

N.V. Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen
KIWA

VOORLOPIGE RICHTLIJNEN
VOOR HET INSTELLEN VAN EEN
ONDERZOEK NAAR LEKKEN BIJ
WATERLEIDINGBEDRIJVEN

MEDEDELING No. 1
VAN DE COMMISSIE WATERVERLIES

N.V. Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen
KIWA

VOORLOPIGE RICHTLIJNEN
VOOR HET INSTELLEN VAN EEN
ONDERZOEK NAAR LEKKEN BIJ
WATERLEIDINGBEDRIJVEN

MEDEDELING No. 1
VAN DE COMMISSIE WATERVERLIES

MOORMAN's PERIODIEKE PERS - DEN HAAG

es praktisch in allen Fällen für möglich, durch eine Analyse des Nachtverbrauchs einen ausreichenden Eindruck von der Grösse der Bruchverluste zu bekommen; hierbei wird unter Nachtverbrauch der stündliche Minimalverbrauch in Versorgungsgebiet zwischen 2 und 4 Uhr in die Erniedrigung des Niveaus im Turmreservoir während kann am einfachsten auf die Anzahl der Anschlüsse abgestellt werden. Zu einer Ueberprüfung des auf diese Weise festgestellten Nachtverbrauchs muss der wirkliche Nachtverbrauch analysiert werden. Zu diesem Zweck wird er aufgeteilt in Bruchverlust in Haupt-, Dienst- und Innenleitungen. Sofern aus den Berechnungen, die unter Zuhilfenahme der auf die angegebene Weise ermittelten Ergebnisse aufgestellt worden sind, sich die Feststellung ergibt, dass ein nennenswerter, aussergewöhnlicher Bruchverlust vorliegt, muss anhand von Kostenrechnungen untersucht werden, ob es wirtschaftlich verantwortet werden kann, eine Untersuchung auf evtl. vorliegende Leckagen durchzuführen. Die Kommission gibt im weiteren Verlauf ein Schema für die Durchführung einer derartigen Bruchuntersuchung. Es folgen umfangreiche Ausführungen über die Feststellung von Sonderbrüchen, die einen grossen Nachtverbrauch verursachen, und über die beste Arbeitsweise zur Bruchfeststellung.

Sobald der Nachtverbrauch auf eine tragbare Höhe zurückgeführt worden ist, muss sein weiteres Verhalten genau überprüft werden. Dies kann in den meisten Fällen leicht in der Weise vorgenommen werden, dass man die Erniedrigung des Niveaus im Turmreservoir während der Nachtstunden entweder anhand von Diagrammen oder unmittelbar aufgrund von Messungen untersucht; bei Verteilungsbetrieben dagegen muss der Nachtverbrauch aus der Ablesung des Hauptwasserzählers bestimmt werden.

Januari 1951.

Algemene beschouwingen.

Tot nu toe wordt wel aangenomen, dat een zg. „lekverlies”, dat niet groter is dan 10 % van de afgeleverde waterhoeveelheid, voor een waterleidingbedrijf normaal kan worden genoemd.

Bij bedrijven, die het water volgens een metertarief leveren, kan dit „lekverlies” worden bepaald door de over een bepaalde, niet te korte periode — bijv. één jaar — in het leidingnet gebrachte hoeveelheid water te verminderen met de som van de aan de verbruikers over de gezamenlijke huiswatermeters afgeleverde hoeveelheid water, waarbij nog moet worden opgeteld het voor brandblusdoeleinden, spuien van het leidingnet, enz. gebruikte water.

In het verschil, dat kortweg wel „lekverlies” wordt genoemd, zijn echter mede begrepen de miswijzingen van de hoofdwatmeters en het gemiddelde van de miswijzingen van alle huiswatermeters. De commissie heeft voorlopig de indruk, dat de gemiddelde aanwijzing van alle huiswatermeters tezamen gesteld mag worden op ten hoogste 97 % van de in werkelijkheid doorgestroomde hoeveelheid water. Omtrent de miswijzing van de hoofdwatmeters is het bezwaarlijk een cijfer te noemen. Wel kan worden opgemerkt, dat de hoofdmeters bij vele bedrijven een te lange looptijd hebben. Onder die omstandigheden is bij venturimeters, door aangroeiing van de keel van de venturibuis, een positieve miswijzing te verwachten; Woltmannmeters daarentegen zullen op de duur een negatieve miswijzing gaan vertonen.

Bij bedrijven, die het water niet over een watermeter leveren, is het uiteraard niet mogelijk om op de bovengeschreven wijze een uitspraak te doen omtrent de grootte van het „lekverlies”. In sommige gevallen wordt op grond van de in de leveringsvoorwaarden genoemde toegestane verbruiken de grootte van het toelaatbare verbruik bepaald. In andere gevallen wordt uitgegaan van een door de directie bij wijze van oriëntering bepaald waterverbruik. Het verschil tussen de in het leidingnet gebrachte hoeveelheid water en deze „toegestane” verbruiken geeft echter niet alleen het lekverlies aan, maar sluit tevens de verkwisting in. Een indruk omtrent de grootte van het lekverlies geeft dit verschil derhalve niet.

Het is echter in vrijwel alle gevallen mogelijk om een goede indruk te krijgen van de grootte van het lekverlies door een analyse van het nachtverbruik. Onder nachtverbruik wordt hier verstaan het minimale verbruik per uur in het voorzieningsgebied, bijv. tussen 2 en 4 uur des nachts. Het nachtverbruik kan bij de meeste waterleidingbedrijven gemakkelijk worden bepaald, bijv. uit de

daling van het niveau in de watertoren. Wordt dit verbruik gemeten met behulp van hoofdwatmeters dan dient er op te worden gelet, dat deze meters in het gebied waarin zij alsdan aanwijzen, voldoende nauwkeurig zijn.

Indien het nachtverbruik bekend is, dient dit nader te worden geanalyseerd. Onder normale omstandigheden is het nachtverbruik van een aantal factoren afhankelijk, die bij de onderscheidenlijke bedrijven op een geheel verschillend niveau kunnen liggen.

