maken van de drukval over de klep. Er zijn daar weer 2 uitvoeringen van: een zgn. 2-weg compensator of een 3-weg compensator. In de figuur is een 2-weg uitvoering getoond. De 2-weg compensator zorgt dat er een constante drukval aanwezig blijft over de instelbare smoring. Vaak is deze drukval in de orde grootte van 8 bar.



Later zullen we leren dat de drukval over de totale 2-weg stroomregelklep veel groter kan zijn dan de hier vermelde 8 bar. De recht doorgaande pijl in het samengestelde symbool geeft aan dat er een drukcompensator in zit.

Bij een 3-weg uitvoering is er een 3e poort aanwezig. Via deze poort wordt de olie die niet benodigd is voor de normale uitgaande poort afgevoerd naar tank.

De hydraulische energie die uit de 3e poort komt kan ook worden gebruikt voor aandrijving van een andere actuator, mits de druk voor die extra aandrijving maar niet hoger is dan de benodigde druk voor de primaire aandrijving



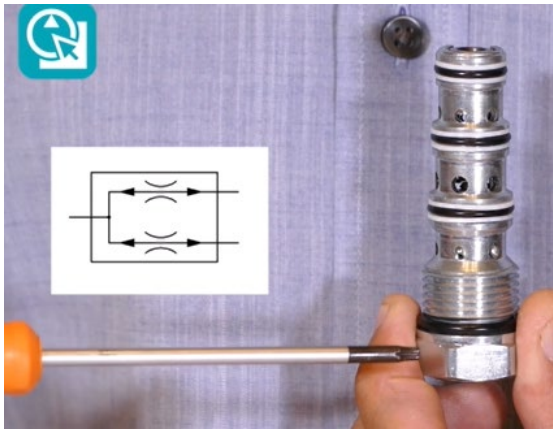
1.5 Volume stroomdeler

Een volume stroomdeler verdeelt een ingaande volumestroom in 2 gelijke uitgaande volumestromen.

De klep heeft 1 inlaatpoort en 2 uitlaatpoorten. Voorwaarde is wel dat de ingaande volumestroom kleiner is dan de specificatie die de fabrikant opgeeft. De getoonde uitvoering is de cartridge uitvoering die in een behuizing wordt ingebouwd.

De klep is niet instelbaar

De klep werkt ook in omgekeerde richting. Als op de uitgaande poorten volumestromen worden aangeboden dan accepteert de klep ook maar steeds gelijke volumestromen in een 50%-50% verhouding



2. Details van werking principe

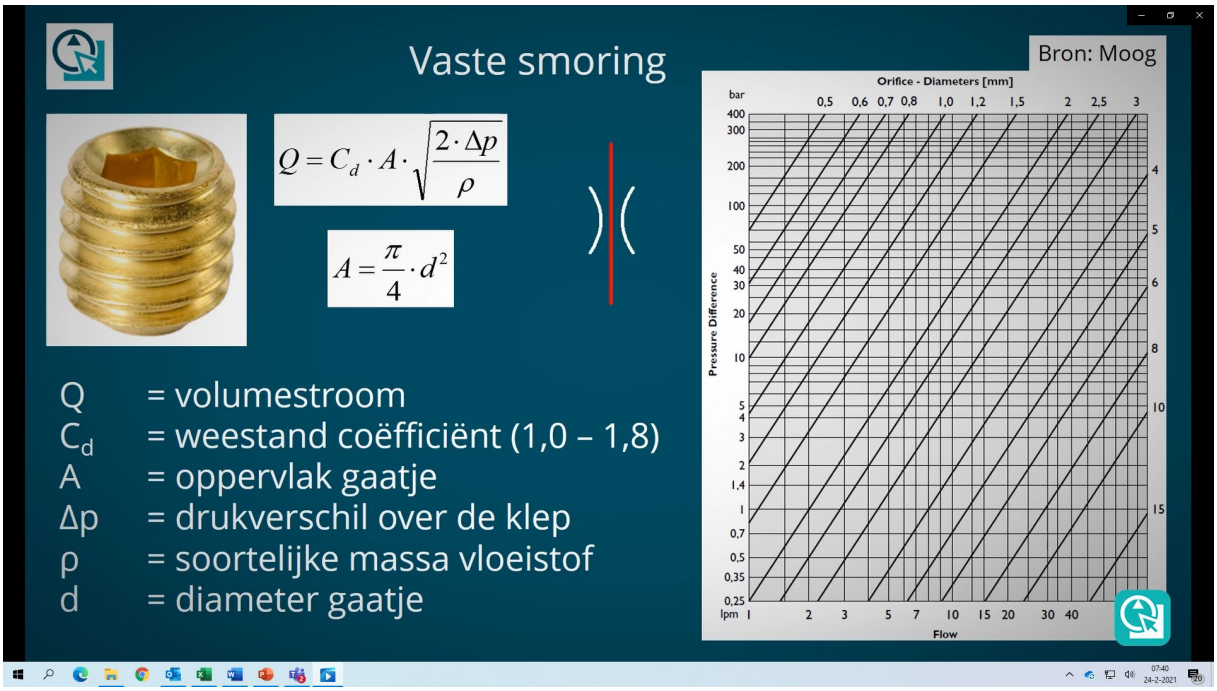
De behandelede kleppen hebben allen als functie om de volumestroom in een circuit te kunnen instellen of te beïnvloeden.

