

Notice technique

Mensuration des systèmes de conduites avec GPS

Conduites souterraines, collecteurs enterrés, canalisations, conduites à distance, etc.

En génie civil, les mesures des systèmes de conduites sont de plus en plus effectuées avec des coordonnées, p. ex. pour des collecteurs enterrés et des canalisations, des conduites d'eau et de gaz ainsi que lors des travaux de fouilles correspondants. Cette évolution implique un autre type de prise de mesures et de planification par les ingénieurs et les projeteurs, et permet de déterminer plus précisément et plus facilement la position des points fixes. Une collaboration étroite avec le géomètre est par ailleurs indispensable.

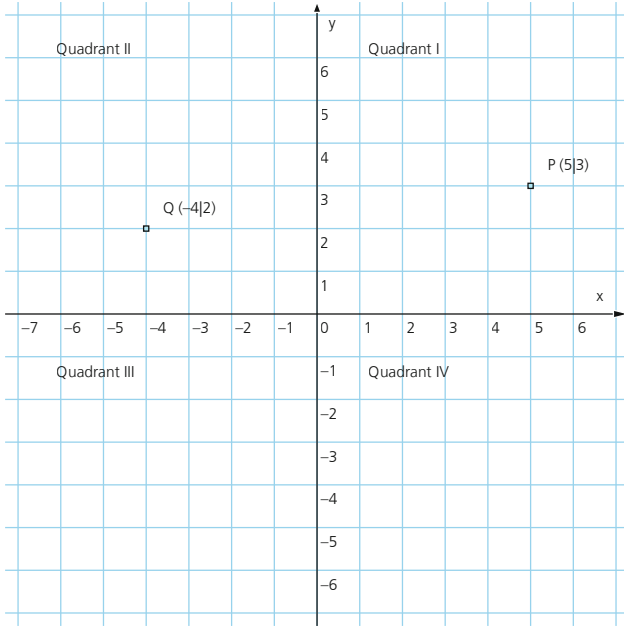
Bases

Issus des mathématiques, les systèmes de coordonnées sont destinés à définir des positions dans l'espace.

Ils sont utilisés dans de nombreux domaines scientifiques et techniques, et donc dans la vie courante et professionnelle. La latitude et la longitude sont des coordonnées géographiques, grâce auxquelles on peut aujourd'hui obtenir des mesures précises par satellite.



Ainsi, les plaques indiquant **l'emplacement des hydrantes** sont aussi basées sur des coordonnées (coordonnées cartésiennes bidimensionnelles). Parmi les nombreux systèmes de coordonnées, le système UTM (Universal Transverse Mercator) est le plus couramment utilisé.



Ce système divise la surface terrestre (de 80° sud à 84° nord) en fuseaux (bandes verticales) de 6° de longitude. Pour chaque fuseau, on applique la projection transverse de Mercator et des coordonnées cartésiennes. Développé par l'armée américaine en 1947, ce système est de plus en plus employé pour la mensuration dans tous les pays et remplace le système de coordonnées Gauss-Krüger. Les valeurs X et Y sont indiquées en mètres.

Exemple :

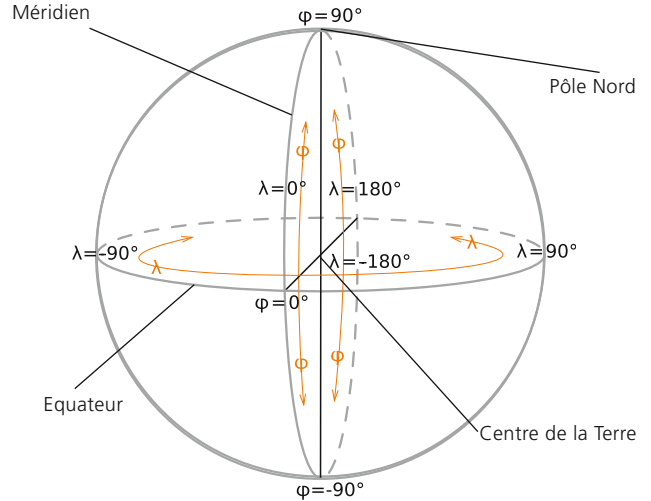
Paradeplatz, Zurich

Coordonnées géographiques WGS 84

49°29'13.6" N (nord)/08°27'58.6" S (sud)

