

Approvisionnement en gaz naturel Services techniques de Kreuzlingen: Analyse du coefficient thermique du gaz livré dans le système d'information géographique

Les services techniques de Kreuzlingen relèvent de la municipalité. Ils possèdent le statut de société mixte de distribution et approvisionnent la population, les entreprises et les industries en électricité, en gaz naturel et en eau potable. Ils sont également chargés du chauffage à distance. En tant qu'importateur direct de gaz naturel, Kreuzlingen a un fonctionnement particulier: pour chaque facture de gaz naturel, des frais de dédouanement correspondants sont dus et les compteurs et vannes de la station de réception sont pourvus de scellés douaniers. À Kreuzlingen, les principaux usages de gaz naturel sont le chauffage, la chaleur industrielle et la mobilité.

T. Blum

1. Approvisionnement en gaz naturel à Kreuzlingen: Problématique

Depuis longtemps, des divergences de 2 % à 5 % existent entre le prélèvement du gaz effectué à la frontière près de Constance et la vente de gaz aux clients situés à Kreuzlingen et dans les environs. Cet écart est trop marqué et ne peut résulter de fuites de gaz. L'importante différence d'altitude entre le lieu de fourniture et le compteur du client semble une explication plus plausible.

Entre le point le plus bas et celui le plus haut, une limite de régulation de pression a été fixée à 470 m de dénivelé. Les raccordements domestiques situés à plus de 470 m au-dessus du niveau de la mer sont dotés d'un petit régulateur de pression installé en amont du compteur pour réguler la pression dans les conduites de gaz.

Pour prendre en compte la pression dans la facturation, Kreuzlingen a été divisée en deux zones altimétriques: l'une à une hauteur moyenne de 435 mètres, l'autre

à 520 mètres au-dessus du niveau de la mer.

De nombreux gros consommateurs se situent dans la zone basse. Ils sont équipés d'un dispositif de conversion de volume qui calcule la température et la pression d'entrée du gaz au compteur. Le relevé du compteur est automatique, hebdomadaire et intervient à heure fixe, ce qui garantit un décompte fondé sur la consommation effective. Toutefois, ce dispositif ne convient pas aux clients modestes, car il est onéreux.

On lui préfère un autre système basé sur le pouvoir calorifique contractuel (ou PCS), calculé grâce aux valeurs altimétriques moyennes mentionnées plus haut. Pour effectuer les calculs, il est nécessaire de connaître le pouvoir calorifique réel, qui est communiqué mensuellement par Constance. La moyenne bisannuelle de cette valeur est intégrée dans le calcul. Le compteur des clients modestes est relevé une fois par semestre à des dates variables.

En outre, on intègre dans le calcul du coefficient de conversion qui sert à calculer le volume la température du gaz. Elle affiche une valeur constante: 288.15 Kelvin. Toutefois, on ne peut complète-

ment exclure une augmentation de température due à une longue distance d'acheminement par exemple.

2. Achat

L'énergie livrée est mesurée en mètres cubes (m^3) par le compteur à gaz au point de livraison. Un dispositif de conversion de volume permet de transformer la quantité de gaz exprimée en m^3 en Normo mètres cube (Nm^3), en tenant compte de la pression du gaz, de sa température et de la pression ambiante. La chromatographie en phase gazeuse (PGC) permet d'obtenir le pouvoir calorifique et de convertir le volume de gaz exprimé en Nm^3 en énergie thermique (kWh). L'énergie thermique produite facturable est ensuite calculée en multipliant le volume (Nm^3) par le pouvoir calorifique réel moyen mensuel.

3. Délimitation du projet

L'analyse porte sur la quantité de gaz consommée par les «clients modestes». En effet, pour les clients contractuels/gros clients, les éléments de calcul sont directement définis par un correcteur de pression (étalonné) et communiqués directement sans conversion. Le gaz arrive chez la majorité des petits clients par une conduite basse pression, c'est pourquoi le réseau 5 bars n'est pas pris en compte. Sont également exclus de l'analyse: le pouvoir calorifique réel, le taux de compressibilité, la pression normale, la température normale, la pression de service, le correcteur de pression de la chromatographie en phase gazeuse, tout comme le diamètre de la conduite, sa longueur et son matériau. Ces valeurs sont partiellement normalisées, étalonnées ou ont déjà été vérifiées et intégrées dans les calculs.

