

Drukverhogingsinstallaties; ervaringen met enige nieuwe typen

In het directe voorzieningsgebied van de Duinwaterleiding van 's-Gravenhage (DWL) zijn door de daarbij betrokken fabrikanten c.q. leveranciers enige nieuwe typen drukverhogingsinstallaties opgesteld, met de bedoeling enig inzicht in de werking en gedragingen van die installaties te verschaffen. Met door de DWL daarbij geplaatste registrerende meetapparatuur zijn diverse gegevens verkregen. Deze gegevens en de daarop gebaseerde conclusies in een brede kring van vakgenoten uit te dragen is het doel van deze voordracht. In aansluiting daarop zal nog iets worden verteld over de wijze waarop bij de inspectie van de DWL de theoretische Q-H lijnen van pompen en de grootte van drukketels voor drukverhogingsinstallaties worden bepaald.

Ervaringen met de nieuwe typen drukverhogingsinstallaties

Naar hun werkingwijze kunnen de opgestelde proefinstallaties als volgt worden onderscheiden:

- I. installaties met niet continu draaiende pompen:
 - a. pompen met membraanvaatje (afb. 1a);

- b. pompen met rubber cellen (afb. 1b).
- II. installaties met een continu draaiende pomp:
 - a. met constant toerental draaiende pomp (afb. 1c);
 - b. met variabel toerental draaiende pomp (afb. 1d).

De proefinstallaties zijn alle opgesteld geweest in woongebouwen. Alvorens een installatie werd opgesteld zijn door de DWL in het betrokken woongebouw, gedurende ongeveer een maand verbruiksmetingen verricht. Deze hebben als basis voor de grootte van de op te stellen proefinstallaties gediend. Capaciteit en opvoerhoogte van de pompen waren voor iedere installatie dus geheel aangepast aan het gemeten verbruikspatroon.

Ia. De installatie met niet continu draaiende pompen, voorzien van een membraanvaatje

Het membraanvaatje bestaat uit een bolvormig stalen keteltje van ± 50 l inhoud. Daarin bevindt zich een rubber bal met samengeperste lucht. Lucht en water zijn dus van elkaar gescheiden. De lucht in de rubber bal wordt samengeperst tot een

druk, die overeenkomt met de inschakeldruk. De nuttige inhoud is afhankelijk van inschakeldruk en van het verschil tussen in- en uitschakeldruk. Het verband daartussen is weergegeven in afb. 2. Bij de onderhavige proefinstallatie bedroeg de inschakeldruk 55 mwk en het verschil tussen in- en uitschakeldruk 15 mwk. Uit de grafiek is nu af te lezen dat de nuttige inhoud ± 9 liter heeft bedragen.

Afb. 3 geeft een schema van het gebouw, waarin de proefinstallatie is opgesteld geweest. Het woongebouw bevatte 72 woningen, verdeeld over 12 woonlagen. De drinkwatervoorziening geschiedt hier normaal met behulp van 1 pomp + een reservepomp en 2 drukketels.

Afb. 4 geeft het drukverloop in die installatie, direct na de pompen.

Het schema in afb. 5 toont hoe naast de drukketelinstallatie, de proefinstallatie was opgesteld. Daaruit blijkt dat ingeval er door de proefinstallatie moeilijkheden zouden ontstaan weer direct op de drukketelinstallatie kon worden overgeschakeld.

In afb. 6 zijn de Q-H lijnen van de pompen van de drukketelinstallatie en die van de proefinstallatie gegeven. De werking van de proefinstallatie is nu als volgt.

Is in de binnenleiding, direct na de pompen de inschakeldruk bereikt, dan schakelt pomp 1 in. Is daarna de uitschakeldruk bereikt, dan blijft die pomp nog enige tijd doordraaien alvorens hij wordt uitgeschakeld. Die nalooptijd is instelbaar. Daalt tijdens het draaien van pomp 1 de druk aan de perszijde van de pompen tot 2 mwk beneden de druk waarbij pomp 1 werd ingeschakeld, dan schakelt pomp 2 in. Bij een nog verdere daling van de druk, zou ook pomp 3 nog kunnen worden ingeschakeld.

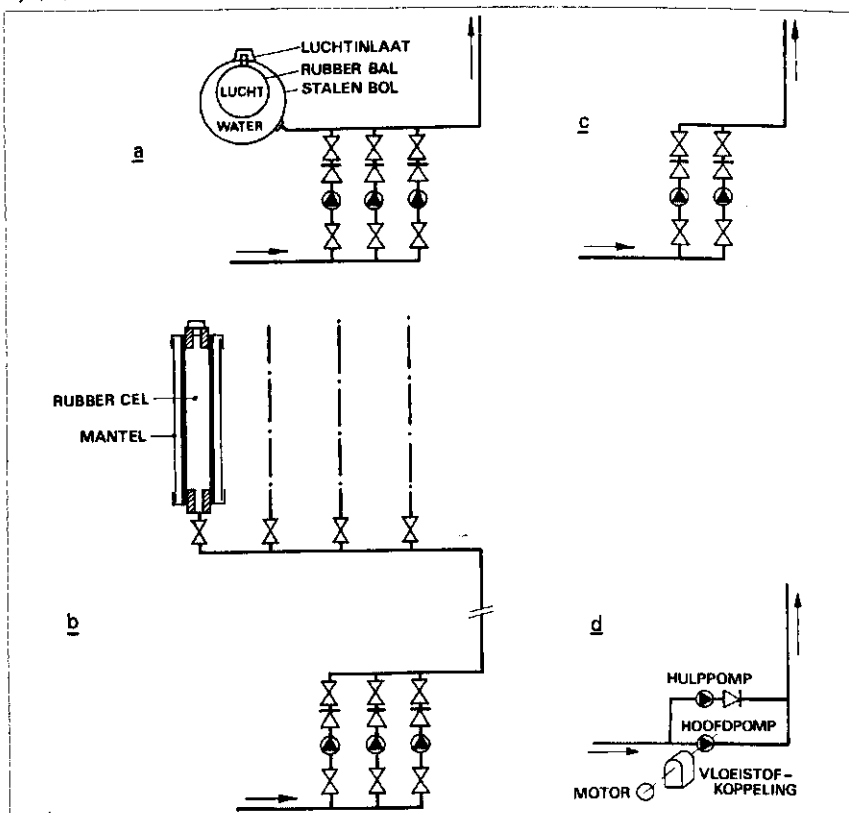
Invloed van de duur van de nalooptijd

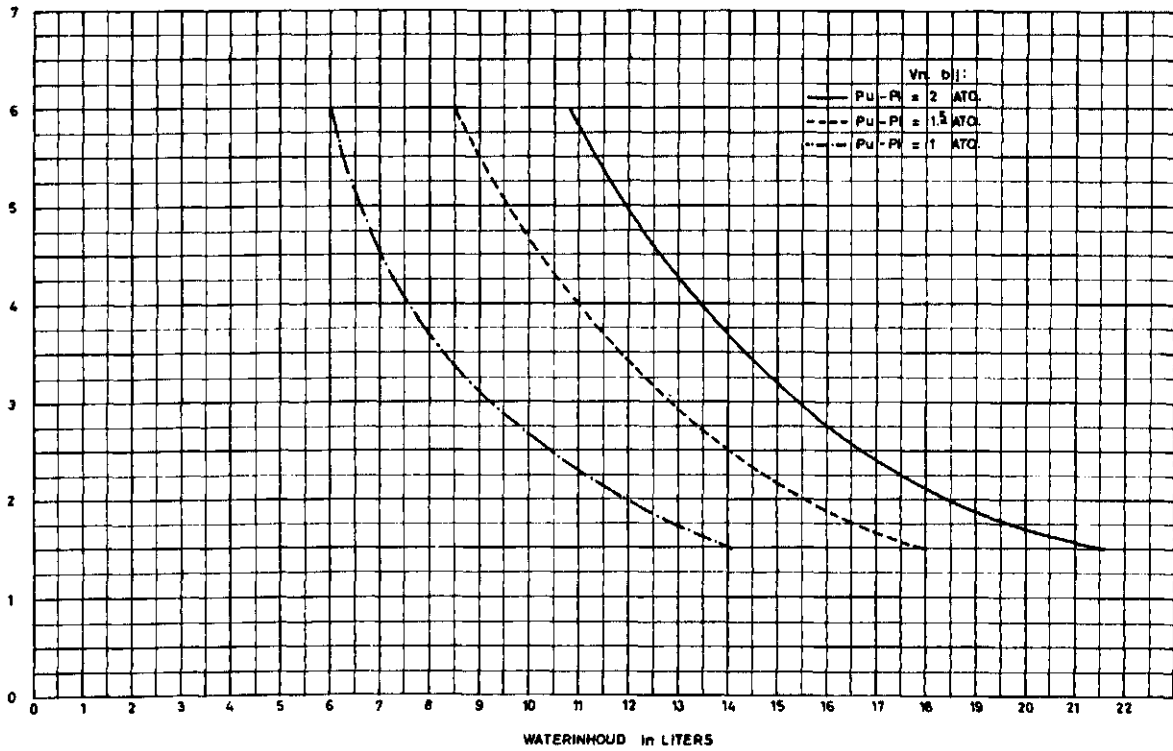
De geringe buffervoorraad van 9 liter is snel verdwenen, doch ook snel weer aangevuld. Dit komt tot uitdrukking in een snelle wisseling van de druk van maximum via minimum weer naar maximum.

De tijdsduur van de vertraging in het uitschakelen van de pompen nadat de uitschakeldruk bereikt is, heeft invloed op het gedrag van de installatie. Geëxperimenteerd is met nalooptijden van 2, 5, 6 en 10 minuten. Wat de invloed daarvan is geweest op het drukverloop in de installatie laat het diagram in afb. 7 zien.

Blijft de pomp lopen zonder dat er water wordt onttrokken, dan is dat van invloed op het stroomverbruik en op

Afb. 1.





▲
Afb. 2.

de temperatuur van het water in de pomp. Zo was het stroomverbruik bij een vertraging van 10 minuten bijna 1,4 x zo groot als bij een vertraging van 2 minuten.

Bij een nalooptijd van 2 min. bedroeg de temperatuurstijging van het water in de pomp 4 °C en bij een nalooptijd van 10 min. was dit 7 °C. Die temperatuurstijgingen hebben overigens geen praktische betekenis gehad.

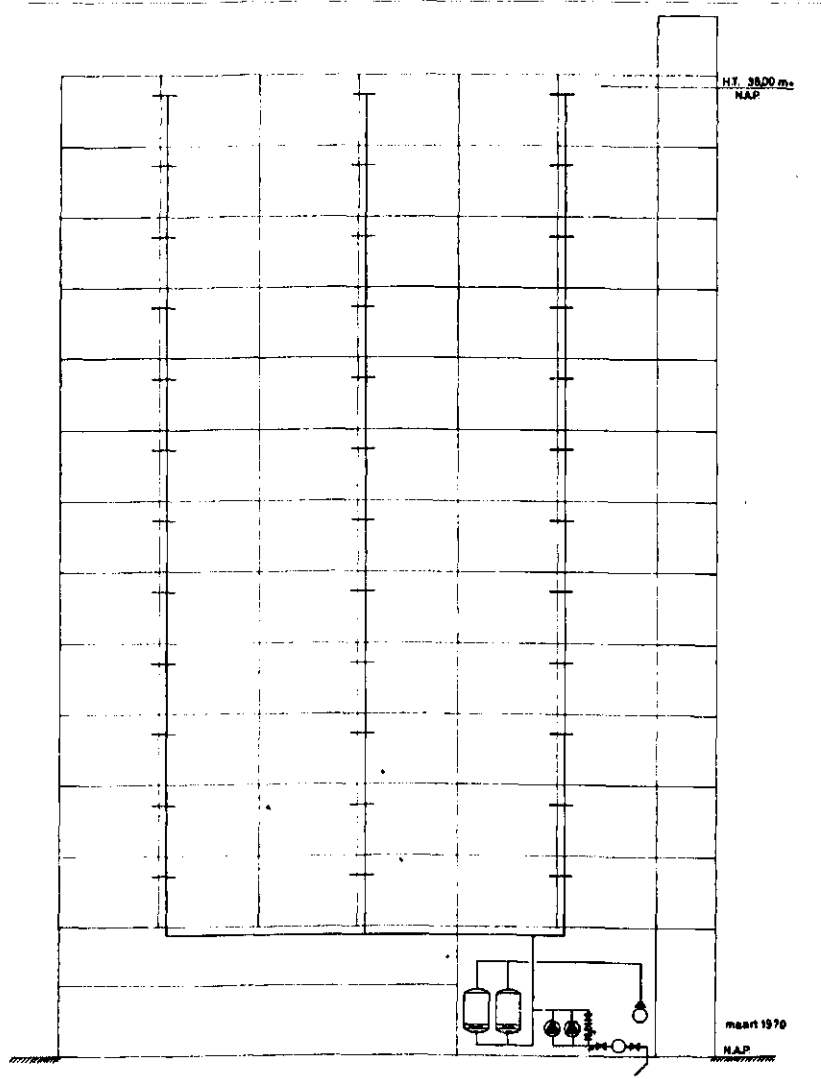
Na afloop van deze experimenten heeft de installatie gewerkt met een nalooptijd van 6 minuten.

