

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

Herausgeber: geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und
Landmanagement

Band: 120 (2022)

Heft: 3-4

Artikel: Analyse von Punktzuständen und -verschiebungen in der amtlichen
Vermessung = Analyse des états de points et des déplacements de
points dans la mensuration officielle = Analisi dello stato e dello
spostamento dei punti nella misurazione ufficiale

Autor: Sidler, Stefan

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-981175>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 05.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Analyse von Punktzuständen und -verschiebungen in der amtlichen Vermessung

Beim Arbeiten mit dem GNSS ist in der amtlichen Vermessung (AV) neben der Systemkontrolle zu entscheiden, ob mit einer lokalen Einpassung gearbeitet werden muss. Die kantonale Weisung¹ sieht eine lokale Einpassung (oder zumindest einen Nachweis, dass darauf verzichtet werden kann) in Gebieten vor, welche nicht als spannungsarm ausgeschieden sind. Dazu sind, neben der Systemkontrolle, 3–4 Kontrollpunkte im Arbeitsgebiet zu messen. Es ist sehr nützlich, wenn bereits vor der eigentlichen Arbeit bekannt ist, ob mit lokalen Bodenverschiebungen zu rechnen ist und welche Kontrollpunkte vorhanden und messtauglich sind. Auf dem Feld werden im Rahmen der laufenden Nachführung hunderte Kontrollpunkte gemessen. Die Information der Qualität, der vorhandenen Punkte und der lokalen Bodenverschiebungen verbleiben aber oft nur beim ausführenden Feldoperateur. Eine Gesamtübersicht, wo diese Informationen gesammelt werden, existierte bisher nicht.

S. Sidler

rigen Attributen und Beziehungen ersichtlich. Nachfolgend einige Erläuterungen zu den Tabellen:

- Die *Tabelle Entstehung* gibt Auskunft, welcher Feldoperateur mit welchem Messauftrag die Daten erfasst hat. Pro Messtag, Operateur und Auftrag wird eine Entstehung erfasst.
- In der *Tabelle Zustand* werden die Punktzustände zu den Kontrollpunkten erfasst. Ein Zustand kann entweder eine GNSS-Messung aufweisen oder keine. Ist eine Messung vorhanden, erhält der jeweilige Kontrollpunkt i.d.R. das Standardattribut «in Ordnung». Es werden auch sämtliche Punktzustände zu messuntauglichen oder fehlenden Punkten erfasst. Im zweiten Fall muss keine Messung vorhanden sein.
- In der *Tabelle Messung* werden die Ist-Koordinaten und sämtliche vom Feldgerät automatisch gespeicherte Zusatzinformation erfasst. Die Attribute sind auf Leica-GNSS-Geräte abgestimmt.
- Die *Tabelle Sollpunkt* enthält die Soll-Koordinaten und ist eine Kopie der AV-Datenbank. Es sind sämtliche Lage-

Projektbeschreibung

Das wichtigste Ziel der Projektarbeit war, die Fix- und Grenzpunktmessungen mit GNSS zu sammeln und in einer Datenbank zu speichern. Dabei ist es essenziell, dass die Daten laufend nachgeführt, ergänzt und aktuell gehalten werden. Es werden nicht nur die gemessenen Koordinaten erfasst, sondern auch Zusatzinformationen, z. B. die Qualität der GNSS-Messungen und Punktzustände. Weiter werden Informationen zu fehlenden oder GNSS-messuntauglichen Kontrollpunkten erfasst.

Datenmodell

Eine Kernaufgabe der Projektarbeit war, die gewonnenen Informationen und Daten sinnvoll zu speichern und zu verwalten. Dazu wurde ein Datenmodell mit dazugehöriger Datenbank erstellt. Das Datenmodell wurde technisch im Datenbankmanagementsystem PostgreSQL umgesetzt und in der Beschreibungssprache INTERLIS 2 beschrieben.

In der Abbildung 3 sind die vier Tabellen der neuen Datenbank mit den dazugehö-



Abb. 1: Kontrollpunktmessung über dem Dorf Malters mit Leica GS18i und Tablet CS35.

Fig. 1: Mesure du point de contrôle sur le village de Malters avec Leica GS18i et tablette CS35.

Fig. 1: Misurazione del punto di controllo sopra il villaggio di Malters con Leica GS18i e tablet CS35.



