

La construction d'un microtunnel sous la ville d'Helsingør, au Danemark : le projet de A à Z

Microtunnelling underneath the city of Helsingør in Denmark - from A to Z



Wouter ROELS
Smet-Tunnelling NV

Résumé

Dans l'été 2009, la Compagnie des Eaux Gribvand Spildevand A/S et la société d'ingénierie COWI ont signé un accord pour une étude portant sur la sécurité vis-à-vis des conditions climatiques de la ville de Helsingør située au Danemark, dans la partie nord du Sealand. Cette étude porte sur les problèmes d'inondations auxquelles sont soumises de grandes parties de la ville lors de fortes pluies. Après un programme d'essais et d'évaluation du problème, une solution a été sélectionnée, basée sur la construction d'un émissaire partant du centre-ville jusqu'à l'usine de traitement des eaux usées (WWTP) et servant également de réservoir-tampon de 6.000 m³, permettant ainsi de ne pas avoir à construire un nouvel ouvrage de stockage dans la station d'épuration elle-même.

Cette solution consiste à réaliser sous la ville de Helsingør un microtunnel de 2,5 m de diamètre intérieur et de 1 100 m de longueur qui devra passer sous 15 maisons existantes, 8 routes et 2 parcs de stationnement. Le coût de ce tunnel est égal au coût d'un réservoir-tampon traditionnel équivalent. Il s'agit ainsi du premier projet de galerie de drainage réalisé au Danemark dans une ville de la taille de Helsingør avec une population de 10 000 habitants.

Ce projet semble très ambitieux, mais il présente tant d'avantages et de possibilités, à la fois techniques et économiques, qu'il servira certainement de modèle, dans un certain nombre d'autres villes du Danemark et même d'Europe, pour résoudre des problèmes d'inondations.



Abstract

In the summer of 2009 the watercompany "Gribvand Spildevand A/S" and Engineering department "COWI" signed an agreement for a climate security approach of the city of Helsingør. This city is situated in the northern part of Sealand in Denmark. The reason for this agreement were problems with flooding encountered in large parts of the city during heavy rainfall. After a testing and evaluation program, a solution was chosen based on the construction of a "water-highway" starting from the city

center and arriving at the wastewater treatment plant (WWTP). All of this was to be combined with creating a 6,000 m³ buffer volume outside the city, in this way reducing the necessity for a new buffer at WWTP itself.

The solution's "back bone" is characterized by tunnel with an internal diameter of 2,5m and a length of 1,100 meters going underneath the city of Helsingør. This solution includes the crossing of 15 existing houses, 8 roads and 2 parking areas. The cost of the tunnel solution was equal to the cost of a similar traditional buffer volume to be established in Helsingør. Therefore, it was the first drain tunnel project in Denmark for a city the size of Helsingør with an average of 10.000 inhabitants.