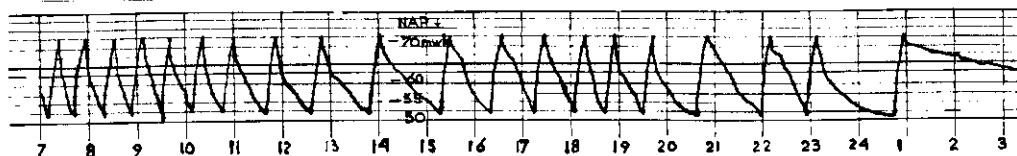
Gevolgen van de snelle drukwisselingen

Het drukverschil in de binnenleiding direct na de pomp, zijnde de druk bij nullast van de pomp min de inschakeldruk, bedroeg aanvankelijk 19,5 mwk. Van verschillende bewoners van het woongebouw kwamen toen klachten binnen over hinderlijke temperatuurschommelingen van het warme water uit de douche. Het hete water hiervoor werd betrokken uit keukengeisers, voorzien van een waterhoeveelheidsregelaar. Dit hete water werd op de douchemengkraan gemengd met koud water.

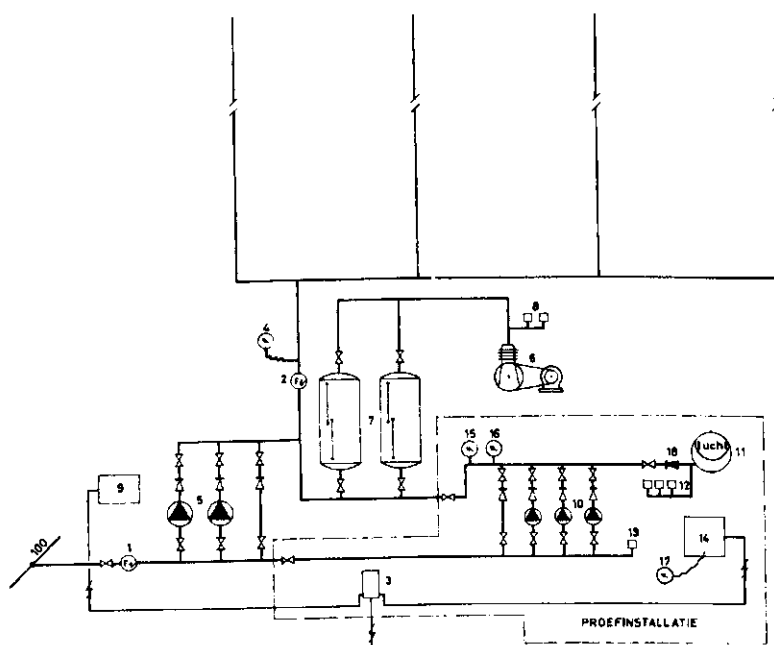
Aangezien de geiser, vanwege de daarin aangebrachte waterhoeveelheidsregelaar, de temperatuur van het hete water, ongeacht de voordruk constant houdt, zullen drukwisselingen vóór de douchemengkraan de daarop ingestelde mengverhouding verstoren, waardoor de temperatuur van het douchewater zich wij-

Afb. 3.





Afb. 4.



- 1 HUISWATERMETER 20 m³ (17-10-69 t.e.m. 7-11-69)
- 1 REGISTRERENDE WATERMETER 10 m³ (30-1-70 t.e.m. 26-3-70)
- 2 " " " 10 m³ (17-10-69 t.e.m. 7-11-69)
- 4 REGISTRERENDE DRUKMETER (17-10-69 t.e.m. 7-11-69)
- 5 POMPEN VAN DRUKKETELINSTALLATIE
- 6 LUCHTCOMPRESSOR
- 7 DRUKKETELS
- 8 DRUKSCHAKELAARS DRUKKETELINSTALLATIE
- 9 SCHAKELKAST " "
- 10 POMPEN VAN PROEFINSTALLATIE
- 11 DRUKVAT " "
- 12 DRUKSCHAKELAARS " "
- 13 ONDERDRUKBEVEILIGING " "
- 14 SCHAKELKAST " "
- 15 REGISTRERENDE DRUKMETER (30-1-70 t.e.m. 26-3-70)
- 16 " " " TEMPERATUURMETER (30-1-70 t.e.m. 18-3-70)
- 17 " " " AMPÈREMETER (22-2-70 t.e.m. 9-3-70)
- 18 KEERKLEP/SMOORPLAAT COMBINATIE

Afb. 5.

zigt. Die snelle temperatuurswijzigingen werden als hinderlijk ervaren. Aan de geuite klachten is tegemoet gekomen door de inschakeldruk met ± 10 mwk te verhogen. De drukschommelingen in de installatie werden daarmede tot ± 10 mwk teruggebracht. De klachten waren daarmede opgeheven. Deze ervaring heeft tot de conclusie geleid dat bij installaties met membraanvaatjes voor gebouwen waarin geisers aanwezig zijn, het drukverschil in de binnenleiding niet te groot mag zijn. Uit verdere proeven is gebleken, dat een verschil van 12 mwk niet mag worden overschreden.

Stroomverbruik

Niettegenstaande voor de proefinstallatie kleinere motoren zijn gebruikt dan voor de drukkettelinstallatie, was bij de proefinstallatie het stroomverbruik per m³ verplaatst water en per mwk opvoerhoogte groter dan dit bij de aanwezige drukkettelinstallatie het geval was. Bij een nalooptijd van de pompen van 6 min en bij aanwezigheid van een in de pompen aangebrachte kaliberplaat was dat stroomverbruik ongeveer 2,55 x zo groot. Nadat de kaliberplaten uit de pompen waren verwijderd was die verhouding altijd nog ongeveer 2,4.

Looptijd van de pompen

De looptijd van de pompen per etmaal bedroeg gemiddeld 20 uur. Gedurende de meetperiode (± 2 maanden) zijn niet meer dan 2 pompen gelijktijdig in dienst geweest.

Het aantal malen, dat een tweede pomp werd bijgeschakeld bedroeg gemiddeld 5 per etmaal.

De tijd dat 2 pompen gelijktijdig in bedrijf waren, bedroeg ongeveer 2 minuten per etmaal.

Naast de vermelde meetresultaten kan nog het volgende worden opgemerkt.

Benodigde plaatsruimte

De drukkettelinstallatie vergde een vloeroppervlak van ongeveer 6 m²; de installatie met membraanvaatje ongeveer 1,7 m². Een winst dus van ± 70 %. De ruimtelijke winst (18 m³ tegenover 3 m³) bedroeg meer dan 80 %.

Exploitatie

Het stroomverbruik van de proefinstallatie was hoger dan van de drukkettelinstallatie. Gerekend tegen een prijs per kWh van 10 cent, worden de meerdere stroomkosten geraamd op $\pm f 300,-$ per jaar.

Daar staat tegenover dat het de ver-

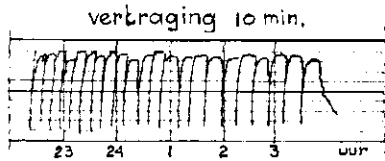
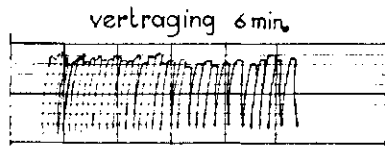
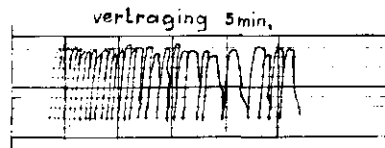
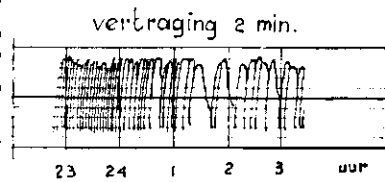
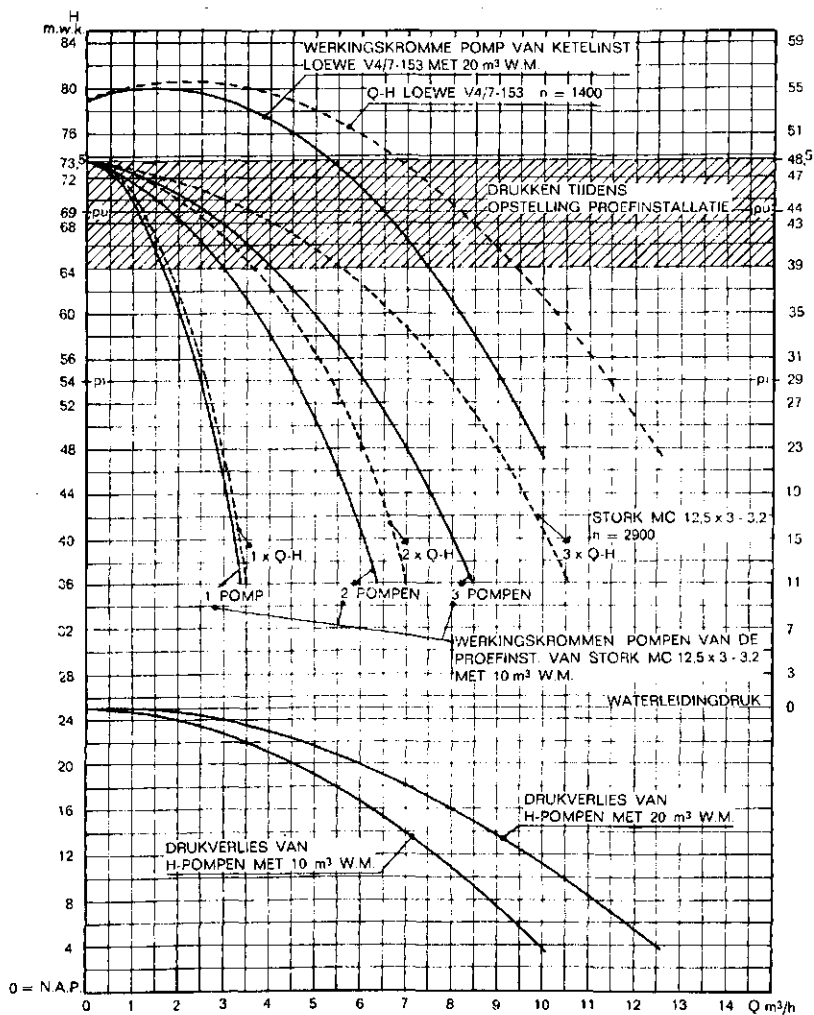
wachting is dat de onderhoudskosten lager zullen zijn, omdat

- a. de bewaking en het onderhoud van een luchtkussen vervalt;
- b. er minder onderhoud vergende apparatuur aanwezig is;
- c. de bewaking en het in stand houden van de inwendige bescherming tegen corrosie van het drukketteltje van geringere betekenis is.

Toepassingsmogelijkheden

Teneinde de druk in de binnenleiding niet te hoog te laten oplopen en ook omdat in bepaalde gevallen het verschil tussen in- en uitschakeldruk en de opvoerhoogte van de pomp bij nullast niet te groot mag zijn (denk aan het geval met de geisers) laat, tenzij een drukverminderingstoestel wordt toegepast, de keuze van het type pomp weinig speling toe.

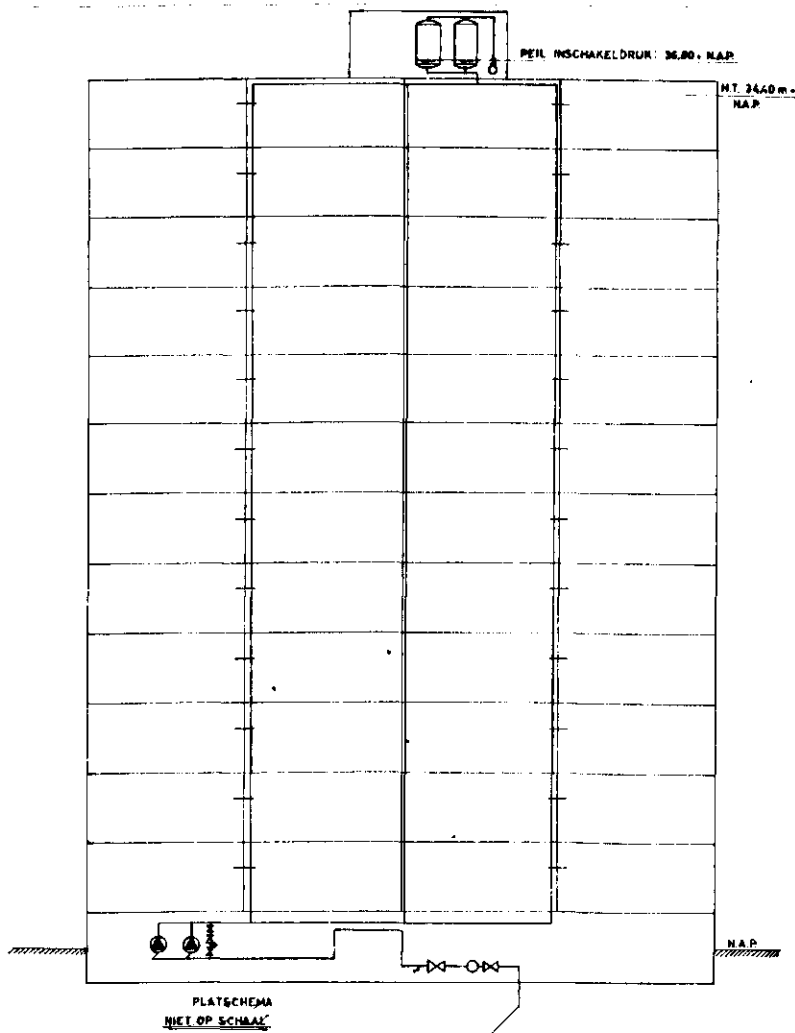
De geringe speling tussen de top van de grafiek en de inschakeldruk vraagt ook een gelijkmatige druk in de zuigleiding van de pompen. Op plaatsen waar in de hoofdleiding grote drukschommelingen optreden zal de correcte werking van een pompinstallatie met membraanvaatje, zonder extra voorzieningen niet altijd verzekerd zijn.