Abb. 2: Granitstein eines ehemaligen Triangulationspunktes mit eingemeissem Kreuz (heute LFP3).

Fig. 2: *Pierre de granit d'un ancien point de triangulation avec croix sculptée (aujourd'hui LFP3).*

Fig. 2: *Pietra in granito di un ex punto di triangolazione con croce scalfita (oggi PFP3).*

fixpunkte (LFP1–LFP3), die Grenzpunkte und Hoheitsgrenzpunkte enthalten. Die Idee dieser Tabelle ist, dass keine Kontrollpunkte gelöscht werden, auch wenn diese infolge Löschung oder Deklassierung nicht mehr in der AV-Datenbank vorhanden sind. Somit gehen keine Informationen zu Bodenverschiebungen verloren. Ist ein Punkt nicht mehr in der AV-Datenbank vorhanden, erhält er ein Datum im Attribut «ungültig». Dank diesem Attribut können Informationen zu diesen Punkten beispielsweise auf Feldplänen weggefiltert werden. Für einen Sollpunkt können natürlich mehrere Zustände und Messungen erfasst werden. Messung und Zustand gehören aber als Binom immer zusammen, da sich neben Messungen auch Zustände über die Jahre verändern können.

Nachführung der Datenbank

Datengrundlage der neu entworfenen Datenbank bilden Messungen aus Grossprojekten wie Genauigkeitsanalysen oder Fixpunkterneuerungen. Bei diesen Aufträgen wurden flächendeckende Messungen über das ganze Operat gesammelt. Diese Informationen bieten eine gute Übersicht. Das Ziel ist nun, die Datenbank laufend mit neuen Messungen und Informationen zu Punktzuständen zu ergänzen.

Messungen

Die Informationen für Messungen stammen direkt vom GNSS-Gerät. Für den Messdatenexport wurde ein eigener Export per Stylesheet entwickelt, welches auf dem Leica Quality Protocol (LQP) basiert. Nach dem Export liegen die Messresultate in einer kommagetrennten Textdatei vor. Der Messdatenexport wurde so entwickelt, dass nur gewünschte Informationen exportiert werden. So werden etwa Tachymetermessungen oder Situationsaufnahmen weggelassen. Die exportierten Textdateien werden mittels Schnittstelle in die Datenbank importiert.

Punktzustände

Neben Messungen sollen auch Zustände zu messuntauglichen oder fehlenden Kontrollpunkten erfasst werden. Dies kann der Feldoperator wahlweise direkt auf dem Feld via Tablet oder im Büro erledigen. Dazu wird QGIS verwendet und die Punktzustände können grafisch abgesetzt werden. Die Abbildung 4 zeigt die zu erfassenden Attribute mit den auswählbaren Zuständen als Dropdown-Liste.

Beispielgemeinde Malters

Im Vorprojekt für die Erneuerung (EN) der amtlichen Vermessung der Gemeinde Malters wurde eine Genauigkeitsanalyse (GAN) durchgeführt. Eine GAN vor der EN hat zum Ziel, den Zustand des Vermessungswerkes zu analysieren und dient zur Festlegung von Entzerrungsmassnahmen. Dazu werden Kontrollpunkte (LFP und GP) primär mittels GNSS repräsentativ über das gesamte Gebiet gemessen.

Wie für alle Messungen in der Datenbank ist es zwingend, dass die Kontrollpunkte absolut und ohne lokale Einpassung gemessen werden.²

Von der Messplanung über die GNSS-Feldmessungen bis zur Auswertung wurde bei der GAN Malters zum ersten Mal mit der neuen Datenbank und mit QGIS gearbeitet.

Die Vorteile dabei waren:

- Speicherung aller Daten zentral in einer Datenbank
- Keine Erstellung von Papierfeldplänen dank Feldtablets
- Erfassung von Punktzuständen direkt auf dem Feld
- Feldeinsatz mit nur einer Software.

Bei der Abbildung 5 ist eine mögliche grafische Darstellung der Lage- und Höhenvektoren mit der Beschriftung der jeweiligen Verschiebe-Werte in cm zu sehen. Dabei werden die Vektoren in drei verschiedenen Farben nach Sigma-Werten aufgeteilt.

