

niert. Die Fehlervektoren der transformierten Koordinaten sind gegenüber den vorgegangenen Varianten etwas grösser.

### Fazit und weiteres Vorgehen

Die ermittelten Transformationsparameter der Varianten 3 und 4 können für die Transformation von alten Wasserleitungsdaten der WVZ im Arbeitsperimeter eingesetzt werden. Die erforderlichen Genauigkeiten bleiben dabei erhalten. Für die Nutzung im täglichen Arbeitsablauf wurde ein Excel-Tool entwickelt, mit welchem die Transformation mit beiden Parametersets einfach durchführbar ist. In einem nächsten Schritt wird nun ge-

prüft, ob mit diesen Parametersets auch Transformationen ausserhalb des Arbeitsperimeters innerhalb der geforderten Genauigkeiten möglich sind. Erste Resultate unter Verwendung von LFP3 als Kontrollpunkte scheinen dies zu bestätigen.

### Dank

Durch die Arbeit habe ich einen spannenden Einblick in die Entwicklung der Stadt- und Wasserleitungsvermessung der Stadt Zürich gewinnen können. Des Weiteren habe ich mich in einen neuen Bereich der Geomatik einarbeiten dürfen und einzelne Bereiche aus der Ausbildung zur Geomatiktechnikerin in der Praxis anwenden können. Ich bedanke mich an dieser

Stelle für die tatkräftige Unterstützung der Experten, Herr M. Burkard und Herrn C. Lienert, sowie der WVZ und dem GeoZ, welche alle zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben.

Annina Thalmann  
Geomatiktechnikerin FA  
Wasserversorgung Zürich  
Hardhof 9  
CH-8021 Zürich  
annina.thalmann@zuerich.ch

Quelle: FGS Redaktion

# Transformation de données relatives aux canalisations du service d'eau de la ville de Zurich

Mise au point d'un instrument de travail pour la transformation en coordonnées LV95 de données relatives aux conduites d'eau saisies avec les coordonnées de l'observatoire ETH. Mémoire de fin d'études formation de technicien en géomatique CFC.

A. Thalmann

## Contexte

Jusqu'en 1893, le territoire de la commune de Zurich ne s'étendait pas au-delà des limites de l'actuelle vieille ville. Les premières opérations systématiques de mensuration de la ville («triangulation de la vieille ville») y furent menées entre 1857 et 1870. À cet effet, un système de coordonnées propre fut introduit, dont la flèche de l'église Saint-Pierre encore de-

bout servait de point de référence.

En 1893 a lieu un agrandissement: 11 communes de banlieue y sont intégrées (1<sup>er</sup> rattachement). L'organisme municipal chargé de la mensuration officielle ordonne alors de refaire les mesures des nouveaux quartiers.

Ce nouveau plan cadastral s'inspirait déjà du système national de mesure LV03 dont existait une ébauche, mais il était orienté vers le sud et avait pour point zéro le cercle méridien de l'observatoire de l'ETH. À l'inverse, dans les communes de l'agglomération, les relevés s'effectuaient

avec l'ancien système national de coordonnées LV03 alors en vigueur, mais les résultats étaient relativement imprécis et la ville de Berne servait de point zéro (Berne 0/0, «coordonnées civiles»).

Ainsi, trois différents systèmes de coordonnées étaient déjà en service sur ce territoire quand 12 de ces communes de l'agglomération furent intégrées à celle de Zurich en 1934 (fig. 1).

En mars 1990, à l'occasion d'un projet de transformation décidé par la ville, la conversion de tous les PFP3 et GP en coordonnées LV03 permit l'harmonisation des systèmes.

## Problématique

Les services d'approvisionnement en eau de Zurich (Wasserversorgung Zürich, ci-après «WVZ») ont pour tâche récurrente l'entretien et la rénovation de certaines parties du réseau municipal. Le WVZ possède un service interne qui, depuis les débuts de la mensuration moderne, saisit la position et la hauteur des éléments nouveaux ou rénovés: canalisations, bornes d'incendie, hydrants souterrains, vannes et dérivations en T.