4. Paramètres pertinents

«L'altitude» doit être vérifiée, car elle est déterminante pour calculer la pression ambiante. À partir du taux de conversion on peut déterminer la «température du

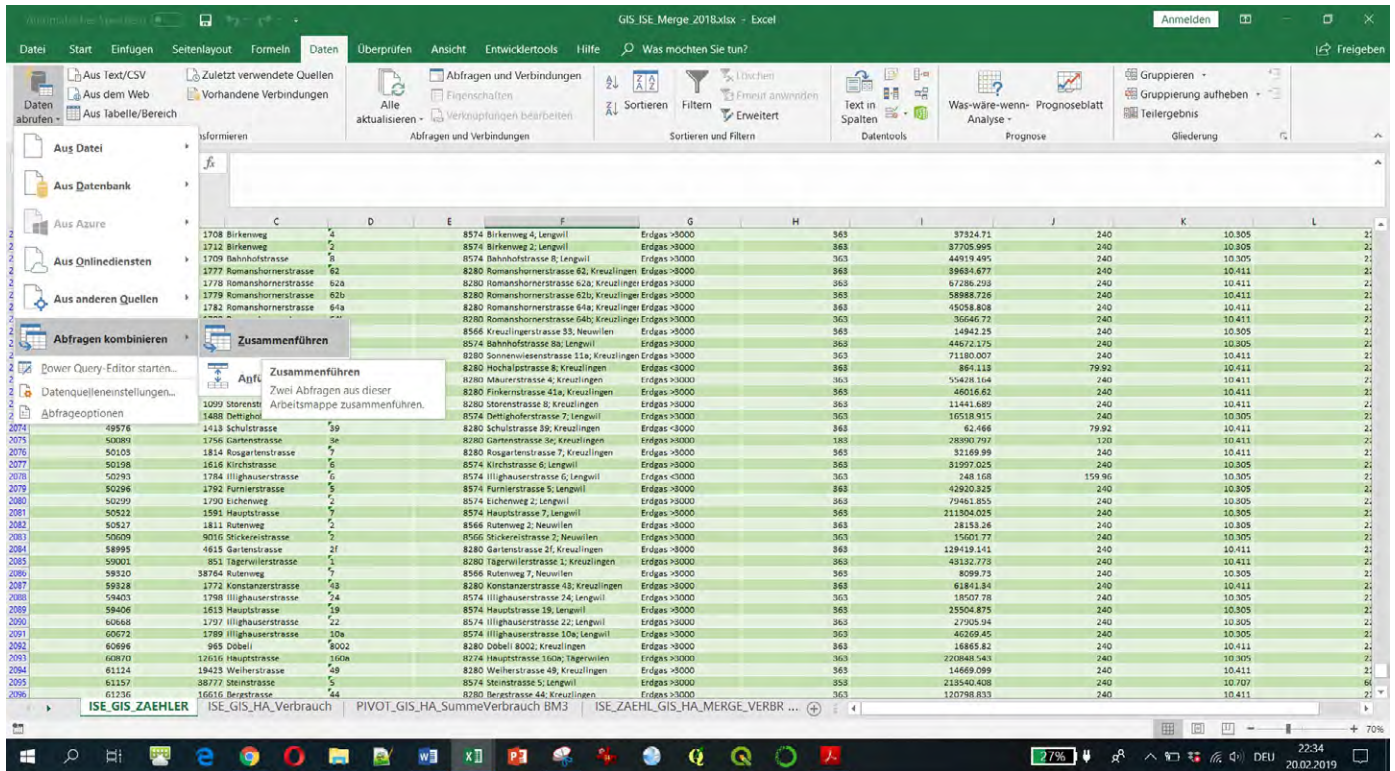


Fig. 4: Impression d'écran: fonction «Fusionner les données».

Abb. 4: Printscreen aus dem Arbeitsvorgang «Daten zusammenführen».

Fig. 4: Printscreen del processo di lavoro «Raccolta dati».

gaz», la «pression atmosphérique» et la «pression réelle». En outre, le pouvoir calorifique supérieur comprend le pouvoir calorifique réel et les quatre valeurs déjà mentionnées. C'est pourquoi cette valeur doit elle aussi être analysée.