Afb. 7.

◀ Afb. 6.

◀ Afb. 8.



Omdat, indien er geen afname is, er normaliter ook geen stroom wordt verbruikt, kan dit type aanjaaginrichting goed worden toegepast in die gebouwen waar gedurende langere tijd (nachten, weekeinden, feestdagen, vacaties) geen water wordt verbruikt, zoals kantoren, woongebouwen, scholen e.d.

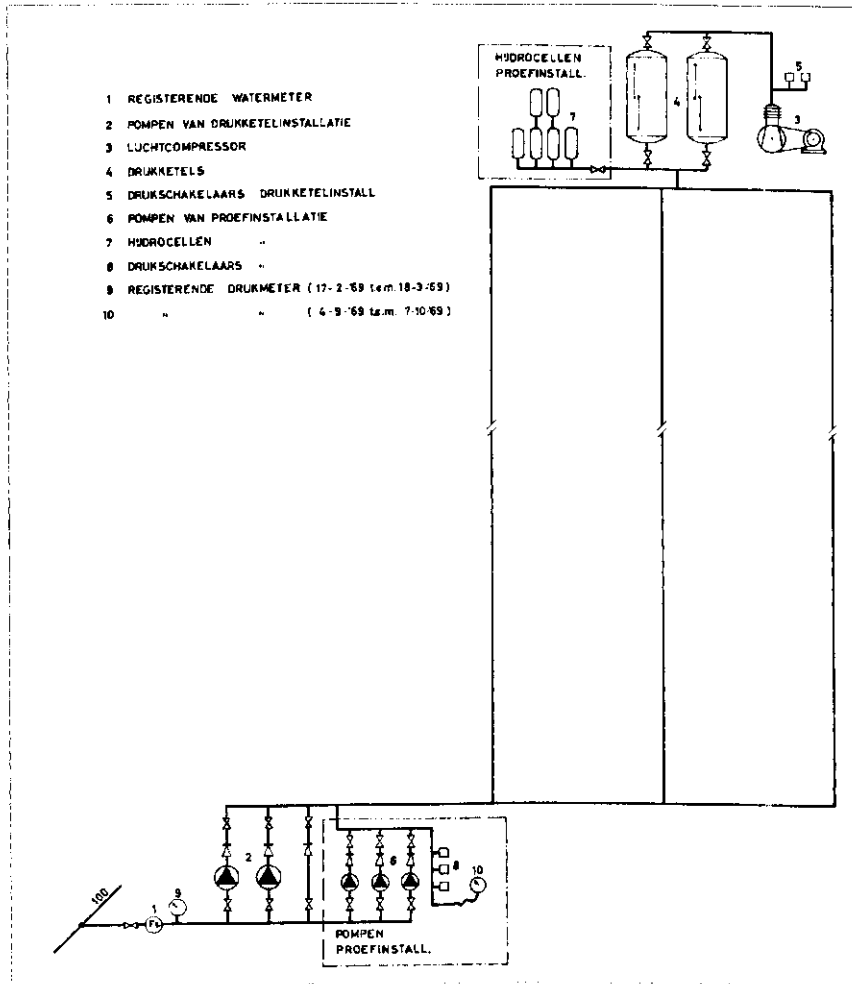
Ib. Installatie met niet continu draaiende pompen met rubber cellen

De hier bedoelde rubber cel is niet meer dan een stevige rubber pijp, die door de druk van het erin gepompte water uitzet en vanwege zijn elasticiteit weer samen trekt wanneer de druk in de binnenleiding als gevolg van waterafname afneemt.

De installatie is opgesteld geweest in een woongebouw met 12 woonlagen en in totaal 48 woningen (afb. 8). Normaal geschiedt de watervoorziening hier met één pomp + een reserve pomp en twee drukketels.

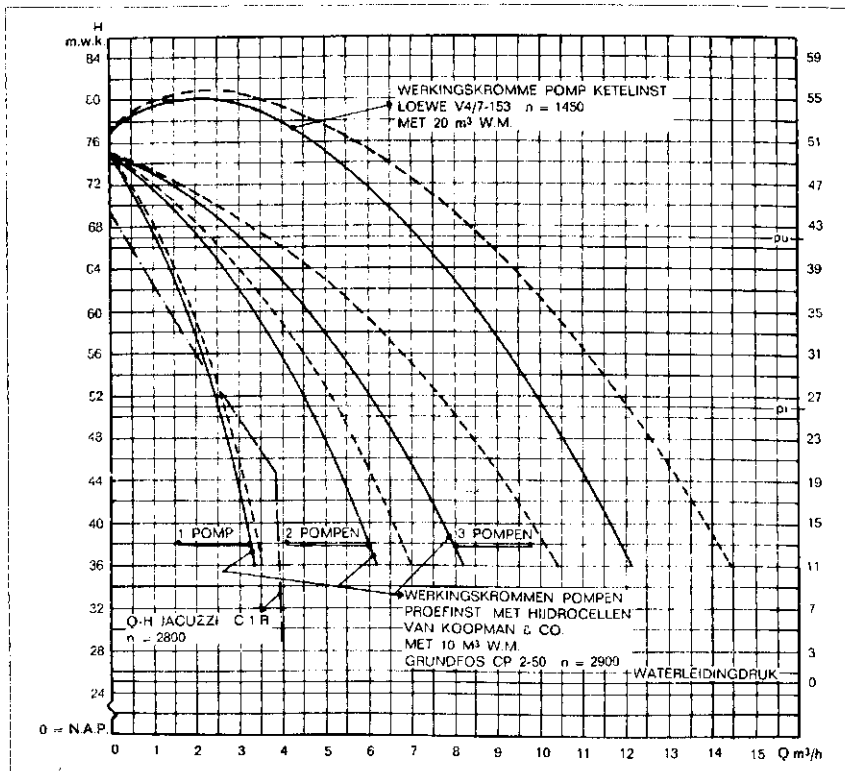
De proefinstallatie bestond uit drie gelijke pompen met eerst 4 en later 6 rubber cellen (afb. 9). Afb. 10 geeft de Q-H lijnen zowel van de pomp van de drukketelinstallatie als van die van de proefinstallatie.

De werking van de installatie was als



Afb. 9.

Afb. 10.



volgt: bij het bereiken van de uitschakeldruk werd de pomp zonder tijdvertraging uitgeschakeld. Was de nuttige inhoud uit de cellen verdwenen, dan schakelde de pomp weer in. Die nuttige inhoud was zowel bij 4 als bij 6 cellen zeer beperkt. Bij de in de cellen optredende drukverhoudingen (uitschakeldruk 30 mwk; inschakeldruk 15 mwk) was de nuttige inhoud per cel $\approx 2,77$ l. Bij 4 cellen dus ≈ 11 l en bij 6 cellen $\approx 16,5$ l. Die hoeveelheden zijn snel onttrokken doch ook snel weer aangevuld. Het gevolg was dan ook dat het aantal schakelingen per tijdseenheid zeer hoog was. Gemeten is een grootste aantal schakelingen per uur van 37 en per etmaal van 534. Afb. 11 laat zien hetgeen de manometer daarover heeft geregistreerd. De bewoners hebben op die snelle drukwisselingen niet gereageerd. Hier waren dan ook geen geisers doch boilers opgesteld.

Stroomverbruik

Het stroomverbruik bij de proefinstallatie was iets lager dan bij de drukkettelinstallatie. De reden daarvan was dat voor de proefinstallatie kleinere motoren waren opgesteld, dan voor de drukkettelinstallatie.

Looptijd van de pompen

De looptijd van de pompen bedroeg per etmaal gemiddeld 9,2 uur. Gedurende de meetperiode—ongeveer één maand—zijn niet meer dan 2 pompen gelijktijdig in bedrijf geweest. De tijd dat per etmaal 2 pompen gelijktijdig hebben gedraaid, bedroeg gemiddeld 4 min. Bij de drukkettelinstallatie bedroeg de gemiddelde looptijd per etmaal $\approx 1,85$ uur.

Kanttekeningen

Benodigde plaatsruimte

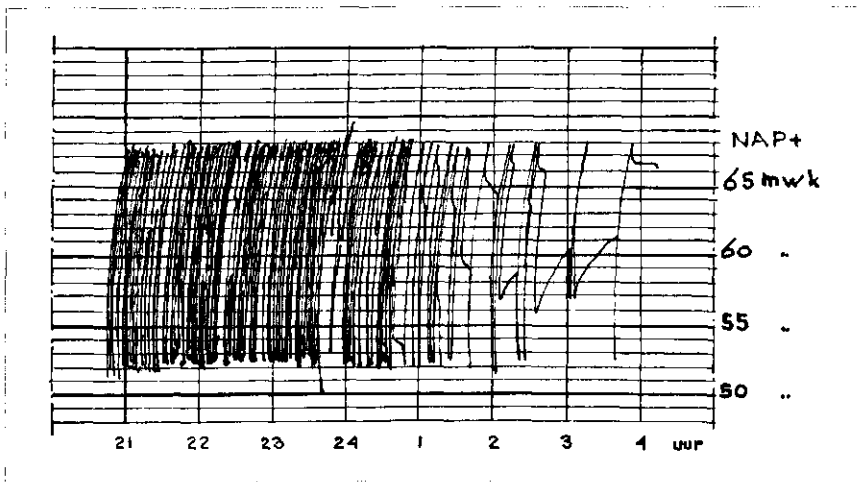
Was voor de drukkettelinstallatie een vloeroppervlak van ≈ 6 m² en een hoogte van $\approx 2,5$ m nodig, voor de proefinstallatie was dit respectievelijk ≈ 1 m² en ≈ 2 m. Een winst dus van 80 en 90 %.

De rubber cellen

In de toegepaste cellen mocht geen hogere druk optreden dan 4,5 ato. Dit zal als regel een beletsel zijn om de cellen in kelder of begane grond op te stellen. Dit type installatie zal in hoge woongebouwen dan ook alleen daar kunnen worden toegepast waar op een hoger gelegen bouwlaag een ruimte beschikbaar is, die onafhankelijk van de bewoners toegankelijk is.

Hoe hoger de druk in de cellen, hoe groter ook de nuttige inhoud ervan is. Dit leidt weer tot een zo laag mogelijke opstelling van de cellen. De beste opstellingshoogte is dan ook die, waarbij de in de cellen toelaatbare druk volledig kan worden benut.

De rubber cellen waren zodanig geplaatst dat zij niet waren opgenomen in het stroomcircuit van het water. Een



Afb. 11.

dergelijke opstelling biedt de kans dat op den duur dood water ontstaat. Het moet echter mogelijk zijn om de opstelling zodanig te maken dat wel een regelmatige doorstroming van het water door de cellen plaats vindt.

Het aantal schakelingen

Hoewel in dit geval het grote aantal schakelingen van de pompen niet van invloed is geweest op de goede werking van de installatie, rijst de vraag of dit ook het geval zal zijn bij grotere pomp-

motoren. De pompen van de proefinstallatie werden aangedreven met $\frac{1}{4}$ pk motoren. Volgens onze electro-technische collega's is voor motoren tot een vermogen van $\pm 2,25$ kW het aantal schakelingen beperkt tot ± 40 per uur.

Boven de 2,25 kW worden ster-driehoekschakelaars toegepast. De grens van het aantal schakelingen ligt dan belangrijk lager dan 40 per uur.

Vermindering van het aantal schakelingen kan worden verkregen door

a. meer cellen aan te brengen. Dit

gaat ten koste van het prijsvoordeel. De prijs van één cel bedroeg ten tijde van de proefneming $\pm f 200,-$.

