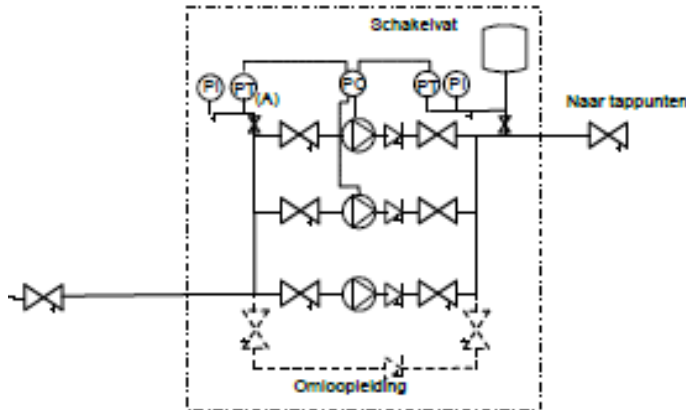




Voor algemene bepalingen zie WB 4.3.



Figuur 1 Principe opstelling drukverhogingsinstallatie

Pi	=	manometer
PT(A)	=	druktransmitter of drukschakelaar t.b.v. lagedrukbeveiliging (elektrisch of mechanisch elektrisch)
PT	=	druktransmitter t.b.v. pompschakeling
PC	=	drukcontroller

1. Algemeen

- 1.1 In woongebouwen, waarin geisers zijn opgesteld, mag het verschil tussen de druk bij inschakelen en de druk bij nullast van de pomp(en) niet meer bedragen dan 100 kPa. (Bij toerengeregelde installaties is dit 50 kPa)
- 1.2 De ingestelde vertraging voorafgaande aan het uitschakelen van de pomp(en) mag niet langer duren dan 360 s.
De nadraaitijd moet tussen 60 en 360 s bedragen.

Opmerking:

Het gevolg is dat ook bij géén of geringe afname de pompen in bedrijf zijn. Ter beperking van het daardoor hogere energieverbruik wordt aanbevolen grotere druk(voorraad)vaten met membranen te gebruiken. Daardoor wordt de elektronische nadraaitijd omgezet in een mechanische nadraaitijd. Een andere mogelijkheid is het toepassen van een toerenregeling die bij wisselende capaciteit de minimale benodigde druk levert.

- 1.3 De druk p benodigd voor het overwinnen van de hoogte wordt bepaald met:

$$p = \rho \times g \times h \times 10^{-3} \text{ (kPa)}$$

$$p \text{ (druk)} = \text{kPa}$$

$$\rho \text{ (soortelijk gewicht)} = \text{kg/m}^3$$

$$g \text{ (valversnelling)} = \text{m/s}^2$$

$$h \text{ (hoogte)} = \text{m}$$

Afgerond 100 kPa \approx 10 meter hoogte waterkolom \approx 1 bar

2. Schakelvat

- 2.1 Voor de uitvoering en keuring van schakelvaten zie WB 4.3.
- 2.2 Voor de vulling van het niet-waterhoudende gedeelte mag uitsluitend lucht of stikstof worden toegepast.
Het lucht- of stikstofgedeelte moet van een aansluitpunt voor een manometer/vulpunt zijn voorzien.
- 2.3 De druk van het niet-waterhoudende gedeelte moet ca. 50 kPa onder de inschakeldruk (p_{in}) bedragen. Bij het op druk brengen moet het watergedeelte drukloos worden gehouden.
- 2.4 Bij een volumestroom ≤ 2 l/s is een schakelvat van 8 tot 50 l voldoende. Als de volumestroom van één pomp > 2 l/s of als de volumestroom van enig tappunt groter is dan de volumestroom van één pomp moet de inhoud van het schakelvat worden berekend om ongewenste drukdalingen te voorkomen. Uitgangspunt is dat de druk in de installatie niet lager wordt dan $p_{in} - 50$ kPa.
Drukvoorradavaten moeten zo zijn uitgevoerd of beveiligd dat voldoende verversing wordt gewaarborgd.