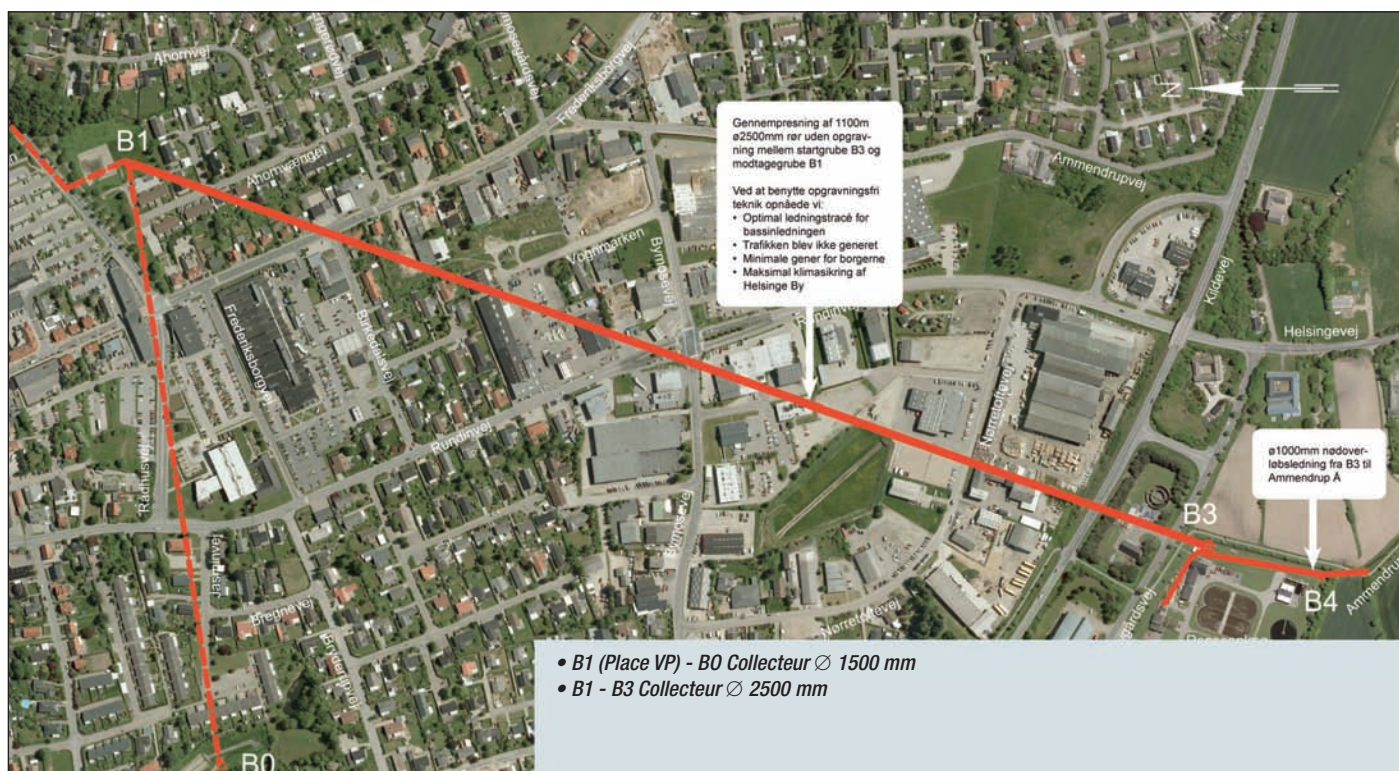
The project appears to be highly ambitious, but contains so many advantages and possibilities, both technical and economic, that it certainly will serve as a model for climate security in a number of other cities in Denmark and even all over Europe.

Données relatives au projet

- Nom du projet : Tunnelering i Helsinge (Danemark)
- Maître d'ouvrage : Gribvand Spildevand A/S (Danemark)
- Étude technique : COWI (Danemark)
- Maître d'œuvre : Smet-Tunnelling nv (Belgique)
- Entreprise responsable du fonçage : Smet-Tunnelling nv (Belgique)
- Indications sur le fonçage : D.N. 2500 x 3000 mm L = 1100 m
- Déclivité = 2 mm/m en pente régulière
- Nature du sol : moraine et blocs rocheux
- Éléments à traverser : 15 maisons, 8 routes et 2 parcs de stationnement
- Profondeur : de 8 m à 18 m sous la surface du sol

Project data:

- Project name: Tunnelering i Helsinge, Denmark
- Project owner: Gribvand Spildevand A/S, Denmark
- Engineering: COWI, Denmark
- Engineers: Smet-Tunnelling nv, Belgium
- Pipe-jacking contractor: Smet-Tunnelling nv, Belgium
- Pipe-jacking data: DN2500x3000mm L = 1100m - Slope = 2mm/m straight
- Soil conditions: Moraine clay with boulders
- Structures to cross: 15 houses, 8 roads and 2 parking lots
- Depth: 8m to 18m below surface



Les inondations à Helsinge

Au cours des dernières années, suite à de fortes précipitations, le centre-ville et la zone nord d'Helsinge ont été souvent confrontés à des déferlements d'eau de pluie et d'eaux usées inondant la surface et les sous-sols. Devant les problèmes d'hygiène provoqués par ces inondations, l'adjoint à la santé a donné l'or-

dre d'intervenir. Gribvand Spildevand A/S a dû proposer rapidement un projet pleinement satisfaisant pour la ville en vue de répondre aux problèmes de la manière la plus efficace qui soit du point de vue technique, économique et de l'exploitation. Il s'agissait de trouver une solution induisant le moins de perturbations possibles pour la ville et ses habitants.

Flooding in Helsinge

The last few years, the center and the northern area of Helsinge more often had to deal with flooding of the existing areas and basements, with rain and waste water, during heavy rainfall. As a consequence, the hygienic conditions caused by these floods resulted in an injunction by the medical officer of the Health department.

