



Netherlands Pays-Bas

Immersed tunnel-elements with a water displacement of 53,000 m³

Tunnel immergé
Déplacement de 53.000 m³ par élément

Longueur totale: 1,420 m
partie couverte : 900 m, y compris
840 m de tunnel immergé
rampes d'accès Nord : route 233 m,
métro 278 m
rampes d'accès Sud : route 213 m,
métro 242 m
Section excavée: 8,5 x 45,25 m
Coût du gros œuvre: 600 millions de florins
Durée des travaux: octobre 1997 – août 2001
Date prévue de mise
en service: août 2001

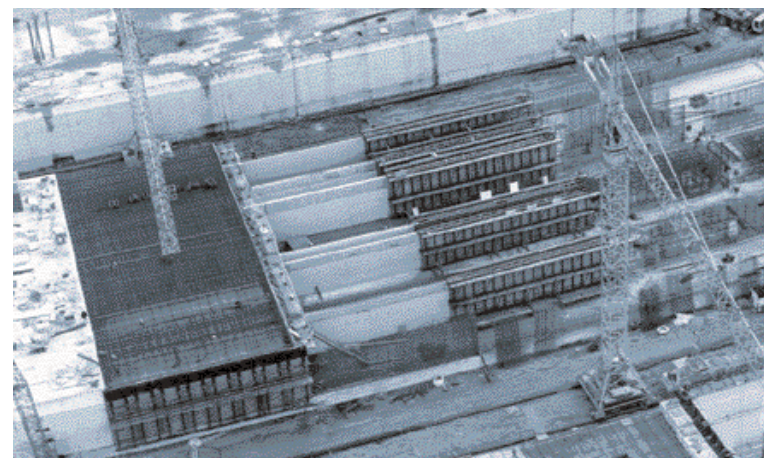
Le second tunnel du Bénélux (BT) forme une partie intégrante du périphérique de Rotterdam et passe à 60 m à l'est du tunnel actuel. Il comporte 7 tubes : un tube pour une voie rapide à circulation alternée, deux tubes pour voies rapides à double voie, un tube réservé aux bicyclettes et deux tubes pour le métro. Un tube central entre les tubes de voies rapides fait office de tube de service destiné aux câbles et conduites et sert également de voie de secours en cas d'urgence ou d'accident.

La conception tient compte des besoins des différents utilisateurs, et notamment de la différence de densité du trafic routier, du trafic métropolitain et du trafic cycliste.

Le 2ème BT est un tunnel immergé réalisé avec six éléments d'une longueur d'environ 140 m chacun et composés de sept segments (20 m chacun) temporairement joints par précontrainte. Un aspect important de l'immersion est le support permanent. Les éléments les plus élevés (1 et 5) sont posés sur

remblai de sable, les autres sur lit de gravier, une nouveauté aux Pays-Bas. Du fait des forts courants fluviaux et des forces considérables en jeu lors du passage des navires, la stabilité d'un élément immergé et posé sur son support provisoire ne pouvait être garantie. C'est l'une des raisons pour lesquelles on a opté pour un lit de gravier. Cette méthode a fait ses preuves par exemple pour le Tunnel de l'Øresund. Le lit de gravier a été mis en place avec une tolérance de ± 25 mm. En plaçant les éléments directement sur le lit de gravier, il est possible d'améliorer la réaction totale aux appuis. Quant au remblayage, il consiste à projeter du sable sous l'élément jusqu'à ce que celui-ci y repose sur toute sa longueur. Pour ce faire, des tubes doivent être insérés dans la structure d'embase de l'élément. Ces tubes sont mis en place dans le dock de construction en même temps que le ferrailage.

Bien que de nombreux tunnels immergés ont déjà



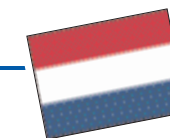
été construits aux Pays-Bas, chacun d'eux a néanmoins ses caractéristiques propres et des éléments spécifiques. Le 2ème BT n'est pas le plus long de tous les tunnels précédemment construits par immersion, et il n'en a pas non plus la section la plus importante, mais ses éléments ont le plus fort déplacement d'eau d'environ 53.000 m³.

Quant à la sécurité, le tunnel permet le transport de substance dangereuses de catégorie I. Pour que cela soit possible, le tunnel doit répondre à des exigences diverses.