La «notice sur la facturation du gaz naturel» (édition 2018 V1, page 2 et 5) présente tous les paramètres qui entrent en ligne de compte dans la facturation.

5. Valeur ajoutée

Le croisement d'informations jusqu'alors traitées isolément devait apporter une valeur ajoutée, tout comme l'analyse du pouvoir calorifique contractuel. Dans ce but, la chargée du projet a consulté plusieurs sites internet:

- <https://geoinformation.tg.ch/>
- <https://map.geo.admin.ch/>
- <https://www.geocat.ch/>
- <https://www.meteoschweiz.admin.ch/>

Comme la pression ambiante dépend de l'altitude, il a fallu trouver des données liées à l'altitude contenant les données

raster du modèle numérique de terrain (DTM) à une grande échelle. L'idée d'intégrer une cartographie pour la pression atmosphérique a été écartée, car les données pour le territoire de «Kreuzlingen» font défaut, comme en atteste la réponse mail de Meteoswiss.ch: «En général, il n'existe pas de données maillées relatives à la pression atmosphérique.»

6. Analyse

Comme nous le savons, la consommation de gaz est facturée en kWh. Or le volume consommé se mesure en m³ (pression de fonctionnement). La valeur unitaire en «kWh» s'obtient en définissant, le pouvoir calorifique contractuel. Il repose sur des valeurs forfaitaires que notre analyse critique au profit d'une démarche axée sur la «valeur brute» en m³.

6.1 ISG et ISE

Une fois affichées, les données IS-E-de consommation et les données SIG sont fusionnées dans un fichier Excel 2016 sous

l'attribut «adresse». L'identificateur de bâtiment «EGID» permettrait une meilleure attribution de bâtiment. Les services techniques ne l'ont pas renseigné dans le système IS-E.

Une géodatabase fichier (FGDB) créée avec l'application ArcCatalog de ESRI sert de référentiel.

La géodatabase (FGDB) est enregistrée dans ArcGIS Pro. Le DTM est ajouté et les altitudes qui en sont extraites sont transférées sur le raccordement en cliquant sur «Transférer des valeurs vers les points» dans la boîte à outils Spatial Analyst. Le volume consommé du compteur est ajouté et additionné au raccordement, le cas échéant.

6.1.1 Calcul du point central «Nombre»

Dans ArcGIS Pro, la boîte à outils Spatial Analyst effectue une répartition directionnelle du nombre de raccordements domestiques. La hauteur du point central qui en résulte est de 416.61 m au-dessus du niveau de la mer.

Pour contrôler la procédure, un point central supplémentaire a été calculé en passant par une zone tamponnée, le nombre de raccordements. Cette valeur altimétrique s'élève à 416.33 m au-dessus du niveau de la mer.

6.1.2 Calcul du point central

«Consommation»

Une analyse de proximité rasterisée permet de visualiser la consommation en passant par le jeu d'outil densité de noyau «consommation». Ainsi, aucun point central ne peut être déterminé.

Puis, les données de consommation sont attribuées à chaque parcelle. Cela paraît impressionnant, mais les surfaces des propriétés pourraient fausser le résultat. Ensuite, les 500 raccordements les plus énergivores sont sélectionnés et une zone tampon est créée. Cette mesure permet de couvrir 75 % de la consommation de gaz. Avec cette superficie, la valeur du point central atteint 420.07 m au-dessus du niveau de la mer.

Pour les zones de Bättershausen, Lengwil, Neuwil et Siegershausen (zone de raccordements n° 2), seule une analyse du point central basée sur le nombre de raccordements au gaz a été menée. L'altitude de ce point central (520.43 m au-dessus du niveau de la mer) s'accorde parfaitement avec la moyenne de la zone altimétrique n° 2. Aucune valeur supplémentaire n'est donc intégrée dans l'analyse.

Il a été décidé d'intégrer dans les prochaines variantes de calcul les valeurs altimétriques de 415 m, 420 m et 520 m au-dessus du niveau de la mer.

6.2 Pouvoir calorifique réel

Le coefficient calorifique réel utilisé par les TKB pour la facturation est de 11.268. Après vérification à l'aide d'une pondération quantitative moyenne, la valeur de 11.270 a été intégrée dans l'analyse.