Gribvand Spildevand A/S was urged to prepare a "total solution-approach" for the city, all of this with the purpose to solve the problems in the most optimal way as seen from a technical, economical and operational point of view. The problem had to be dealt with based on a minimum disturbance to the city and its inhabitants.

Les solutions envisagées

Le système de drainage d'Helsingørse repose sur des égouts destinés en partie à évacuer les eaux de pluie et les eaux usées. L'entreprise Gribvand Spildevand A/S souhaitait faire appel aux toutes dernières techniques de drainage dans l'étude de la meilleure solution.

Les 5 propositions suivantes ont été examinées. (tableau 1)

1. Construction d'un bassin souterrain au niveau de la place VP, située dans le centre ville.
2. Construction d'un bassin souterrain au niveau de la place VP en lui adjoignant un collecteur par gravité débouchant à la station d'épuration, en procédant par tranchée couverte.
3. Construction d'une station de pompage au niveau de la place VP, associée à un collecteur par pression débouchant à la station d'épuration.
4. Construction d'un tunnel reliant la place VP à la station d'épuration.
5. Cloisonnement des routes et habitations.

Les solutions techniques de drainage couramment utilisées correspondent aux propositions n°1, 2 et 3, la proposition n°1 se révélant la plus coûteuse, impliquant de profondes excavations dans des zones à forte population. Les quatre autres propositions supposaient le même niveau d'investissement raisonnable, à ceci près que la proposition n°4 permettait de sécuriser la zone contre d'éventuelles inondations des sous-sols et de la surface. La proposition n°5 a finalement été écartée car elle supposait que les résidents investissent lourdement et sur leurs fonds propres dans la reconstruction des égouts équipant leur propriété. Sachant qu'il fallait aussi inclure les

coûts d'approvisionnement, cette proposition se révélait la plus coûteuse.

Après une étude approfondie, c'est la proposition n°4 qui a été retenue : celle du microtunnel.

Cette proposition consiste à réaliser un tunnel long de 1 100 m et d'un diamètre interne de 2,5 m en recourant à un microtunnelier, les travaux se déroulant à 18 m sous la surface du sol. Le tunnel sert de conduit d'acheminement des eaux usées depuis le centre-ville jusqu'à la station d'épuration, assurant un volume tampon de 6 000 m³ pour récupérer l'eau débordant des réseaux d'égout drainant à la fois les eaux de pluie et les eaux usées. Il constitue donc un élément déterminant dans la sécurité d'Helsingørse face aux effets des intempéries.

Le volume tampon de 6 000 m³ a permis de se passer d'un bassin tampon dans le centre d'Helsingørse, un avantage considérable puisque cela évite l'acquisition d'un terrain et permet d'apporter des perfectionnements sur d'autres aspects.

Le tunnel offre également la possibilité d'intégrer d'autres canalisations et divers aménagements du système de drainage en place, garantissant une protection sans faille contre les inondations.

Le tableau 1 synthétise les principales difficultés techniques, d'exploitation et de contraintes d'urbanisme pour les 5 propositions. Étonnamment, la proposition n°4 est la moins problématique de toutes en termes de moyens technologiques et d'exploitation. Il s'agit par ailleurs d'une alternative qui offre le plus haut niveau de sécurité contre les inondations. Comme indiqué, il apparaît que le coût de cette solution n'est pas plus élevé que celui des autres propositions, à plus forte raison si l'on tient compte du coût social.

Possible Solutions

Helsingørse City's sewage system consists of partially mixed water sewers and Gribvand Spildevand A/S was in favor of implying the latest methods in drainage techniques with regard to the assessment of the selection of the best solution.

The following 5 alternatives were examined (table 1):

1. An underground buffer basin at VP-square (in the center of the city)
2. An underground buffer basin at VP-square combined with a new gravitational line to the WWTP, based on a cut & cover method
3. A pumping station combined with a pressure line from VP-square to the WWTP
4. A tunnel solution from VP-square to the WWTP
5. A separation of roads and roofs

The traditional drainage engineering solutions are marked by the alternatives 1, 2 and 3, where alternative 1 was found to be the most expensive because of the deep excavations in densely populated areas. The four other alternatives proved to be fairly economically equal, with the important difference that alternative 4, the tunnel solution, would definitely secure the area against flooding of basements and areas, when also seen in the future. Alternative 5 was however rejected as the citizens in the area had to invest, at their own expense, large sums for the reconstruction of sewers on their own property. This fact, together with the costs for supply, appeared to be the most expensive option.

