

réduction des pertes en eau pertes réelles pertes apparentes causes impacts bilan d'eau pré-requis systèmes d'information stratégie durabilité
 gestion des pertes en eau méthodes d'intervention secteurs de distribution mesurés gestion de la pression contrôle actif des fuites
 réparation des fuites gestion de l'infrastructure études de cas renforcement des capacités fuites diffuses ruptures de conduites
 détection des fuites indicateurs de performance gain potentiel surveillance stratégie d'entretien débit nocturne minimum réduction stratégie durabilité
 gestion des pertes en eau méthodes d'intervention secteurs de distribution mesurés gestion de la pression contrôle actif des fuites réparation des fuites
 gestion de l'infrastructure études de cas renforcement des capacités fuites diffuses ruptures de conduites détection des fuites indicateurs de performance gain
 potentiel surveillance stratégie d'entretien débit nocturne minimum réduction des pertes en eau pertes réelles pertes apparentes causes impacts
 bilan d'eau pré-requis systèmes d'information stratégie durabilité gestion des pertes en eau méthodes d'intervention secteurs de distribution mesurés
 gestion de la pression contrôle actif des fuites réparation des fuites gestion de l'infrastructure études de cas renforcement des capacités fuites diffuses
 ruptures de conduites détection des fuites indicateurs de performance gain potentiel surveillance stratégie d'entretien débit nocturne minimum

Matériel supplémentaire 4.6

Analyse du débit nocturne minimum

Objectif

La mesure du débit nocturne minimum (DNM) est une méthode ordinaire utilisée pour estimer le volume des pertes réelles dans les systèmes de distribution opérant continuellement. La méthode part de l'hypothèse que la consommation domestique baisse aux heures de la nuit jusqu'à zéro. C'est une approche simple à un problème complexe et qui nécessite un ensemble de données limitées.

Dans ce matériel de travail, une description étape par étape est faite sur la méthode du débit nocturne minimum. Basée sur l'estimation des ruptures et des fuites diffuses (ERFD), l'analyse des données enregistrées est expliquée.

Groupe cible

Les compagnies des eaux qui sont en train d'effectuer une évaluation et une quantification des pertes réelles (seulement pour les systèmes opérant de façon continue).

1 Conditions

Données de base nécessaires

- Nombre des clients dans la zone sélectionnée
- Nombre et type de consommateurs non domestiques dans la zone sélectionnée
- Pression de zone nocturne
- Facteur diurne nocturne (FDN)
- Longueur des conduites (ERFD)
- Nombre de branchements (généralement estimés à partir du nombre des propriétés (ERFD)
- Nombre d'installations (telles que le fonctionnement des conduites, tuyauteries, accessoires, etc.) (ERFD)

2 Procédure de travail

2.1 Préparation des mesures

1. Sélection de la zone d'approvisionnement d'eau

La mesure peut se faire pour tout le système ou dans des zones discrètes séparées en fermant les vannes de délimitation. Plus petite et mieux la zone est déterminées meilleurs seront les résultats des mesures.

2. Planification de la séparation de la zone d'approvisionnement en eau

- Les zones discrètes peuvent être établies en fermant les vannes de délimitation. Toutes les vannes qui sont fermées doivent être identifiées et leur fonctionnement doit être vérifié à l'avance.
- On doit s'assurer que l'approvisionnement en eau peut continuer dans les autres zones pendant les mesures.

3. Identification de Q_{in} and Q_{trans}

Le volume introduit dans le système Q_{in} et l'eau exportée et transférée vers les zones avoisinantes Q_{trans} doivent être identifiées.

4. Enregistrement de Q_{in} , Q_{trans} et Q_{gros}

- Les points d'enregistrement doivent être choisis. La production existante et les débitmètres principaux (calibré ou vérifié) doivent être utilisés pour la mesure. S'il n'y a pas de compteurs installés, les compteurs à insertion portables doivent être utilisés. Les données obtenues devraient être enregistrées et stockées en format électronique pour traitement futur.

- Les grands consommateurs non domestiques Q_{gros} ayant une consommation nocturne de plus de 500 l/h tels que les aéroports, les grands hôtels, les brasseries, les piscines doivent être enregistrés, etc.

5. Sélection de la durée de la période et fixation de la période de mesure

- Les heures de la nuit doivent être choisies pour la mesure, généralement entre 2 et 4 h du matin. Le test peut aussi commencer à minuit.
- La mesure devrait être faite pour au moins deux semaines pour déterminer un chiffre moyen de l'entreprise pour le DNM.
- La période de mesure peut être fixée sur la base du court terme puisqu'il n'est pas nécessaire d'informer les clients.

6. Mise en place du protocole de mesure

Pour donner des instructions à tous les travailleurs participant à la mesure, un protocole comportant un emploi du temps et des instructions claires doit être mis en place.

2.2 Exécution des mesures

1. Fermer les vannes de délimitation pour créer des zones discrètes

Toutes les vannes de délimitation doivent être fermées avant le début des mesures.

2. Commencer & conduire les mesures

- Les volumes doivent être notés au niveau de tous les compteurs de mesure au début du test
- Tous les flux pertinents devraient être enregistrés aux intervalles de temps choisis.
- Noter l'heure des mesures.

3. Fin de la mesure

- Le test est complété par la mesure finale.
- Les conditions originales du système doivent être restaurées.

