

Transformation von Wasserleitungsdaten der Wasserversorgung Zürich

Autor(en): **Thalmann, A.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement = Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire = Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio**

Band (Jahr): **116 (2018)**

Heft 11

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-815966>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Transformation von Wasserleitungsdaten der Wasserversorgung Zürich

Der Artikel beschreibt den Aufbau eines Arbeitsinstruments zur Transformation von in ETH-Sternwartenkoordinaten erfassten Wasserleitungsdaten in LV95-Koordinaten. Er basiert auf der Abschlussarbeit der Ausbildung zur Geomatiktechnikerin FA.

A. Thalmann

Ausgangslage

Das Stadtgebiet der Stadt Zürich erstreckte sich bis 1893 nur auf das Gebiet der heutigen Altstadt. In diesem Gebiet wurde zwischen 1857 und 1870 das erste systematische Vermessungswerk der Stadt erstellt («Altstadttriangulation»). Zu diesem Zweck wurde ein eigenes Koordinatensystem eingeführt – als dessen Ursprung die Turmspitze der noch heute stehenden St. Peterskirche diente. Im Jahr 1893 wurde die Stadt um elf bisherige Vorortsgemeinden erweitert (1. Eingemeindung). Die damalige städtische Vermessungsinstanz hat daraufhin eine Neuvermessung der neuen Stadtteile angeordnet. Dieses neue Vermessungswerk lehnte sich bereits an das damals in Grundzügen vorhandene nati-

onale Vermessungssystem LV03 an – es war allerdings nach Süden orientiert und es wurde das Meridianinstrument in der Sternwarte der ETH als Nullpunkt verwendet.

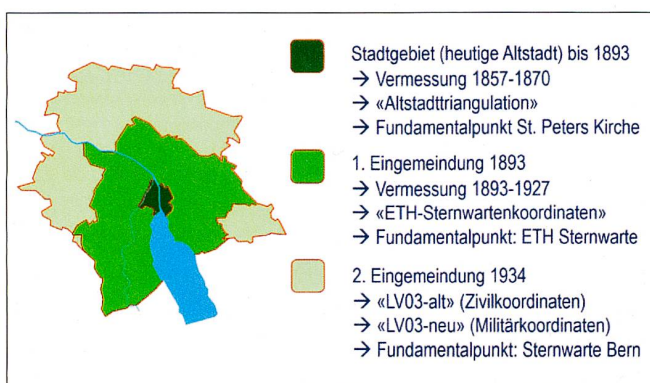
Im Gegensatz zur Stadt wurde in den Agglomerationsgemeinden auf das damals national gültige LV03 Koordinatensystem eingemessen, jedoch waren die Resultate vergleichsweise ungenau und als Nullpunkt wurde Bern verwendet (Bern 0/0, «Zivilkoordinaten»). Als 1934 zwölf dieser Agglomerationsgemeinden in die Gemeinde Zürich integriert wurden, waren also auf dem Stadtgebiet bereits drei verschiedene Koordinatensysteme in Gebrauch (Abb. 1).

Erst mit einem städtisch angeordneten Umtransformationsprojekt wurden ab März 1990 sämtliche LFP3 und GP in die LV03 Koordinaten umtransformiert und damit eine Vereinheitlichung der Systeme erreicht.

Problemstellung

Die Wasserversorgung Zürich (WVZ) unterhält und erneuert laufend Teile des städtischen Wasserversorgungsnetzes. Die WVZ-interne Vermessungsabteilung erfasst seit den Anfängen der modernen Vermessung Lage und Höhe von neu gebauten oder sanierten Wasserleitungselementen. Erfasste Elemente sind u.a.: die Leitung, Oberflurhydranten (OFH), Unterflurhydranten (UFH), Schieber, T-Stücke. Die Daten wurden von 1868 bis 1987 analog/grafisch auf Papierplänen dargestellt – seither werden neue Daten numerisch/digital abgelegt. Mit der technischen Entwicklung haben sich auch die Aufnahmeverfahren geändert: bis ca. 1976 wurden die Leitungselemente ohne Koordinatenangabe auf markante Geländepunkte (z.B. Gebäudeecken) eingemessen – erst danach erfolgte die Lageerfassung direkt im jeweils gültigen Koordinatensystem. Zu diesem Zeitpunkt waren im Bereich der Altstadt und dem Gebiet der 2. Eingemeindung jedoch bereits LV03 Koordinaten in Gebrauch.