Système UTM

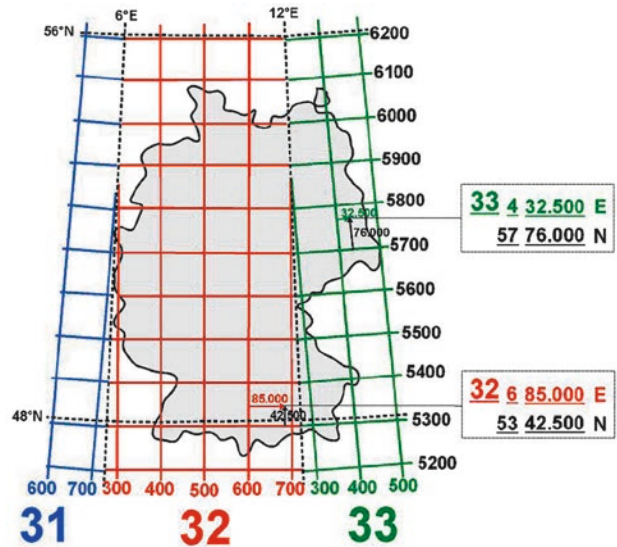
461344 valeur est/5481745 valeur nord



Tous les systèmes de coordonnées sont convertibles avec des calculateurs en ligne.

Les cartes modernes utilisent généralement le système géodésique WGS 84 (ellipsoïde World Geodesic System 1984). Défini en 1984, il constitue le système de référence actuel.

Il existe donc différentes méthodes pour la **navigation**. Les coordonnées lues sur le récepteur peuvent être téléchargées dans un fichier au format GPX. Les données sont ainsi disponibles sur ordinateur. L'inverse est également possible : les coordonnées sont téléchargées sur le récepteur et utilisées pour déterminer les positions sur le terrain.





Mensuration avec récepteur GPS

Théodolite
(appareil de mesure d'angle)

Aujourd'hui, les données peuvent donc être ajoutées dans des tableaux Excel et mises à la disposition du géomètre. Les mesures sont saisies de manière précise et rapide.

Exemple :

Coordonnées dérivation de canalisations

A1 S = 438.10	A2 S = 437.18
Y = 580'661.707	Y = 580'689.102
X = 201'784.302	X = 201'789.988

Le dispositif utilisé, le **théodolite**, est un instrument de mesure d'angle avec une lunette de visée. Il permet des mesures très précises à partir du point zéro des coordonnées sur le terrain.

Dans la pratique, les mesures sont effectuées avec le **GPS** (Global Positioning System), un système reposant sur des satellites développé par le Département américain de la défense dans les années 1970. Par l'intermédiaire d'un récepteur adapté, il fournit la position 3D et la vitesse de l'utilisateur ainsi que l'heure. Pour ce faire, le récepteur doit recevoir les signaux d'au moins quatre satellites. Le signal d'un satellite comprend notamment des informations sur sa position et son heure. Le récepteur calcule sa distance par rapport au satellite en comparant l'heure du satellite et l'heure de réception du signal. Si l'heure du récepteur était absolument synchronisée avec l'heure UTC (Universal Time Coordinated), la position 3D déterminée (X, Y et Z ou longueur, largeur et hauteur) serait exacte. Cependant, comme l'heure du récepteur n'est jamais absolument synchronisée avec l'heure UTC, un quatrième satellite est nécessaire pour définir les quatre valeurs (X, Y, Z et T pour l'heure).

Avec des appareils professionnels, une précision de l'ordre du centimètre peut être atteinte. Des imprécisions peuvent être dues à plusieurs éléments : réflexions de signaux, ralentissement de signaux dans l'atmosphère (ionosphère et troposphère), mauvaises dispositions des satellites, erreur d'horloge du satellite, erreur de trajectoire et erreur d'arrondissement dans le calcul de la position.



Utilisation

Dans le domaine de la **technique du bâtiment**, les systèmes de coordonnées se généralisent de plus en plus pour les mesures des conduites souterraines et des canalisations. Le géomètre donne les coordonnées du point zéro comme point de référence et de départ pour les mesures sur le terrain. Les données sont obtenues par GPS. Les récepteurs peuvent être réglés en fonction du système utilisé (UTM ou WGS 84).

Dans le cadre de l'établissement des plans par le projeteur, les coordonnées des points fixes, des raccords, etc. doivent être saisies sous forme de tableau.

Cela implique de collaborer étroitement avec le géomètre et de travailler avec les mêmes plans au format DWG (format des fichiers AutoCAD).

Exemple : tableau de données pour les systèmes de canalisations

S1–S20 sont les différents raccords à la canalisation.

Tout autre point fixe doit être désigné conformément aux légendes indiquées (exemples).

