



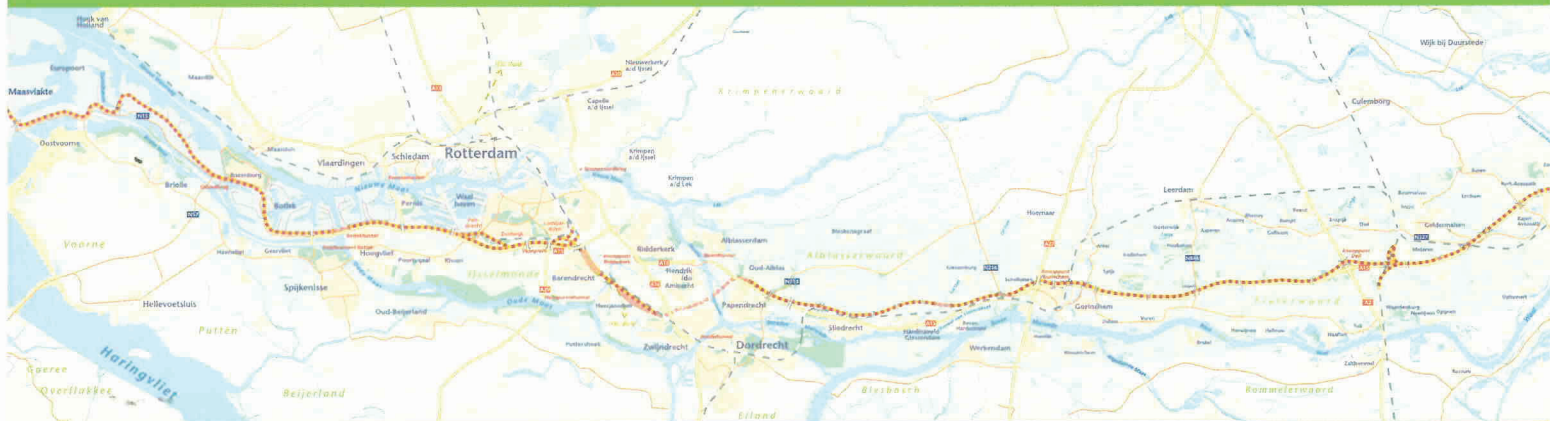
Tunnel Pannerdensch Kanaal



Betuweroute

De Betuweroute

De Betuweroute is de eerste spoorlijn in Nederland die uitsluitend is bestemd voor vervoer van goederen. Het 160 kilometer lange traject zorgt voor een snel en veilig goederenvervoer van wereldhaven Rotterdam naar het Europese achterland. Omgekeerd vinden goederen uit Europa via de Betuweroute hun weg naar de Rotterdamse haven, vanwaar ze verscheept worden naar een afzetmarkt overzee. Ook landen als Duitsland en Frankrijk investeren flink in de modernisering van hun spoorwegen. Goederenvervoer per spoor wordt zo een volwaardige optie naast transport via de weg of het water.



Het tracé van de Betuweroute bestaat uit de Havenspoorlijn en een nieuw spoor van Kijfhoek tot aan de Duitse grens. Dit spoor komt vlak naast de A15 te liggen, zodat het landschap zo min mogelijk aangetast wordt. Bovendien gaat ruim 25 kilometer door verdiepte tracés of tunnels. Bij de aanleg van het spoor en de tunnels wordt gebruik gemaakt van de nieuwste bouwtechnieken. Dat levert Nederland naast een moderne infrastructuur een aantal indrukwekkende bouwwerken op.

De spoortunnel Pannerdensch Kanaal bijvoorbeeld.