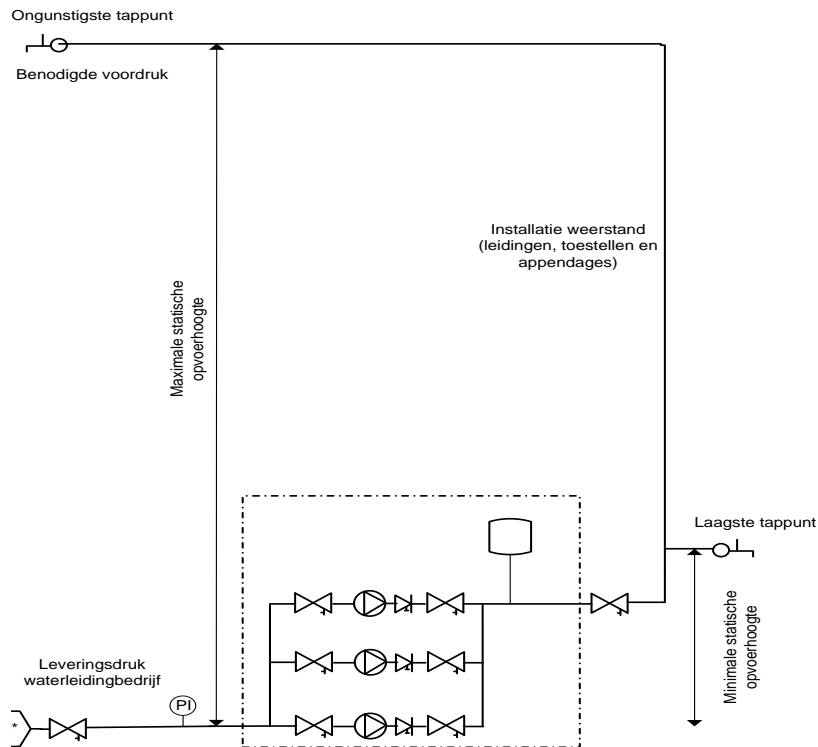
3. Uitvoering

Bij de opstelling moet het in figuur 1 aangegeven principe worden aangehouden. Op de buitenzijde of aan de binnenzijde van de deur van de schakelkast moeten de in- en uitschakeldrukken en de nadraaitijd worden aangegeven.

4. Berekening drukverhogingsinstallatie

- 4.1. Door de drukverhogingsinstallatie te leveren volumestroom.
Voor gebouwen met extreme q_{mmv} (piek verbruiken) zoals stadions, concertzalen etc. moet een aanname worden gemaakt van het te verwachten piekverbruik gebaseerd op het aantal keren gebruik, de tijdsduur per gebruik en het waterverbruik.
Voor woon- en soortgelijke gebouwen kan worden gebruikt gemaakt van de $q\sqrt{n}$ methode. Bij meer dan 10 woningen kunnen ook andere rekenregels gebruikt worden zoals omschreven in WB 2.1.
- 4.2 Door de drukverhogingsinstallatie te leveren opvoerdruk.
Om de opvoerdruk van de pomp te berekenen is de volgende informatie nodig:
- De hoogte van de tappunten;
 - De vereiste voordruk op het tappunt;
 - De installatieweerstand van de leidingsectie naar het ongunstigste tappunt. Dit is inclusief de weerstand van hulpstukken en appendages en de in het leidingnet opgenomen toestellen;
 - De minimale- en maximale leveringsdruk van het drinkwaterbedrijf.

(Opmerking: voor de minimale leveringsdruk wordt veelal 200 kPa aangehouden.)



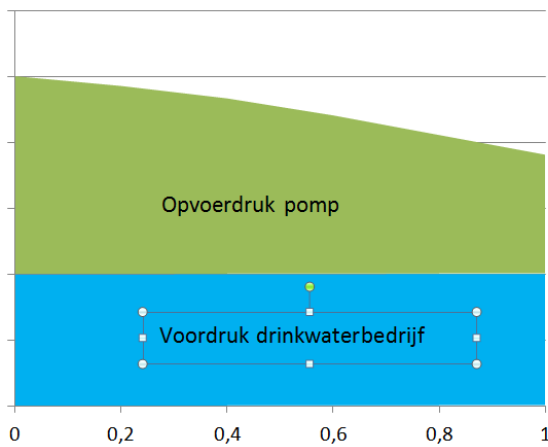
Figuur 2 Berekening drukverhogingsinstallatie – ongunstigste tappunt