Elijkens ervaring zijn deze factoren o.m.:

1. de grond waarin de leidingen liggen;
2. de gemiddelde lengte (gemiddelde oppervlakte) van de hoofdleiding per aansluiting;
3. de gemiddelde lengte van de dienstleiding per aansluiting;
4. het aantal woningen per aansluiting (dienstleiding);
5. de wijze van levering (al of niet volgens metertarief);
6. de grootte van het normale verbruik;
7. de eventuele invloed van de industrie.

Bij de punten 2 en 3 is de toestand van het hoofd- en dienstleidingnet van veel belang.

Over de grootte van het normale verbruik kan worden opgemerkt, dat dit in de uren van 2 tot 4 minimaal is en soms tot nul nadert doch, blijkens ervaring, in de meeste gevallen van 0,05 tot 0,3 l per inwoner per uur bedraagt. Hieruit volgt overigens dat het niet mogelijk is om een voor alle bedrijven gelijk toelaatbaar nachtverbruik vast te stellen.

Het eenvoudigst is nog het toelaatbare nachtverbruik te baseren op het aantal aangesloten. Blijkens ervaring kan het toelaatbare nachtverbruik van volledig bemeterde stedelijke bedrijven, waar de ondergrond redelijk goed is en elke woning afzonderlijk aan het hoofdleidingnet is aangesloten, gesteld worden op ca. 0,5 l per inwoner per uur.

In dit bedrag zijn derhalve begrepen:

het werkelijke lekverlies in hoofd- en dienstleidingen, het werkelijke lekverlies — al of niet door watmeters aangewezen — in de binnenleidingen en een normaal verbruik dat bij deze bedrijven nadert tot 0,1 l/inw/h.

Bij de bemeterde bedrijven blijkt, dat het vorenbedoelde z.g. „lekverlies” de traditionele grootte van ca. 10 % heeft.

Bij stedelijke bedrijven, die het water zonder watermeter leveren, waar derhalve meestal ook niet elke woning en zelfs niet elk perceel afzonderlijk is aangesloten, kan het toelaatbare nachtverbruik bij een redelijk goede ondergrond gesteld worden op ca 1 l/inw/h en bij een wat minder goede grond op gemiddeld 1,5 l/inw/h.

admissible est de se baser sur le nombre d'abonnés. Pour pouvoir contrôler la consommation de nuit ainsi déterminée, il faut analyser la consommation de nuit réelle; dans ce but, on distingue les pertes par fuites dans les conduitesmaîtresses, dans les branchements extérieurs et enfin dans les branchements intérieurs. S'il ressort des calculs établis au moyen des données ainsi obtenues, qu'il existe une importante perte due à des fuites, il y a lieu d'examiner, sur la base des estimations de dépenses, si des travaux de recherche de ces fuites se justifient au point de vue économique. La Commission indique ensuite schématiquement comment on procèdera à ces travaux. La recherche de fuites d'importance provoquant une forte consommation de nuit, est traitée longuement, ainsi que les meilleures méthodes pour procéder à la recherche de fuites.

Quand la consommation de nuit aura été ramenée à un volume acceptable, on continuera à la surveiller minutieusement. Le meilleur moyen est généralement d'étudier la baisse du niveau dans le château, d'eau pendant les heures de nuit, soit au moyen de diagrammes, soit directement au moyen de mesurages. Dans les installations de distribution, la consommation de nuit sera indiquée par le compteur principal.

Zusammenfassung.

Die Hauptaufgabe der Commissie Waterverlies (COWA), die gegen Jahresende 1949 eingesetzt wurde, besteht vorerst darin, Arbeitsverfahren zur Feststellung von Leckagen in Haupt-, Dienst- und Innenleitungen aufzustellen, und die Frage zu klären, welche von den bekannten Einrichtungen zur Feststellung von Leckagen die zweckmässigste ist. Die Kommission begann ihre Tätigkeit mit der Aufstellung von Richtlinien für die Durchführung einer Untersuchung auf Leckagen in Haupt-, Dienst- und Innenleitungen von Wasserleitungsbetrieben, und zwar getrennt nach Betrieben, die das Wasser über Wasserzähler abgeben oder nicht. Wenn auch diese Richtlinien noch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben können, und mit zunehmender Erfahrung der Kommission unter Umständen vervollständigt oder abgeändert werden sollen, wird es doch als angebracht angesehen, sie bereits jetzt zu veröffentlichen.

Die Richtlinien beginnen mit einigen allgemeinen Betrachtungen über Bruchverluste, wobei ein Unterschied gemacht wird, jenachdem die Betriebe das Wasser über Wasserzähler abgeben oder nicht. Die Kommission hält

consumption calculated in this way, the real night consumption should be analysed, by dividing it into loss due to leakage in mains, in service lines and in domestic plumbings. If the calculations based on the data obtained in this way show that a considerable extra loss exists, it will be necessary to determine whether the cost of labour involved is economically justified. The committee gives an outline for such an inquiry. Much attention is given to the detection of extra leakages which cause a high night consumption and to the best method for tracing leakages.

If the night consumption is reduced to an admissible figure its course should be closely followed. This can often best be done by studying the fall of the reservoir level in the tower during the night hours. This may be effected either with the help of graphs or by direct measurement, whereas in bulk water supplies the night consumption must be determined by the principal water meter.

Résumé.

La Commission „Pertes d'Eau" (COWA), qui fut instituée fin 1949, s'occupera pour le moment principalement d'établir des méthodes permettant de déceler les fuites dans les conduitesmaîtresses, dans les branchements extérieurs et dans les branchements intérieurs, et de déterminer quels sont, parmi les appareils actuellement employés pour la recherche des fuites, ceux qui conviennent le mieux à cet usage.

L'une des premières activités de la Commission a été la rédaction de directives pour procéder au travail de recherche des fuites dans les conduitesmaîtresses, dans les branchements extérieurs et dans les branchements intérieurs des exploitations de services d'eau. Bien que ces directives ne puissent pas encore être considérées comme complètes - elles seront probablement complétées ou modifiées à mesure que la Commission acquerra plus d'expérience - la Commission a cependant jugé utile de les publier.