2.1 Smoorklep, vast en variabel

Voor een smoring geldt dat de volumestroom over de smoring afhankelijk is van:

- De viscositeit van de olie
- De doorlaat opening van de klep
- De vorm van de doorlaat
- Het druk verschil over de klep

De meest eenvoudige uitvoering van een vaste smoring is een kleine doorlaatopening in een bronzen of stalen plug, vaak met metrische buitendraad M5 of M6. Voor deze smoringen blijkt in de praktijk dat de volumestroom dan niet meer afhankelijk is van de viscositeit, dit omdat de stroming in de smoring turbulent is. Er resteert een eenvoudige formule waarbij de volumestroom over de smoring alleen nog afhankelijk is van de overige parameters.

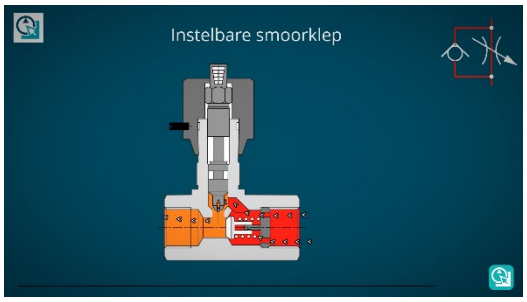


De getoonde grafiek is van 1 specifieke fabrikant en geeft als functie van de orifice diameter op de horizontale as de volumestroom in lpm weer en op de verticale as de drukval in bar over de smoring om die volumestroom te bereiken.

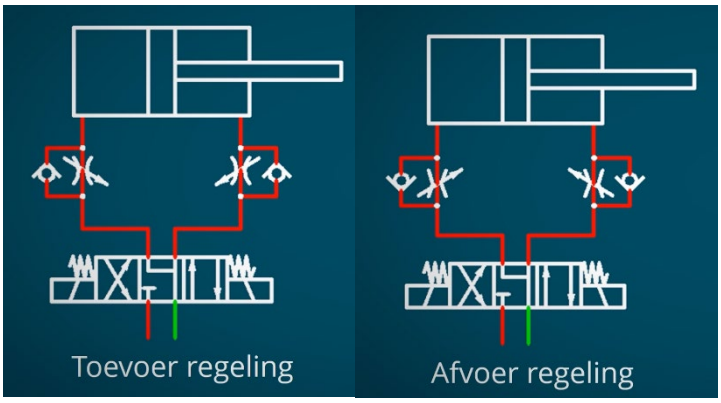
In de praktijk worden deze smoringen gebruikt om volumestromen in te stellen in bijvoorbeeld stuurleidingen van een hydraulisch systeem.

2.2 De Smoor-terugslagklep

Bij de instelbare smoorklep kan de doorlaat opening worden gewijzigd. In de meeste toepassingen is deze klep ook voorzien van een bypass terugslagklep. Hierdoor werkt de klep slechts in 1 volumestroomrichting als smoorklep. In de tegenovergestelde richting kan de volumestroom ongehinderd stromen.