Bepaal hiermee het meest ongunstigste tappunt. Dit is het tappunt waar de som van installatieweerstand, benodigde voordruk en statische druk het grootst is. Dit kan het hoogste tappunt zijn, het tappunt waar de meeste voordruk nodig is of soms het tappunt met de grootste leidinglengte. Dit tappunt is bepalend voor de opvoerdruk. De methode voor de berekening van de opvoerdruk is als volgt:

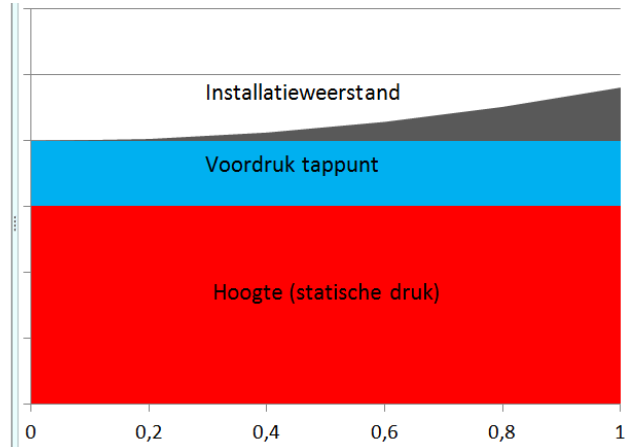
Voordruk tappunt*	....	kPa	=> 100 kPa
Statische druk	....	kPa	Hoogte in m * 10 kPa
Weerstand installatie**	....	+ kPa	
Totaal benodigd druk	....	kPa	
Voordruk drinkwaterbedrijf	....	- kPa	Veelal 200 kPa
Opvoerdruk pomp	....	kPa	

* Bij gebruik van een brandslanghaspel de minimale druk van de brandslanghaspel gebruiken, dit is doorgaans 150 kPa.

** zie WB serie 2.1 (Doorgaans 10% van de statische druk)

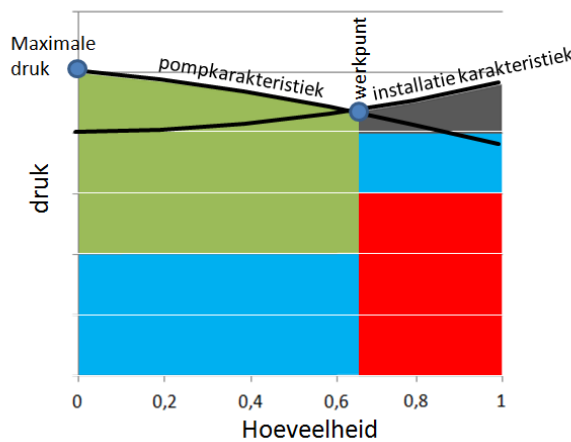


Figuur 3 Grafische weergave druk



Figuur 4 Grafische weergave benodigde druk

Aan de rechterzijde zijn de benodigde drukken aangegeven. De linker afbeelding geeft de door de pomp en het drinkwaterbedrijf geleverde druk weer. Op de rechter grafiek is de benodigde druk uitgezet. Hoe groter het verbruik des te groter is de benodigde druk. Op de linker grafiek is de beschikbare druk weergegeven. De druk van het Drinkwaterbedrijf wordt verhoogt met de pompdruk. Bij toenemende hoeveelheid zal de pomp minder druk gaan leveren. Hierna kan het werkpunt van de pomp worden bepaald. Dit is de druk die werkelijk wordt geleverd bij de berekende capaciteit en bij de berekende waterleidingvoordruk en leidingweerstand.