Die Sigma-Werte beziehen sich auf die Genauigkeitsanforderung der TVAV und sind abhängig von der jeweiligen Toleranzstufe (TS) und Informationsebene des gemessenen Kontrollpunktes.

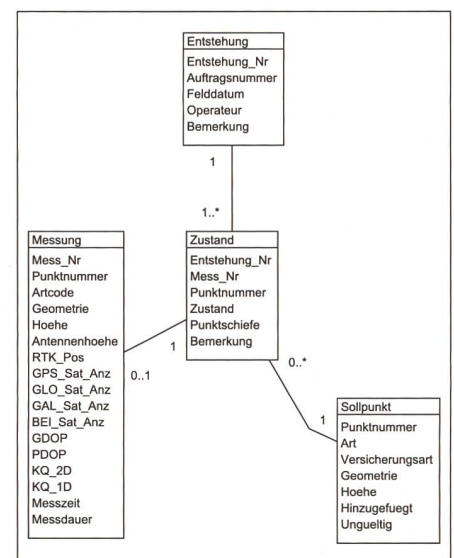


Abb. 3: UML-Diagramm vom INTERLIS 2 – Datenmodell.

Fig. 3: *Diagramme UML de l'INTERLIS 2 – modèle de données.*

Fig. 3: *Diagramma UML di INTERLIS 2 – modello di dati.*

Nutzen der Resultate

Alle neu gesammelten Informationen fließen direkt in die Feldvorbereitung ein und sollen das Arbeiten auf dem Feld vereinfachen. Dazu können noch klassische Papier-Feldpläne erstellt werden, diese werden jedoch durch den Einsatz von Web-GIS und Tablets wohl immer mehr abgelöst.

Mit dem Messdatum kann ausserdem eine Historie erstellt werden. Langfristig gesehen, kann diese Historie eine Möglichkeit sein, Rutschungen und instabile Bodenverhältnisse zu dokumentieren und Änderungen über die Jahre festzustellen. Eine mögliche Darstellung der Resultate zeigt die Abbildung 6. In diesem Beispiel wurde ein LFP3 zweimal gemessen. Beim Vergleich der beiden Messungen lässt sich ableiten, dass sich der Punkt in den letzten zehn Jahren um etwa 8 cm Richtung Südosten bewegt hat. Ausserdem wurden mit der GAN bei Granitsteinen auch

die Punktschiefe (hier 5°) und deren Azimut erfasst. Der orange Pfeil zeigt in die Richtung des gemessenen Azimutes von 150°.

Fazit

Viele Informationen zu Punkten der AV, welche durch verschiedene Feldoperateur:innen gesammelt werden, können nun an einem zentralen Ort gespeichert werden. So geht das gesammelte Wissen nicht verloren und ist für alle im Betrieb einsehbar.

Durch diese Informationen kann viel Zeit bei Feldarbeiten gespart werden, weil z. B. fehlende Punkte nicht mehrmals vergebens gesucht werden. Bereits vor der Arbeit kann abgeschätzt werden, ob mit lokalen Bodenverschiebungen und einer damit verbundenen Einpassung zu rechnen ist. Zuvor gemessene Punkte werden schneller wieder gefunden und können erneut verwendet werden.

Langfristig können diese Informationen genutzt werden, um Aussagen über Bodenverschiebungen und Veränderungen von Punktzuständen zu machen.

Anmerkungen:

¹ Weisung «Einsatz von GNSS zur Bestimmung von Detailpunkten in der AV», Version 1.0, rawi Kanton Luzern

² Umsetzungskonzept «Ausscheidung spannungsarmer Gebiete», Version 1.1, rawi Kanton Luzern

Diese Projektarbeit wurde 2021 im Rahmen der Abschlussprüfung zum Geomatiktechniker FA bei der Firma geopoint lütolf ag in Entlebuch durchgeführt.