After a thorough evaluation, the choice was given to Option 4, the microtunnelling solution.

Option 4 consists of a 1,100 meter long tunnel by means of the microtun-

nelling technique to be executed at a depth to 18 meters below the surface having an internal diameter of 2,5 meters. The tunnel serves as a transport line for all wastewater deriving from the city center to the WWTP, also comprising a buffer volume of 6,000 m³ of overflow water from the combined (mixed) sewer systems. Thus, it forms a key element of future climate securing of Helsingørse City.

The 6,000 m³ buffer volume eliminated the necessity of a buffer basin in Helsingørse center, which, in relation to land acquisition and other area improvements and developments, would be a huge advantage.

The tunnel also creates the possibilities for additional sewer works and various extensions of the existing drainage system, and will ensure an extremely high protection against flooding.

In Table 1, the main technical, operational and regulatory conditions are specified for the 5 alternatives. It is surprising that alternative 4 is the least problematic when considered in terms of technology and operation. At the same time, it is the alternative that provides the highest level of security against flooding. Also, as mentioned, the price turned out to be not higher when compared to the other alternatives, especially when also social cost was put into the comparison.

Critères techniques et d'exploitation / Technical and operational matters			
Proposition / Alternative	Moyens technologiques / Technology	Exploitation / Operation	Contraintes d'urbanisme / Authority occupation
1	Recours à des moyens techniques courants mais difficiles à mettre en œuvre. Le projet suppose des excavations relativement profondes à proximité de zones résidentielles. Common technology, but difficult to perform, relatively deep excavations next to existing residential areas	Travaux quotidiens ne présentant aucune difficulté. Un suivi régulier s'impose. Easy daily operations. Regular monitoring is required	Modérées. Moderate.
2	Recours à des moyens techniques courants, bien qu'il soit difficile de réaliser de profondes excavations à proximité de zones résidentielles et d'axes routiers, tant pour la construction du bassin que la pose de collecteurs par gravité. Common technology, but difficult to perform, relatively deep excavations close to existing residential areas and roads both for the construction of bassin and gravitational lines.	Travaux quotidiens ne présentant aucune difficulté. Un suivi régulier s'impose. Easy daily operations. Regular monitoring is required.	Modérées. Le projet implique de recourir à l'expropriation ou une diminution temporaire de la surface concernée. De 4 à 5 excavations devront être pratiquées dans la ville en posant des canalisations dans la zone urbaine. Cette solution implique une perturbation du trafic sur une longue période. Moderate, require expropriation or temporary reduction in surface area. At 4-5 excavations in the city by establishing pipelines through the city. Requires extensive traffic diversion for a long time.
3	Dispositif de pompage de l'eau. Ce dispositif est vulnérable en cas de coupure d'alimentation électrique et de défaillance des pompes. Chantiers d'excavation à proximité de zones résidentielles et d'axes routiers. Pumping of water, vulnerable system in case of power failure and pump failure. Point excavations near existing residential areas and roads.	Travaux quotidiens ne présentant aucune difficulté. Un suivi et un entretien réguliers s'imposent. En cas de défaillance des pompes dans les situations difficiles, ce projet peut fortement solliciter les ressources. Easy daily operations. Regular monitoring and maintenance is required. May require major efforts at pump breakdowns in critical situations.	Modérées. Moderate.
4	Déploiement de moyens technique normaux. Possibilité de faire face aux conditions difficiles liées à la nature du sol. Aucune excavation dans zones de circulation. Existing technology to perform, possibility to overcome difficult soil conditions. Without excavations in traffic areas.	Un minimum de suivi est nécessaire. Minimal monitoring.	Modérées. Moderate.
5	Moyens techniques courants. Nécessité de pratiquer de nombreuses excavations dans le centre ville et sur des propriétés privées. Common technology. Requires intensive excavations in the city center and on private properties.	Exploitation ne présentant aucune difficulté. Easy operation.	Lourdes. Cette solution nécessite d'obtenir l'aval des instances publiques pour procéder à des expropriations. Il est nécessaire d'assurer dans ce cas un suivi minutieux. Cette solution implique une perturbation du trafic sur une longue période. Very big authority action. Requires political approval and order to expropriate private properties. Requires intense supervision when properties are expropriated. Requires intensive traffic diversion for a long period.