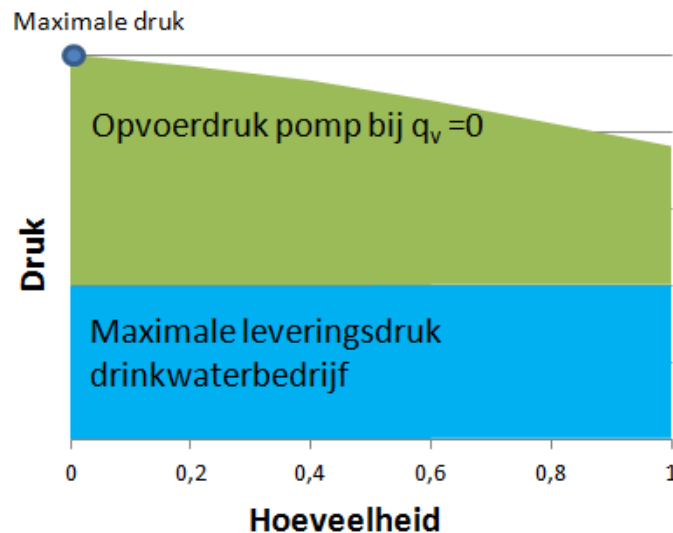


Figuur 5 Grafische weergave werkpunt pomp

Na de pompselectie moet altijd de maximaal op een tappunt optredende druk worden bepaald. Dit kan berekend worden met de volgende methode:

Opvoerdruk pomp bij nullast	kPa	Opvoerdruk bij Qv 0 Dit is de werkelijke optredende maximale druk i.p.v. de rekenwaarde Dit is de hoogst optredende druk na de pompinstallatie Hoogte m * 10 kPa Maximaal 500 kPa
Voordruk drinkwater bedrijf	....	+ kPa
Druk na pompinstallatie	....	kPa
Statische druk laagste tappunt	....	- kPa
Druk op laagste tappunt	....	kPa

Let erop dat hierbij geen installatieweerstanden worden berekend.

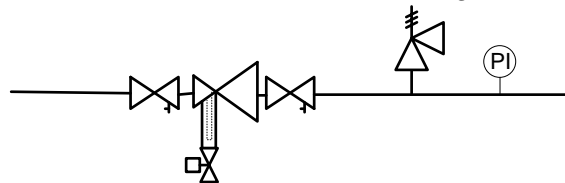


Figuur 6 Grafische weergave van de maximaal optredende druk

- 4.3 Bij overschrijding van de maximaal toegestane druk op een tappunt kunnen de volgende maatregelen worden genomen;
- centraal drukverminderingstoestel na de drukverhogingsinstallatie;
 - drukverminderingstoestel in die aansluit- of tappunten waar een te hoge druk heerst;
 - opdeling in meerder drukzones;
 - toerengeregelde pompinstallatie.

Het kan voorkomen, bijvoorbeeld in hoge gebouwen, dat de druk achter de pompinstallatie, maar voor het drukverminderingstoestel, hoger is dan de maximale druk waar de toestellen of het leidingsysteem geschikt voor is. Hier mag dan geen omloopleiding bij het drukverminderingstoestel worden toegepast.

Als de maximale druk achter de pompinstallatie en voor het drukverminderingstoestel hoger is dan de maximale druk (500 kPa) waar de installatie geschikt voor is moet er een veiligheidsvoorziening worden opgenomen. Deze kan mechanisch of elektrisch worden uitgevoerd.



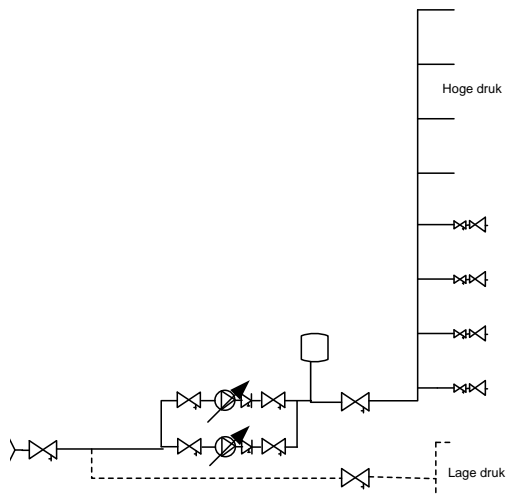
Figuur 7 Mechanische beveiliging tegen een te hoge druk benedenstrooms

5 Drukverhoging en druk beheersing in de hoogbouw

Het plaatsen van een drukreduceertoestel voor de drukverhogingsinstallatie kan zinvol zijn als de drukverhogingsinstallatie niet goed kan functioneren bij een wisselende voordruk. In dat geval kan een toerengeregelde drukverhogingsinstallatie worden toegepast.