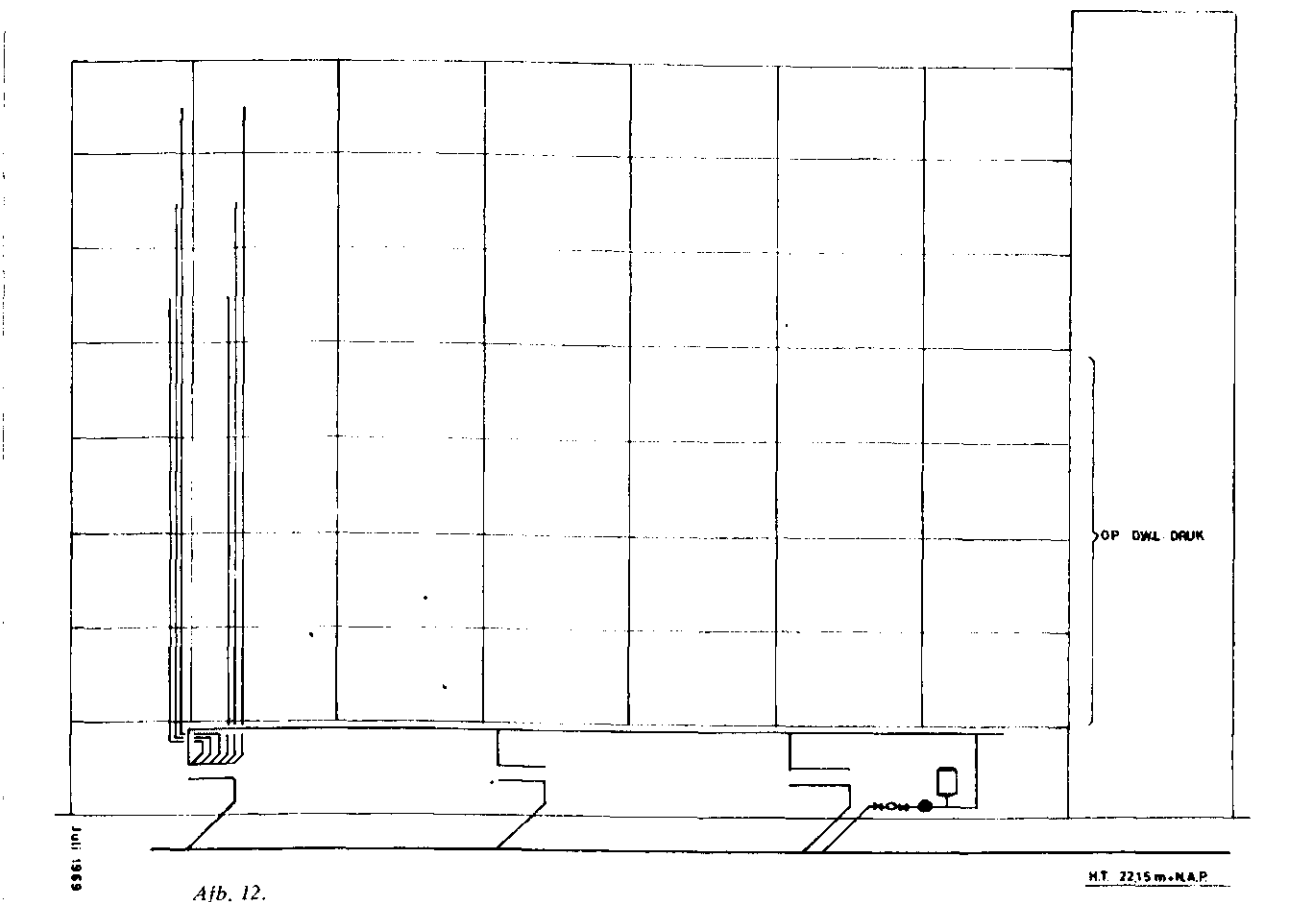
b. Het aanbrengen van een vertraging in het uitschakelen van de pomp na het bereiken van de uitschakeldruk. Dan stijgt de druk na de pomp echter tot een waarde, die o.a. afhankelijk is van de opvoerhoogte van de pomp bij nullast. Dit is dus alleen mogelijk, indien de hoogst toegelaten druk in de rubber cellen daardoor niet wordt overschreden.

Exploitatie

Het stroomverbruik behoeft niet groter te zijn dan van een conventionele drukketelinstallatie. Doordat geen luchtkussens behoeft te worden onderhouden en belangrijke onderhoud vergende onderdelen daardoor niet aanwezig zijn, mag worden verwacht, dat het onderhoud belangrijk lager zal zijn.

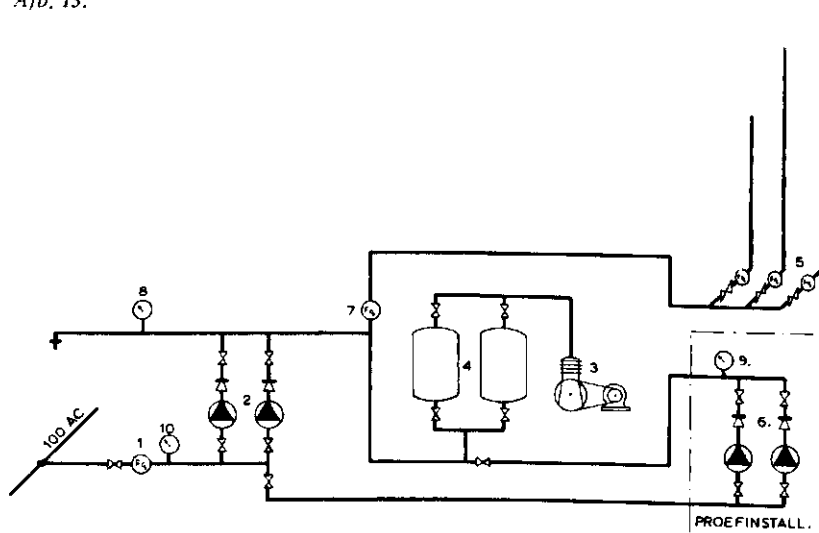
Toepassingsmogelijkheid

Het onderhavige type drukverhogingsinstallatie zoals dit in Den Haag als proef is opgesteld geweest, kan worden toegepast in die gevallen waar in de cellen geen te hoge drukken behoeven op te treden en met pompmotoren met beperkt vermogen. Grote drukschommelingen in de hoofdleiding, die bij stalen drukketels uit sterkteoverwegingen geen bezwaren behoeven op te leveren, zijn bij de installatie met rubber cellen mede be-

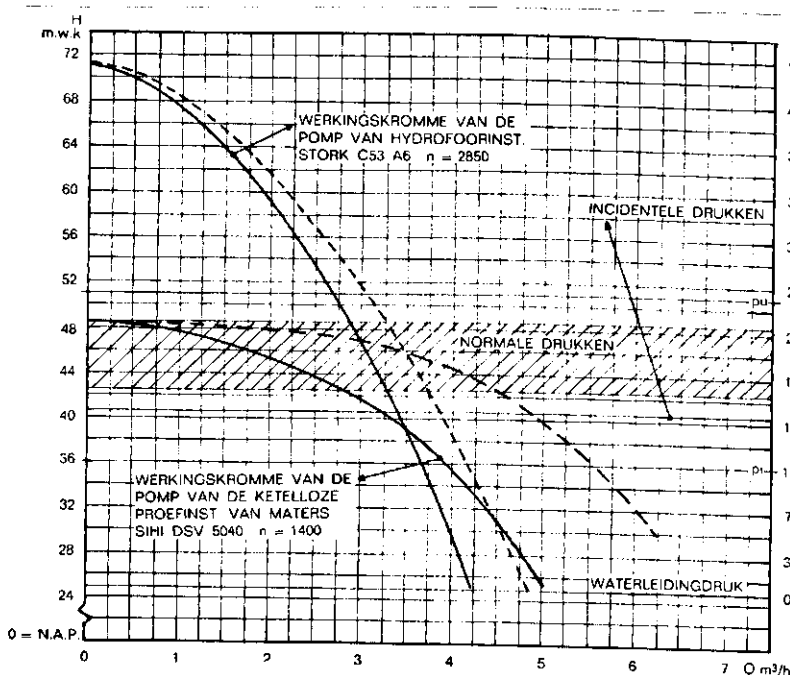


Afb. 12.

Afb. 13.



- 1 HUISWATERMETER
- 2 POMPE VAN DRUKKETELINSTALL.
- 3 LUCHTCOMPRESSOR
- 4 DRUKKETELS
- 5 PERCELSWATERMETERS
- 6 POMPE VAN PROEFINSTALLATIE
- 7 REGISTRERENDE WATERMETER
- 8 " DRUKMETER (13.6.'69 1/2m 24.7.'69)
- 9 " TEMPERAATUURMETER
- 10 " DRUKMETER (14.1.'69 1/2m 17.2.'69)



Afb. 14.

palend voor de hoogte waarop die cellen kunnen worden opgesteld. Rekening houdende met deze beperkingen kunnen zij dan goed worden toegepast in soortgelijke gebouwen als voor de pompinstallatie met membraanvaatje is aangegeven.

Ila. De installatie met een continu met een constant toerental draaiende pomp

Van dit type is een installatie gedurende 2 zomermaanden opgesteld geweest in een woongebouw, bestaande uit een onderbouw + 7 woonlagen. Daarvan worden alleen de hoogste 3 woonlagen via een drukverhogingsinstallatie voorzien (afb. 12). Afb. 13 toont de samenbouw van de drukkettelinstallatie met de

proefinstallatie en de daarbij aangebrachte meettoestellen.

Voor de drukkettelinstallatie was opgesteld 1 pomp met 2 pk motor, $n = 2850$ en een gelijkwaardige pomp als reserve alsmede 2 drukkettels.

Voor de proefinstallatie was ook weer 1 pomp met reserve pomp opgesteld. Deze pompen werden aangedreven met motoren van 1 pk en 1425 toeren/min. Afb. 14 geeft van beide typen pompen de Q-H lijnen.

Een schakelklok zorgde ervoor dat bij toerbeurt telkens één pomp 24 uur in bedrijf was.

Stroomverbruik

Ondanks het feit dat voor de proefinstallatie pompen met kleinere motoren

waren opgesteld, was het stroomverbruik per m^3 per mwk opvoerhoogte $\pm 4\frac{1}{2} \times$ zo groot als dit voor de drukkettelinstallatie het geval was.

Temperatuurstijging van het water

Door het blijven draaien van de pomp, ook op tijden dat er geen water werd afgenomen, steeg de temperatuur van het water in die pomp. De grootst gemeten temperatuurstijging bedroeg $25^\circ C$.

Het temperatuurverloop van het water, gemeten direct na de pomp, in een willekeurig etmaal tussen 's avonds 6 uur en 's morgens 7 uur is weergegeven in afb. 15. Nagegaan is nog wat de temperatuurstijging betekende voor de temperatuur van het in een woning getapte water. Daartoe is 's nachts om ongeveer half vier, de temperatuur van het uit een tapkraan in een woning getapte water geregistreerd. De watertemperatuur, die op dat tijdstip in de pomp een stijging had ondergaan van $23^\circ C$, toonde aan het tappunt slechts een stijging van $5^\circ C$.

Drukverloop in de binnenleiding

Daarvan geeft afb. 16 een beeld.

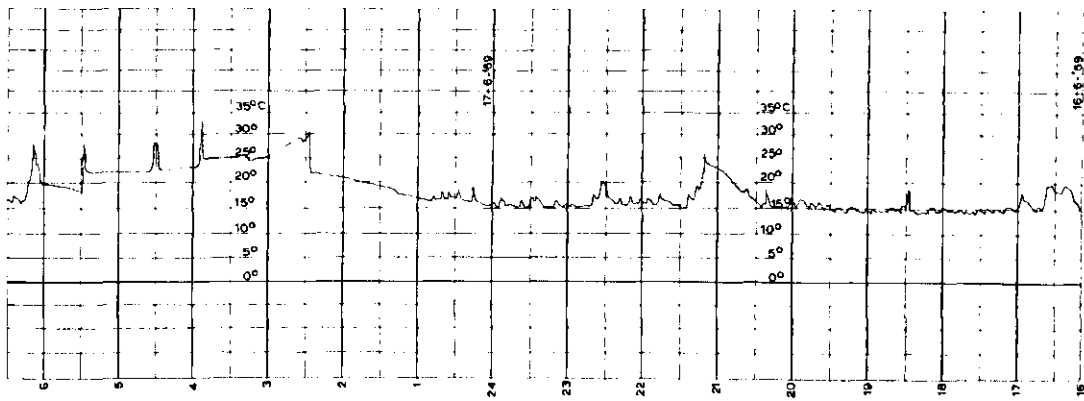
Enige kanttekeningen

Benodigde plaatsruimte

De drukkettelinstallatie vergde hier een vloeroppervlak van $\pm 7,5 m^2$ en een hoogte van $\pm 2 m$. Voor de proefinstallatie was een vloeroppervlak nodig van $\pm 1 m^2$ en een hoogte van $\pm 1,20 m$. Een winst dus van $\pm 85 \%$.

Watertemperatuur

De temperatuurstijging van het water is voor het verbruik in de woningen niet hinderlijk geweest. Door een juiste keuze van het tijdstip van overschakelen van de ene op de andere pomp kan bovendien nog invloed worden uitgeoefend op de temperatuur van het eerste 's morgens uit een tapkraan getapte water.



Afb. 15.

Exploitatie

De proefinstallatie vergde een aanzienlijk hoger stroomverbruik dan de bestaande drukketelinstallatie. Voor het onderhavige geval werden de meerdere stroomkosten geraamd op f 300,— per jaar. Daartegenover staat dat een belangrijke besparing op de onderhoudskosten kan worden verwacht.

Toepassingmogelijkheden

Drukverhogingsinstallaties met continu draaiende pompen kunnen worden toegepast in die gevallen waar onderbrekingen in de wateronttrekking zich beperken tot hoogstens enige uren, zoals in woongebouwen gedurende de nachturen, alsmede in de gevallen waar voortdurend water wordt onttrokken.

Voor kantoorgebouwen, scholen e.d. waar soms gedurende meerdere dagen achtereen geen water wordt verbruikt, lijkt dit systeem minder geschikt. Afgezien van een mogelijk ontoelaatbare temperatuurstijging van het water, gaan dan ook de stroomkosten zwaarder wegen.

IIb. De installatie met continu doch variabel toerental draaiende pomp

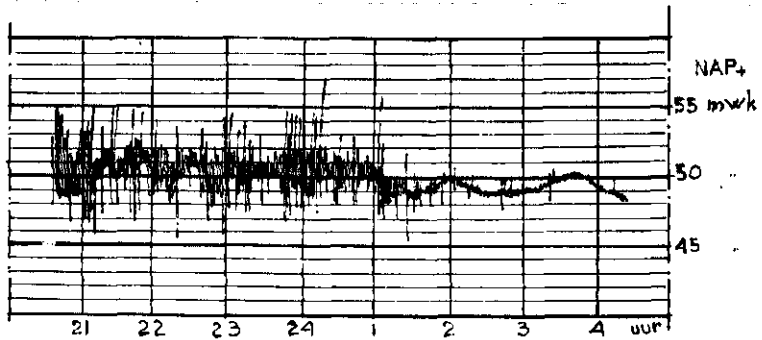
Dit type installatie heeft in de zomer van 1970 gedurende ± 2 maanden in een woongebouw, bestaande uit een onderbouw met daarboven 14 woonlagen met in totaal 182 woningen, proefgedraaid. Afb. 17 geeft een schema van het gebouw met de daarin opgestelde drukketelinstallatie.