Tableau 1 : Difficultés sur le plan technique, de l'exploitation et des contraintes d'urbanisme / Table 1: Technical, operational and statutory issues.

La solution retenue

Point intéressant, non seulement la solution adoptée (réalisation d'un microtunnel) offre le plus haut niveau de sécurité possible face aux risques d'inondations provoquées par de fortes précipitations mais cette solution est de surcroît plutôt facile à mettre en œuvre. Les coûts d'exploitation et d'entretien induits sont relativement faibles. En outre, aucun chantier d'excavation ni aucune perturbation du trafic ne viennent gêner le public.

La réalisation du microtunnel

Les chantiers du microtunnel ont démarré le 7 juillet 2012, débutant à la station d'épuration pour se terminer au puits de l'autre extrémité du tunnel, le 23 septembre 2012. Au long de son parcours long de 1 100 m, le tunnelier est passé sous 15 maisons, 8 routes, 2 parcs de stationnement et un grand nombre de propriétés privées. Pendant toute la durée du chantier, un examen minutieux des bâtiments a été effectué grâce à des appareils de mesure des vibrations. L'état des infrastructures a été établi avant le début des travaux. À la fin des travaux du microtunnel, aucune dégradation des infrastructures n'a été constatée. Pour réaliser le scellement du puits au point d'origine, on a utilisé un mélange ciment-bentonite (8 MPa max.) appliqué par injection du coulis à très haute pression. Smet-F&C, la société sœur de Smet-Tunnelling, s'est chargée de l'opération. Le percement du tunnel a été exécuté au moyen d'un tunnelier AVND2500 Hydroshield fabriqué par l'entreprise allemande Herrenknecht (Fig. 1), la machine ayant été soigneusement révisée et assemblée à l'atelier de Smet pour répondre au cahier des charges du projet. S'agissant de la roue de coupe, l'écueil principal était

la nature composite du sol au cœur de la moraine. La roue de coupe devait pouvoir progresser dans un sol aussi bien argileux que complètement sablonneux, avec tous les états intermédiaires, rencontrant régulièrement des pierres d'une extrême dureté dont le diamètre estimé pouvait atteindre 2 m. Il a donc fallu tenir compte de la disparité du sol pour adapter au mieux la roue de coupe au terrain, celle-ci ayant fait ses preuves pendant le percage du tunnel.

Le trajet complet s'est déroulé en contrôlant soigneusement la progression du tunnelier. Parallèlement, il s'agissait d'analyser en permanence la boue de forage et d'améliorer les propriétés de celle-ci. L'usine de séparation abritait une ligne de double dessablage et un système de dégrillage d'une capacité maximale de 440 m³/h. En outre, une usine de traitement centrifuge et un bassin de décantation ont été installés. L'utilisation de réactifs de floculation n'étant pas autorisée, l'usine de traitement centrifuge séparait les particules dont la taille allait de 5 à 10 µm. On a ainsi été en mesure d'améliorer les propriétés de la boue de forage.

Il fallait que les tronçons du microtunnel, d'un diamètre interne de

Chosen solution

It is interesting to note that the chosen solution (microtunnelling), besides having the highest possible security against future flooding caused by heavy rainfall, is also relatively easy to set up and consists of relatively low operating and maintenance costs. In addition, it is free of excavation works and without traffic inconvenience to citizens.

Microtunnelling

The microtunnelling works started on the 7th of July 2012, departing at the WWTP-site and arriving at the arrival shaft the 23th of September 2012. After 1100m the TBM (Tunnel Boring Machine) passed underneath 15 houses, 8 roads, 2 parking areas and a lot of other private properties. All through the works the buildings were carefully monitored by means of vibration measurements. The present state of the infrastructures were determined before the start of the execution. No damages were determined after the execution of the microtunnelling.