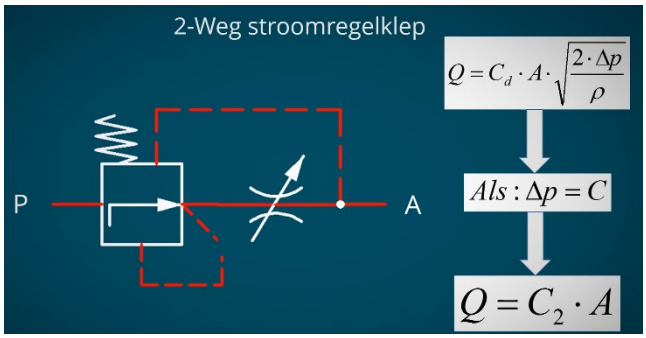
We zien de toepassing van de smoor terugslagklep met een cilinder. In beide aanvoerpoorten van de cilinder wordt dan zo'n klep geplaatst om de snelheid van de cilinder te kunnen instellen. Omdat de volumestroom NAAR de cilinder wordt ingesteld noemen we dit een toevoer-regeling. Als de volumestroom komend uit de cilinder wordt ingesteld dan noemen we dat een afvoer regeling.



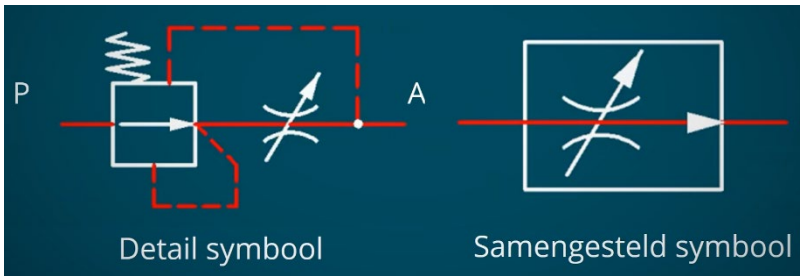
Omdat de volumestroom door de klep nog steeds afhankelijk is van het drukverschil over klep, oftewel van de belasting situatie in de cilinder is slechts een globale volumestroom beheersing mogelijk.

2.3 De 2-weg stroomregelklep

Door een extra drukregelklep aan de smoorklep te koppelen ontstaat de zogenaamde 2-weg stroomregelklep. Een 2-weg klep omdat er 1 ingang P en 1 uitgang A is. Deze drukregelklep heeft als functie om het drukverschil over de klep constant te houden.



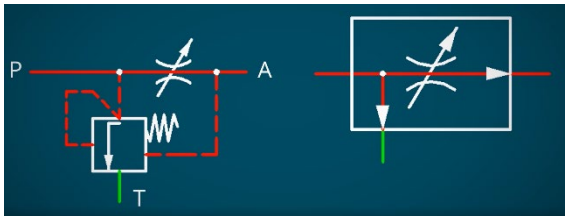
Het resultaat is dat de volumestroom door de klep alleen nog maar afhankelijk is van de ingestelde doorlaat opening van de klep. Links zien we het gedetailleerde symbool van de klep en rechts het samengestelde symbool. De rechthoek om de klep en de pijl in de stroomrichting zijn karakteristiek voor dit symbool. De druk aan de inlaatzijde en aan de uitlaatzijde van de smoring wordt in de drukregelklep vergeleken met een vaste veerdruk, meestal 8 bar.



Als de druk aan de uitlaatzijde van de klep hoger wordt dan gedraagt de drukregelklep zich zodanig dat ook de druk aan de inlaatzijde van de smoorklep gelijkmatig wordt verhoogd. Daalt de druk aan de uitlaatzijde van de klep dan zal ook de inlaatdruk van de smoorklep worden verlaagd, enzovoort.

2.4 De 3-weg stroomregelklep

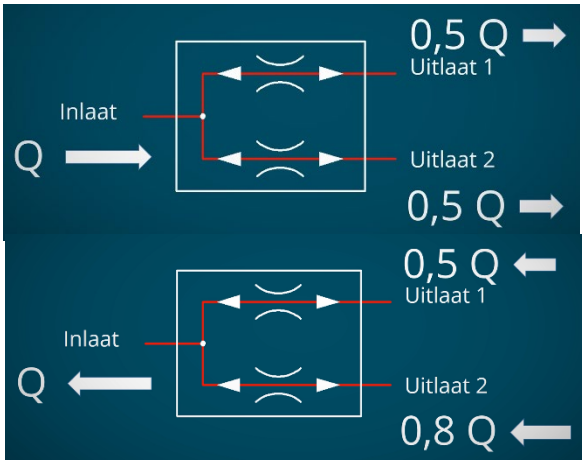
De extra drukregelklep kan in plaats van in een serie schakeling ook in een extra aftakking naar de tankzijde worden geplaatst. Omdat er nu 3 poort aansluitingen zijn noemen we dit een 3-weg stroomregelklep. De drukregelklep meet nog steeds het drukverschil over de instelbare smoorklep. De druk aan de inlaatzijde van de smoorklep wordt nu echter geregeld door meer of minder olie naar de tankzijde te laten stromen.