De drukketelinstallatie omvat, behalve een luchtcompressor, 3 pompen, waarvan iedere pomp de helft van het benodigde vermogen kan leveren, alsmede 2 drukketels.

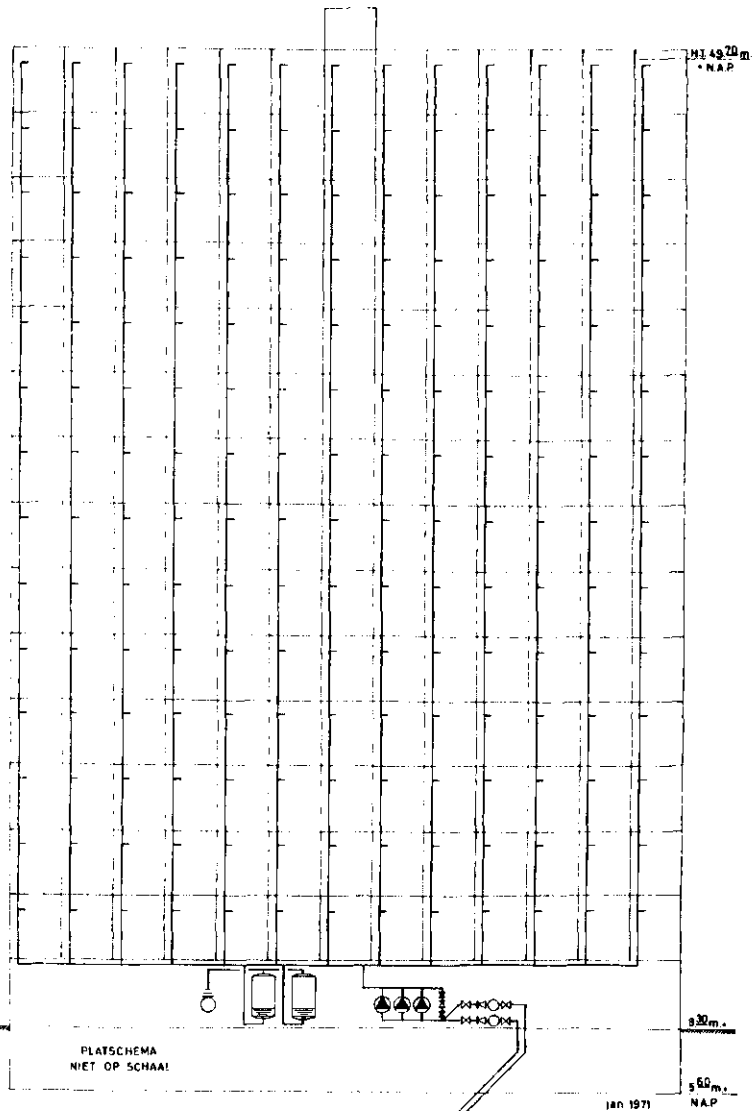
De proefinstallatie bestond uit een hoofdpomp, die via een vloeistofkoppeling verbonden was met een 3 pk motor (toerental 2900/min.). Op dezelfde fundatieplaat was nog een direct aangedreven hulppomp opgesteld.

Afb. 18 geeft het principe van de vloeistofkoppeling. Pompas en motoras zijn voorzien van schoepen. Deze schoepen bevinden zich in een carter, waarin zich

Afb. 17.



Afb. 16.



olie bevindt. De hoeveelheid olie in het carter bepaalt de slip van de pompas. De hoeveelheid olie in het carter wordt gecommandeerd door de druk in de binnenleiding waardoor een trechtertje zodanig wordt verplaatst dat de olie in of naast het carter stroomt.

Afb. 19 geeft de samenbouw van beide installaties en afb. 20 de Q-H lijnen van de pompen van de proefinstallatie. De CP3-110 was de door de vloeistofkoppeling aangedreven pomp. De koppeling was zodanig ingesteld, dat direct na de pomp een druk van 61 mwk werd onderhouden. Daalde de druk tot 59 mwk — het debiet was dan 6 à 6½ m³/h — dan schakelde na 10 sec de hulp pomp in. Was de druk na de pompen weer gestegen tot 64 mwk, dan werd met een vertraging van 50 sec, de hulp pomp uitgeschakeld. Afb. 21 geeft een beeld van het drukverloop in de binnenleiding direct na de pompen. Het merendeel van de tijd bedroegen de drukwisselingen 9 mwk. Incidenteel traden drukwisselingen op van 18 mwk.

Stroomverbruik

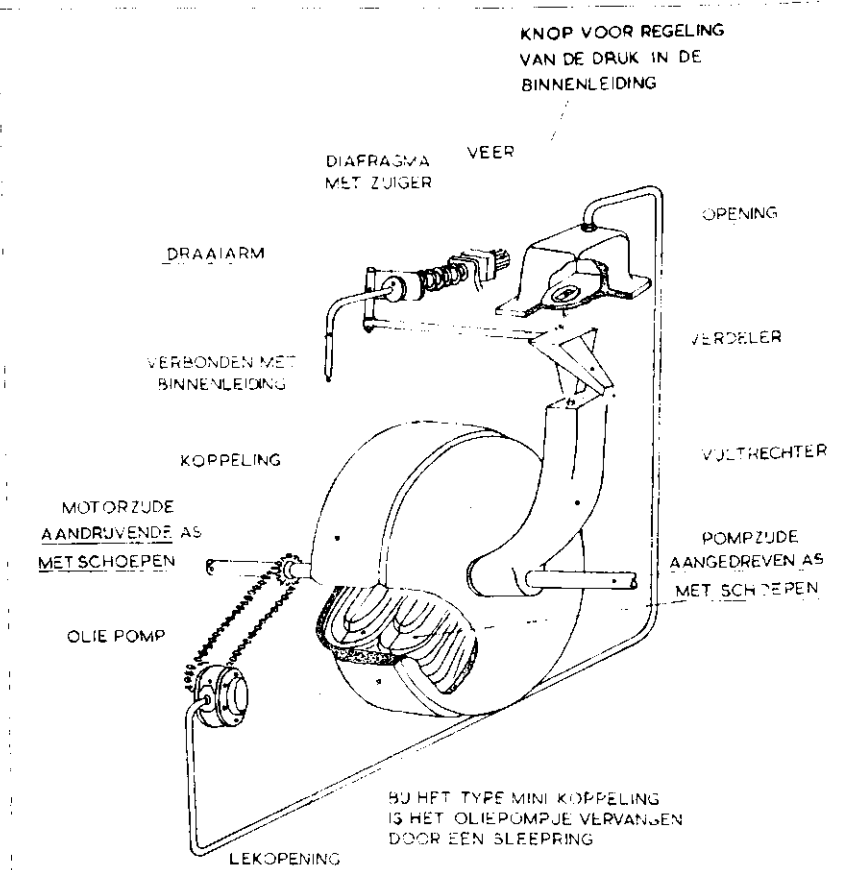
Het stroomverbruik per m³ per mwk opvoerhoogte was voor de proefinstallatie meer dan 2 x zo groot als voor de drukkotelinstallatie.

Temperatuur van het water

De hoogst geregistreeerde temperatuurstijging van het water in de hoofdpomp bedroeg 18,5 °C.

Looptijd van de pompen

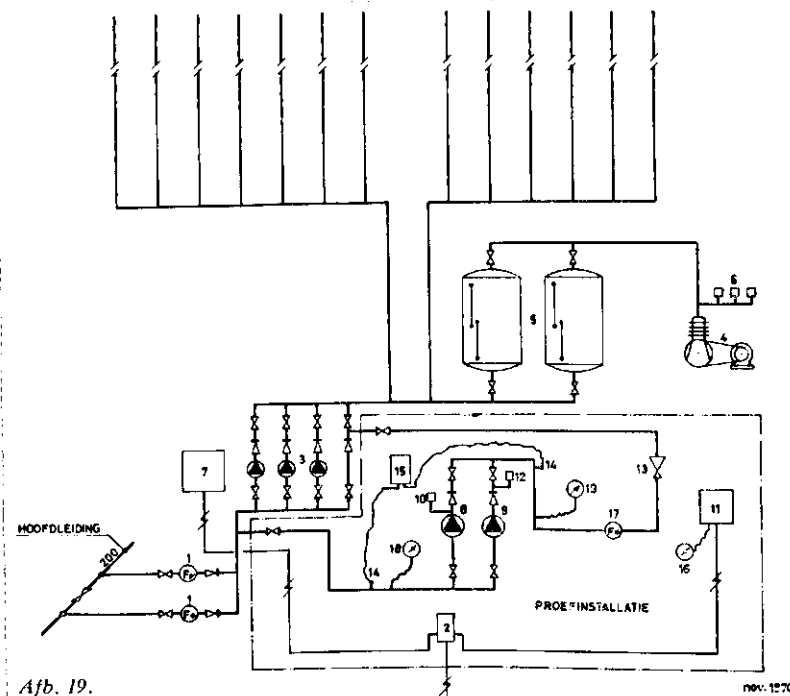
De motor van de hoofdpomp bleef continu op het zelfde toerental draaien. De hoofdpomp draaide, zij het op een



Afb. 18.

lager toerental steeds mee. In de meetperiode (52 dagen) is de hulp pomp 33 x ingeschakeld geweest. Het grootste aantal schakelingen van de hulp pomp per etmaal bedroeg 5. Per schakeling be-

droeg de looptijd niet meer dan 50 sec. Van het aantal keren dat de hulp pomp in bedrijf kwam, gebeurde dit 31 x in de ochtturen tussen 7 en 11 uur en 2 x in de avonduren tussen 22 en 24 uur.



Afb. 19.

- 1 HUISWATERMETERS 20m³
- 2 KWH. METER (21-4-70 t.e.m. 19-8-70)
- 3 POMPEN VAN DRUKKTELINSTALLATIE
- 4 LUCHTCOMPRESSOR
- 5 DRUKKTELS
- 6 DRUKSCHAKELAARS DRUKKTELINSTALLATIE
- 7 SCHAKELKAST
- 8 POMP MET VLOEISTOFKOPPELING VAN PROEFINSTALLATIE
- 9 DIREKT AANGEDREVEN HULPPOMP
- 10 DRUKREGELAAR VOOR POMP MET VLOEISTOFKOPP.
- 11 SCHAKELKAST
- 12 DRUKSCHAKELAAR VOOR HULPPOMP
- 13 DRUKVERMINDERINGSTOESTEL
- 14 VOELERS VOOR REGISTRERENDE TEMPERATUURMETER
- 15 REGISTRERENDE TEMPERATUURMETER (11-5-70 t.e.m. 19-5-70)
- 16 AMPEREMETER (17-7-70 t.e.m. 8-8-70)
- 17 WATERMETER 10 m³ (11-5-70 t.e.m. 19-8-70)
- 18 DRUKMETER (11-5-70 t.e.m. 19-8-70) (ZIE TEK. 17)
- 19 DRUKMETER (11-5-70 t.e.m. 19-8-70) (ZIE TEK. 16 en 19)

De kanttekeningen

De winst in plaatsruimte

De drukketelinstallatie vergde een plaatsruimte van $\approx 6,4 \text{ m}^2$ vloeroppervlak en een hoogte van $\approx 2\frac{1}{2} \text{ m}$. Voor de proefinstallatie was dit $\approx 1 \text{ m}^2$ en $\approx 1,25$; een winst dus van ruim 85 %.

Exploitatie

Naar raming zou de proefinstallatie voor het betrokken woongebouw $\approx f 700,-$ per jaar meer aan stroomkosten vergen dan voor de drukketelinstallatie nodig is. Daar staat tegenover dat ook weer een belangrijke besparing aan onderhoudskosten kan worden verwacht.

Toepassingsmogelijkheid

Hierover kan hetzelfde worden gezegd als bij de continu met constant toerental draaiende pomp is gezegd: minder geschikt voor gebouwen waar langdurige onderbreking in de waterafname kan worden verwacht.

Samenvatting

De in Den Haag opgestelde proefinstallaties hebben gedurende hun opstellings-tijd, voor de projecten waarvoor zij waren bestemd, technisch geen reden tot klachten gegeven.