Het plaatsen van een drukreduceertoestel na de drukverhogingsinstallatie is afhankelijk van de situatie en worden toegepast bij wisselende drukken en bij hoogbouw. Een drukreduceertoestel zet de kinetische energie in het water om in warmte-energie door middel van wrijving. Het toepassen van drukreduceertoestellen gaat ten koste van de energie-efficiëntie van de drukverhogingsinstallatie. Bij drukverhoging in zeer hoge gebouwen kan een keuze worden gemaakt tussen verschillende installatieconcepten. Deze zijn onderstaand globaal weergegeven. De toepassingsgebieden en de voor- en nadelen van de verschillende systemen zijn uitgebreid omschreven in ISSO publicatie 55.

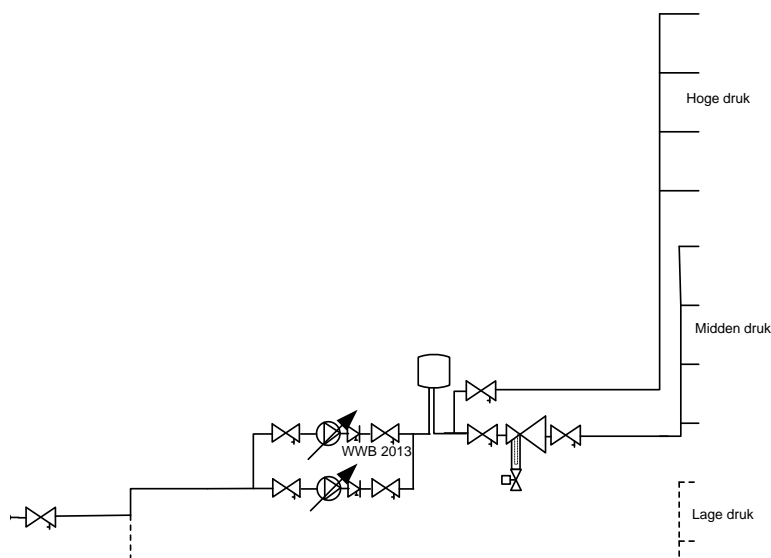
5.1 Drukverhogingsinstallatie met drukverminderingstoestel per verdieping.



Figuur 8 Drukverhogingsinstallatie met drukverminderingstoestel per verdieping

Op die verdiepingen waar een te hoge druk kan ontstaan wordt een drukverminderingstoestel in de aansluiting van de verdieping geplaatst. De drukverminderingstoestellen moeten zo zijn geplaatst dat onderhoud mogelijk is en dat geluidsproblemen worden voorkomen.

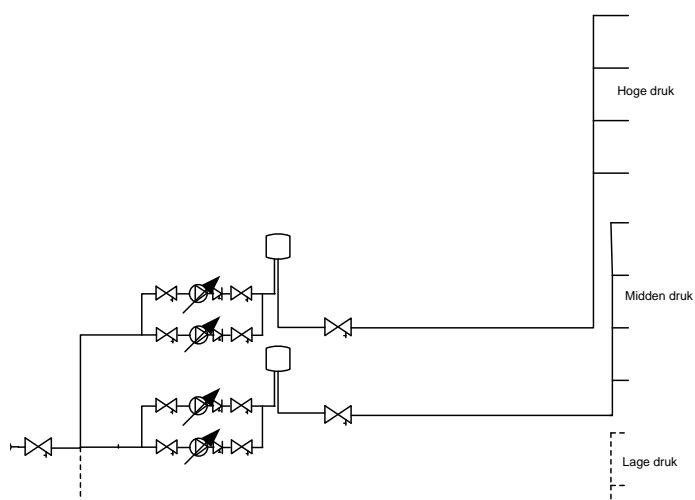
5.2 Drukverhoging met één centraal geplaatst drukverminderingstoestel



Figuur 9 Drukverhoging met één centraal geplaatst drukverminderingstoestel

Eén centraal geplaatst drukverminderingstoestel vereenvoudigt het onderhoud en beheer. Bij een centrale opstelling is het mogelijk om een afspuibaar drukverminderingstoestel te gebruiken waardoor een omloopleiding overbodig is. Ook is het eenvoudiger om geluidsproblemen te voorkomen.