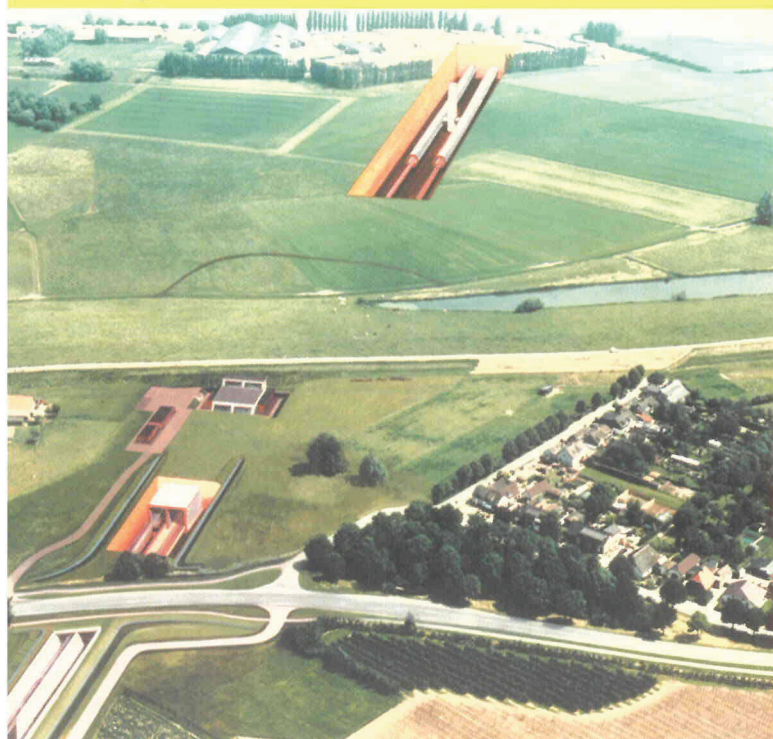
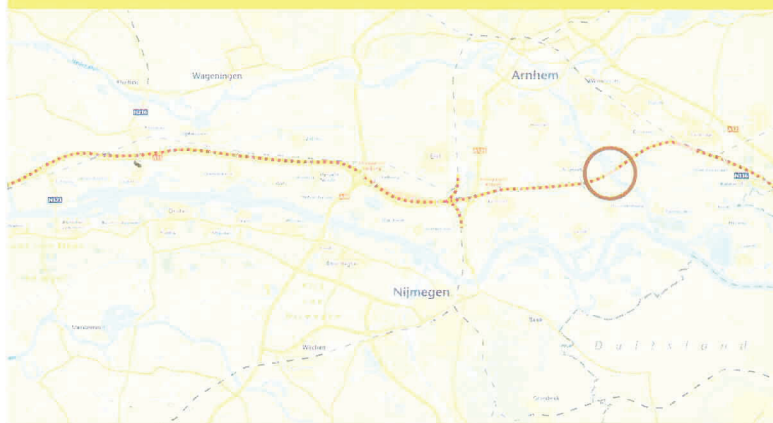
In deze brochure leest u meer over dit staaltje van moderne techniek.

Tunnel Pannerdensch Kanaal

De Betuweroute kruist het Pannerdensch Kanaal tussen Bommel en Zevenaar. Aan de ene kant van het water ligt de Betuwe, aan de andere kant ligt de Liemers. Beide streken staan bekend om hun mooie natuur. Om dit landschap te behouden is gekozen voor een geboorde tunnel.

De tunnel Pannerdensch Kanaal heeft een lengte van bijna drie kilometer en is – gezien vanaf de Rotterdamse haven - de vierde tunnel van de Betuweroute. De tunnel doorkruist achtereenvolgens de gemeenten Bommel, Rijnwaarden en Duiven.

De westelijke toerit ligt bij buurtschap Boerenhoek. Na de Rijndijk begint het geboorde gedeelte van de tunnel. Eerst duikt de tunnel onder de uiterwaarden en steenfabriek Huissenswaard door. Daarna kruist de tunnel op een diepte van twintig meter het Pannerdensch Kanaal, waarna het traject verdergaat door de Kandiadam. Bij de Kandiadijk komt het spoor weer bovengronds. De treinen rijden daar ten zuiden van Groessen richting Zevenaar. Na Zevenaar sluit de Betuweroute aan op het bestaande spoor richting Duitsland.



Het 'hart' van de tunnel Pannerdensch Kanaal bestaat uit een geboorde tunnel met twee afzonderlijke buizen. Aan weerszijden van de boortunnel worden toeritten gebouwd. Een gedeelte van de toeritten is gesloten.



Tunnel in getallen

Totale lengte tunnel Pannerdensch Kanaal	2.680 m
Aantal buizen	2
Lengte geboorde gedeelte	1.615 m
Lengte toerit westzijde	600 m
Lengte toerit oostzijde	465 m
Diepste punt boortunnel	25 m
Doorsnede tunnelbuis	8,65 m
Maximale hellingpercentage	2,5%
Totale hoeveelheid weg te boren grond	250.000 m³
Totale hoeveelheid af te voeren grond	1.500.000 m³
Aantal dwarsverbindingen	2
Oppervlakte damwanden	40.000 m²
Hoeveelheid beton	75.000 m³
Funderingspalen	2.700 stuks
Totale lengte funderingspalen	50 km

Inpassing in het landschap

Nieuwe infrastructuur moet zo goed mogelijk worden ingepast in het bestaande landschap. Bouwers houden daarom rekening met bestaande bebouwing en wegen. Of - zoals in het geval van het Pannerdensch Kanaal - met een bijzonder natuur- en stiltegebied. In dit gebied leven de zeldzame kamsalamander en rugstreeppad.