Les directives débutent par quelques considérations générales relatives aux fuites, une distinction étant faite entre les services qui fournissent l'eau par compteur, et ceux qui la fournissent sans compteur. La Commission estime que, dans la plupart des cas, une étude de la consommation de nuit, c.-à-d. de la plus faible consommation par heure dans la région desservie entre 2 et 4 heures du matin, permet d'obtenir une idée adéquate de l'importance des pertes causées par des fuites. La façon la plus simple d'établir la consommation de nuit

De indruk bestaat dat bij de onbemeterde bedrijven in het bijzonder het lekverlies in binnenleidingen groter is dan bij de bemeterde bedrijven en dat onder bepaalde omstandigheden tevens het normale verbruik groter kan zijn.

Bij het bovenstaande is aangenomen, dat de druk in het voorzieningsgebied ca 25 mWK boven straatpeil bedraagt en dat enkele zg. nachtbedrijven, bv. ziekenhuizen, aanwezig zijn.

Uitgaande van het bovenstaande kan het volgende worden opgemerkt.

Stel het aantal aangesloten inwoners n en het totale gemeten nachtverbruik $N \text{ m}^3/\text{h}$ dan is het nachtverbruik

$$\frac{N}{n} \text{ m}^3/\text{inw}/\text{h} \text{ of } \frac{1000 N}{n} \text{ l}/\text{inw}/\text{h}.$$

Het totale toelaatbare nachtverbruik kan bij bemeterde bedrijven, indien er geen extra lekverlies is, gesteld worden op $\frac{0,5 n}{1000} \text{ m}^3/\text{h}$; bij gedeeltelijk bemeterde bedrijven kan de waarde van het toelaatbare gemiddelde nachtverbruik worden berekend uit de verhouding van het aantal „niet-bemeterde" woningen tot het aantal „bemeterde".

Het extra lekverlies bedraagt bij volledig bemeterde bedrijven bij een nachtverbruik van $N \text{ m}^3/\text{h}$ van het gehele voorzieningsgebied:

$$\left(N - \frac{0,5 n}{1000}\right) \text{ m}^3/\text{h}$$

en per jaar

$$8760 \left(N - \frac{0,5 n}{1000}\right) \text{ m}^3.$$

Indien het totale jaarverbruik $T \text{ m}^3$ bedraagt, is het extra lekverlies

$$\frac{8760}{T} \left(N - \frac{0,5 n}{1000}\right) \times 100 \%$$

van het totale jaarverbruik.

Daar zoals reeds werd opgemerkt bij de hiervoren weergegeven berekening van het extra lekverlies is uitgegaan van ervaringscijfers van een beperkt aantal bedrijven, is het noodzakelijk de verschillende factoren, die van invloed zijn op de grootte van het waterverlies en de gegevens die hieromtrent inzicht kunnen geven, in beschouwing te nemen. Deze factoren en gegevens zijn o.m.:

1. het materiaal, de lengte, de diameters en de toestand van het hoofd- en dienstleidingnet, alsmede het type van de verbindingen;

2. het aantal breuken in de hoofd- en dienstleidingen en de lekken aan afsluiters en brandkranen, bijvoorbeeld per jaar;
3. het aantal aansluitingen met en zonder watermeter;
4. de kalibers, het soort en het fabrikaat van de gebruikte hoofd- en huiswatermeters en de toestand waarin de meters verkeren;
5. gegevens over periodiek onderzoek van dienst- en binnenleidingen;
6. het aantal en de uitvoering van „cross-connections”;
7. gegevens over periodiek en permanent spuien;
8. verbruik door de brandweer, fonteinen, enz.;
9. de druk in het hoofdleidingnet gedurende de nacht;
10. de grootte van het waterverbruik door de industrie in de nacht;
11. bijzondere invloeden op het nachtelijk verbruik.

Analyse van het nachtverbruik.

Om de hiervoren bepaalde grootte van het extra lekverlies, berekend aan de hand van het nachtverbruik per inwoner per uur te controleren, kan het nachtverbruik als volgt worden geanalyseerd.

1. Lekverlies in hoofdleidingen.

Aan de hand van gegevens betreffende het aantal breuken in de hoofdleidingen en het aantal lekke afsluiters en brandkranen kan, behoudens zeer bijzondere omstandigheden, een raming worden gemaakt omtrent de grootte van het waterverlies.

In weinig zettende en niet corrosieve ondergrond kan dit waterverlies blijkens ervaring praktisch worden verwaarloosd; in een aan zetting onderhevige grond bedraagt het in het algemeen niet meer dan enkele tienden l/inw/h.

Stel dit verlies m l/inw/h¹⁾, waarvan h l/inw/h als toelaatbaar wordt beschouwd.

2. Lekverlies in dienstleidingen.

Ir Van der Zanden¹⁾ heeft voor 's-Gravenhage berekend, dat de gemiddelde looptijd van lekken in loden dienstleidingen in goede zandgrond op rond 200 dagen kan worden gesteld en dat het gemiddelde lekverlies per leiding aldaar 50 l/h bedraagt.

Uit het onderzoek van een waterleidingbedrijf naar het gedrag van vóór 1935 gelegde zg. „geasfalteerde stalen leidingen” in veen- en kleigronden is gebleken, dat het gemiddelde lekverlies per stalen dienstleiding aldaar belangrijk groter is, vermoedelijk ten minste

1) Zie „Water” 1948 nos 22 en 23.

Aan het slot vorenstaand artikel is de aandacht gevestigd op het waterverlies door „cross-connections”.

Enige foutieve en goede voorbeelden van de verbinding tussen een eigen watervoorziening en de binnenleiding zijn daarbij in afb. 2 aangegeven.

Het komt mij voor dat de oplossing die aangeduid is met 4, ten onrechte als goed is gequalificeerd. Immers hoewel deze oplossing op het eerste gezicht juist schijnt, heeft ze geen praktische waarde, omdat de constructie niet dwingt de ene verbinding te onderbreken om de andere mogelijk te maken zoals b.v. bij oplossing 6. Men kan direct twee gelijke verbindingsstukken gereed maken en plaatsen, eventueel het tweede verbindingsstuk (in tekening gestippeld) aanbrengen nadat controle op de installatie plaats vond. In feite geeft oplossing 4 dus geen waarborg tegen het maken en in stand houden van een ongeoorloofde verbinding. Zij kan dus bezwaarlijk als goed worden aangemerkt.