2.5 De volume stroomdeler

De volume deler heeft als functie om een volumestroom die aan de inlaat wordt aangeboden in 2 gelijke delen naar uitlaat 1 en uitlaat 2 te sturen.

Net als bij een 2-weg stroomregelaar is hierbij de volumestroom onafhankelijk van het drukverschil over de smoringen in de klep. De klep werkt ook omgekeerd. Een extra functie van deze klep is dat als er volumestroom wordt aangeboden aan de uitlaat 1 en 2, deze volumestromen ook alleen in gelijke delen wordt doorgelaten naar de inlaatzijde.

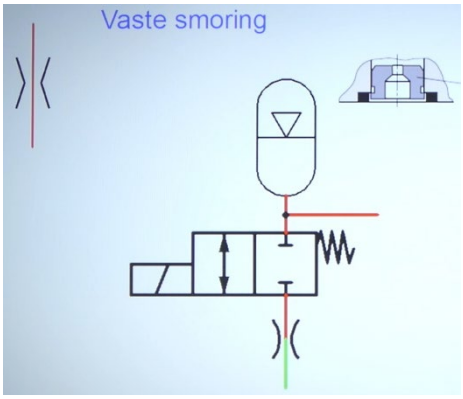


3. Colleges

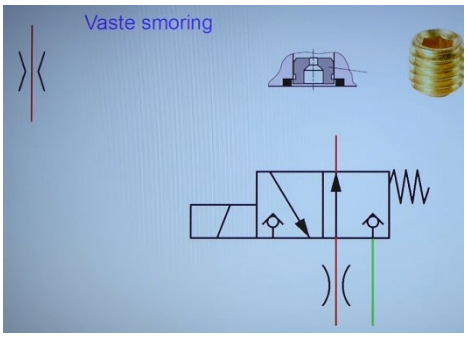
3.1 College vaste smoringen

Voorbeelden van het gebruik van een vaste smoring, decompressie van een onder druk staand systeem.

Stel dat we de hydraulische energie willen afvoeren die aanwezig is in bijvoorbeeld een accu systeem of systeem met veel onder druk staand leidingwerk. Met de vaste smoring kan de volumestroom worden gecontroleerd die plaatsvindt als de elektrisch bediende klep wordt geschakeld. Door de volumestroom te begrenzen kan een zogenaamde decompressie drukgolf in het systeem worden voorkomen.

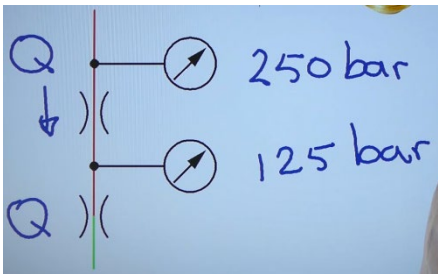


Het volgende voorbeeld is ook om volumestroom in een klep te begrenzen. Dat treedt vooral op bij zittingskleppen. In een schakel overgangsstand van de klep kan er namelijk kortstondig een verbinding zijn tussen de P-poort en de T-poort. Als de volumestroom nu niet wordt begrensd dan kan het zijn dat de klep NIET schakelt.



Een geheel andere toepassing van vaste smoringen is de zogenaamde drukdeling.