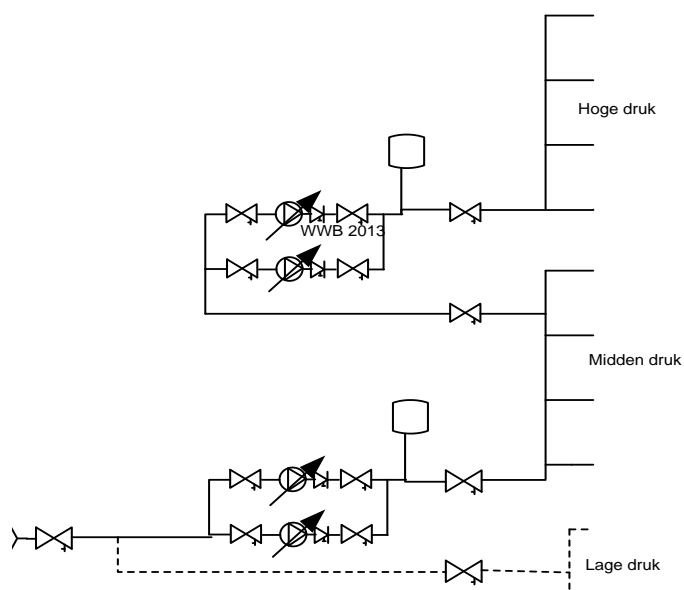
Drukverhoging met een aparte drukverhoging per drukgroep.



Figuur 10 Drukverhoging met een aparte drukverhoging per drukgroep.

Bij een opstelling met meerdere drukverhogingsinstallaties wordt een energiebesparing van minimaal 25% bereikt omdat de energievernietiging die plaatsvindt in drukverminderingstoestellen ontbreekt.

Drukverhoging met in serie geplaatste drukverhogingsinstallaties per verdieping.



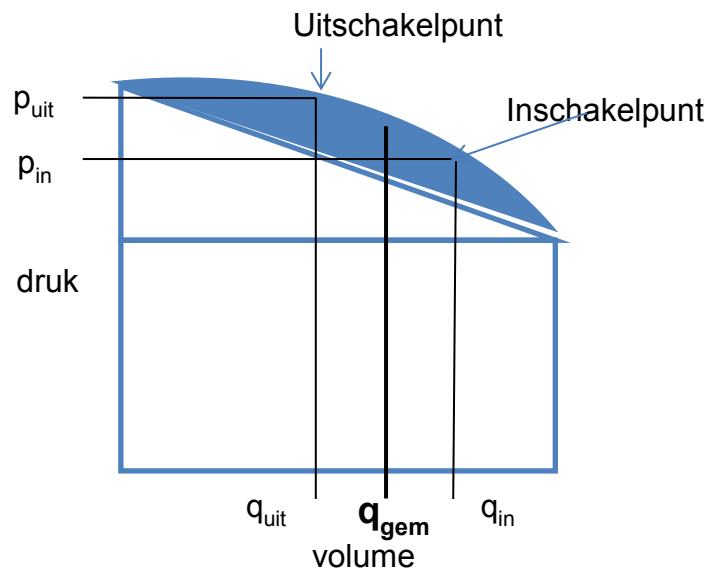
Figuur 11 Drukverhoging met in serie geplaatste drukverhogingsinstallaties per verdieping.

Deze opstelling is energetisch gelijk aan de voorgaande opstelling. Bij het falen van een van de terugslagkleppen van de hoog opgestelde drukverhogingsinstallatie zal de druk in de laaggelegen groep, hier middendruk genoemd, hoog kunnen oplopen.