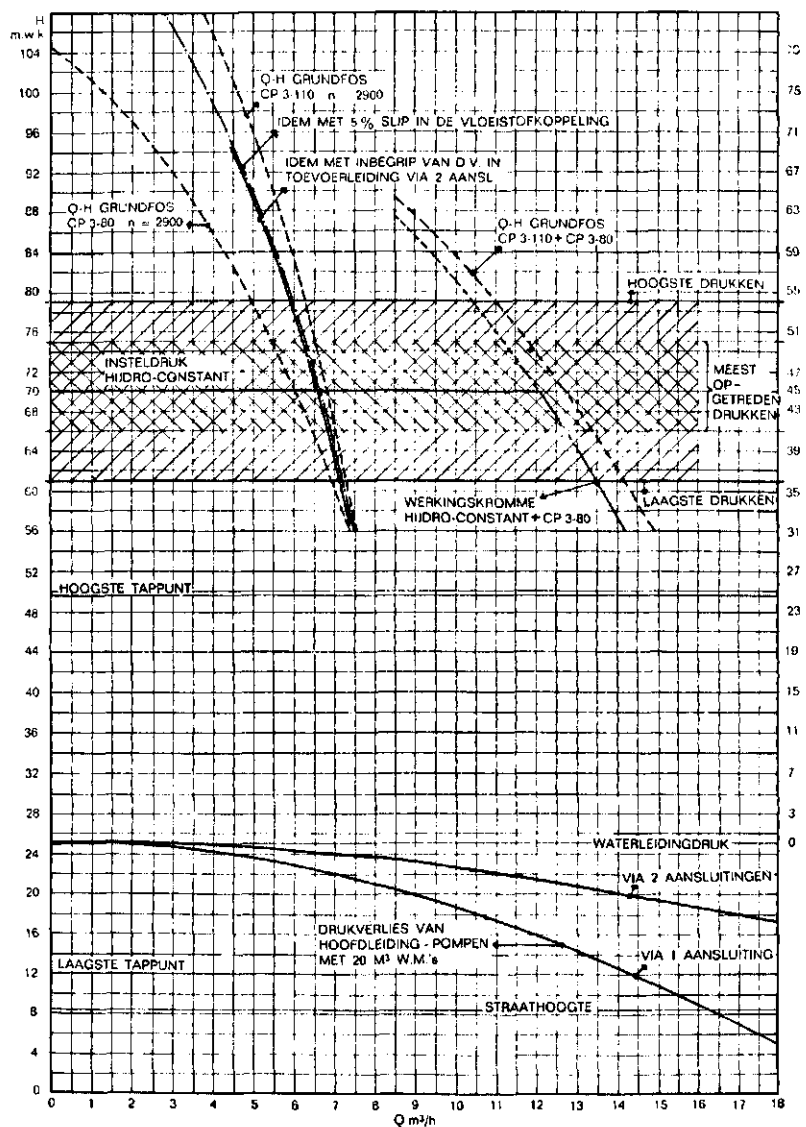
De met de proefinstallaties opgedane ervaringen hebben een aantal eigenschappen aangetoond, waarvan de voor- en nadelen, tezamen met die van de conventionele drukverhogingsinstallaties in afb. 22 overzichtelijk zijn samengevoegd. Het blijkt dat de voordelen van de moderne installaties zich voornamelijk bewegen op het gebied van de hygiëne, plaatsruimte, investering en onderhoud.

De aanschaffingskosten van de proefinstallaties, uitgedrukt in procenten van de aanschaffingskosten van de opgestelde drukketelinstallaties kunnen worden geraamd op:

- 70 % voor de installatie met membraanvaatje;
- 50 % voor de installatie met rubbercellen;
- 45 % voor de installatie met constant toerental continu draaiende pomp;
- 70 % voor de installatie met variabel toerental continu draaiende pomp.

Ten aanzien van het onderhoud moet wel worden opgemerkt dat o.a. de looptijd van de pompen bij de moderne installaties belangrijk groter is dan dit bij de conventionele drukverhogingsinrichtingen het geval is. Er is dus kans dat die pompen eerder voor revisie en vervanging in aanmerking komen. In hoeverre dan ook op de lange duur de werkelijke winst in het onderhoud is, zal nog moeten blijken.

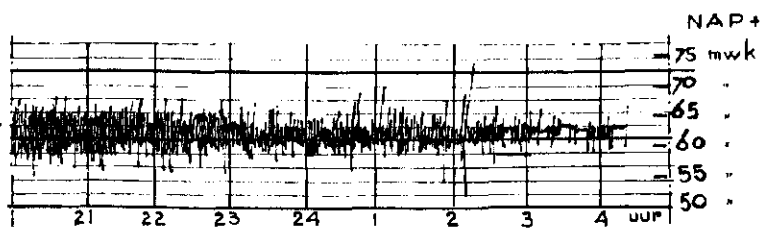
De winst in plaatsruimte is zeer aantrekkelijk; deze bedroeg in alle gevallen ongeveer 80 %.



Afb. 20.

De hygiënische voordelen zijn een gevolg van de geslotenheid van de systemen, waarbij niet regelmatig buitenlucht in een ketel behoeft te worden geperst en waar, indien samengeperste lucht een rol speelt, lucht en water niet meer met elkaar in aanraking komen. Een ander aspect betreft de veiligheid. Wegens de afwezigheid van een grote hoeveelheid onder hoge druk samengeperste lucht, behoeft ook geen explosiegevaar te worden geducht.

Afb. 21.



Een gemeenschappelijk nadeel van de moderne systemen is de afwezigheid van een ruime buffervoorraad. Daardoor is de continuïteit van de waterlevering gevoeliger geworden. Om dan ook niet voor een kleine werkzaamheid het gehele gebouw zonder water te moeten zetten, verdient het aanbeveling om de waterlevering aan zo'n gebouw over twee, van elkaar onafhankelijke toevoeringen te doen geschieden.

Alle moderne inrichtingen hebben ook

		TYPE					
		1	2	3	4	5	6
VOORDELEN x		NADELEN ■					
BUFFER VOORR.	groot		x	x			
	niet plaatsgebonden				x	x	
HYGIENE	geen terugstroming in toevoerleiding mogelijk		x				
	gesloten systeem - geen kans op verontreiniging			x	x	x	x
	geen verontreiniging door het inbrengen van lucht				x	x	x
	geen temperatuurstijging v/h water		x	x			
STROOMVERBRUIK	niet groter dan strikt nodig		x				
	iets groter dan strikt nodig				x		
DRUK	gelijkmatig		x				
	geringe wijziging in druk vóór tappunten mogelijk			x	x	x	
	geen drukstoten door in- en uitschakelen pomp		x				x
DIVERSEN	vergt weinig plaatsruimte				x	x	x
	geen kans op lucht in binnenleiding		x		x	x	x
	geen kans op explosie		x		x	x	x
	gering onderhoud		x		x	x	x
	langdurige onderbreking watertoevoer mogelijk		x				
	geen inrichting nodig v/h inbrengen van lucht		x				
GESCHIKT VOOR	installaties met ononderbroken waterafname (ziekenhuis)		x	x	x	x	x
	installaties met kortstondig onderbroken waterafname (woongebouw)		x	x	x	x	x
	installaties met landurig onderbroken waterafname (school-kantoor)		x	x	x	x	x

Afb. 22.

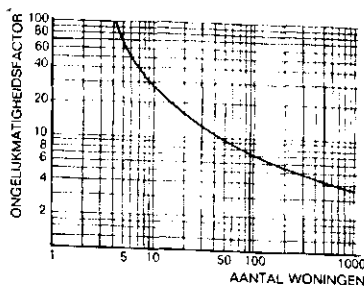
het nadeel, dat zij veel gevoeliger zijn voor een sterk wisselende voordruk. Daar, waar deze optreden, zullen dan ook speciale voorzieningen moeten worden getroffen.

In gebouwen waar langdurige onderbrekingen in de waterafname optreden zijn drukverhogingsinrichtingen met continu draaiende pompen minder op hun plaats.

Behalve voor de installatie met rubber cellen waren de stroomkosten voor de moderne installaties gemiddeld 3 x zo hoog als voor de drukkettelinstallaties. Hierbij moet ook nog in beschouwing worden genomen dat de drukkettelinstallaties met betrekking tot de in de gebouwen optredende verbruiken aan de ruime kant

waren en dat de proefinstallaties nauwkeurig aan die verbruiken waren aangepast. Dit laatste moet ook in beschou-

Afb. 23.



wing worden genomen bij het vergelijken in de aanschaffingskosten.

Ten slotte, de hier vermelde ervaringen en conclusies hebben betrekking op een zeer gering aantal en uitsluitend in woongebouwen geplaatste installaties. Ze hebben dan ook niet meer dan een oriënterende betekenis. Om met meer kennis van zaken een oordeel te kunnen uitspreken, dient over een ruimere ervaring te worden beschikt. Ongetwijfeld zal men elders in den lande ook met moderne drukverhogingsinstallaties in aanraking zijn gekomen. Het ware toe te juichen indien de daarmee opgedane ervaringen eveneens bekendheid zouden verkrijgen.

De bij de Duinwaterleiding van 's-Gravenhage, voor woongebouwen toegepaste methode voor het bepalen van de theoretische Q-H lijnen van pompen en de grootte van drukkettels

Nadrukkelijk wordt nog eens gesteld dat het hier gaat om een Haagse methode, omdat de basisgegevens berusten op in het Haagse gebied verrichte metingen.

Volgens de AVWI 1960 is het grootste verbruik per uur uitgangspunt voor de bepaling van pompcapaciteit en grootte van drukkettels. Zijn de waarden van de in- en uitschakeldruk vastgesteld, waarbij eveneens volgens die AVWI, het verschil daartussen niet groter mag zijn dan 2 atmosfeer, dan is met behulp van de wet van Boyle, de luchthoud bij de inschakeldruk te berekenen. Met een aanname van de grootte van de reserveinhoud, waarvoor waarden worden gehanteerd, die liggen tussen de 10 en 20 %, is op vrij eenvoudige wijze de grootte van een drukkettel te bepalen. Wel moet het grootste verbruik per uur bekend zijn.

Deze berekeningswijze voert voor grotere woongebouwen tot veel ruimte vergende, dure drukkettels. Gaat men aan zo'n in bedrijf zijnde installatie na hoe vaak de pomp inschakelt, dan blijkt dit maar zelden meer te bedragen dan 2 x per uur. Voert men het aantal schakelingen per uur op, dan kan de nuttige inhoud kleiner worden en wordt ook de totale ketelinhoud kleiner.

Ir. Wijntjes heeft in zijn in nr. 5 van de jaargang 1971 van H₂O gepubliceerd artikel „Drukverhogingsinstallaties in gebouwen” dit onderwerp uitvoerig behandeld. Hij heeft daarin aangetoond, dat niet het grootste verbruik per uur doch de maximale kortstondige onttrekking, de z.g. piekonttrekking basis moet zijn voor de berekening van een drukverhogingsinstallatie. Hoe voor de gemeente 's-Gravenhage tot een gefundeerde raming van de grootte van die piekonttrekking kan worden gekomen is eveneens door hem in dat artikel aangegeven. Doordat de DWL reeds gedurende vele jaren voortdurend in woongebouwen met uiteenlopende aantallen woningen,

met behulp van registrerende watermeters verbruiksmetingen verricht, zijn vele gegevens over die piekonttrekkingen en hun relatie tot het aantal woningen bekend.

Een hanteerbaar uitgangspunt bij het ramen van verbruiken in woongebouwen is het gemiddelde verbruik per woning per etmaal. De DWL heeft deze waarden vastgesteld op grond van de visie die men heeft op het waterverbruik in het jaar 2000. De door Den Haag gehanteerde waarden zijn neergelegd in onderstaande tabel. De waarden zijn gegeven in liters.

Sanitaire voorzieningen	Aantal kamers per woning				
	1	2	3	4	5
douche	150	250	350	400	500
bad	200	300	400	500	600
centrale warmwatervoorziening	300	400	500	600	700

Met behulp van deze waarden kan nu voor een gebouw met x aantal woningen het gemiddelde verbruik per etmaal voor het gehele gebouw worden bepaald. Door deze waarde te delen door 24 wordt het gemiddelde verbruik per uur verkregen. Wordt nu de piekonttrekking gedeeld door het gemiddelde verbruik per uur, dan wordt een getal verkregen dat de ongelijkmatigheid ten opzichte van het gemiddelde verbruik per uur weergeeft. Dit getal wordt ongelijkmatigheidsfactor genoemd.

Worden de voor de verschillende woongebouwen, op grond van metingen vastgestelde ongelijkmatigheidsfactoren uitgezet in afhankelijkheid van de zich in die gebouwen bevindende aantallen woningen, dan wordt een lijn verkregen, die in afb. 23 is weergegeven. Het is een empirisch bepaalde lijn, geldend voor Haagse woongebouwen. Om te kunnen beoordelen of deze lijn ook voor andere voorzieningsgebieden kan worden gehanteerd, moeten eerst gegevens uit die gebieden bekend zijn.

Na deze uiteenzetting over het hoe en waarom van de uitgangspunten, te weten het gemiddelde verbruik per woning per etmaal en de ongelijkmatigheidsfactor, kan het beste aan de hand van een concreet voorbeeld de verdere gang van zaken worden nagegaan.

Als voorbeeld zal worden genomen, een woongebouw met 5 stuks 1 kamerwoningen, 10 stuks 2 kamerwoningen, 25 stuks 3 kamerwoningen en 10 stuks 4 kamerwoningen, in totaal dus 50 woningen. Iedere woning bevat een douche.

Gesteld is dat in punt B (zie afb. 24) de druk niet beneden de 13 mwk mag dalen. Dit in verband met de nog daarna optredende drukverliezen en de benodigde voordruk voor de tappunten. Punt B ligt op 24 m boven het hart van de pomp.

Bij de piekonttrekking wordt het drukverlies tussen A en B geraamd op 3 mwk en tussen H en A op 8 mwk.

Eenvoudigshalve wordt aangenomen dat bij H een gelijkmatige druk heerst van 25 mwk ten opzichte van het hart van de pomp.

In de grafiek kan nu reeds worden aangegeven wat de laagste druk moet zijn, die na de pompen mag worden toegelaten. Deze bedraagt $24 + 3 + 13 = 40$ mwk boven het hart van de pomp (in afb. 25 aangegeven met Pmin.).