Stefan Sidler
Studierender BSc Geomatik FHNW
Farnbüel 9
CH-6105 Schachen LU
s.sidler@me.com

Analyse des états de points et des déplacements de points dans la mensuration officielle

Quand on utilise le GNSS (Global Navigation Satellite Systems) pour la mensuration officielle (MO), il faut pouvoir garantir le contrôle du système et statuer sur d'éventuels ajustages locaux. Les instructions cantonales¹ prévoient de tels ajustages (ou au moins la preuve qu'on peut y renoncer) dans les zones qui ne sont pas délimitées (zones où les tensions sont négligeables). Ainsi, 3 à 4 mesures de points de contrôle doivent être effectuées sur la zone de travail, en plus des opérations de contrôle du système. Avant le travail proprement dit, il est très utile de localiser les éventuels glissements de terrain et d'identifier les points de contrôle disponibles et mesurables. Sur le terrain, des centaines de points de contrôle sont mesurés dans le cadre de la mise à jour permanente. Malheureusement, les données relatives à la qualité, aux points disponibles et aux mouvements du sol restent souvent en possession de l'opérateur qui exécute le travail. Jusqu'à présent, aucun dispositif ne permettait de compiler ces informations pour offrir une vue d'ensemble.

S. Sidler

Descriptif du projet

L'objectif principal du travail consistait à sauvegarder dans une base de données les mesures de points fixes et de points limites après les avoir collectées à l'aide du GNSS. Un tel travail nécessite de mettre à jour, d'actualiser et de compléter les données en permanence. Pour ce faire, on saisit non seulement les coordonnées mesurées mais aussi les informations complémentaires, comme la qualité des mesures GNSS et les états des points. Sont également saisies des informations sur les points de contrôle manquants ou sur les points inadaptés à la mesure par GNSS.

Modèle de données

Notre tâche principale consistait à développer un dispositif intelligent de sauvegarde des données collectées pour assurer une bonne gestion. Pour y parvenir, nous avons créé un modèle de données auquel nous avons associé une base de données.

Sur le plan technique, ce modèle de données a été intégré dans le système de gestion de base de données relationnelles objet PostgreSQL et décrit en langage INTERLIS 2.

L'illustration 3 présente les quatre tableaux de la nouvelle base de données avec les attributs de relations associés.

Voici quelques précisions sur ces tableaux:

- Le tableau «Création» renseigne sur l'opérateur qui a saisi les données et précise la nature du mandat de mesure. Une création correspond à une journée de mesure, un opérateur et un mandat.
- Dans le tableau «État» sont saisis les points d'état correspondant aux points de contrôle. Un état peut présenter une mesure GNSS ou pas. Si une mesure est disponible, le point de contrôle correspondant reçoit généralement l'attribut standard «en ordre». Tous les états de points relatifs aux points de contrôle manquants ou inadaptés à la mesure par GNSS sont également saisis. Dans le deuxième cas de figure, aucune mesure n'est nécessaire.
- Dans le tableau *Mesures* sont saisies les coordonnées réelles et toutes les informations supplémentaires enregistrées automatiquement par l'appareil sur le terrain. Les attributs sont adaptés aux appareils GNSS Leica.
- Le tableau «Point souhaité» contient les coordonnées souhaitées. Il s'agit d'une copie de la base de données MO. Y figurent tous les points fixes planimétriques (PFP1–PFP3), les points limites et les points limites territoriaux. Ce tableau a été conçu pour empêcher l'effacement des points de contrôle, même s'ils ne sont plus disponibles dans la base de données MO suite à un effacement ou un déclassement. Ainsi, aucune information relative aux mouvements de terrain n'est perdue. Si un point n'ap-

Fig. 4: Capture d'attributs d'états ponctuels avec QGIS.

Abb. 4: Attributerfassung von Punktzuständen mit QGIS.

Fig. 4: Rilevamento di attributo dello stato del punto con QGIS.

paraît plus dans la base de données MO, une date lui est associée dans l'attribut «invalidé». Cet attribut permet de filtrer les informations relatives à ces points, sur des plans par exemple. Bien sûr, pour chaque point souhaité, il est possible de saisir plusieurs états et mesures. Toutefois, mesure et état vont toujours de pair. En effet, les mesures ne sont pas les seules à évoluer au fil du temps, les états aussi.

Mise à jour de la base de données

Cette nouvelle base de données s'appuie sur les mesures issues de grands projets comme les analyses de précision ou les renouvellements de points fixes. Pour ces mandats, des mesures complètes sur un ensemble de lots ont été recueillies. Ces informations fournissent un bon aperçu. Désormais, l'objectif est d'alimenter en permanence la base de données avec d'autres mesures et d'autres informations relatives aux états de points.