A. de Vries, Leeuwarden.

Naschrift.

De bezwaren van de heer De Vries t.a.v. de juistheid van oplossing 4 kan de commissie als zodanig delen. In dat verband moet dan echter tevens de praktische waarde van oplossing 6 niet te hoog worden aangeslagen (aanbrengen van een broekstuk!).

Intussen is er naar de commissie is gebleken nog een „zeer goede oplossing” mogelijk, nl. die met behulp van een driewegkraan. Deze kraan dient van een uitstekende kwaliteit te zijn; in het bijzonder moeten de z.g. overlappen groot zijn (oplossing 7).

De volgorde van „slecht” naar „best” zou, mede gelet op het bovenstaande, kunnen zijn 1, 2, 3, 3a, 4, 6, 7, 5.

M. J. STOEL FEUERSTEIN
Voorzitter Commissie Waterverlies.

Summary.

The Committee Waste of Water (COWA) which was set up towards the end of 1949 will, for the time being attempt to establish methods for tracing leaks in mains, service lines and domestic plumbings and decide which of the existing apparatus are most suitable for this.

One of the first activities of the Committee was to lay down procedure for tracing these leaks. The Committee thought it advisable to publish their findings although these are as yet incomplete. These findings will be amplified or modified as the committee gains in experience.

Beginning with a few general observations on loss due to leakage, the Committee distinguishes between companies distributing water via meters and those who do not. The Committee is of the opinion that in practically all cases it is possible to get a good impression of the extent of the loss due to leakage by analysing the night consumption, by which is understood the minimum consumption per hour between 2 a.m. and 4 a.m. The admissible night consumption can most easily be based on the number of connections. In order to verify the night

bruiken. Gelet op de beginaanwijzing van de grotere meters zal een klein normaal verbruik echter niet altijd zekerheid geven omtrent de afwezigheid van lekken.

Niet bemeterde brandleidingen dienen nauwkeurig te worden gecontroleerd. In geval van twijfel moet in deze leidingen tijdelijk een watermeter, zo mogelijk een volumemeter, worden opgenomen.

Ad. 2. Cross-connections kunnen, blijkens ervaring, gemakkelijk aanleiding geven tot een ernstig waterverlies. Een controle op deze verbindingen is derhalve noodzakelijk. Daar cross-connections voor een waterleidingbedrijf in beginsel ontoelaatbaar moeten worden geacht is het nodig, indien in bijzondere gevallen aan een eigen voorziening leidingwater moet worden geleverd, aan de cross-connections zeer strenge eisen te stellen. In afbeelding 2 is een overzicht gegeven van de veelal toegepaste uitvoering van cross-connections.

Van de controle kan gebruik worden gemaakt om foutieve constructies te laten wijzigen en voorwaarden aan de verbruiker op te leggen.

Phase 2. *Het binnen redelijke grenzen houden van het nachtverbruik.*

Nadat het nachtverbruik tot een aanvaardbare grootte teruggebracht is dient het verder nauwkeurig te worden gevolgd, hetgeen veelal het beste kan geschieden door de daling van het niveau in het torenreservoir in de nachturen aan de hand van diagrammen of wel direct uit metingen te bestuderen.

Bij distributiebedrijven dient periodiek, bijv. ten minste één maal per maand, het nachtverbruik aan de hand van de aanwijzing van de hoofdwatmeter te worden bepaald, waarbij eveneens rekening dient te worden gehouden met de beginaanwijzing van de meter.

150 l/h en dat ook de gemiddelde looptijd langer is, nl. 300 à 400 dagen. De bovenstaande gegevens betreffen 2 extreme gevallen.

De Commissie Waterverlies heeft het probleem van de looptijd van lekken en het gemiddelde lekverlies per dienstleiding in studie genomen. Daartoe zijn op vier plaatsen met loden, stalen en koperen buizen en buizen van kunststoffen proeven ingezet, waarvan het resultaat t.z.t. zal worden gepubliceerd. Voorlopig zal echter nog aan de hand van de bovenstaande gegevens, die althans een behoorlijk inzicht kunnen geven, voor elk geval afzonderlijk het lekverlies in dienstleidingen moeten worden bepaald.

Hieronder is als voorbeeld de daartoe nodige berekening voor loden dienstleidingen in zandgrond gegeven.

Bedraagt het gemiddelde aantal lekken in dienstleidingen, dat bijv. per maand aan de oppervlakte treedt r , dan is dit aantal gemiddeld per etmaal $\frac{r}{30}$.

Wordt de gemiddelde looptijd van de lekken op 200 dagen gesteld, het gemiddeld lekverlies per dienstleiding op 50 l/h, en het totale momentele lekverlies in de dienstleidingen D , dan is:

$$D = 50 \times 200 \times \frac{r}{30} \text{ l/h}$$

of wel:

$$e = \frac{10.000}{n} \times \frac{r}{30} \text{ l/inw/h,}$$

waarin e het lekverlies in de dienstleidingen in l/inw/h voorstelt en waarvan d l/inw/h als toelaatbaar wordt beschouwd.

3. *Lekverlies in binnenleidingen* (zie het reeds genoemde artikel).

- Bij van een watermeter voorziene percelen zou het niet door watermeters geregistreerde lekverlies gesteld kunnen worden op ca 0,4 l/woning/h en het door de meters aangewezen lekverlies eveneens op 0,4 l/woning/h.
- Bij niet van een watermeter voorziene percelen kan het lekverlies gesteld worden op 1,6 l/woning/h.

De indruk bestaat dat deze waarden het normale, uit economische overwegingen niet reduceerbare lekverlies aangeven.

Met behulp van de aldus verkregen gegevens kan nu het toelaatbare nachtverbruik als volgt worden becijferd.

Bepaling van het toelaatbare nachtverbruik per inwoner per uur.

Stel

q = aantal aansluitingen met watermeter,

p = totaal aantal aansluitingen.

Het totale toelaatbare nachtverbruik kan dan als volgt worden berekend.