Voor het bepalen van de opbrengst van de pomp bij deze druk moet eerst het gemiddelde verbruik per etmaal worden vastgesteld. Daartoe wordt gebruik gemaakt van de hiervoren vermelde tabel. Volgens de daarin vermelde waarden moet worden uitgegaan van een gemiddeld verbruik per etmaal van:

$5 \times 150 = 750$ l
$10 \times 250 = 2500$ l
$25 \times 350 = 8750$ l
$10 \times 400 = 4000$ l
totaal 16000 l

Het gemiddelde verbruik per uur wordt

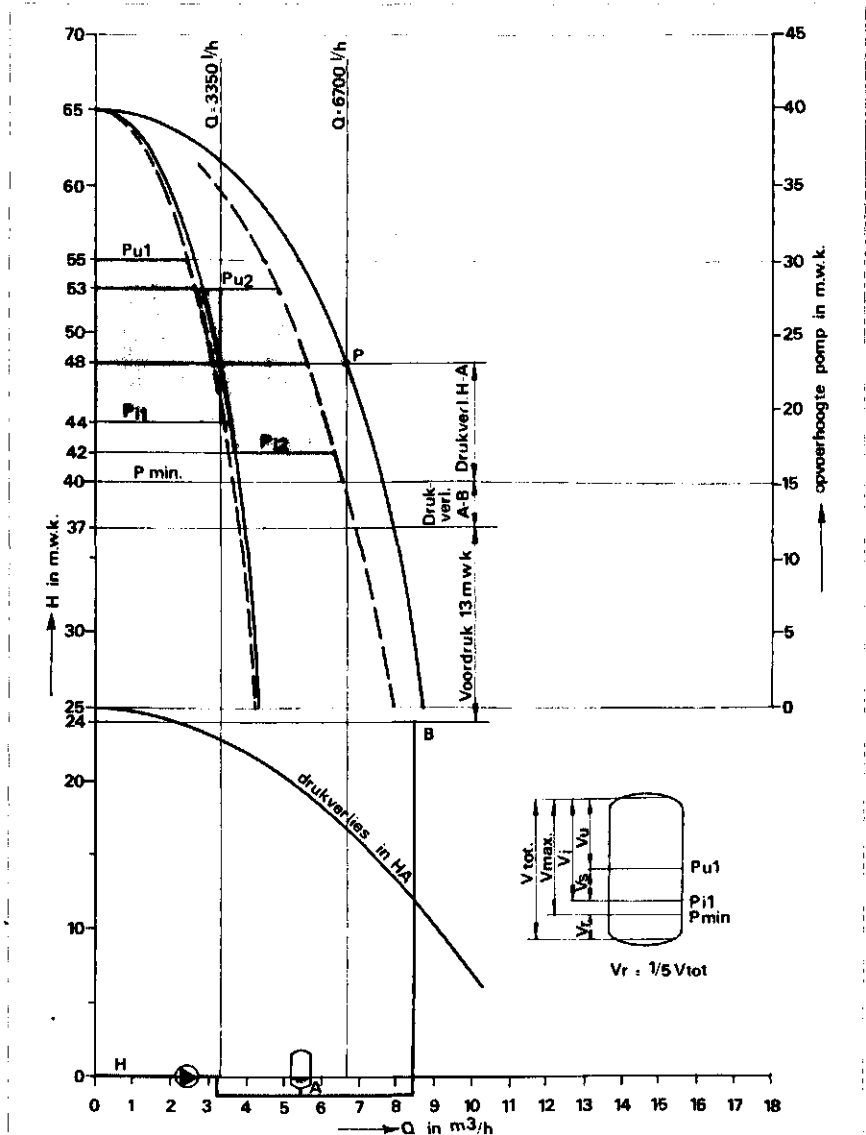
$$\text{dan: } \frac{16000}{24} = \approx 666 \text{ l.}$$

Met behulp van de ongelijkmatigheidskromme van afb. 23 wordt de ongelijkmatigheidsfactor voor 50 woningen bepaald. Deze bedraagt ≈ 10 . Als piekonttrekking is dus te verwachten $10 \times 666 = \approx 6700$ l/h.

Bij een opbrengst van 6700 l/h zetten we in de grafiek het drukverlies in H/A (8 mwk) op de lijn, aangegeven met Pmin. naar boven toe uit. Dit punt ligt derhalve $40 + 8 = 48$ m boven hart pomp; in de grafiek aangegeven met punt P. Dit punt bepaalt de opvoerhoogte van de pomp of pompen bij de piekonttrekking.

Nu zal eerst worden nagegaan hoe de theoretische Q-H lijn van de pomp er uit moet zien indien in het gebouw een drukkettelinstallatie met één pomp + reserve pomp wordt opgesteld.

Afb. 24.



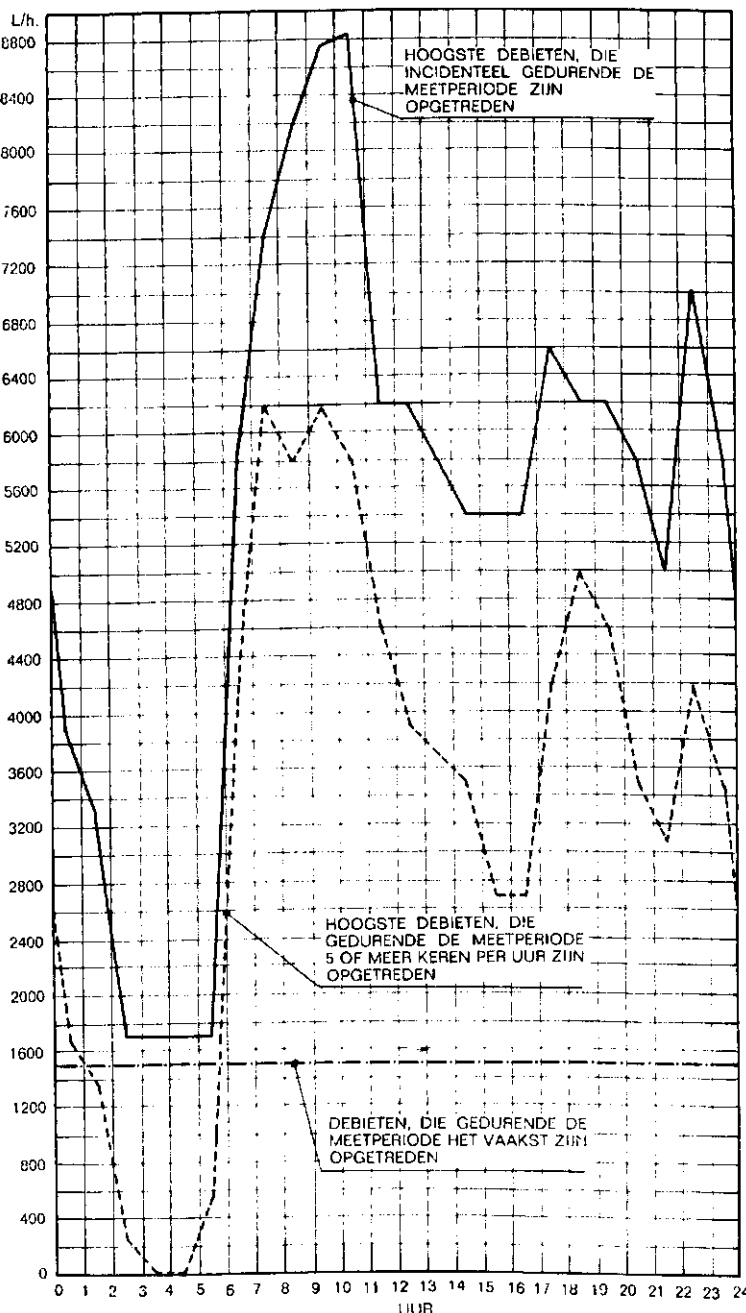
Als gesteld wordt dat het verschil tussen hoogste en laagste druk in de binnenleiding niet meer mag bedragen dan 15 mwk, dan kan ook de lijn die de uitschakeldruk aangeeft in de grafiek worden aangegeven. Deze komt dan te liggen op $40 + 15 = 55$ m boven hart pomp.

De top van de grafiek moet hoger liggen dan de uitschakeldruk. Wordt daarvoor 10 mwk gesteld, dan moet de opvoerhoogte van de pomp bij nullast liggen bij het punt dat in de afbeelding is aangegeven met 65. Door dit punt P kan nu een kromme worden getekend. De pomp die een Q-H lijn bezit die overeenkomt met de getekende kromme

zal aan de aan de drukverhogingsinstallatie gestelde eisen voldoen. In die installatie moeten dan 2 pompen van dit formaat worden opgesteld. De installatie is dan gebaseerd op een onttrekking die maar hoogst zelden zal optreden.

Afb. 25 illustreert dat piekonttrekkingen sporadisch voorkomen. De laagste lijn in die afbeelding — de streepstijlijn — geeft de debieten die in het gebouw waarop deze onttrekkingen betrekking hebben, het vaakst zijn opgetreden; de streeplijn geeft de hoogste debieten, die tenminste 5 x per uur zijn opgetreden en de getrokken lijn geeft de hoogste debieten, die gedurende de meetperiode (± 2 maanden)

Afb. 25.



den) incidenteel zijn opgetreden, d.w.z. 1 of 2 maal.

De heer Wijntjes heeft in zijn reeds aangehaalde artikel gewezen op de aantrekkelijkheid om het benodigde vermogen over meerdere pompen te verdelen. Ten eerste is de kans op drukstoten bij het in- en uitschakelen van de pompen geringer omdat het volle vermogen trapsgewijze wordt verkregen, respectievelijk wordt uitgeschakeld. Verder zal het stroomverbruik geringer zijn omdat meestentijds met een kleine pomp wordt gewerkt en ten slotte zal ook een eventuele drukketer kleiner kunnen zijn.

Wordt overgegaan tot een verdeling van het benodigde vermogen over meerdere pompen, dan moet de opbrengst van die pompen zodanig worden gekozen, dat bij uitvallen van één pomp, de overige pompen het vereiste vermogen nog kunnen leveren. Om dan niet genoodzaakt te zijn om meer dan één reservepomp te moeten opstellen, komt men tot het toepassen van gelijkwaardige pompen. Bij opstelling van b.v. 4 gelijkwaardige pompen moet iedere pomp 1/3 van het volle vermogen kunnen leveren en bij opstelling van 3 pompen wordt dit de helft. Het onderhavige voorbeeld leent zich voor het toepassen van 3 pompen. De theoretische Q-H lijn van één pomp laat zich nu eenvoudig construeren door de opbrengst bij de met P gemerkte opvoerhoogte te halveren en door het aldus gevonden punt een nieuwe kromme te trekken.

Rest nu nog te bepalen, wanneer beide pompen moeten worden ingeschakeld en uitgeschakeld.

Om er zeker van te zijn dat de laagst toegestane druk niet wordt onderschreden, wordt de inschakeldruk 2 mwk hoger gekozen dan P_{min} . In dit geval dus $40 + 2 = 42$ mwk boven hart pomp. De inschakeldruk van de eerste pomp wordt weer 2 mwk hoger gekozen, dus op 44 mwk boven hart pomp. De uitschakeldruk van de eerste pomp was reeds bepaald op 55 mwk boven hart pomp; de uitschakeldruk van de tweede pomp komt dan op 53 mwk. Het verschil van telkens 2 mwk blijkt een in de praktijk haalbare waarde te zijn.

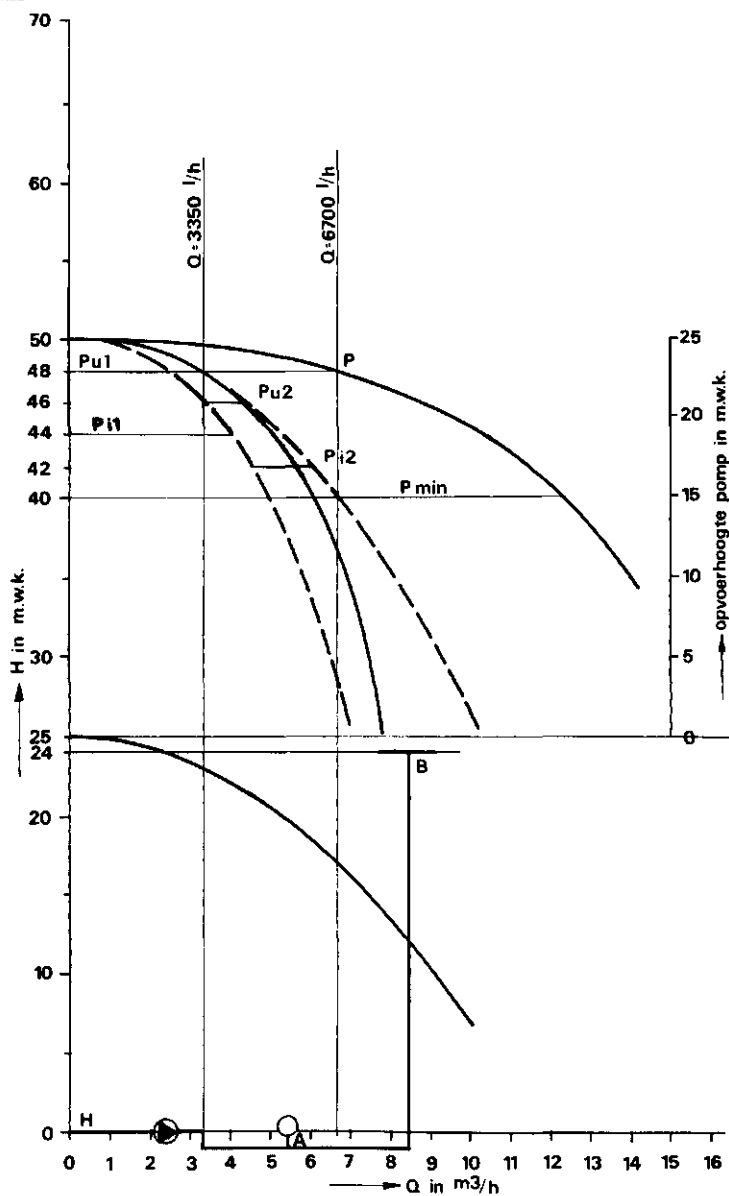
Voor een drukketerinstallatie zijn nu van de pompen alle bijzonderheden bepaald. Volgt nu nog de grootte van de drukketer.