6.3 Pression

Il y a quinze ans, la limite de régulation de pression a été relevée de 450 m à 470 m au-dessus du niveau de la mer. La consommation liée à la pression est donc calculée par rapport à ce niveau. Pour ce faire, on suppose une variation de pression de 0,48 mbar tous les 10 m, à partir de 400 m au-dessus du niveau de la mer. La pression n'influe que très peu sur le calcul: +0.01/+0.02 %.

6.4 Excel

Pour faciliter la comparaison, la valeur du volume de gaz acheté pour l'année 2018 a été fixée à 100 %.

Sont analysés avec le pouvoir calorifique réel (11.270): les valeurs de consommation réelle, le pouvoir calorifique contractuel de 2017 (le PCS a été légèrement relevé d'environ +1 % en 2018), la pression du réseau d'approvisionnement, les nouvelles altitudes moyennes de 415 m et 420 m, tout comme les hauteurs effec-

tives de niveau de la mer des raccordements au gaz.

L'enseignement principal est que si le pouvoir calorifique contractuel de 2018 n'avait pas augmenté, le volume de ventes en kWh se situerait à -0.62 % en dessous du volume de gaz acheté. De plus, que l'on se base sur les hauteurs moyennes de 415 m, 420 m ou sur le niveau effectif de la mer, les volumes obtenus ne varient que très peu par rapport au volume acheté - de l'ordre de 0.2 % - ce qui prouve que les nouvelles altitudes moyennes calculées correspondent aux conditions locales.

Les variantes basées sur un pouvoir calorifique de 11.268 aboutissent à une baisse de toutes les valeurs (-0.02 %), ce qui est contre-productif. Malgré cela, la variante est conservée pour d'autres interprétations.

D'autres pistes ont été explorées:

- «Abaisser le niveau de la mer d'un mètre». En effet, les conduites de gaz se situent le plus souvent à 1 m sous la surface.
- Tenir compte de «l'augmentation de la température», qui est un pourcentage de la pression.

Pour ce faire, la température réelle issue de l'achat est calculée grossièrement en appliquant une pondération. Il en résulte une température d'environ 11 °C, conçue pour augmenter par rapport au niveau de la mer et à la pression du gaz.

Ainsi, il apparaît utile d'analyser plus attentivement le paramètre «température du gaz». Pour la première fois, le volume de gaz déterminé dépasse le volume acheté de 1 %.

6.5 Évaluation

Deux modalités d'évaluation sont envisagées: dans le premier scénario, la période d'achat allant du 01.01.2018 au 31.12.2018 sert de base 100 % à la facturation.

Dans le second cas, la valeur 100 % est la période d'achat allant du 15.12.2017 au 14.12.2018. Ce décalage de dates nous amène à ajouter à l'achat 770 250 kWh du volume de gaz. On peut en déduire que le mois de décembre 2018 était plus doux que celui de 2017. En conséquence,

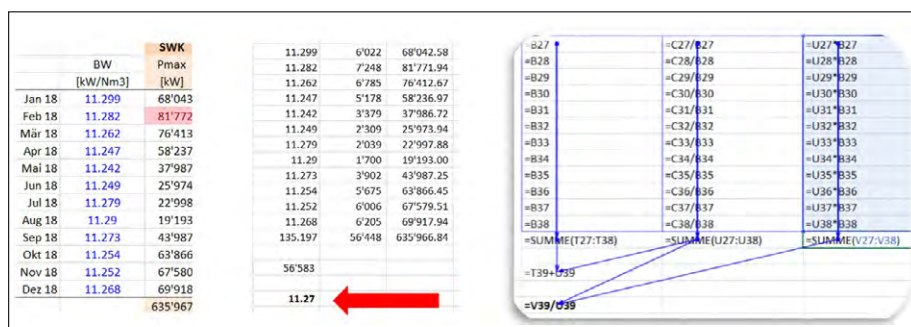


Fig. 5: Impression d'écran: valeur moyenne pondérée du pouvoir calorifique réel.

Abb. 5: Printscreen von der mengengewichteten Mittelbildung des Einspeisebrennwerts.

Fig. 5: Printscreen del calcolo della media delle quantità ponderate del valore di combustione di immissione.

tous les volumes de ventes – sauf ceux calculés avec la température – tombent sous la barre d'achat des 100 %.