Lekverlies in:

1) hoofdleidingen (nadert in vele gevallen tot nul)			h l/in/wh
2) dienstleidingen			d „
3) binnenleidingen			
a) niet door meters			
geregistreerd lekverlies ¹⁾	0,1 ×	$\frac{q}{p}$	„
b) wel door meters geregistreerd lekverlies	0,1 ×	$\frac{q}{p}$	„
c) lekverlies in met een meter voorziene percelen	0,4 ×	$\frac{p-q}{p}$	„
4) normaal verbruik		0,1	„
5) bijzonder verbruik, zoals industrie, enz.		x	„
Totaal r l/inw/h			

Het totale toelaatbare nachtverbruik bedraagt dus nr l/h of $\frac{nr}{1000}$ m³/h en

het extra lekverlies per jaar $(N - \frac{nr}{1000})$ 8760 m³.

Nog op een andere wijze kan een raming worden gemaakt van het extra lekverlies. Het normale waterverbruik per inwoner per etmaal, dat is het verbruik zonder extra lekverlies, kan worden bepaald door vergelijking met verbruiken onder overeenkomstige omstandigheden elders.

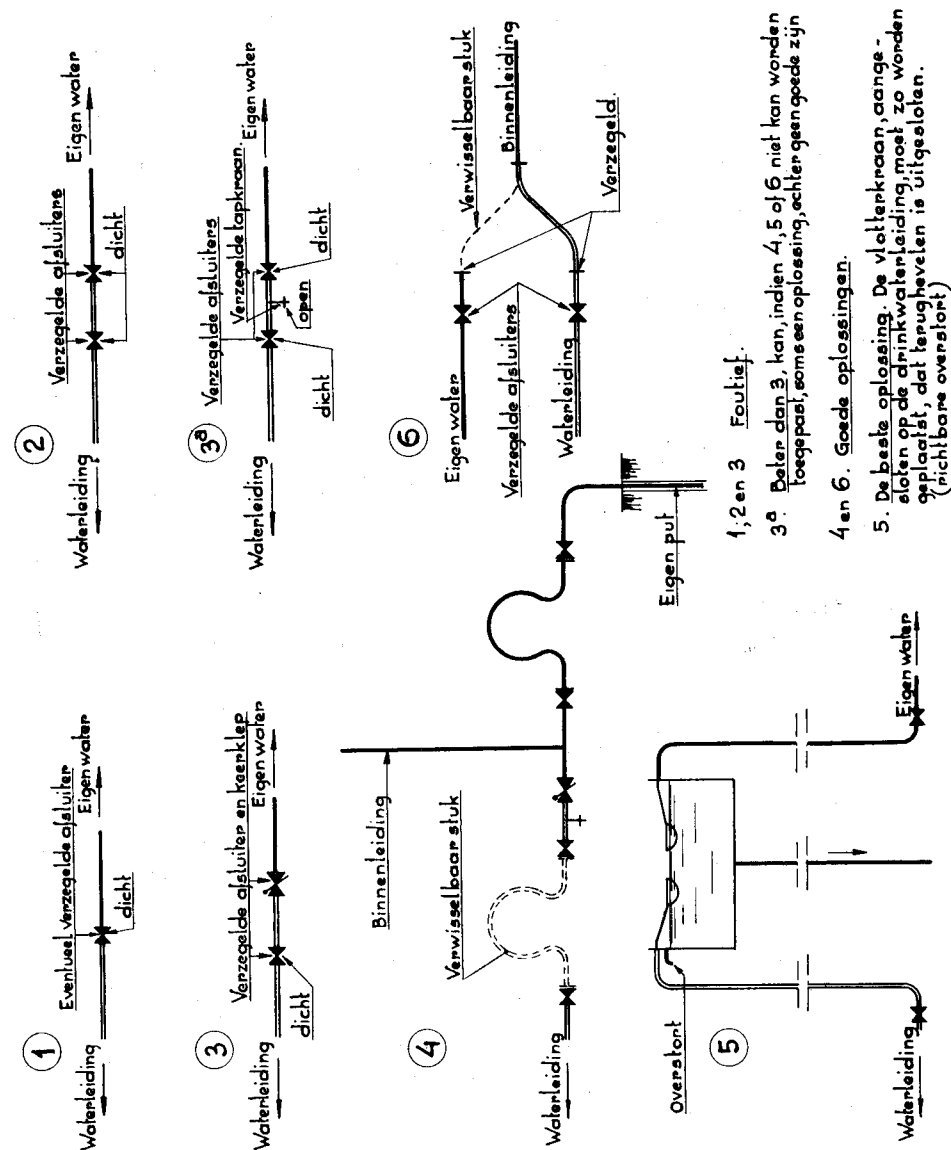
Gelet op de grote verschillen in de verbruiken bij van een meter en niet van een meter voorziene percelen is het nodig ook hier die splitsing in de ramingen toe te passen.

Wordt het gemiddelde verbruik per inwoner, die het water over een meter ontvangt, gesteld op ij l/etm en indien geen watermeter aanwezig is op z l/etm, dan is

¹⁾ Aannemende, dat zich gemiddeld 4 personen in een woning bevinden.

leiding in plaats van de normale watermeter een registrerende watermeter te plaatsen, een z.g. Schadensucher, d.i. een schrijvende volumemeter.

Is een dergelijke meter niet beschikbaar, dan zal moeten worden volstaan met het bepalen van het nachtverbruik door aflezing van de watermeter in de nacht en wel beginnende met de percelen met de grootste ver-



beluisteren van de hoofdkraan. Wordt lekgeruis waargenomen, dan wordt — na de bewoner te hebben gewaarschuwd — de hoofdkraan even gesloten. Op deze wijze kan worden vastgesteld of het lek zich in de binnenleiding of in de dienstleiding bevindt, dan wel of het een normaal verbruik betreft. Met de mogelijkheid van een niet goed sluitende hoofdkraan kan eventueel nog rekening worden gehouden door loskoppelen van de hoofdkraan.