Sind nun z. B. im Rahmen einer Leitungssanierung Nachführungsarbeiten vorzunehmen, müssen die Schnittstellen zwischen neu erstellten und weiterhin bestehenden «alten» Leitungsabschnitten jedes Mal von Hand aufgrund der Einmisse von den Papierplänen konstruiert/nachgerechnet werden. Es wäre betrieblich wünschenswert, diese repetitiven Vorgänge durch ein einfaches Werkzeug



Jahr	Ereignis	Stadtteil und Koordinatensystem		
		Altstadt	1. Eingemeindung	2. Eingemeindung
1857 - 70	Altstadttriangulation			LV03 alt (Zivilkoordinaten)
1893	1. Eingemeindung	Altstadttriangulation	ETH-Sternwartenkoordinaten	LV03 alt (Zivilkoordinaten)
1934	2. Eingemeindung	Altstadttriangulation	ETH-Sternwartenkoordinaten	LV03 alt (Zivilkoordinaten)
1971 - 76	Neutriangulation			LV03 alt (Zivilkoordinaten)
1980 - 90	Vorbereitung Projekt Umtransformation	LV03	ETH-Sternwartenkoordinaten	LV03 (Militärkoordinaten)
1984	Neuvermessung Altstadt + Projekt Umtransformation	LV03	ETH-Sternwartenkoordinaten	LV03 (Militärkoordinaten)
ab 1990	Koordinatensysteme einheitlich	LV03	LV03	LV03

Aufnahmeverfahren WVZ: Einflechtung auf markante Geländepunkte
 Aufnahmeverfahren WVZ: Koordinatenangabe (im jeweiligen Koord. Syst.)

Abb. 1: Übersicht über die verschiedenen Zürcher Koordinatensysteme vor 1990.

Fig. 1: Aperçu des systèmes de coordonnées utilisés à Zurich avant 1990.

Fig. 1: Panoramica dei vari sistemi di coordinate zurighesi prima del 1990.

effizienter zu gestalten und die Qualität der Ergebnisse durch den Einbezug der «alten» Koordinaten zu erhöhen.

Ziel

Im Rahmen der Arbeit sollte ein einfach zu handhabendes Arbeitsinstrument erarbeitet werden, mit welchem im täglichen Arbeitsablauf veraltete Wasserleitungsdaten in heute gültige Koordinaten umgerechnet werden können.

Grundlagen

Die Arbeit basiert auf den im Planarchiv der WVZ verfügbaren Wasserleitungsplänen aus der betroffenen Epoche, GIS-Daten der WVZ, eigenen Feldaufnahmen sowie Informationen aus dem städtischen Umtransformationsprojekt 1990.

Für Wasserleitungsdaten stützt sich die WVZ auf die Genauigkeitsanforderungen nach der SIA-Norm 405, der mittlere Fehler der erfassten Daten muss eine Genauigkeit von ± 10 cm aufweisen, die Toleranz liegt bei ± 30 cm. Dies wurde auch vorliegender Projektarbeit zugrunde gelegt.

Methodik

Nach der Grundlagenerarbeitung und der genauen Problemdefinition erfolgte die Projektbearbeitung in folgenden Schritten:

1. Auswahl der Transformationsart

Grundsätzlich wurde eine möglichst einfache Transformationsart angestrebt. Die ETH-Sternwartenkoordinaten sind nach Süden orientiert, während ihr Ursprung gegenüber dem LV03 (bzw. LV95) Ursprung lateral verschoben ist. Erforderlich war also eine Transformation mit mindestens einer Drehung und einer Translation in Y- und X-Richtung. Aufgrund der räumlichen Ausdehnung und den angewandten Messmethoden war es ausserdem naheliegend, dass auch mit einem Massstabsfaktor gearbeitet werden muss. Die Helmert Transformation erfüllte alle diese Kriterien, ausserdem war sie auch

Grundlage des städtischen Umtransformationsprojekts 1990, was eine gewisse Vergleichbarkeit erlaubte.