Mesures

Les informations de mesure proviennent directement de l'appareil GNSS. Pour exporter ces données, un outil spécifique a été conçu en utilisant une feuille de style basée sur le protocole qualité de Leica (LQP). Après l'export, les résultats de

mesure apparaissent dans des fichiers texte de valeurs séparées par des virgules (.csv). L'export de données est conçu pour que seules les informations souhaitées soient exportées. Les mesures effectuées au tachéomètre ou les relevés de situation sont omises. Une interface permet d'importer dans la base de données les données texte issues de l'exportation.

Les états de point

Outre les mesures, il faut également saisir les états des points de contrôle manquants ou inadaptés à la mesure. Pour cette opération, l'opérateur a le choix: effectuer la saisie depuis son bureau ou directement avec une tablette, sur le terrain. Avec le logiciel QGIS, il peut faire ressortir graphiquement les états de points. L'illustration 4 présente les attributs à saisir et les états à sélectionner dans un menu déroulant.

Exemple de la commune de Malters

L'avant-projet pour le renouvellement de la mensuration officielle de la commune de Malters prévoyait une analyse de précision. Évaluer la précision des données avant un renouvellement permet de déterminer l'état de la mensuration et sert

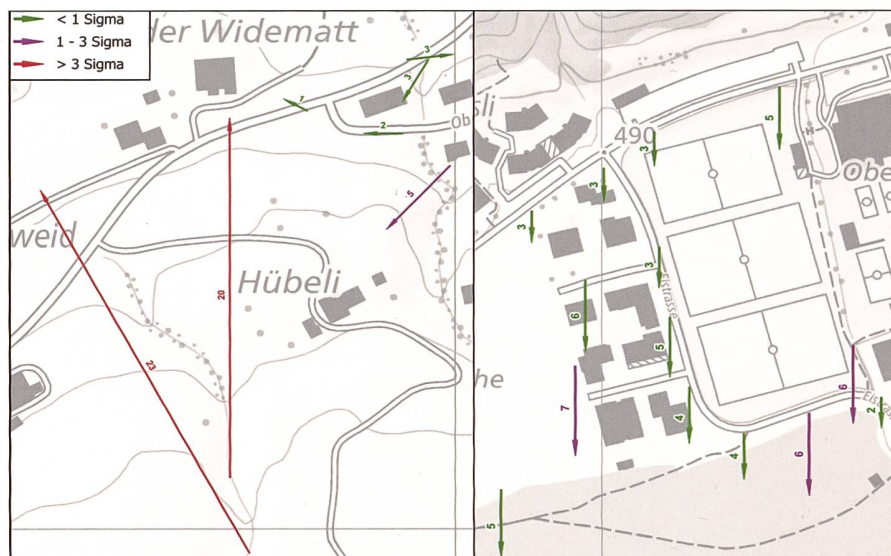


Fig. 5: Représentation des vecteurs position et hauteur en cm (Source de la carte: swisstopo).

Abb. 5: Darstellung von Lage- und Höhenvektoren in cm (Quelle der Hintergrundkarte: swisstopo).

Fig. 5: Rappresentazione dei vettori di posizione e altezza in cm (fonte dello sfondo cartografico: swisstopo).

à déterminer les mesures de redressement. À cette fin, des points de contrôle (PFP et PL) sont mesurés de manière représentative sur l'ensemble du territoire, principalement par GNSS.

Comme pour toutes les mesures de la base de données, les points de contrôle doivent impérativement être mesurés de manière absolue et sans adaptation locale.²

De la planification des mesures en passant par les mesures de terrain GNSS jusqu'à l'évaluation, c'était la première fois que la commune de Malers employait la nouvelle base de données et le QGIS pour mener l'analyse de précision.

Cette méthode présente plusieurs avantages:

- Stockage centralisé de toutes les données dans une seule base de données.
- Sur le terrain, utilisation de la tablette à la place des plans en papier.
- Saisie immédiate des points de contrôle.
- Utilisation d'un seul logiciel pour les sorties sur le terrain.

L'illustration 5 présente une représentation graphique possible des vecteurs altimétriques et planimétriques. Les valeurs de décalage correspondantes y sont indiquées en cm. Les vecteurs y appa-

raissent sous trois couleurs différentes en fonction des valeurs sigma. Ces valeurs renvoient aux exigences de précision fixées par l'Ordonnance technique sur la mensuration officielle, elles dépendent du niveau de tolérance (NT) et du niveau d'information du point de contrôle mesuré.