Zonodig wordt de hulp van de lekzoeker nader ingeroepen voor het localiseren van lekken in dienstleidingen en in ondergrondse leidingen in de waterleidinginstallatie van de percelen. In twijfelgevallen wordt ter controle in de dienstleiding tijdelijk een 3 m³ volumemeter tussengeschied. Om de gevoeligheid van deze meter te vergroten wordt hij zorgvuldig schoongemaakt en wordt het vertragingswerk achter de literaanwijzer losgekoppeld. De aanloopaanduiding wordt door een lange spitse wijzer vervangen. Om ook bij kleine lekken snel het verbruik te kunnen bepalen wordt, door de overbrenging na te gaan tussen de cylinder en de z.g. aanloopwijzer, bepaald hoeveel cm³ water door de meter stroomt bij 1 omwenteling van de aanloopwijzer. De tijd, nodig voor ¼ omwenteling van deze wijzer, wordt nu bepaald: ¼ omwenteling van de aanloopwijzer van de Duitse z.g. eenheidsvolumemeters betekent bijv. 25 cm³ water. Op deze wijze kan een klein verbruik, tot 1 l/h toe, snel worden afgelezen.

Van alle gevallen wordt aantekening gehouden en zo mogelijk het lekverlies bepaald, zodat niet alleen het aantal lekken doch ook het door de lekzoekers bereikte resultaat nagegaan kan worden.

Nadat een bepaald stadsdeel door lekzoekers is onderzocht wordt ter controle opnieuw een „nachtmeting” uitgevoerd.

Tenslotte dient nog een controle te worden uitgeoefend op:

1. de grote aansluitingen;
2. de cross-connections.

Ad. 1. De grote aansluitingen kunnen worden onderverdeeld in die zonder en die met watermeter.

Ook bij niet bemeterde bedrijven zullen grote aansluitingen wel steeds van een watermeter zijn voorzien. Een uitzondering op deze regel maken nog wel de brandaansluitingen, waarin de brandkranen van bedrijfswege zijn verzegeld. Bij vele bedrijven bestaat een neiging — omdat ze aanleiding geven tot misbruik — onbemeterde brandaansluitingen niet meer toe te staan. Van grote aansluitingen met watermeters, bv. groter dan 10 m³, kan het nachtverbruik worden bepaald door in de aanvoer-

het gemiddelde verbruik per inw/etm indien geen extra waterverlies aanwezig is:

$$ij \times \frac{q}{p} + z \times \frac{p-q}{p}$$

waarin p = totaal aantal aangesloten percelen;

q = aantal aangesloten percelen met watermeter.

Verder is

n = aantal aangesloten inwoners;

T = verbruik van het beschouwde jaar.

Het extra verbruik bedraagt derhalve:

$$\frac{1000 T}{365 n} - (ij \times \frac{q}{p} + z \times \frac{p-q}{p}) \text{ l/inw/etm.}$$

$$\text{of } \left\{ 1 - \frac{ij \times \frac{q}{p} + z \times \frac{p-q}{p}}{1000 T} \times 365 n \right\} \times 100 \%$$

Lopen de op de deze wijze bepaalde waarden voor het extra lekverlies niet te ver uiteen, dan kan worden aangenomen, dat de gegevens, waarvan bij de berekeningen is uitgegaan, ongeveer juist zijn.

Volgt uit de berekening, dat er een belangrijk extra lekverlies aanwezig is, dan moet op grond van kostenberekeningen worden nagegaan of het economisch verantwoord is om een onderzoek naar de lekken te doen instellen.

Een schema voor de opzet van een dergelijk lekonderzoek volgt hierna.

Opsporen van lekken c.a.

Een onderzoek moet worden ingesteld naar:

- A. lekken in hoofdleidingen;
- B. lekken in dienstleidingen;
- C. lekken in percelen, niet voorzien van een watermeter;
- D. lekken in percelen, wel voorzien van een watermeter.

Verder moet nog worden beschouwd:

- E. de juistheid van aanwijzing van de hoofdwatmeter(s);
- F. de gemiddelde toestand waarin de huiswatermeters verkeren;
- G. de cross-connections;
- H. de grote aansluitingen;
- I. het uitwisselen van niet goed aanwijzende watermeters.

Het onderzoek naar lekken kan in twee fasen worden onderscheiden en wel:

Phase 1. het opsporen van de extra lekken, die oorzaak zijn van het grote (nacht)verbruik;

Phase 2. het binnen redelijke grenzen houden van het lekverlies (nachtverbruik).

Om zo snel mogelijk tot een resultaat te komen verdient het aanbeveling de methode te volgen, die is beschreven in „Water” van 13 November 1942: „Het opsporen van lekken in hoofd- en dienstleidingen; Bedrijfservaring van de Duinwaterleiding van 's-Gravenhage”.

Phase 1. *Het opsporen van extra lekken, die oorzaak zijn van het grote nachtverbruik.*

Hiertoe wordt het voorzieningsgebied in een aantal zoveel mogelijk gelijke delen verdeeld, stel in a delen.

Het toelaatbare nachtverbruik voor elk deel bedraagt dan $\frac{nr}{a}$ l/h.

Voor de bepaling van het toelaatbare nachtverbruik van elk deel van het voorzieningsgebied afzonderlijk moet vooraf het aantal in dit deel aangesloten percelen worden bepaald en tevens de aantallen percelen die niet en die wel van een watermeter zijn voorzien. Bovendien moet worden nagegaan of in het beschouwde deel het normale nachtverbruik verhoudingsgewijs extra groot is, bijv. door de aanwezigheid van industrieën.

Voor elk deel kan dan een berekening worden opgezet als onder „Analyse van het nachtverbruik” voor het gehele voorzieningsgebied is aangegeven.

Het is raadzaam deze delen zo groot te nemen, dat het nachtverbruik vermoedelijk niet groter zal zijn dan normaal 5, maximaal 10 m³/h. Van het te controleren deel worden alle afsluiters gesloten, nadat vooraf om één dier afsluiters een omloopleiding met een 20 m³ watermeter is aangebracht. Meestal kan zonder bezwaren een aantal van die afsluiters reeds overdag worden dichtgezet, waardoor de werkzaamheden des nachts kunnen worden beperkt. Het verdient wel aanbeveling om alle dicht te zetten afsluiters overdag vooraf te controleren op hun goede werking, z.g. „zagen”. Een controle op de goede afsluiting van de afsluiters is echter, zoals hierna zal blijken, niet nodig.