2. Auswahl der Transformationssoftware

Es wurden verschiedene Open-Source Transformationssoftwares für die Anwendung in der Projektarbeit geprüft. In Absprache mit dem betreuenden Experten wurde dann entschieden, die Umtransformation mit der bei swisstopo üblicherweise für diese Anwendung eingesetzten Software «TRANSINT» durchzuführen.

3. Auswahl der Passpunkttypen/ Passpunkteart

Für eine Transformation von Koordinaten eines Koordinatensystems in ein anderes müssen Passpunkte bestimmt werden, für welche die Koordinaten in beiden Systemen vorliegen. Problematisch bei Wasserleitungsbauten ist die Tatsache, dass die Mehrheit der erfassten Elemente unterirdisch verläuft und demnach nicht einfach nachgemessen werden kann. Als Passpunkte kamen daher nur oberirdisch sichtbare Elemente der WVZ in Frage. Die möglichen Passpunkttypen reduzierten sich so auf OFH und Absperrschieber (Schieberstangen unter Strassenkappe).

4. Auswahl des Arbeitsperimeters

In einem ersten Ansatz wurde ein Arbeitsperimeter verwendet, welches sich nach Aussagen des GeoZ (Geomatik + Vermessung Zürich) beim Umtransformationsprojekt 1990 als interessant erwiesen hatte. Anschliessend wurde über diesen Perimeter eine SQL-Abfrage im WVZ-GIS über OFH und Schieber, welche zwischen 1980 und 1990 erfasst wurden, durchgeführt. Die resultierenden Elemente wurden nun mit dem Planarchiv abgeglichen und festgestellt, welche davon in ETH-Sternwartenkoordinaten erfasst wurden. Das Ergebnis war ernüchternd – die Anzahl brauchbarer Passpunkte war für eine aussagekräftige Transformation zu gering. In einer zweiten, analogen SQL-Abfrage wurde der Arbeitsperimeter auf das gesamte Gebiet der 1. Eingemeindung erweitert und nach gleichem

Vorgehen die Passpunkte bestimmt. Wiederum war die resultierende Passpunkteanzahl relativ klein und die Passpunkte verteilten sich ausserdem mehrheitlich auf ein begrenztes Gebiet. Um die Passpunktedichte und -zahl noch zu erhöhen, wurden die WVZ Passpunkte mit LFP des GeoZ ergänzt. Somit resultierte im Arbeitsperimeter eine Passpunkteanzahl von 60 Passpunkten (35 OFH/Schieber, 25 LFP3).

5. Messung der Passpunkte

Mit Feldaufnahmen konnten anschliessend die LV95 Koordinaten sämtlicher Passpunkte bestimmt werden.

6. Ermittlung der Transformationsparameter und Transformation mit TRANSINT

Für vier unterschiedliche Passpunktesets wurden jeweils die Transformationsparameter bestimmt und die Transformation durchgeführt.

7. Auswertung

Aus den Koordinatendifferenzen zwischen den transformierten Werten und den im Feld gemessenen Koordinaten wurden die Fehlervektoren f_s bzw. deren Verteilung berechnet und beurteilt (Abb. 3).

Resultate und Auswertung

Nachfolgend (Abb. 2) sind die Histogramme für die mit den für jede Variante angepassten Transformationsparametersets berechneten Fehlervektoren f_s dargestellt. Bei allen vier Varianten liegt die Mehrheit der transformierten Punkte unterhalb des relevanten mittleren Fehlers von ± 100 mm und sämtliche Werte innerhalb der geltenden Toleranzgrenze von ± 300 mm. Erwartungsgemäss ist die Streuung der Fehlervektoren bei der Verwendung von ausschliesslich OFH als Passpunkte grösser (Variante 1) als bei der Verwendung von LFP 3 (Variante 2). Bei Variante 3 ist die Passpunktemenge deutlich grösser, der mittlere Fehler und die Streuung sind deutlich tiefer als bei den Ausgangsvarianten. In Variante 4 wurden Transformationsparameter und Passpunkte aus vier Operaten des städtischen Umtransformationsprojekts 1990 kombi-

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^{er} 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.