Raccord à la canalisation	Coordonnée Y	Coordonnée X	Fond 2	Légende
S1	580'690.119	201'763.369	439.82	S = raccord à la canalisation WAS
S2	580'690.138	201'762.148	439.83	E = bouche d'aération
S3	580'690.672	201'761.475	439.80	BA = grille-siphon
S4	580'688.901	201'759.590	439.82	A = dérivation
S5	580'694.244	201'762.575	439.75	WAR = raccord à la canalisation eaux pluviales
S6	580'696.031	201'760.896	439.70	Caniveau = raccord de caniveau
S7	580'691.076	201'756.417	439.79	SE = bouche d'égout
S8	580'693.191	210'756.125	439.75	ES = chambre de visite
S9	580'694.217	201'758.180	439.71	SS = dépotoir
S10	580'694.675	201'756.426	439.70	PS = station de pompage
S11	580'694.460	201'754.933	439.71	VS = installation de drainage
S12	580'696.559	201'755.948	439.68	VST = conduite de drainage
S13	580'699.089	201'754.769	439.58	SAS = bac de récupération
S14	580'698.453	201'753.342	439.58	KB = forage 8" avec pompe
S15	580'698.254	201'751.789	439.17	WAS = eaux usées
S16	580'697.644	201'751.080	439.18	
S20	580'690.170	201'791.823	438.90	

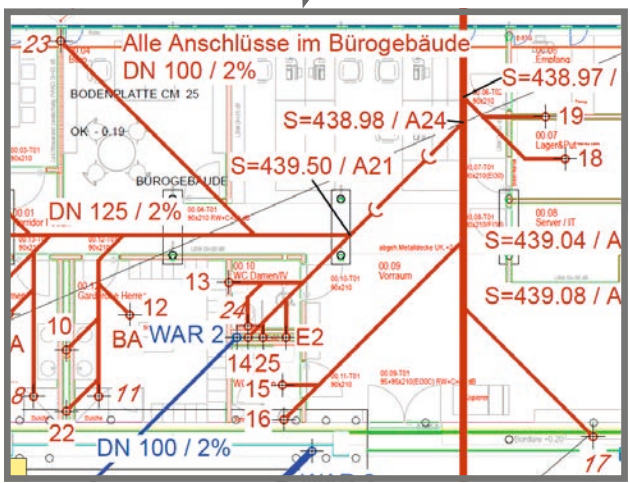
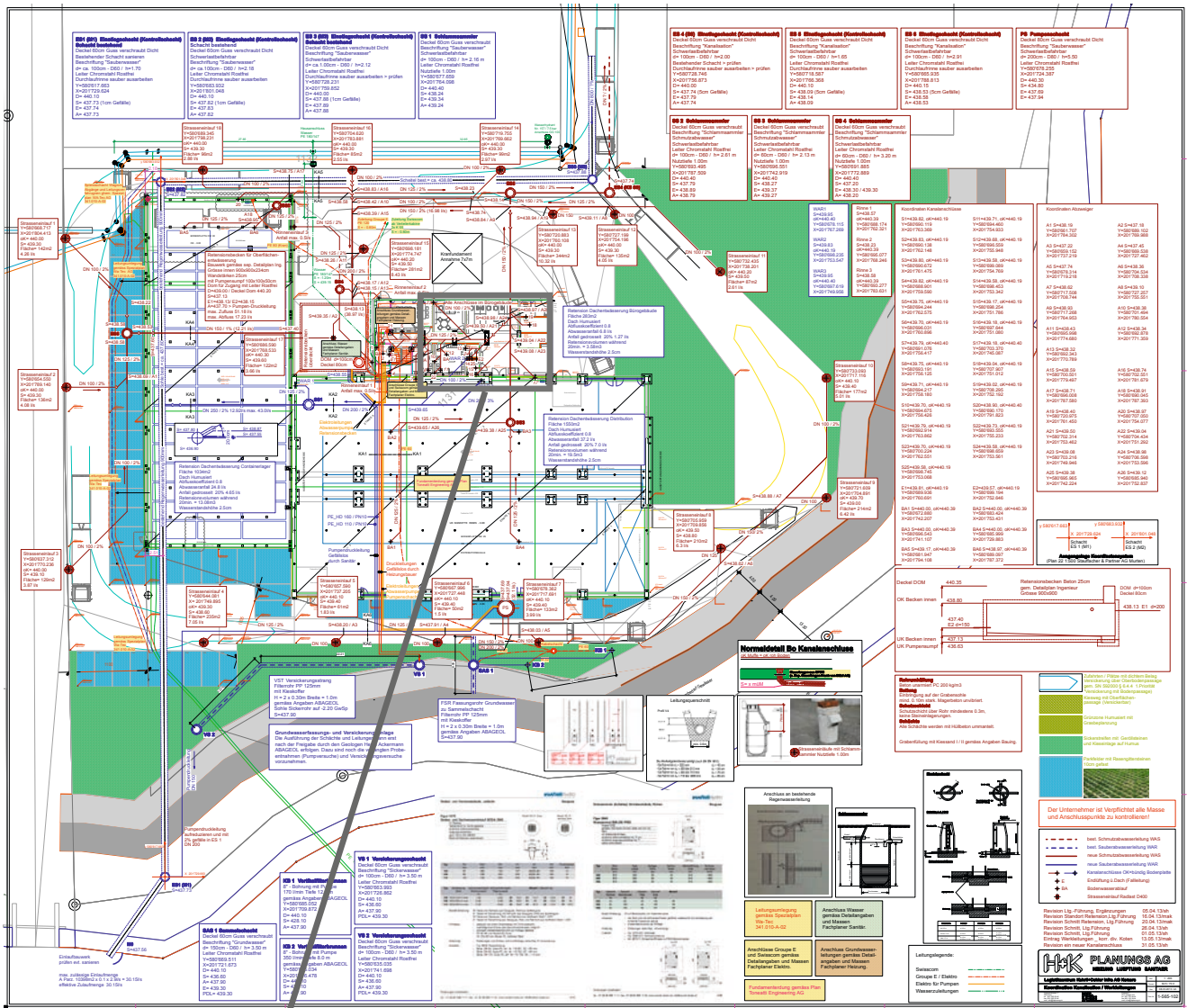
Procédure projeteur