The departure sealing consisted of a

low-strength cement-bentonite mixture (max. 8MPa) put in place by the VHP jet grouting method and was constructed by the sister company of Smet-Tunnelling, called Smet-F&C. The microtunnelling drive was executed by means of a TBM type AVND2500 Hydroshield manufactured by Herrenknecht (Germany) (Fig. 1), which was carefully overhauled and assembled in Smet's home base workshop to meet with the specific requirements of the project. The main challenge for the cutting wheel was the large variety of soil conditions in the Moraine clay. The cutting wheel had to be able to cope with full face clay to complete sandy conditions and everything in between, with the constant presence of stones with estimated diameters up to 2m and characterized by extreme hardness. This meant that a difficult balance had to be found with the contrarities in terms of cutting wheel design, which proved its value during the tunnelling activities.

The complete trajectory was executed with careful TBM-monitoring whereas a continuous analyzing and improving process of the bore fluid had to be maintained. The separation plant consisted of a double desanding plant and a stone pre-screen with a maximal capacity of 440m³/h. Furthermore, a centrifuge plant and a decantation lagoon were also installed. The use of flocculants was not allowed, whereas the centrifuge plant separated particles up to 5 à 10 µm. In this way, it was possible to extend the necessary quality of the bore fluid. The jacking pipes with a diameter of 2500mm (Fig. 2) for a 1100m long trajectory had to be able to cope with high jacking forces. In this case, they were designed to deal with 15.000kN axial force by installing five intermediate jacking stations. However, due to continuous supervision and the use of a double bentonite lubrication system combined with a computer



Figure 1.

2 500 mm (Fig. 2) et devant s'étendre sur une distance de 1 100 m, soient capables de résister à la forte poussée induite par l'opération de fonçage. En l'occurrence, ils devaient pouvoir résister à une poussée axiale de 15 000 kN avec l'installation de cinq stations de fonçage intermédiaires. Cependant, en supervisant continuellement l'opération et en recourant à une double lubrification à la bentonite associée à un dispositif de guidage informatisé, le fonçage a abouti sans avoir besoin de recourir aux stations intermédiaires et avec une poussée maximale de seulement 10 000 kN, exercée depuis la station de fonçage principale située au point d'origine.

Les tronçons du microtunnel ont été fabriqués par l'entreprise allemande Berding Beton. Ces tronçons ont été livrés par bateau et entreposés dans une zone portuaire située à proximité du chantier, le formidable avantage étant de pouvoir réagir rapidement lors des livraisons à flux tendus au cours des travaux menés 24 h/24 et 7 j/7, sans devoir attendre un délai d'acheminement de trois jours.

Pour permettre au tunnelier d'arriver à quelques centimètres de son point de destination, on a eu recours à un système de guidage perfectionné de l'entreprise néerlandaise IV- Infra. Cet appareil intègre deux dispositifs bien connus, un tachymètre laser et un ensemble de théodolites (stations totales) à autonivellation informatisés, évitant ainsi de devoir effectuer des mesures au quotidien. Ce système a permis également de progresser provisoirement sans établir complètement la connexion avec l'ensemble des théodolites (défaillance, bilan des opérations dans le tunnel etc.). Il a donc été possible de mener le trajet à son terme sans interruption au niveau des mesures.

Une fois le premier tunnel réalisé, le client a demandé la réalisation d'un second tunnel destiné au raccordement d'un bassin ouvert du centre-



Figure 2.

ville à la station d'épuration. Ce tunnel devait s'étendre sur 580 m pour un diamètre interne de 1 500 mm, suivant une trajectoire horizontale décrivant un S.

Travaux

Pour la bonne exécution du chantier, Smet-Tunnelling était non seulement l'entreprise chargée du fonçage mais aussi le maître d'œuvre pour le projet entier. L'entreprise supervisait le projet dans son ensemble, à commencer par la réalisation des puits provisoires au moyen de palplanches, puis les chambres en béton in-situ, l'installation de dispositifs électromécaniques, la pose et le raccordement de canalisations en tranchée ouverte, le forage, la construction de voies et, enfin, la mise en place d'un poste de commandement technique.

La plupart des travaux ne concernant pas directement les tunnels ont été confiés à des sous-traitants danois, principalement aux entreprises Per Aarsleff A/S et Aquagain A/S. Descendant à 14 m sous la surface du sol, le puits situé au point d'origine est circulaire, réalisé en palplanches et d'un diamètre interne de 11 m. L'ensemble

guided control system, the tunnel arrived without using intermediate stations and with a maximum jacking force of only 10.000kN deriving from the main jacking station in the departure shaft. The jacking pipes were produced by Berding Beton (Germany), delivered by ship and stocked in a nearby harbour. This gave a great advantage to be able to react on a short notice for just-in-time deliveries during a 24h/7d work scheme, instead of having to deal with three days transport time.