3 Analyse

Le flux nocturne se compose de:

Composants du flux nocturne		Abréviation	Unité	Source
Utilisation normale légitime	Utilisateurs domestiques	Q_{dom}	[l/h]	Estimé
	Petits utilisateurs non domestiques	$Q_{\text{gros, petit}}$	[l/h]	Estimé
	Grands utilisateurs non domestiques (> 500 l/h)	$Q_{\text{gros, grand}}$	[l/h]	Mesuré

Transfert	Transfert de l'eau vers les zones avoisinantes	Q_{trans}	[l/h]	Mesuré
Pertes Q_{pertes}	Pertes souterraines	$Q_{pertes,PS}$	[l/h]	Estimé
	Conduites rompues	$Q_{pertes,CR}$	[l/h]	Calculé

L'estimation des pertes réelles en période de débit nocturne minimum est calculé comme suit:

$$Q_{pertes} = Q_{in} - Q_{trans} - Q_{dom} - Q_{gros,grand} - Q_{gros,petit} \quad (1)$$

Le volume introduit dans le système Q_{in} , l'eau exportée et transférée Q_{trans} et les grands consommateurs non domestiques $Q_{gros,grand}$ ont été enregistrés au cours du test. A partir des valeurs mesurées, on doit faire une moyenne pour toutes les mesures. Les valeurs manquantes peuvent être estimées en se basant sur la méthode d'estimations des ruptures et d'arrière-plan (ERFD).

1. Estimation de la consommation domestique nocturne

- L'expérience a montré que 6% de la population totale N_{POP} est active pendant la nuit.
- La consommation nocturne de la population Q_{CN} active varie significativement en fonction du pays. Une bonne estimation peut être faite au moyen du volume moyen du réservoir de la chasse d'eau des toilettes. Dans la littérature, 10 l/p/h sont recommandés pour Q_{CN} par la Southafrican Water Research Commission [commission sud-africaine de recherche sur l'eau] et 20 l/p/h par Heydenreich & Hoch (publication allemande).

$$Q_{dom} = 0,06 * N_{POP} * Q_{CN} \quad (2)$$

2. Estimation de la petite consommation non domestique

La consommation des petits utilisateurs non domestiques $Q_{gros,petit}$ est irréaliste à enregistrer et également difficile à estimer. D'abord, on doit identifier et lister les petits utilisateurs non domestiques de la zone discrète tels que:

- Les magasins, stations-service, sapeurs-pompiers & postes de police, toilettes publiques, etc.
- Restaurants, bars, pensions, hôtels, hôpitaux, etc.
- Usines, exploitations agricoles, etc.

Les utilisateurs sont ensuite mis dans des catégories de consommation similaire. On suppose quelle est l'utilisation nocturne typique de chaque groupe. Cela peut se faire sur la base de l'estimation de la consommation moyenne journalière Q_j . Les estimations de Q_j peuvent être trouvées dans les documents et devraient toujours se baser sur la taille des consommateurs tels que:

- Nombre d'employés (ex. magasins)
- Nombre de tables (restaurants) ou de lits (hôtels, hôpitaux, etc.)

- Type de business et nombre d'employés (fabricants), type et nombre d'animaux (fermes)

La consommation nocturne est déterminée comme suit:

$$Q_{h,min} = \frac{Q_j * f_{h,min}}{24} \quad (3)$$

Où	$Q_{h,min}$	[m³/h]	Consommation minimum nocturne par heure
	Q_j	[m³/d]	Consommation journalière moyenne
	$f_{h,min}$	[-]	Facteur horaire minimum

Le facteur horaire minimum $f_{h,min}$ peut varier entre 0.06 pour une petite ville et 0.38 pour une grande ville.

3. Estimation des pertes souterraines

Les pertes souterraines issues des conduites de distribution, les branchements et installations peuvent être estimées selon l'estimation des ruptures et les fuites diffuses (ERFD) comme suit:

réseaux: 40 l/(km de conduite * h)

Branchement (du réseau à la ligne de propriété): 3 l/(branchement * h)

Branchement (de la ligne de propriété au compteur): 1.0 l/(branchement * h)

Les valeurs spécifiées ci-dessus sont seulement des valeurs recommandées. Pour toutes les estimations, une variation de +/- 50% est possible, en fonction de la condition de l'infrastructure et les termes locaux.

4. Calcul des pertes dues aux ruptures $Q_{pertes,R}$

Après la mesure et la détermination des estimations, seul le volume des ruptures et les erreurs dans les hypothèses restent. Il est calculé selon l'équation 1.

5. Conversion en volumes diurnes

Les résultats des mesures nocturnes doivent être convertis en volumes diurnes des pertes réels. La pression nocturne est généralement plus élevée que la pression moyenne du système. L'extrapolation de la fuite nocturne peut entraîner une surestimation. Par conséquent, les mesures doivent être multipliées par un facteur diurne nocturne (FDN). Les valeurs typiques d'un système d'alimentation par gravité se situent entre 18-24:

$$FDN = 24 * \frac{P_{moyenne}}{P_{test}} \quad (4)$$

Où	$P_{moyenne}$	[m]	pression moyenne du système
	P_{test}	[m]	pression au cours de la mesure du flux nocturne

4 Références

Farley, M.: Leakage Management and Control, WHO, 2001.

Heydenreich, M. and Hoch, W., Praxis der Wasserverlustreduzierung, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, 2008.

Morrison, J., Tooms, S. and Rogers, D., District Metered Areas Guidance Notes, IWAPublishing, London, United Kingdom 2007

Mutschmann, J. and Stimmelmayer, F., Taschenbuch der Wasserversorgung, Braunschweig, Vieweg, 1999.

Southafrican Water Research Commission: Development of a standardised approach to evaluate burst and background losses in water distribution systems in South Africa, South African Night Flow Analysis Model (SANFLOW), User Guide, WRC Report No TT 109/99, June 1999

UK Water Industry: The 'Managing Leakage' Series of Reports, Report F: Using Night Flow Data, 1994, ISBN: 1 898920 11 7