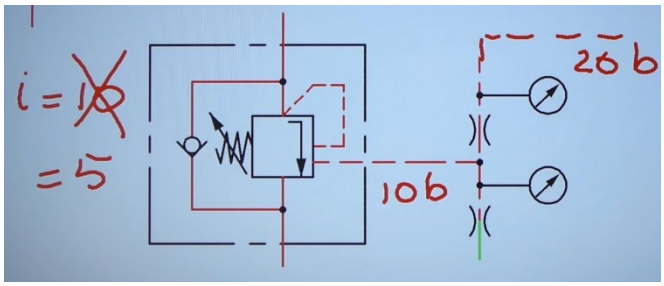
We zien 2 smoringen in serie met elkaar. Stel dat er een bepaalde volumestroom Q door beide smoringen gaat. Als nu de smoring diameters gelijk zijn aan elkaar dan zal over iedere smoring een drukval van 50% van de totale drukval ontstaan. Zo ontstaat dan dus een druk halvering.



Door de diameters van de smoringen te wijzigen, in feite door de verhouding van de diameters te wijzigen, kunnen we de drukdeling in procenten ook nog beïnvloeden.

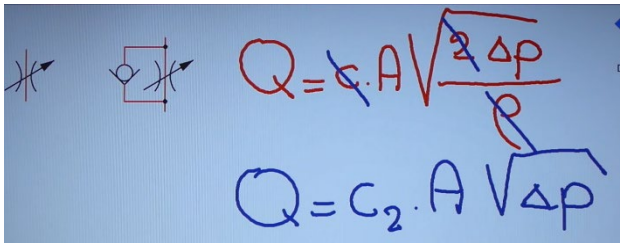
Voorwaarde is wel dat er tussen de twee smoringen geen grote volumestroom afnames plaatsvinden.

Voorbeeld van toepassing van een drukdeling door middel van vaste smoringen is bij een counterbalance klep of remklep. Stel dat een dergelijke klep een ratio heeft van i = 10. Voor een lastdruk van 100 bar is dan een stuurdruk benodigd van 10 bar om de klep te laten openen. Door toevoeging van een set van smoringen is er nu ineens 20 bar benodigd om de klep te doen openen. We kunnen dus kunstmatig de ratio verlagen.



3.2 College regelbare smoorklep

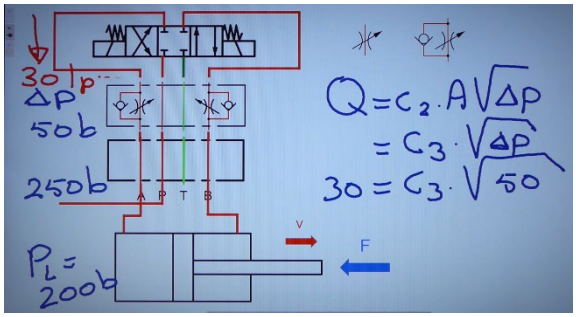
Het symbool van de regelbare smoring wordt gevormd door het symbool van de vaste smoring met een pijl er door heen. Een vaak toegepaste klep is de smoor terugslagklep waarbij om de regelbare smoring een terugslagklep is geplaatst waardoor de regelbare smoorklep slecht in 1 volumestroomrichting functioneert.



Er kan een eenvoudige formule worden opgesteld voor de volumestroom door de regelbare smoring waarbij de volumestroom alleen nog maar afhankelijk is van de doorstroom oppervlakte A en de drukval over de regelbare smoorklep.

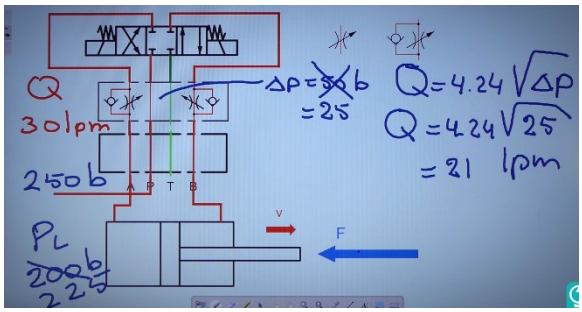
Een vaak voorkomende toepassing is de snelheids regeling van een cilinder. De smoorterugslagklep is nu in een dubbele uitvoering getoond in een zogenaamde sandwich klep.

Stel dat er een persdruk aanwezig is van 250 bar, een lastdruk van 200 bar (dat is de druk aan de bodemzijde die wordt veroorzaakt door de externe kracht F. Dat houdt in dat er over de variabele smoorklep een drukval ontstaat van 50 bar.



Stel dat er dan een volumestroom ontstaat over de smoorklep van 30 lpm. Met de getoonde formule kunnen we dan de factor C3 bepalen, de stromingsfactor voor de gebruikte smoor terugslagklep.