To be able for the TBM to arrive within a few centimeters of the target, an improved guidance system of IV- Infra (The Netherlands) was used. This system combines two well-known systems, namely a Laser-tachymeter in combination with computer-guided self-levelling theodolites (total stations) which diminished the necessity of daily control measurements. It also made it possible to progress temporarily without full connection of all the theodolites (failure, check-up in the tunnel, ...). In this way it was possible to continue the complete trajectory without standstill regarding measurements.

After finishing this first tunnel, the client ordered a second tunnel drive

to be made to connect another open basin in the city center to the WWTP. This pipe jacking drive had to be 580m long with inner diameter of 1500mm containing a horizontal trajectory in S-curve.

Civil works

For this purpose, Smet-Tunnelling was not only contractor for the pipe jacking works, but also main contractor for the complete project. Smet-Tunnelling stands for the complete project from A to Z, starting from the temporary shafts by means of sheet piles, to in-situ concrete chambers, electromechanical installations, open-trench pipelines and connections, ground works, construction of roads and finishing with a technical command post.

Most of the non-tunnelling works were executed by Danish subcontractors, e.g. mainly Per Aarsleff A/S and Aquagain A/S. The departure shaft consisted of a circular shaft by means of sheet piles with an inner diameter of 11m and a depth of 14m below surface. The complete shaft is constructed with 35cm thick concrete wall to be used for the installation of

du puits, abritant la station de pompage, comporte des parois en béton de 35 cm d'épaisseur. La cabine technique en surplomb contient les grues monorail télécommandées servant à assurer l'efficacité du système de pompage.

Les travaux en tranchée ouverte supposaient de faire appel à des canalisations allant de DN1000 à DN1600 pour raccorder le nouveau système de canalisations au système déjà en place dans les environs. L'opération devait prévoir de futurs aménagements.

Conclusion

À l'inauguration du tunnel, le 11 novembre 2012, plus de 2 000 personnes ont arpenté le tunnel long de 1 100 m depuis le centre-ville d'Helsingør jusqu'à la station d'épuration de la ville. Les professionnels ont salué le fait que Gribvand a employé les tout derniers moyens techniques pour protéger Helsingør contre les effets des intempéries, en construisant le

tunnel de drainage le plus long du Danemark. L'entreprise SSTT (Skandinavian Society for Trenchless Technology) a remis à Gribvand Spildevand A/S le prix scandinave No-Dig Award 2012, qui récompense le meilleur projet de l'année en matière d'environnement.

Le projet mené à Helsingør est une source d'inspiration pour le Danemark (tout comme pour l'Europe) en ce qu'il permet d'élargir les perspectives pour instaurer des dispositifs de protection contre les inondations. Même au sein des villes de taille modeste, qui doivent parfois faire face à de fortes intempéries dues au changement climatique, la solution développée peut être viable.

Une fois encore, la technique de réalisation d'un microtunnel a dépassé les espérances en termes de précision et de fiabilité : dans les conditions les plus ardues, on a réussi à faire passer le tunnel sous quinze maisons sans recourir à des contre-mesures ! ♦

pumping equipment. The technical house on top contains remote control monorail cranes in order to maintain the pumps in an efficient way.

The open trench works included pipelines DN1000 up to DN1600 to connect the newly built system to the existing sewer system in the surrounding and to be able to cope with possible future expansions.

Finally

At the inauguration of the tunnel, November 11, 2012, more than 2,000 people 'strolled' through the 1100 meter long tunnel from the central part of Helsingør to Helsingør WWTP. The professional branch acknowledged the fact that Gribvand used new methods to climate-secure Helsingør City

with the construction of Denmark's longest drainage tunnel. The SSTT (Skandinavian Society for Trenchless Technology) awarded the Scandinavian No-Dig Award 2012 for best Environmental project of the year to Gribvand Spildevand A/S.

The project in Helsingør contributes to inspire Denmark (and the rest of Europe) to think wider when it comes to implement solutions for flood protection. Even in smaller cities, that must sometimes withstand the most extreme development in climate changes, this can be an economical solution.

Once again the microtunnelling technique has pushed its limits in terms of accuracy and reliability: in most challenging conditions, fifteen houses were crossed successfully without the use of any counter measures! ♦