7. Enseignements

Comparer des périodes différentes biaise les résultats, car les conditions météorologiques sont imprévisibles. Cela rend le paramètre «période» inutilisable. Seule la lecture concomitante de toutes les valeurs de compteur permet d'éviter cet écueil. Cela sera possible dans sept ans grâce au projet Smart Meter.

La limite de régulation de pression joue un rôle très marginal dans la différence de facturation. Cette dernière a une incidence de +0,01 % sur la consommation en kWh dans la plage d'altitude 450 m–460 m au-dessus du niveau de la mer.

L'analyse SIG a démontré qu'à Kreuzlingen la majorité du gaz consommé provenait de la zone basse (397 m et 435 m), où réside la majorité des consommateurs. Il conviendrait de fixer à 415–420 m au-dessus du niveau de la mer la hauteur moyenne de la zone de raccordements n° 1, au lieu de 435 m actuellement.

Le système de facturation de la zone de raccordements ne fonctionne que si la zone d'approvisionnement en gaz se situe suffisamment en hauteur. Or, avec une différence d'altitude d'environ 90 m, Kreuzlingen ne satisfait pas cette exigence.

Pour calculer les quantités de manière équivalente pour tous les raccordements, les paramètres «niveau de la mer» et «température du gaz» doivent être inté-

grés dans le calcul de l'énergie thermique (kWh) pour chaque raccordement.

Le système d'information géographique s'avère très performant pour l'analyse des surfaces. C'est aussi un outil formidable pour acquérir de nouvelles connaissances en exploitant des informations apparemment non corrélées.

La troisième, quatrième voire la cinquième dimension peut advenir...

Tanja Blum

Responsable d'équipe SIG/NIS/
planification

Géomaticienne CFC

Technische Betriebe Kreuzlingen
Nationalstrasse 27

CH-8280 Kreuzlingen

tanja.blum@kreuzlingen.ch

Approvvigionamento del gas naturale aziende tecniche Kreuzlingen: analisi sistema di informazione geografica

L'aziende tecniche Kreuzlingen sono un comparto del servizio pubblico urbano. In qualità di azienda trasversale, provvedono a garantire l'approvvigionamento di elettricità, gas naturale, acqua potabile e teleriscaldamento all'insieme della popolazione nonché alle aziende commerciali e industriali. L'aziende tecniche Kreuzlingen sono un importatore diretto di gas naturale e quindi occupano una posizione particolare. Su ogni bolletta di gas naturale è imputato il relativo sdoganamento e nella stazione di trasmissione i contatori e le saracinesche sono dotate di piombi doganali. A Kreuzlingen il gas naturale è sostanzialmente impiegato per il riscaldamento, il calore industriale e la mobilità.

T. Blum

1. Approvvigionamento del gas naturale a Kreuzlingen: Problematica

Da parecchio tempo a questa parte sussistono delle differenze del -2 %/-5 % tra

il punto di erogazione del gas alla frontiera di Costanza e la vendita di gas ai clienti di Kreuzlingen e dintorni.

Questa differenza è troppo significativa per essere imputata a eventuali perdite di gas. Si presume che la differenza sia riconducibile a un'altitudine diversa tra il punto di erogazione e il contatore dei clienti.

Un limite del regolatore della pressione è stato fissato a 470 m di altitudine, cioè tra il punto più alto e quello più basso. Motivo per cui presso gli allacciamenti domestici ubicati al di sopra dei 470 metri sul livello del mare (m. s. l. m) davanti al contatore si è installato un piccolo regolatore della pressione. Questo consente di ripristinare la spinta della pressione formatasi nelle condotte del gas.

Per attuare un conteggio adattato alla pressione si è provveduto a suddividere Kreuzlingen in due zone altimetriche: una a un'altezza mediana di 435 metri e un'altra a 520 metri sul livello del mare.

Molti grossi clienti si trovano nella zona altimetrica inferiore e sono dotati di un dispositivo di conversione del volume che indica al contatore la temperatura e la pressione di entrata del gas. La lettura del contatore avviene ogni settimana in modo automatizzato sempre in un momento predefinito. Questo procedimento garantisce un conteggio del consumo vicino alla realtà. L'approccio non è tuttavia estensibile ai piccoli consumatori perché comporta grandi costi.