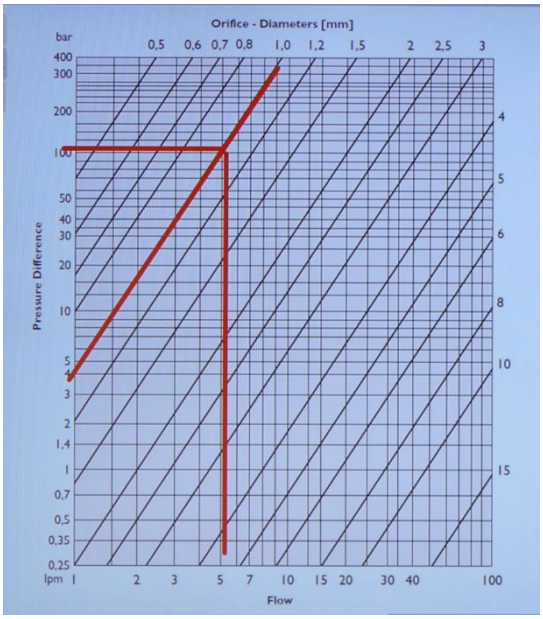
In de volgende stap is er een grotere externe kracht aanwezig met een lastdruk van 225 bar. Hierdoor is er over de smoorklep nu een drukval van 25 bar in plaats van de eerdere 50 bar. De volumestroom door de smoorklep kan nu opnieuw worden berekend. WE kunnen dan dezelfde factor C3 gebruiken die eerder als was berekend. De volumestroom wordt dan ca 21 lpm. Voor een grotere externe kracht neemt de uitgaande snelheid van de cilinder dus af.



Op dezelfde wijze kunnen we aantonen dat de volumestroom door de smoorklep toeneemt en dus de snelheid van de cilinder toeneemt als de externe kracht of de lastdruk afneemt.

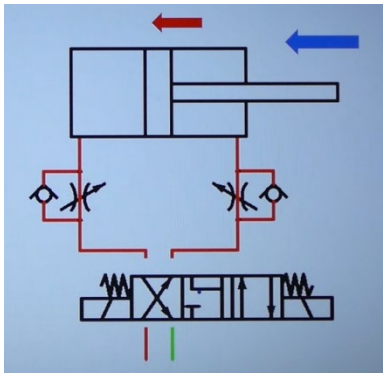
3.3 De beschikbare grafieken voor de drukval

Leveranciers van smoorkleppen verschaffen grafieken met een zogenaamde dubbele logaritmische schaal. Dat betekent dat zowel op de horizontale als de verticale as een logaritmische schaalverdeling is aangebracht. De grafiek voor een smoring wordt dan gevormd door een rechte lijn. In de bijgaande grafiek zijn deze lijnen aangebracht voor de verschillende smoring diameters in mm.

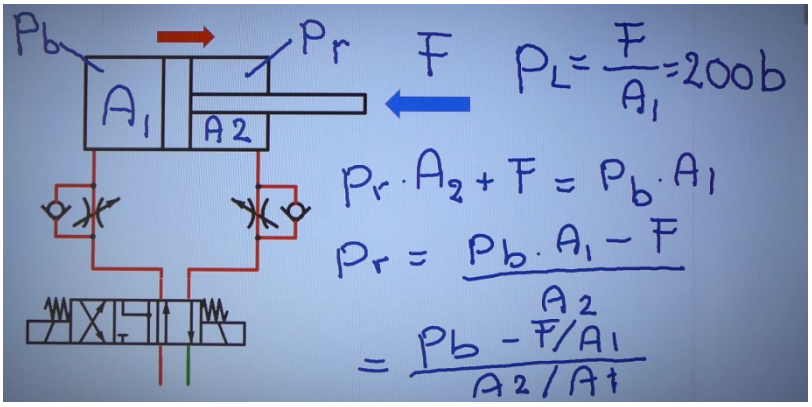


3.4 Aansturing van een cilinder met terugslagkleppen in een toevoer of afvoer regeling

We bespreken eerst de zogenaamde toevoer regeling. Een bijzondere situatie is aanwezig als de kracht in dezelfde richting staat als de snelheids richting van de cilinder. We kunnen dan wel de volumestroom instellen die naar de cilinder gaat maar de externe kracht zorgt ervoor dat de cilinder wordt aangedreven. WE kunnen nu de volumestroom die uit de bodemzijde komt niet beheersen waardoor de cilinder met een hoge niet te controleren snelheid zich intrekt.