Het eerste plan voorzag in een spoorbrug over het kanaal. De omwonenden gaven echter terecht aan dat zo'n hoge brug niet in het landschap past. Bovendien zouden de uiterwaarden door de bouw van een spoorbrug worden aangetast. Daarom is na zorgvuldige afweging gekozen voor een boortunnel. Deze tast het waardevolle landschap zo min mogelijk aan en geeft tijdens de bouw de minste overlast. Bovendien zijn in de uiteindelijke situatie alleen een klein deel van de tunneltoeritten en de tunnelgebouwen zichtbaar in het landschap.



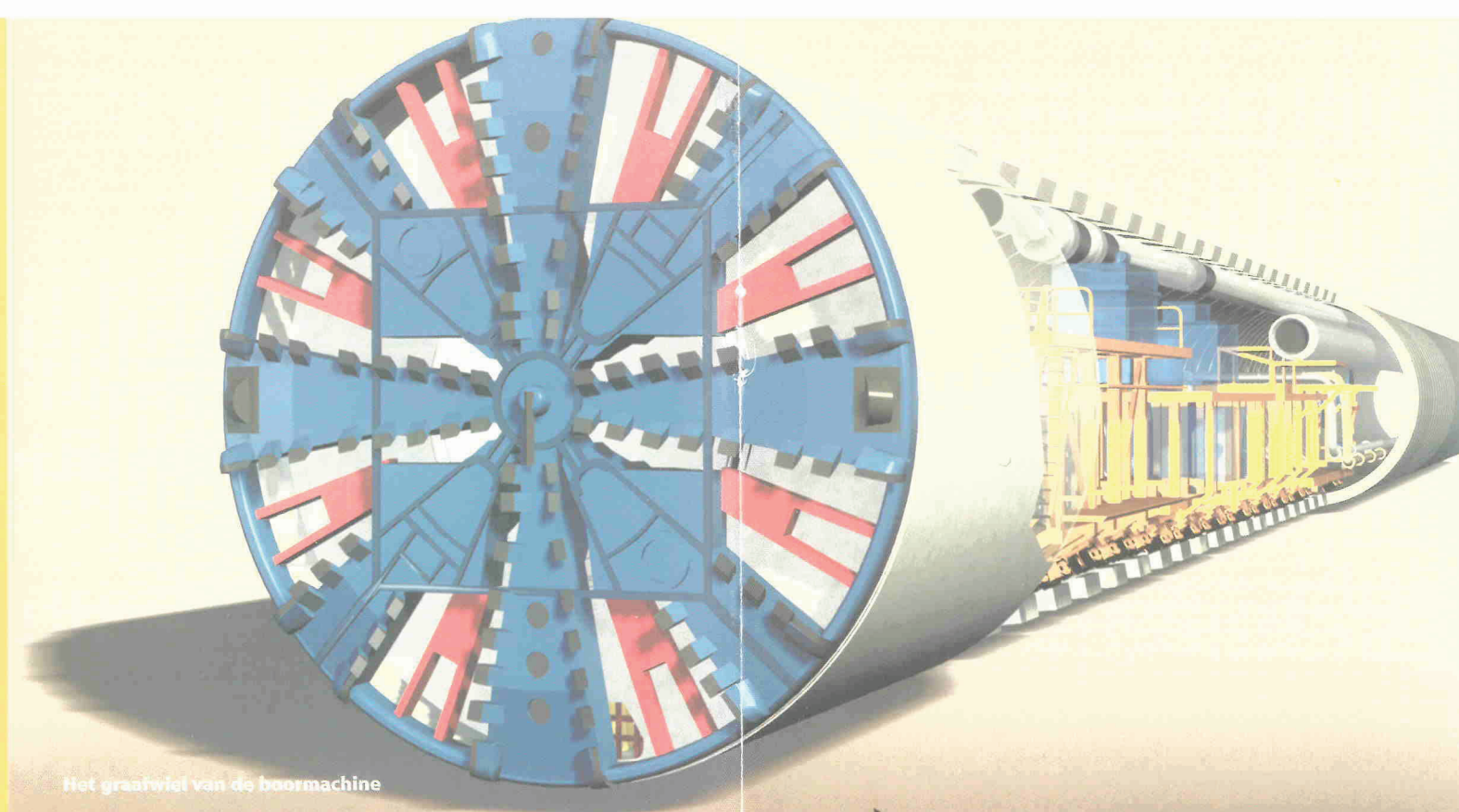
Innovatieve techniek

Lange tijd werd aangenomen dat tunnels in de Nederlandse bodem niet geboord konden worden. Uitvoerige studies en de praktijkvoorbeelden van de Tweede Heinenoordtunnel, de Botlekspoortunnel en de Sophiaspoortunnel hebben echter aangetoond dat de boortechniek wel degelijk geschikt is voor de Nederlandse bodem.