Uitgegaan wordt van een aantal schakelingen per uur van 10 ($S = 10$). Overeenkomstig de daarvoor in het Handboek voor het Waterleidingvak, deel 4 gegeven formule is de nuttige inhoud of

$$\text{schakelinhoud } V_s = \frac{Q_{\text{pomp}}}{4 \times S}; \text{ voor het}$$

$$\text{voorbeeld dus } \frac{3350}{40} = \approx 85 \text{ l.}$$

Met toepassing van de wet van Boyle wordt het luchtvolume bij de inschakeldruk van de eerste pomp bepaald:



Afb. 25.

$54 \times V_i = 65 \times (V_i - 85)$. $V_i \approx 370$ l.
 Voor de letteraanduiding zie afb. 24.
 Langs dezelfde weg wordt het luchtvolume bij de laagst toegestane druk bepaald.

$50 \times V_{\max} = 54 \times 370$; $V_{\max} \approx 400$ l.
 Wordt een reserveinhoud van 20 % van de totale ketelinhoud genomen, dan wordt de totale ketelinhoud ≈ 500 l.
 Hiermede zijn de criteria voor de drukketelinstallatie vastgelegd.

Zou in plaats van een drukketelinstallatie een pompinstallatie met membraanvaatje moeten worden opgesteld, dan verloopt de berekening als volgt.

Uitgangspunten zijn weer: de laagst in de installatie toegelaten druk en de opvoerhoogte van de pomp bij de piekonttrekking.

In het eerste deel van deze causerie is reeds medegedeeld dat snelle, grote drukwisselingen op de verbruikers een hinderlijke uitwerking kunnen hebben en dat die hinder verholpen kan worden door de drukwisselingen te beperken tot ± 10 m.w.k. Daarvan uitgaande mag de opvoerhoogte van de pomp bij nullast niet meer bedragen dan 10 m.w.k. boven de laagst in de installatie toegelaten druk. In het voorbeeld (zie afb. 26) 50 m.w.k. boven hart pomp.

Na vaststelling van punt P, kan er weer een Q-H lijn worden getekend van de pomp, die de totale opbrengst moet kunnen leveren, alsmede bij opstelling van 3 pompen, de Q-H lijn van 1 pomp. De inschakeldrukken van de pompen kunnen gelijk zijn aan die van de drukketelinstallatie dus 42 en 44 m.w.k. boven hart pomp.

De uitschakeldruk van de 1e pomp moet lager liggen dan de top van de grafiek. Deze kan op 48 m.w.k. worden ingesteld. Wanneer de uitschakeldruk van de 2e pomp weer 2 m lager wordt afgesteld, dan zijn ook de criteria voor deze pompinstallatie vastgelegd.

Uit de tekening blijkt duidelijk dat bij de gestelde voorwaarden, de keuze van het pomptype veel kritischer dient te geschieden, dan bij een drukketelinstallatie. Ook de drukverliezen in de installatie zijn aan nauwere grenzen gebonden. Het drukverlies in zuig- en persleiding tot het membraanvaatje b.v. moet beneden de 10 m.w.k. blijven.

Verder zullen grote drukverschillen in de hoofdleiding eveneens de goede werking kunnen verstoren. Stijging van de druk vergroot het verschil tussen laagst toegelaten druk en de druk bij nullast van de pomp. Daling van de druk leidt tot het niet uitschakelen van de pomp. Mogelijk is, de inschakeldruk van de 2e pomp gelijk te houden met Pmin. Daarmede kunnen echter hoogstens 2 m.w.k. worden gewonnen.

Aan bovengenoemde bezwaren kan tegemoet worden gekomen door pompen te kiezen met een grotere opvoerhoogte. Dan moet echter direct achter het membraanvaatje in de binnenleiding een drukverminderingstoestel worden aangebracht. Wil men de bezwaren van een drukverminderingstoestel vermijden dan kan men de pompen uit een reservoir laten zuigen. Het voordeel van een gesloten systeem is dan echter te niet gedaan.

Zou voor het gebouw van ons voorbeeld, de keuze zijn gevallen op een pompinstallatie met constant toerental continu draaiende pomp, dan is in dit geval de beste keuze om één pomp op te stellen, die in staat is om de maximale onttekening te kunnen leveren. De Q-H lijn van die pomp moet dan in ieder geval weer door punt P gaan, terwijl de top van de grafiek maar weinig hoger moet liggen dan punt P. Een pomp dus met een vlakke Q-H lijn (zie afb. 27).

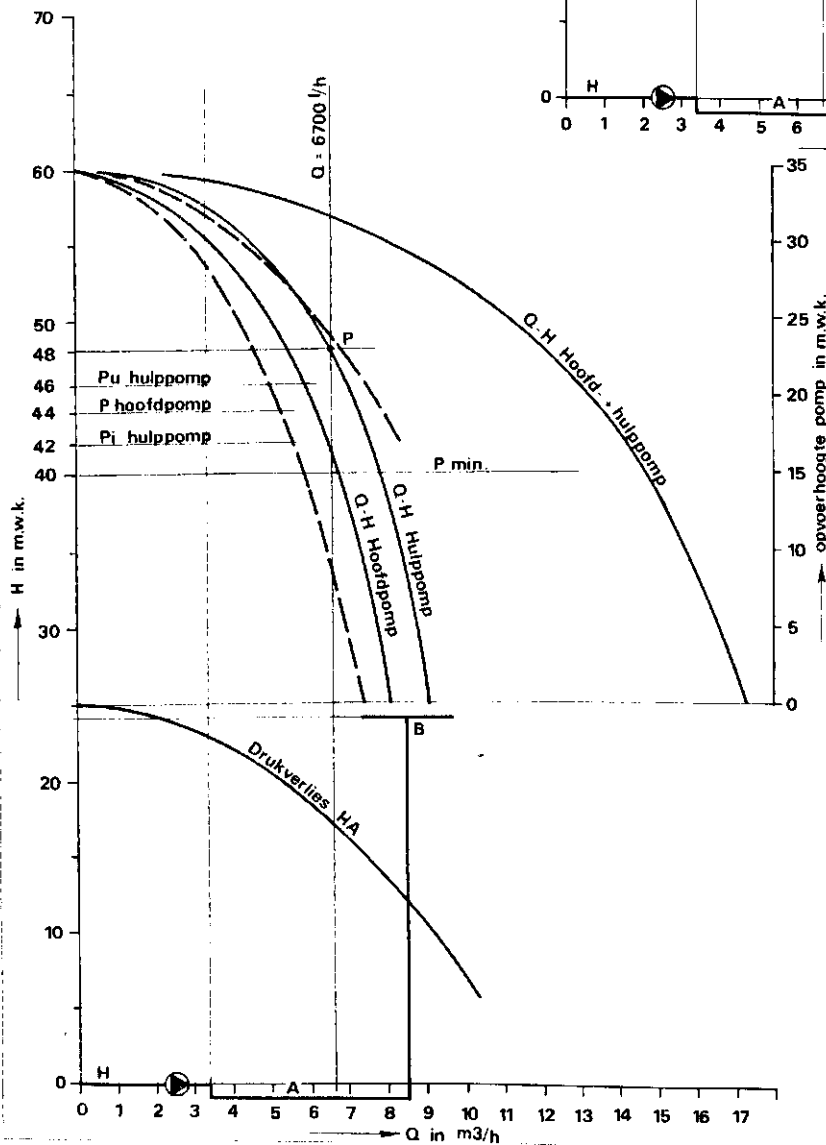
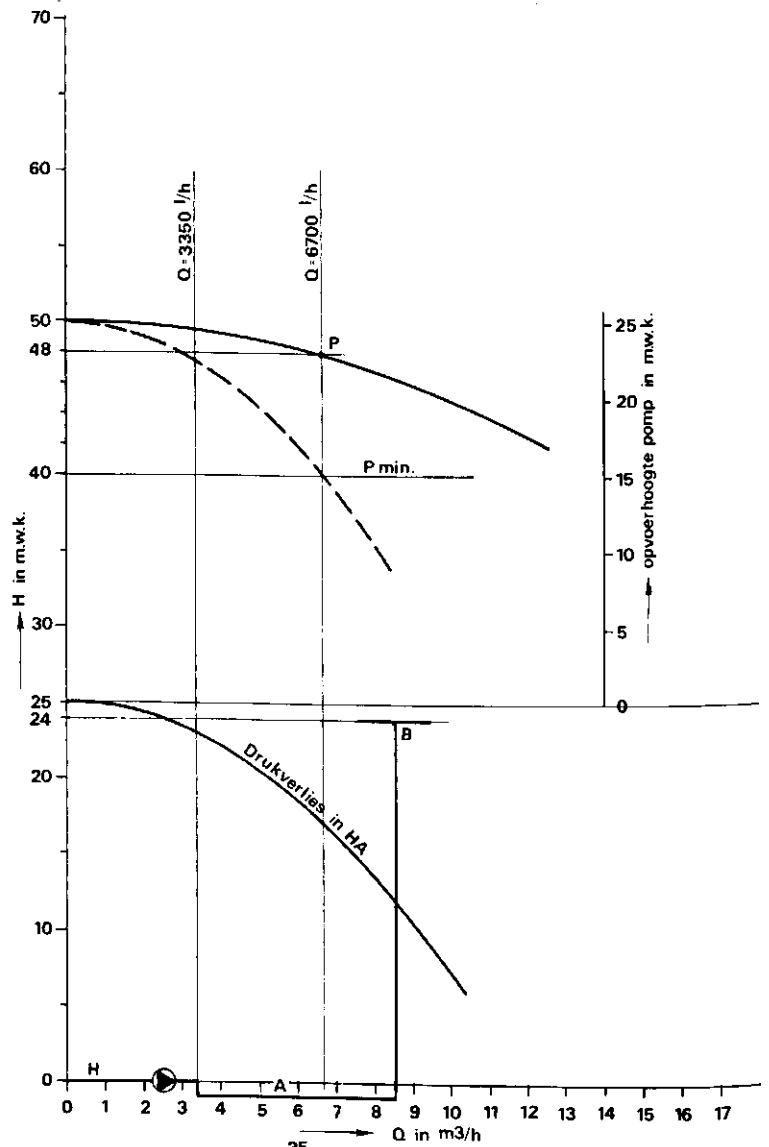
Zou een continu draaiende pomp met variabel toerental worden opgesteld, dan kan daarover het volgende worden opgemerkt.

Met de voorwaarde, dat bij uitvallen van 1 pomp de hulppomp het volle vermogen moet kunnen leveren, zouden hoofdpomp en hulppomp ook hier gelijkwaardig moeten zijn. Dit zou echter inhouden dat de hulppomp nooit zou draaien. In dit geval is het dan ook verstandiger om de opbrengst van de hoofdpomp iets kleiner te nemen dan de piekonttrekking en de opbrengst van de hulppomp gelijk te houden aan de piekonttrekking.

Er moet wel op worden gelet dat de opvoerhoogte van de hulppomp bij nullast niet te hoog wordt genomen om te voorkomen dat in de binnenleiding te hoge drukken optreden. In afb. 28 zijn de QH lijnen van de op te stellen pompen getekend.

Behalve voor woongebouwen zijn ook drukverhogingsinstallaties nodig voor kantoren, bejaardencentra, verzorgingshuizen e.a. Van al deze gebouwen zijn wel totaalverbruiken bekend, die als basis kunnen dienen voor het ramen van het gemiddelde verbruik per uur voor nieuwe projecten. Wanneer nu is te verwachten dat de ongelijkmatigheid in het verbruik in zo'n nieuw project niet sterk zal afwijken van de ongelijkmatigheid in woongebouwen, dan kan het geraamde gemiddelde verbruik worden gedeeld door het gemiddelde verbruik per woning (bijv. 350 l). Men heeft dan het aantal woningen verkregen, waarvan het verbruikspatroom overeenstemt met dat van het nieuwe object. Met behulp van de ongelijkmatigheidskromme voor wonin-

Afb. 27.



gen is dan met een grote mate van waarschijnlijkheid de piekontrekking te bepalen. Grote voorzichtigheid is hier echter wel geboden en geval voor geval zal zorgvuldig moeten worden gewogen.

Tot slot nog een opwekking. Het zou zowel voor de inspecties van de waterleidingbedrijven als voor de fabrikanten van drukverhogingsinstallaties een ideale toestand zijn indien in het gehele land een uniforme wijze van berekening van die installaties werd toegepast. Om daartoe te geraken zou meer materiaal over verbruikspatronen in woongebouwen in den lande beschikbaar moeten zijn. Het is daarom wenselijk dat zoveel mogelijk bedrijven op uniforme wijze met registrerende apparatuur verbruiksmetingen gaan verrichten en dat de resultaten daarvan op een centraal punt worden verzameld alwaar dan een voor het gehele land geldend, gemiddeld verbruikspatroom wordt samengesteld.

Afb. 28.