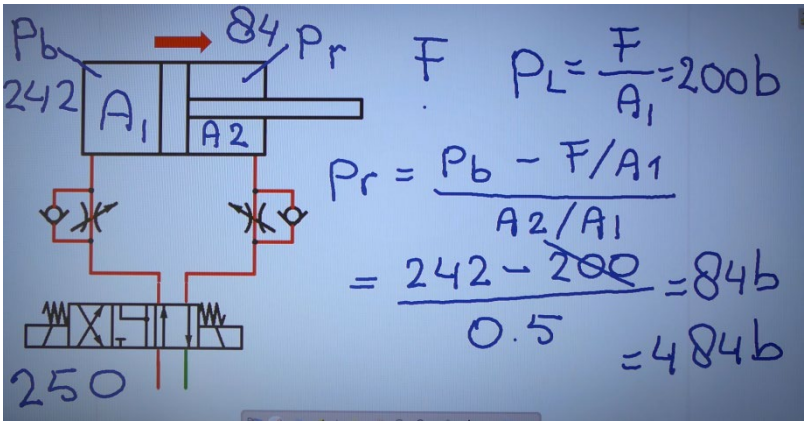


In deze belasting situatie passen we dan ook de zogenaamde afvoer regeling toe, waarbij de volumestroom komend uit de cilinder wordt gecontroleerd. Er ontstaat dan echter ook weer een bijzondere situatie met de drukken in de cilinder compartimenten. In het voorbeeld is er eerst een duwende kracht met een uitgaande cilindersnelheid.



Stel dat we opnieuw een lastdruk hebben van 200 bar. Er geldt bovendien een kracht evenwicht in de cilinder waardoor de druk aan de ringzijde Pr kan worden berekend als functie van de externe kracht en de oppervlaktes van de cilinder.

Met een inlaatdruk van 250 bar en een drukval over de inlatende smoorklep en richting klep van 8 bar kunnen we dan de druk aan de ringzijde berekenen. We moeten hierbij dan nog wel de oppervlakte verhouding kennen van de cilinder oppervlaktes, vaak is dat een verhouding van een factor 2. De ringdruk wordt dan 84 bar.



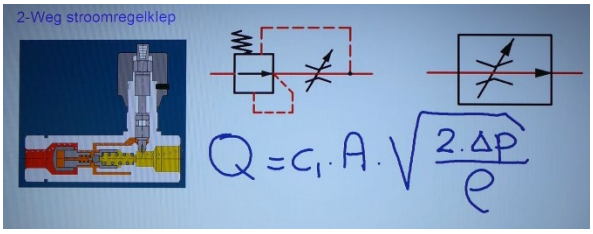
Bij het wegvallen van de externe kracht F ontstaat er nu echter een zeer hoge druk aan de ringzijde van de cilinder van 484 bar. Een druk waar de cilinder vaak niet is voor ontworpen.

Met een afvoer regeling kan dus aan de ringzijde een zeer hoge druk ontstaan. WE moeten de smoorklep dus instellen onder alle belasting situaties, met een drukkende maar ook met een eventueel wegvallende of trekkende belasting.

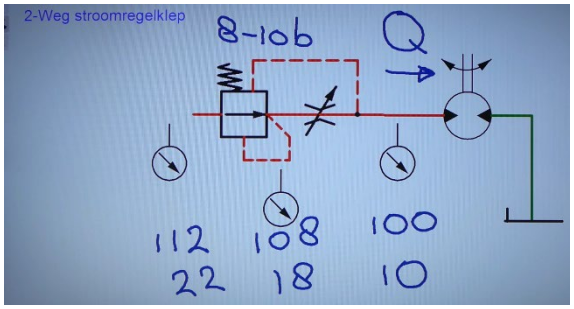
Een andere mogelijkheid is om de inlaatdruk in een lage belasting situatie lager te maken. Daarmee kan ook worden bereikt dat de druk aan de ringzijde niet zo hoog kan oplopen.