Exploitation des résultats

Toutes les nouvelles informations collectées sont directement intégrées à la phase de préparation, ce qui simplifie le travail sur le terrain. De plus, il est toujours possible d'établir des plans classiques sur papier, même s'ils ont tendance à disparaître au profit des outils numériques Web-GIS et des tablettes.

En outre, la date de mesure permet de produire un historique qui, à terme, permettra d'identifier les glissements et les conditions pédologiques instables et de faire apparaître les changements intervenus au cours du temps.

L'illustration 6 est une représentation possible des résultats. Ici, un PFP3 a été mesuré deux fois. La comparaison des deux mesures permet de conclure que le

point s'est déplacé d'environ 8 cm vers le sud-est au cours des dix dernières années. En outre, pour les bornes en granit, l'asymétrie du point (ici 5°) et l'azimut ont également été saisis lors de l'analyse de précision. La flèche orange est orientée dans la direction de l'azimut mesuré (150°).

Conclusion

Il est désormais possible de stocker, de manière centralisée, de nombreuses informations relatives aux points de la MO après la collecte effectuée par les différents opérateurs de terrain. Le savoir accumulé est ainsi préservé et tout le personnel de l'entreprise peut y accéder. Ce système fait gagner beaucoup de temps sur le terrain: finies les longues et vaines recherches de points manquants. On peut savoir s'il y aura localement des glissements de terrain impliquant d'éventuels ajustages avant même de commencer. Enfin, les points déjà mesurés se repèrent plus rapidement et il est possible de les réutiliser.

À terme, ces informations pourront servir à faire des prévisions sur les territoires en mouvement et à modifier, le cas échéant, les états de points.

Note:

¹ Instructions: «Utilisation de GNSS pour la détermination de points de détail en mensuration officielle», Version 1.0, Ravi Canton de Lucerne

² Concept de mise en œuvre «Délimitation des zones où les tensions sont négligeables», Version 1.1, Ravi Cantoin de Lucerne

Ce travail de projet a été fait en 2021 dans le cadre de l'examen final du certificat fédéral de technicien en géomatique auprès de la firme geopoint lütolf ag à Entlebuch.

Stefan Sidler
Etudiant BSc Geomatica FHNW
Farnbuel 9
CH-6105 Schachen LU
s.sidler@me.com

Analisi dello stato e dello spostamento dei punti nella misurazione ufficiale

Nella misurazione ufficiale (MU) quando si lavora con il sistema satellitare globale di navigazione (GNSS) bisogna decidere se utilizzare, oltre al sistema di controllo, anche un sistema di adattamento locale. La linea guida cantonale¹ prevede un adeguamento locale (o perlomeno una prova che vi si può rinunciare) nei comprensori che non sono stati esclusi poiché privi di tensioni. A questo riguardo bisogna misurare, oltre al controllo del sistema, anche 3–4 punti di controllo sul comprensorio di lavoro. Prima di iniziare col lavoro vero e proprio è molto utile sapere se sono previsti spostamenti di terreno e quali punti di controllo sono disponibili e adatti a essere misurati. Nell'ambito dell'attuale aggiornamento, sul terreno si misurano centinaia di punti di controllo. Tuttavia le informazioni sulla qualità, sui punti disponibili e sugli spostamenti locali del terreno rimangono spesso solo presso l'operatore che effettua il lavoro. Finora non esiste una visione d'insieme per sapere dove trovare queste informazioni.

S. Sidler

Descrizione del progetto

Lo scopo principale del lavoro di diploma risiedeva nel raccogliere con GNSS le misurazioni dei punti fissi e dei punti limite, e di salvarle in una banca dati. A questo scopo era fondamentale aggiornare costantemente i dati, completarli e tenerli attualizzati.

Si è deciso di rilevare non solo le coordinate misurate ma anche tutte le informazioni aggiuntive come, per es., la qualità delle misurazioni GNSS e lo stato dei punti. In aggiunta sono raccolte pure le informazioni sui punti di controllo mancanti o inadatti alla misurazione con GNSS.

Modello di dati

Uno dei compiti principali del lavoro di diploma consisteva nello stoccare e gestire in modo sensato le informazioni e i dati raccolti. In questo intento si è allestito un modello di dati con la relativa banca dati. Il modello di dati è stato tecnicamente realizzato con il sistema di gestione della banca dati PostgreSQL ed è trascritto nel linguaggio di descrizione INTERLIS 2.