Het is gewenst om van alle te onderzoeken gebieden over een klein kaartje te beschikken b.v. op schaal 1 : 5000, waarop alleen de hoofdleidingen met kalibers en de afsluiters met nummers, benevens de straatnamen voorkomen. Aan de hand van dit kaartje moeten vooraf op een lijst alle te sluiten afsluiters met korte plaats-

Tijdens de meting behoren de watermeters van gebouwen, waarvan bekend is dat het nachtverbruik van invloed kan zijn op de meting, bij het begin en het einde der meting te worden opgenomen.

Het is verder gewenst om in het te onderzoeken stadsdeel nabij het meetpunt op een brandkraan een standpijp met een registrerende manometer te plaatsen, waardoor niet alleen een voortdurende controle op de druk in het te onderzoeken gebied mogelijk is, doch waardoor tevens eventuele fouten in de afsluiting (opengelaten afsluiters — druk wordt niet minder) terstond worden aange- toond.

De metingen in alle stadsdelen dienen zo veel mogelijk op achter elkaar volgende nachten te geschieden. Daar het nachtverbruik in de nacht van Zaterdag op Zondag en van Zondag op Maandag meestentijds afwijkt van de nachtverbruiken gedurende de overige dagen van de week is het raadzaam op de eerstbedoelde nachten niet te meten.

De delen van het net met de grootste positieve afwijkingen komen nu in aanmerking om het eerst door lekzoekers te worden onderzocht, daarna de delen met de minder grote verbruiken, enz. Delen met verbruiken onder het gemiddelde toegestane verbruik behoeven uiteraard niet te worden onderzocht.

Lekzoeken.

De gebieden met grote nachtverbruiken worden vervolgens in de normale werktijden door lekzoekers, die de beschikking hebben over een eenvoudig luistertoestel, dat gemakkelijk hanteerbaar moet zijn, nader onderzocht. Veelvuldig gebruikte luistertoestellen zijn een luisterstaaf met oorschelp en een microfoon met twee oorslangen. Het perfectionneren van deze toestellen is in studie.

Aangezien niet iedereen geschikt is om als lekzoeker op te treden, is het gewenst om door middel van een gehoortest de voor dit werk in aanmerking komende fitters te laten selecteren. Het is n.l. gebleken, dat niet meer dan 5 à 10 % van de fitters in staat is dit werk met succes te verrichten. Dit onderzoek kan worden verricht door het Centraal Bureau voor Acoustische Adviezen te Den Haag.

De lekzoekers moeten de beschikking hebben over een boekje, waarin alle te onderzoeken percelen met straat en huisnummers zijn vermeld, met daarachter gelegenheid om aantekeningen te maken.

Om zo snel mogelijk tot een resultaat te komen dienen de lekzoekers hun werkzaamheden te beperken tot het

Nu is $b : b_1 = \sqrt{h} : \sqrt{h_1}$ (3) en

$$x : x_1 = \sqrt{h} : \sqrt{h_1} \quad (4)$$

Uit (3) en (4) volgt: $b : b_1 = x : x_1$

$$\text{of } x_1 = \frac{b_1}{b} x \quad (5)$$

Aannemende dat het meeste lekwater in dienstleidingen en ondergrondse binnenleidingen wegstroomt, dus onder een druk van p resp. p_1 is

$$a : a_1 = \sqrt{p} : \sqrt{p_1} \text{ of } a_1 = a \sqrt{\frac{p_1}{p}} \quad (6)$$

(6) en (5) in (2) geeft:

$$a \sqrt{\frac{p_1}{p}} + c = b_1 + \frac{b_1}{b} x \quad (7).$$

(1) in (7) geeft

$$\begin{aligned} (b + x) \sqrt{\frac{p_1}{p}} + c &= b_1 + \frac{b_1}{b} x \quad \text{of} \\ b \sqrt{\frac{p_1}{p}} + c - b_1 &= \left(\frac{b_1}{b} - \sqrt{\frac{p_1}{p}} \right) x \quad \text{of} \\ x &= \frac{-b_1 + c + b \sqrt{\frac{p_1}{p}}}{\frac{b_1}{b} - \sqrt{\frac{p_1}{p}}} \quad (8) \end{aligned}$$

Aangezien in de meeste gevallen $\sqrt{\frac{p_1}{p}}$ tot 1 nadert is

$$x = \frac{b + c - b_1}{\frac{b_1}{b} - 1} \quad (9)$$

Hierdoor vervalt dus de aflezing van de verschillende drukken. Als, zoals hiervoor reeds werd aanbevolen $c = b$ wordt gemaakt kan (9) nog verder worden vereenvoudigd.

$$x = \frac{(2b - b_1)b}{b_1 - b}$$

Nu is $a = b + x$ (1) dus

$$a = b + \frac{2b^2 - b_1b}{b_1 - b} \text{ of}$$

$$a = \frac{b_1b - b^2 + 2b^2 - b_1b}{b_1 - b} \text{ of}$$

$$a = \frac{b^2}{b_1 - b} \quad (10)$$

aanduiding worden genoteerd. Daarachter komen op de lijst nog 2 kolommen voor, n.l. één voor het noteren van het tijdstip, waarop de afsluiters worden gesloten, en één voor het tijdstip waarop de afsluiters wederom worden geopend. Door deze controle wordt voorkomen, dat afsluiters niet worden gesloten, hetgeen de meting onuitvoerbaar zou maken en verder dat afsluiters gesloten zouden blijven.

Een dergelijke lijst kan als volgt worden ingericht

Lekmeting in de nacht van op 19...

Meting no Stadsdeel no

Het te meten stadsdeel wordt begrensd door:

Aantal percelen: met watermeter stuks

zonder watermeter stuks

Afsluiter no	Plaats van de afsluiter	Gesloten te	Heropend te

De met * aangegeven afsluiters kunnen reeds op worden gesloten, en mogen op worden heropend. Alle andere afsluiters moeten in de nacht van op tussen 23 en 0 uur 30 min. worden dichtgezet. De meetafsluiter mag eerst om 1 uur worden gesloten. De niet met een * aangeduide afsluiters moeten terstond na de meting worden heropend.