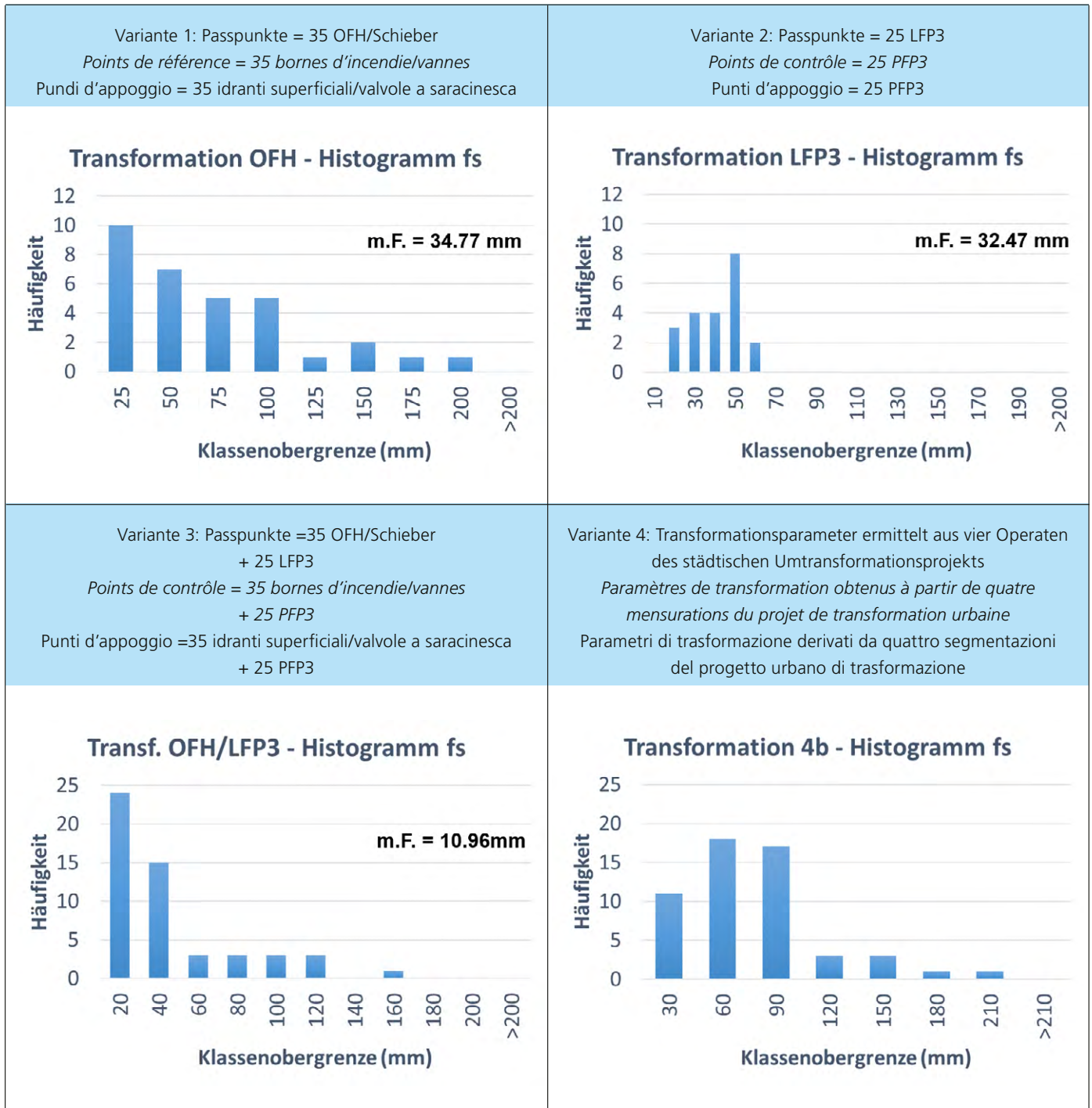


Fig. 2: Distribution des fréquences de valeur des vecteurs d'erreur pour les quatre ensembles de paramètres de transformation testés.

Abb. 2: Häufigkeitsverteilung des Betrags der Fehlervektoren für die vier getesteten Transformations-Parametersets.  
 Fig. 2: Ripartizione della frequenza del valore assoluto dei vettori di errore per i quattro set di parametri di trasformazione testati.

De 1868 à 1987, ces données étaient représentées graphiquement/de manière analogique sur des plans en papier, puis la saisie des nouvelles données s'est faite de manière numérique. Les avancées

techniques ont fait évoluer les modalités de saisie: jusqu'en 1976, les éléments de canalisation étaient relevés sans indication de coordonnées sur des points remarquables (ex.: les coins de bâtiment). De-

puis, le relevé de la position s'effectue directement dans le système de coordonnées adéquat.

Or à cette période, des coordonnées LV03 étaient déjà utilisées sur les secteurs de

la vieille ville et de la ville issue du 2<sup>ème</sup> rattachement.