Sulla figura 3 sono visibili le quattro tabelle della nuova banca dati con i relativi attributi e le rispettive relazioni. Qui di seguito alcune spiegazioni sulle tabelle:

- Sulla *tabella Origine* si trovano le informazioni sull'operatore sul terreno che ha rilevato i dati e su quale era l'incarico di misurazione. Per ogni operatore e incarico si rileva un'origine.
- Sulla *tabella Stato* si rileva lo stato dei punti rispetto ai punti di controllo. Lo stato può includere una misurazione GNSS oppure nessuna misurazione GNSS. Nel caso in cui si disponesse di una misurazione, al rispettivo punto di controllo è solitamente assegnato l'attributo standard «a posto». Si rileva anche lo stato di tutti i punti non misurabili o mancanti. Per questi ultimi non è necessaria una misurazione.
- Sulla *tabella Misurazione* si rilevano le coordinate reali e tutte le informazioni aggiuntive salvate automaticamente dall'apparecchio sul terreno. Gli attributi sono definiti sugli apparecchi Leica-GNSS.
- La *tabella Punto* nominale contiene le coordinate nominali ed è una copia della banca dati della MU. Inoltre, racchiude tutti i punti fissi di posizione

(LFP1–LFP3), i punti limite e i punti di confine giurisdizionale. L'idea di questa tabella è che non si possano cancellare i punti di controllo, anche se questi non sono più disponibili nella banca dati della MU in seguito a cancellazione o declassamento. In tal modo non vanno perse le informazioni sullo spostamento del suolo. Se un punto non è più disponibile nella banca dati della MU gli viene assegnata una data all'attributo «invalido». Grazie a questo attributo, sui piani del terreno si possono vagliare le informazioni su questi punti. Naturalmente per ogni punto nominale è possibile rilevare diversi stati e misurazioni. La misurazione e lo stato sono sempre intrinsecamente abbinati come binomio perché, col passare degli anni, oltre alle misurazioni possono anche cambiare gli stati.

Aggiornamento della banca dati

La base dati della nuova banca dati è costituita da misurazioni derivanti da grossi progetti, come le analisi della precisione o i rinnovamenti dei punti fissi. In occasione di questi mandati si sono raccolte misurazioni per esteso su tutto l'operato e queste informazioni offrono

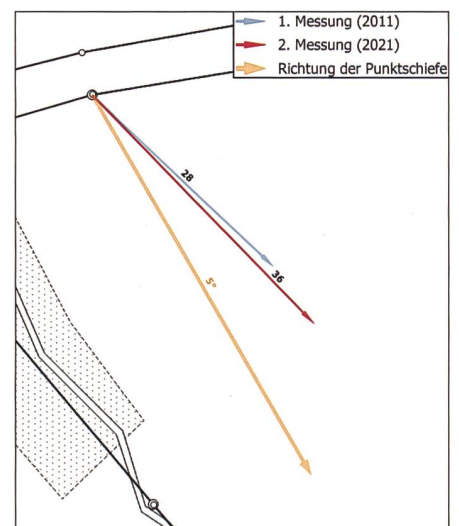


Fig. 6: Raffigurazione di un punto di controllo misurato più volte.

Abb. 6: Darstellung von einem mehrfach gemessenen Kontrollpunkt.

Fig. 6: Représentation d'un point de contrôle multimesuré.

un'ottima visione d'insieme. Adesso lo scopo risiede nel completare in continuazione la banca dati con nuove misurazioni e informazioni sullo stato dei punti.

Misurazioni

Le informazioni delle misurazioni provengono direttamente dall'apparecchio GNSS. Per l'esportazione delle misurazioni si è sviluppata una propria esportazione via Stylesheet, basata sul Leica Quality Protocol (LQP). Una volta ultimata l'esportazione i risultati sono disponibili in un file di testo separato da una virgola. L'esportazione dei dati è stata sviluppata in modo tale da esportare unicamente le informazioni desiderate. Di conseguenza, si lasciano le misurazioni del tacheometro o i rilievi della situazione. I file di testo esportati sono importati nella banca dati attraverso l'interfaccia.