3.5 College 2-weg stroom regelklep

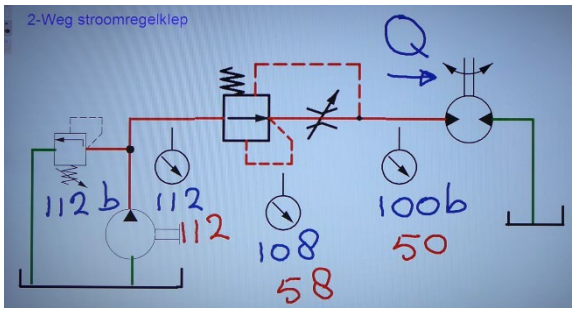
De 2-eeg stroom regelklep bestaat uit ene serie schakeling van een variabele smoorklep en een 2-weg druk compensator. De volumestroom over de smoorklep is ene functie van de doorstroom opening en de drukval over de smoorklep.



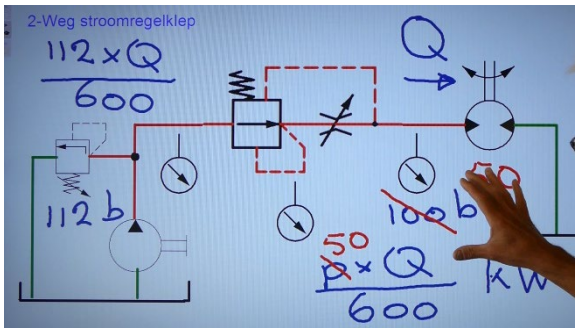
In het voorbeeld van een hydromotor aandrijving kan de lastdruk bijvoorbeeld variëren van 100 bar tot 10 bar. De inlaatdruk van de 2-wegstroomregelklep zal dan ook dalen van 112 bar naar ca 22 bar.



Praktisch is dat de inlaatdruk van de 2-weg stroomregelklep wordt verzorgd door een pompsysteem waarvan de uitlaatdruk min of meer constant is. Als in deze situatie de lastdruk daalt van 100 bar naar 50 bar, dan daalt de druk tussen de compensator en de smoorklep naar 58 bar. De inlaatdruk van de 2-weg stroomregelklep blijft dan echter 112 bar. Over de gehele 2-weg stroomregelklep ontstaat dan een totale drukval van 112-50=62 bar. De drukval wordt nu grotendeels veroorzaakt door de 2-weg compensator.



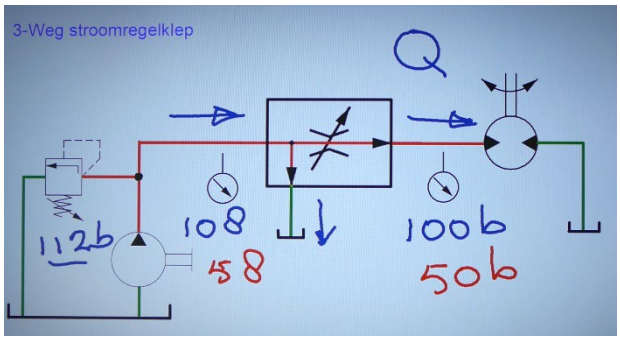
De hoeveelheid hydraulische energie die wordt omgezet ik mechanische energie is in dit voorbeeld is ook sterk afhankelijk van de drukval die over de 2-weg stroomregelklep aanwezig is. De hydraulische pomp brengt hierbij nog steeds “te veel” hydraulische energie in het systeem. Die overtollige hoeveelheid wordt omgezet in warmte.



De nauwkeurigheid van de ingestelde volumestroom in een 2-weg stroomregelklep kan een afwijking hebben van maximaal ca 5-10%. Dit verschilt per fabrikant.

3.6 College 3-weg stroomregelklep

Omdat de volumestroom die niet benodigd is voor de aandrijving van de hydromotor nu tegen een lagere druk kan wegvloeien naar de tankpoort zal er minder energie verlies plaatsvinden in vergelijk met de eerder genoemde 2-weg stroomregelklep. Vooral als de lastdruk voor de hydromotor daalt zal er minder hydraulische energie in warmte worden omgezet en zal ook de pompdruk als gevolg daarvan lager zijn dan bij een 2-weg stroomregelklep.



Ook bij een 3-weg stroomregelklep is een nauwkeurigheid van toepassing voor de ingestelde volumestroom van maximaal 5-10%