Envisageons maintenant des mesures de pointage dans le cadre de relevés des canalisations d'assainissement. Les interfaces entre nouveaux segments de canalisation et «anciens» doivent être construites/re-calculées chaque fois à la main à partir des relevés papier. Avec un outil simple, intégrer ces «anciennes» coordonnées ne serait plus un obstacle. L'entreprise enregistrerait de meilleurs résultats tout en améliorant son efficacité sur les opérations répétitives.

## Objectifs du projet

Ce travail vise à développer un instrument maniable permettant d'améliorer les opérations quotidiennes en transformant les anciennes données relatives aux canalisations en coordonnées actuelles variables.

## Principe

Ce travail s'appuie sur les plans de conduites extraits des archives de WVZ de l'époque, les données SIG de WVZ, des relevés de terrain spécifiques, ainsi que des informations issues du projet de conversion urbaine de 1990.

Pour les données relatives aux conduites, WVZ a adopté les exigences de précision définies dans la norme SIA 405: l'erreur moyenne des données saisies doit présenter une précision de  $\pm 10$  cm avec une tolérance de  $\pm 30$  cm. Le présent travail reprend ces normes.

## Méthodologie

Après avoir posé les bases du projet puis défini précisément la problématique, le travail s'est déroulé en différentes étapes:

### 1. Choix du mode de transformation

Le mode de transformation retenu devait répondre à différents critères et avant tout être le plus simple possible. Les coordonnées de l'observatoire ETH étant orientés vers le sud et leur origine décalée latéralement par rapport à

l'origine LV03 (plus précisément LV95), la transformation devait également comporter au moins une rotation et une translation vers Y et vers X. De plus, en raison de l'étendue spatiale et des méthodes de mesure, l'application d'un facteur d'échelle s'imposait. La transformation de Helmert remplissait tous ces critères. Ayant déjà servi de base au projet de 1990, elle garantissait une certaine comparabilité.

### 2. Choix du logiciel de transformation

Différents outils Open-Source ont été testés. En accord avec les experts soutenant le projet, le logiciel «TRANSINT», couramment utilisé pour ce type d'opération par swisstopo, a été retenu.

### 3. Choix des types de points de référence/type de point d'appui

Transformer les coordonnées d'un système de coordonnées exige de définir des points de référence, dont les coordonnées figurent dans les deux systèmes. Pour les conduites d'eau, la difficulté réside dans le fait que la majorité des éléments saisis se trouvent sous terre, ce qui complique les opérations de mesure. C'est pourquoi seuls les éléments visibles en surface de WVZ ont servi de points d'appui. Les types de points se réduisaient aux poteaux d'incendie et aux vannes d'arrêt (barre de poussée située sous la plaque d'égout).

### 4. Définition du périmètre de travail

Le périmètre établi pour la première phase de travail correspondait à celui retenu par le GeoZ (Geomatik + Vermessung Zurich) en 1990. La requête SQL menée dans le SIG de WVZ a donc porté sur cette zone, c'est-à-dire sur les bornes d'incendie et les vannes saisies entre 1980 et 1990. En comparant les éléments avec l'archive du plan, les points saisis en coordonnées d'observatoire ETH ont pu être identifiés, mais pour un résultat décevant: impossible d'obtenir une transformation valable faute d'un nombre suffisant de points de référence exploitables.

Une seconde requête SQL analogue a donc porté sur le périmètre de travail étendu à tout le territoire du premier

rattachement, les points de référence étant définis de la même manière. Là encore, le résultat fut relativement modeste. En outre, les points se répartissaient majoritairement sur une zone limitée. Pour augmenter la densité et le nombre de points, les points de contrôle WZV ont été complétés avec les PFP (points fixes planimétriques) du GeoZ, faisant passer le nombre de points sur le périmètre de travail à 60 (35 bornes d'incendie, 25 PFP).

### 5. Mesure des points

Des relevés de terrain ont ensuite permis d'établir les coordonnées LV95 de tous les points.

### 6. Définition des paramètres de transformation avant transformation dans TRANSINT

Pour quatre différents ensembles de points, des paramètres de transformation ont été établis avant d'effectuer la transformation.

### 7. Évaluation

Les vecteurs représentatifs des erreurs  $f_s$  et leur répartition ont été calculés puis évalués sur la base des différences entre valeurs transformées et coordonnées mesurées sur le terrain (fig. 3).

## Résultats et évaluation

Les histogrammes ci-dessous (fig. 2) représentent les vecteurs d'erreur  $f_s$  calculés avec les ensembles de paramètres de transformation adaptés à chaque variante. Les quatre variantes présentent une majorité de points transformés inférieure au niveau de l'erreur moyenne pertinente de  $\pm 100$  mm. Toutes les valeurs respectent la limite de tolérance de  $\pm 300$  mm.