Eventueel kan aan de hand van het vorenbedoelde kaartje bij een te groot verbruik het onderzochte gebied tijdens een meting worden verkleind. Doelmatig is om voor elk gebied een dergelijke verkleining overdag reeds voor te bereiden.

Het is zaak, dat aan de brandweer tijdig schriftelijk wordt medegedeeld, welk stadsdeel in de nacht tijdelijk van de normale watertoevoer zal worden afgesloten en op welk punt (meetpunt) die toevoer direct kan worden hersteld, waarbij het volgende model dienst kan doen.

In de nacht van op 19...
zullen in het stadsdeel begrensd door

van 0—4 uur metingen worden verricht, waardoor de toevoer van water aanzienlijk zal worden beperkt.

Bij het meetpunt gelegen
is personeel van de Waterleiding aanwezig, dat de toevoer van water in geval van brand, terstond kan herstellen.

De eerste schaal van de 20 m³- watermeter dient te worden vergroot en van een lange wijzer te worden voorzien, waardoor de afleesfouten klein worden.

De aflezing dient, althans de eerste tijd, te geschieden door twee personen. Eén daarvan leest op een stophorloge de tijd af, de andere de watermeter. De aflezingen moeten elke minuut geschieden. De tijdwaarnemer waarschuwt bij het passeren van de 50 sec. en telt na 54 sec. terug met 5, 4, 3, 2, 1, waarna hij op de hele minuut „ja” roept, op welk ogenblik de meteropnemer zo nauwkeurig mogelijk de watermeter afleest. Na enige ervaring kan verder 1 persoon deze aflezingen alleen verrichten.

Deze metingen worden gedurende 30—45 minuten achtereenvolgend uitgevoerd en wel de eerste 10—15 min. met „normaal verbruik”, de tweede 10—15 minuten met het hieronder nader te bespreken „extra verbruik” binnen het afgesloten gebied en de derde 10—15 minuten wederom met „normaal verbruik”.

Wijken de gemiddelden van de eerste en de derde meting te veel van elkaar af, dan wordt het gemiddelde van deze aflezingen als juiste grondslag voor de berekeningen aangenomen.

Om de toevloeiing van water door niet goed sluitende afsluiters te bepalen wordt binnen het afgesloten gebied een bekend extra verbruik „gemaakt”. Het verdient aanbeveling om het „bekende extra verbruik”, dat wordt bepaald door een standpijp met watermeter, zoveel mogelijk gelijk te maken aan het normale op de omloopmeter afgelezen verbruik tijdens de perioden, dat zonder extra verbruik wordt gemeten.

Als het „normale verbruik”, dus bij gesloten standpijp, volgens de aflezing op de omloopmeter b l/h bedraagt en de omloopmeter tijdens het „bekende extra verbruik”, dus bij een verbruik van b l/h op de watermeter van de standpijp, b_1 l/h aanwijst, dan bedraagt het verbruik in het beschouwde gedeelte, dus de hoeveelheid water, die door de omloopmeter en de lekkende afsluiters is gestroomd $a = \frac{b^2}{b_1 - b}$ l/h. Deze formule is als volgt afgeleid.

In het leidingnet tussen de afsluiters A en B is een lekverlies + verbruik van a l/h, bij een gemiddelde druk van p_0 m W.K.

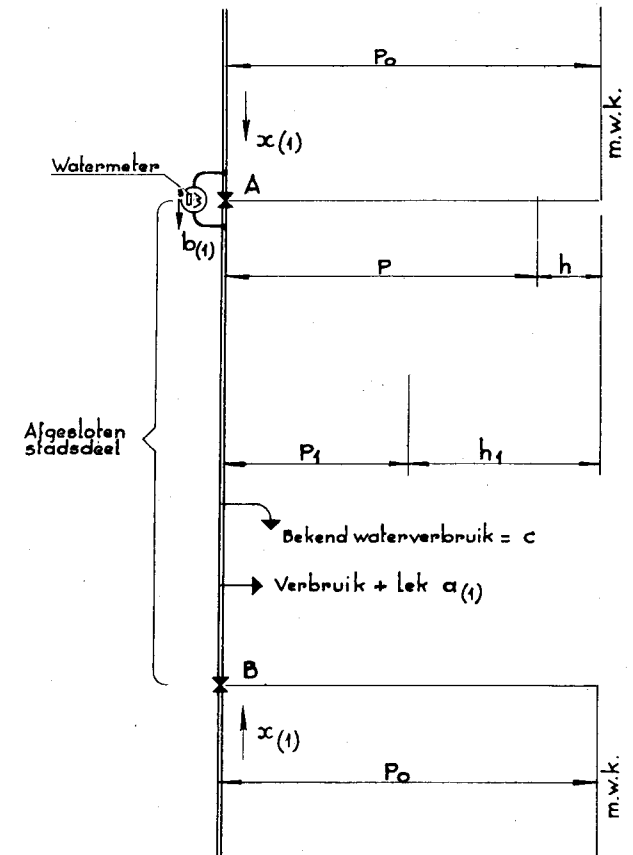
Na sluiting van de afsluiters A en B is een druk van p m W.K. en een lekverlies + verbruik van a l/h; door niet goed dichtende afsluiters stroomt naar het afgesloten deel x l/h, de watermeter wijst b_1 l/h aan.

Na sluiting van de afsluiters en tijdens het extra bekende constante verbruik van c l/h, is de druk p_1 m W.K. met een bijbehorend (kleiner) lekverlies + verbruik van a_1 l/h, terwijl door de „dichte” afsluiters x_1 l/h toestroomt en de watermeter b_1 l/h aanwijst.

Dan is $a = b + x$ (bij een druk van p m W.K.) (1)

$a_1 + c = b_1 + x_1$ (bij een druk van p_1 m W.K.) (2)

De verschillen in druk aan beide zijde van de afsluiters (zie afb. 1) zijn $p_0 - p = h$ en $p_0 - p_1 = h_1$.



Afb. 1