6. Berekening membraan tank t.b.v. mechanische nadraaitijd

6.1 Wijze van berekening

Bepaal de gemiddelde volumestroom van één pomp. Dit is het gemiddelde van de volumestroom bij de inschakeldruk en de volumestroom van de uitschakeldruk



Figuur 12 Gemiddelde volumestroom per pomp

- Bepaal van de pomp(motor) het maximaal aantal schakelingen "S" per uur. Het aantal aanbevolen schakelingen S is max. 30 per uur per pomp. Veelvuldig schakelen verkort de levensduur van de pompmotor.
- Bepaal de tijd tussen 2 schakelingen per pomp.
- Bepaal de tijd tussen 2 schakelingen van de gehele installatie, door de in "d" bepaalde tijd te delen door het aantal pompen.

Voorbeeld 3 pompen x 30 schakelingen is 90 schakelingen, 3600 seconden gedeeld door 90 is 40 seconden.

- Aangenomen wordt dat per schakeltijd de pomp 50% van de tijd in bedrijf is. Gedurende die tijd wordt 50 % van het water aan de installatie en het overige water aan het voorraadvat wordt geleverd. Als de pomp buiten bedrijf is wordt het water uit het voorraadvat afgenomen door de installatie. In de berekening wordt verder voor $50\% \cdot 50\%$ de factor 0,25 aangehouden. Dit houdt in dat met bovenstaand voorbeeld 20 seconden de pomp levert en 20 seconden stil staat. Van de 20 seconden dat de pomp levert wordt 50% geleverd aan de membraantank. Dit is dus 10 seconden.
- Bepaal de waterhoeveelheid die wordt geleverd aan het drukvoorraadvat tijdens 1 schakelcyclus door q_{gem} te vermenigvuldigen met de in stap "e" gevonden schakeltijd * 0,25.

In formulevorm is de samenvatting van stap c tot en met f;

$$\frac{q_{gem} * 25\% * 3600}{S * n} = \text{waterlevering aan voorraadvat per schakeling}$$

S = aantal schakelingen n = aantal opgestelde pompen

f. Bereken de vulgraad met de volgende formule:

$$\frac{(P_{in} + 100) - (P_{uit} + 100)}{(P_{uit} + 100)} = \text{vulgraad}$$

De vulgraad geeft aan welk deel van het volume van het drukvoorraadvat nuttig wordt gebruikt.

g. Bepaal de inhoud van het vat door de in "g" bepaalde waterhoeveelheid te delen door de in "h" bepaalde vulgraad.

Geef een toeslag van 15 % op de inhoud om een kortdurende drukdaling van 50 kPa onder de inschakeldruk P_{in} mogelijk te maken.

Voorbeeld inhoudsberekening drukvoorraadvat:

Een pompinstallatie heeft een q_{max} van 2 l/s.

De gewenste druk achter de pompinstallatie is 400 kPa

De uitschakeldruk is 100 kPa hoger

Er zijn 3 pompen geselecteerd die maximaal 10 x per uur mogen inschakelen.

$q_{max} = 2$ l/s, dat is per pomp 1 l/s

Bij de inschakeldruk levert de pomp 1 l/s

Bij de uitschakeldruk levert de pomp 0,8 l/s

Gemiddeld levert de pomp $(1 \text{ l/s} + 0,8 \text{ l/s}) / 2 = 0,9 \text{ l/s}$

De berekening van de nuttige inhoud van het drukvoorraadvat:

$$\frac{q_{gem} * 25\% * 3600}{S * n} = \frac{0,9 \text{ l/s} * 25\% * 3600 \text{ s}}{10 * 3} = 27 \text{ l}$$

(In de tijd dat de pomp niet draait wordt dit water uit het drukvoorraadvat teruggeleverd aan de installatie)

$$\frac{(P_{in} + 100) - (P_{uit} + 100)}{(P_{uit} + 100)} = \text{vulgraad}$$

$$\frac{(400 + 100) - (500 + 100)}{(500 + 100)} = \frac{-100}{600} = \frac{-1}{6}$$

27 l = 1/6 van de inhoud van het drukvoorraadvat.

De inhoud van het drukvoorraadvat is dus $6 * 27 = 162 \text{ l}$

Er wordt een toeslag van 15 % gegeven om de drukdaling tijdens het inschakelen op te vangen. De inhoud van het drukvoorraadvat wordt dan $1,15 * 162 \approx 186 \text{ l}$