Comme prévu, la dispersion des vecteurs d'erreur est plus importante quand seules les bornes d'incendie servent de points de référence (variante 1) et non pas des PFP 3 (variante 2). La variante 3 présente une quantité de points de référence nettement plus grande. L'erreur moyenne et la dispersion sont nettement plus basses que pour les variantes de départ.

Enfin, la variante 4 reprend une combinaison de paramètres de transformation

et de points issue de quatre mensurations du projet de 1990. Les vecteurs d'erreur des coordonnées transformées sont un peu plus grands que pour les variantes précédentes.

## Conclusion et perspectives

Les paramètres des variantes 3 et 4 s'intègrent tout à fait dans le périmètre de travail envisagé pour la transformation des anciennes données associées aux conduites d'eau de WVZ. Ils n'ont pas d'incidence sur les normes établies. Pour les opérations courantes, un outil Excel a pu être conçu. Il permet une transforma-

tion simple avec les deux ensembles de paramètres. De prochaines vérifications nous diront si ces derniers autorisent des interventions hors du périmètre de travail sans affecter les normes. Les premiers résultats obtenus en utilisant les PFP3 comme points de référence semblent le confirmer.

## Remerciements

Ce travail m'a offert une plongée fascinante dans le monde de la mensuration urbaine et de la gestion des conduites d'eau de la ville de Zurich. J'ai pu explorer un nouveau champ d'application de la géomatique en mettant en pratique les

connaissances que j'ai acquises pendant ma formation. Je remercie les experts, Messieurs M. Burkard et C. Lienert, pour leur soutien indéfectible, ainsi que le VZ et le GeoZ. Tous ont contribué à la réussite de ce projet.

Annina Thalmann  
technicienne en géomatique CFC  
Wasserversorgung Zürich, Hardhof 9  
CH-8021 Zurich  
annina.thalmann@zuerich.ch

Source: rédaction PGS

# Trasformazione dei dati delle condotte della wvz, l'azienda di approvvigionamento idrico di Zurigo

Elaborazione di uno strumento di lavoro per la trasformazione dei dati sulle condotte d'acqua, rilevate dall'osservatorio astronomico del politecnico di zurigo, in coordinate della mn95. lavoro di diploma per l'attestato federale di tecnica in geomatica.

A. Thalmann

## Situazione di partenza

Fino al 1893 l'area urbana della città di Zurigo si estendeva solo al perimetro dell'attuale centro storico. In questo perimetro tra il 1857 e il 1870 si è realizzata la prima opera sistematica di misurazione della città («triangolazione del centro storico»). A questo scopo si è introdotto un proprio sistema di coordinate alla cui origine c'era la cima della campanile della St. Peterskirche.

Nel 1893 la città si è estesa a 11 comuni periferici (1a incorporazione). L'istanza

cittadina di misurazione di allora ordinò una nuova misurazione dei nuovi segmenti urbani. Questa nuova opera di misurazione era già improntata sulle linee guida del sistema di misurazione nazionale MN03, in vigore a quel tempo. Tale sistema era tuttavia orientato verso sud e come origine delle coordinate si ricorse alla meridiana dell'Osservatorio astronomico del Politecnico di Zurigo.

Contrariamente alla città, i comuni d'agglomerato furono quindi misurati in base al sistema di coordinate MN03. Tuttavia, il confronto dei risultati dimostrò la presenza di imprecisioni e come punto d'origine si decise di prendere Berna (Berna 0/0, coordinate civili). Quando nel 1934

12 di questi comuni furono integrati nel comune di Zurigo erano in uso tre diversi sistemi di coordinate.

Grazie a un progetto di trasformazione ordinato dalla città, dal marzo 1990 tutti i PFP2 e i PL furono convertiti nelle coordinate MN0, nell'intento di arrivare a una semplificazione dei sistemi.

## Descrizione della problematica

All'azienda di acqua potabile di Zurigo (WVZ) compete la continua manutenzione e l'ammodernamento della rete idrica urbana. Il comparto di misurazione interno della WVZ si occupa, sin dai primordi, della moderna misurazione della posizione e dell'altezza degli elementi delle condotte d'acqua, sia di recente costruzione che risanati. Gli elementi inventariati sono, tra l'altro, le condotte, gli idranti superficiali, gli idranti interrati, le valvole a saracinesca e i raccordi a T. Tra il 1868 e il 1987 i dati furono raffigurati analogicamente/graficamente su piani cartacei, successivamente i nuovi dati vennero conservati numericamente/digitalmente. Il progresso tecnologico ha pure comportato una modifica del processo di rilevamento: approssimativamente fino al 1976 gli elementi delle condotte venivano misurati, senza indicare le