La structure elle-même du tunnel se distingue par une forte résistance au feu. La plus importante mesure de sécurité prise dans le tunnel lui-même consiste en un revêtement de sol thermorésistant, de sorte qu'en cas d'incendie le béton peut résister à des températures élevées

pendant un temps considérable. L'équipement de secours installé tous les 50 m consiste en un tuyau d'incendie et/ou des extincteurs à poudre ainsi qu'un combiné pour l'intercommunication avec la salle de contrôle. Un équipement radio spécial est mis en place pour permettre la communication avec les services de secours, et peut être utilisé pour la diffusion par radio M.F. de messages à l'attention des utilisateurs du tunnel. Les unités d'aération logées dans des niches spéciales dans le sol sont conçues pour se déclencher automatiquement lorsque la concentration de CO mesurée devient trop élevée. En cas de catastrophe, il peut s'avérer nécessaire d'inverser le sens de ventilation. Enfin, des portes de secours prévues tous les 100 m permettent de s'échapper en passant d'un tube à l'autre.

Road Tunnels Tunnels routiers



Name of Project/Nom du projet
2nd Beneluxtunnel (BT)

Location/Région
Rotterdam, Netherlands

Tunnel Use/Destination du tunnel
Road, metro and bicycle tunnel

Client/Maitre d'ouvrage
The Directorate-General for Public Works and Water Managements (RWS), The Hague

Consulting Engineer/Planification et direction des travaux
The "RWS" Civil Engineering Division, "Building Division", Tunnel Department, (Bouwdienst Rijkswaterstaat, afd. Tunnelbouw)

Contractor/Exécution
Hollandse Combinatie Benelux, HBW,
Dirk Verstoep, Van Hattum & Blankevoort

Total Length: 1,420 m
closed part: 900 m, incl. 840 m
immersed tunnel
northern ramps: road 233 m, metro 278 m
southern ramps: road 213 m, metro 242 m
Cross-Section: 8,5 x 45,25 m
Roughwork Costs: 600 million guilders
Construction Time: October 1997 – August 2001
Opening: August 2001

This is one of the reasons why the gravel bed was chosen. This method has been successfully applied for example in the Øresund Tunnel. The gravel bed was placed within an accuracy of ± 25 mm. By placing the elements directly on to the gravel bed it is possible to increase the total bearing pressure. During sand flow, sand is sprayed under the element in such a way that it is completely supported. In order to achieve this, pipes have to be fitted into the floor structure of the element. This facility is installed in the construction dock together with the reinforcement.

Although many immersed tunnels have been built in the Netherlands, each tunnel has its own specific aspects or characteristic parts. The 2nd BT is not the longest or the widest but the elements have the largest water displacement, approx. 53,000 m³, compared to previously immersed tunnels.

The tunnel is suitable for the transport of dangerous substances under category I. The tunnel structure itself has a high degree of fire resistance. The most important safety measure in the tunnel itself is covering the roof with a heat resistant material so that in the event of fire, the concrete can be exposed to high temperatures for a long time. The emergency equipment installed every 50 m consists of a fire hose and/or a powder fire extinguisher and an intercom handset for communication with the control room. The ventilation units, fitted into special recesses in the roof, have been designed to go into operation if too high a concentration of CO is detected. In the event of disasters, it may be necessary to reverse the direction of the ventilation. Finally, escape doors fitted every 100 m provide the possibility to escape from one tube to the other.

The 2nd Benelux Tunnel (BT) is a part of the Rotterdam ring-road and is located 60 m to the east of the existing tunnel. It has 7 tubes, consisting of an alternating lane for fast traffic (tidal flow), 2 tubes each with 2 lanes for fast traffic, a bicycle tube and finally 2 tubes for the metro. A central tube is located in between the fast traffic tubes intended for cables and pipes and which will also serve as an escape route in the event of disasters or an accident.

Various alignments have been created for the various users. This means that the gradient for fast traffic, metro and cyclists is different.

The 2nd BT is an immersed tunnel. It consists of 6 elements which are approx. 140 m long and each is built up of 7 segments (20 m each) which are temporary connected by prestressing.

An important part of immersion is the permanent support. Sand flow is applied to the elements at the highest locations: 1 and 5. A gravel bed is used for the other elements, which is a new technique in the Netherlands. As a result of the strong river currents and the immense forces caused by passing vessels, stability of an immersed element on its temporary support could not be guaranteed.