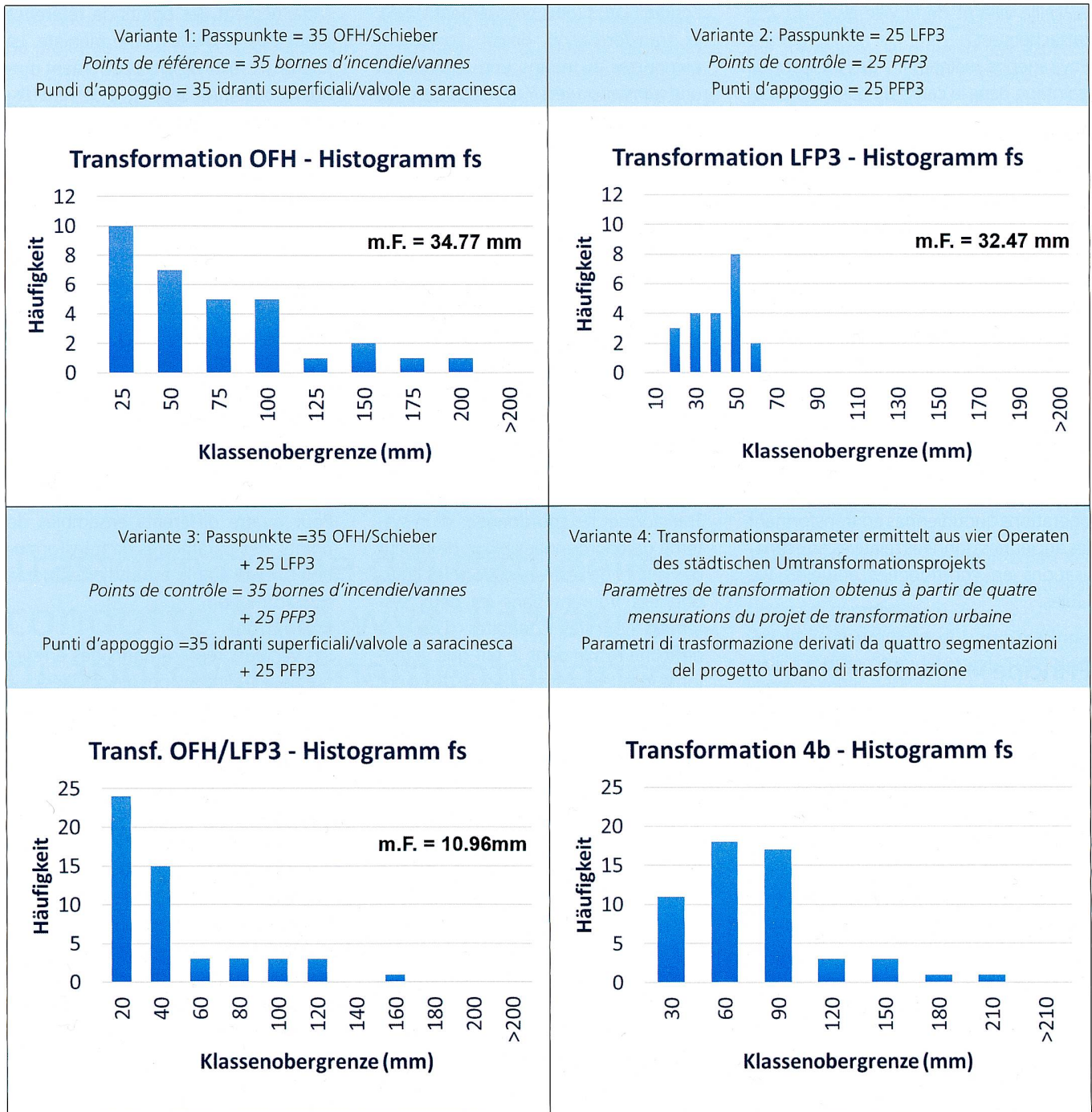


Fig. 2: Distribution des fréquences de valeur des vecteurs d'erreur pour les quatre ensembles de paramètres de transformation testés.

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^{ème} 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 valables.

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 ± 10 cm avec une tolérance de ± 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 WVZ 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 PFP3).

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 ± 100 mm. Toutes les valeurs respectent la limite de tolérance de ± 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