Stato dei punti

Oltre alle misurazioni si deve anche rilevare lo stato dei punti di controllo mancanti o inadatti alla misurazione. L'operatore sul terreno ha la scelta se farlo sul terreno tramite il tablet o in ufficio. Inoltre, si utilizza QGIS e lo stato dei punti può essere rappresentato graficamente. La *Figura 4* mostra gli attributi da rilevare con gli stati selezionabili come lista dropdown.

Esempio del comune di Malters

Nel progetto preliminare per il rinnovamento (EN) della misurazione ufficiale del comune di Malters si è effettuata un'analisi della precisione (GAN). Una GAN prima del rinnovamento ha lo scopo di analizzare lo stato dell'opera di misurazione e serve a determinare i provvedimenti di raddrizzamento. Al riguardo, si misurano dapprima rappresentativamente i punti di controllo (PPF e PL) tramite GNSS su tutto il territorio.

Per tutte le misurazioni nella banca dati è imperativo che i punti di controllo siano misurati in modo assoluto e senza aggiustaggio locale.²

Durante tutto il processo (cioè dal momento della progettazione delle misurazioni tramite misurazioni GNSS sul terreno fino alla valutazione) per la GAN Malters si è lavorato per la prima volta con la nuova banca dati e con QGIS.

I vantaggi sono stati:

- stoccaggio centralizzato di tutti i dati in una banca dati
- nessun allestimento di piani cartacei sul terreno grazie al tablet
- rilevamento dello stato dei punti direttamente sul terreno
- intervento sul terreno ricorrendo a un solo software

Sulla *figura 5* si vede una possibile rappresentazione grafica dei vettori di posizione e altezza con la scrittura dei rispettivi valori di spostamento in cm. Al riguardo i vettori sono suddivisi in tre colori diversi in base ai valori Sigma.

I valori Sigma si riferiscono ai requisiti di precisione della OTEMU e dipendono dal rispettivo grado di tolleranza (GT) e dal livello di informazione del punto di controllo misurato.

Utilità dei risultati

Tutte le informazioni così raccolte confluiscono direttamente nella preparazione del lavoro sul terreno, andandolo a semplificare in modo significativo. Aggiuntivamente si possono ancora realizzare i piani classici del terreno su carta, anche se questi ultimi sono sempre più sostituiti dal ricorso al web-GIS e al tablet.

Con la data di misurazione è inoltre possibile allestire una cronistoria. Nel lungo periodo questa cronistoria può essere utile per documentare scoscendimenti e situazioni di instabilità del terreno e per constatare i cambiamenti che intervengono col passare degli anni.

La *figura 6* costituisce una possibile rappresentazione dei risultati. In questo esempio si è provveduto a misurare due volte una PFP3. Dal confronto delle due misurazioni risulta che negli ultimi 10 anni il punto si è spostato di circa 8 cm in direzione sudest. Inoltre, la GAN ha pure

consentito di rilevare l'inclinazione del punto (qui di 5°) e il relativo azimut. La freccia arancione indica la direzione dell'azimut misurato di 150°.

Conclusione

Molte informazioni sui punti della MU, che sono state raccolte da diversi operatori sul terreno, possono adesso essere stoccate in un luogo centralizzato. In questo modo, le informazioni raccolte non vanno perse e possono essere visionate in azienda da tutti.

Quest'informazione consente di risparmiare molto tempo durante il lavoro sul terreno perché, per esempio, i punti mancanti non vengono cercati più volte invano. Già prima dell'inizio dei lavori è possibile stimare se si prospettano spostamenti locali del terreno e il relativo aggiustaggio. I punti misurati in precedenza vengono ritrovati più rapidamente e possono essere riutilizzati.

A lungo termine queste informazioni possono essere impiegate per fare predizioni sugli spostamenti del terreno e sui cambiamenti dello stato dei punti.

Nota:

¹ Linee guida «Impiego del GNSS per la determinazione dei punti di dettaglio nella MU», versione 1.0, rawi Canton Lucerna

² Attuazione del concetto «Separazione delle zone esenti da tensioni», versione 1.1, rawi Canton Lucerna

Questo lavoro di diploma è stato eseguito nel 2021 presso la ditta geopoint lütolf nell'ambito dell'esame finale per diventare tecnico in geomatica AFC.

Stefan Sidler
Studente BSc Geomatica FHNW
Farnbühl 9
CH-6105 Schachen LU
s.sidler@me.com