- Déterminer le système de données avec le géomètre
- Reprendre le point zéro du géomètre dans le plan de situation
- Désigner tous les points nécessaires à la construction sur le plan de conduites
- Déterminer ces points à partir du point zéro avec les indications des coordonnées
- Etablir le tableau Excel avec tous les points de référence et les coordonnées correspondantes
- Pour simplifier, intégrer les cotes de niveau dans le même tableau
- Mentionner le tableau dans le plan d'exécution et le remettre au format électronique

Procédure installateur / constructeur de conduites

- Déterminer le point zéro avec le géomètre sur le chantier
- Reprendre les coordonnées de la liste Excel dans le programme correspondant
- Lire les données sur l'instrument de mesure
- Mesurer et déterminer les points de fouilles et de conduites sur le chantier
- Etablir la pose de conduites

Exemple : plan d'exécution de systèmes de conduites avec mensuration par coordonnées



- Figurent sur le plan :
- collecteurs enterrés (canalisations sous le radier)
 - canalisations d'eaux usées et d'eaux claires
 - conduites de refoulement de la pompe
 - conduites de refoulement des eaux souterraines

L'ensemble des chambres, entrées et raccords doivent être désignés selon le système de numérotation précité (chiffre et type).

Les positions figurent dans la liste des coordonnées.

Devis

La mensuration des systèmes de conduites par GPS doit être indiquée dans les offres. Il est recommandé de prévoir une position séparée.

Proposition de texte :

Pos. 100.009 Mensuration des systèmes de conduites par GPS et appareil de mesure d'angle.
Les données doivent être reprises du tableau Excel mis à disposition par le projeteur et doivent être lues au moyen du programme et du théodolite.
Les discussions à propos des interfaces et de la procédure avec le géomètre ou le spécialiste en génie civil doivent être entièrement incluses dans les coûts.

Interfaces

La procédure de planification et la clarification des interfaces doivent être réglées au préalable, avant le début de la planification.

Le chef de projet et les entrepreneurs concernés doivent en être informés.

Autres informations

- Norme SIA 405 « Géodonnées du cadastre des conduites de distribution et d'assainissement » du 1^{er} mai 2012
- Cahier technique SIA 2015 « Catalogue des modèles de représentation des objets du cadastre » / cahier technique SIA 2016 « Modèles de données » / cahier technique SIA 2045 « Géoservices »
- Loi fédérale sur la géoinformation (LGéo) du 5 octobre 2007 (état au 1^{er} octobre 2009)
- Lois cantonales sur la géoinformation et ordonnances

Check-list

- Décider de la mensuration par GPS avec le chef de projet
- Choisir le système avec les éventuels autres projeteurs et ingénieurs
- Déterminer le programme et le système, directives pour garantir le traitement électronique
- Demander les plans de situation valables
- Demander le point zéro valable
- Planifier le projet en tenant compte de l'ensemble des conduites souterraines et des systèmes de conduites
- Déterminer le point zéro au niveau de la planification avec contrôle par le chef de projet
- Déterminer le système de numérotation avec des indications supplémentaires (p. ex. selon la proposition ci-dessus)
- Saisir les numéros des points fixes
- Etablir le tableau des coordonnées sur Excel et le plan d'exécution
- Remettre les documents au format papier et électronique aux entrepreneurs
- Reporter minutieusement les éventuelles corrections de points fixes et de tracés de conduites sur les plans de révision

Renseignements

Le responsable du domaine Sanitaire | eau | gaz de suissetec se tient à votre disposition pour tout autre renseignement.
Tél. 043 244 73 38
Fax 043 244 73 78

Auteurs

Cette notice technique a été élaborée par la commission technique Sanitaire | eau | gaz.