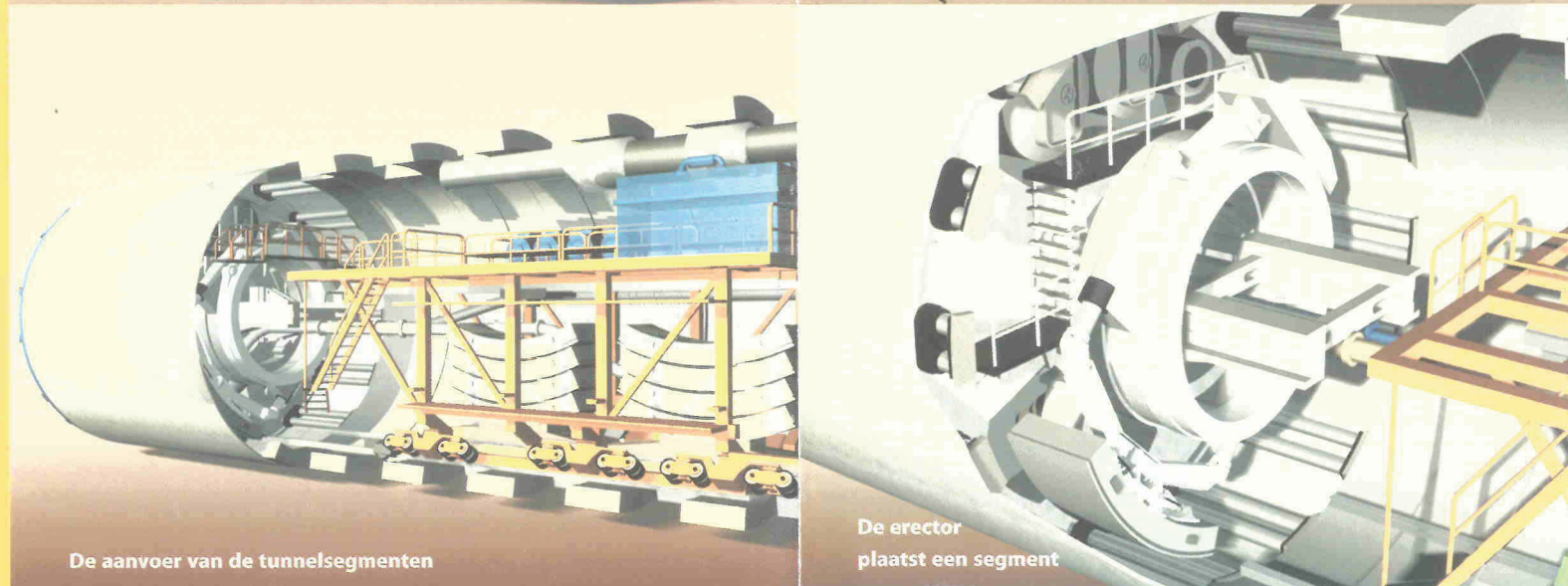
De Boor

Wanddikte boor	72 m
Laagstakelbehoefte	10 m
Diameter schijf	9,825 m
Diameter schild	vloeistofschild
Levensduur schild	5,685 m
Ringsdikte schild	9,805 m
Wanddikte schild	600 ton
Levensduur schild	28
Maximale draagkracht	2.500 kW
Totaal draagvermogen	1.000 kW
Wanddikte schild	1,8 m
Wanddikte schild	0,4 m

De tunnel Pannerdensch Kanaal loopt door een dam die wordt aangelegd in de zandwinput Kandia. Onder water wordt hiervoor zand in lagen opgespoten. Aan de zijanten wordt het zandlichaam ingepakt, zodat het niet kan wegspoelen. Grote trilnaalden verdichten het zandlichaam. Zo ontstaat een stevige dam waar de tunnelboormachine doorheen kan boren. Het is voor het eerst dat er een tunnel wordt geboord door een speciaal daarvoor aangelegde dam. Als de boor in 2002 door de Kandiadam heen is, heeft Nederland een **wereldrecord**.



Het graafwiel van de boormachine



De aanvoer van de tunnelsegmenten

De erector plaatst een segment

Graafschild

Bij het boren van tunnels doet het graafschild (vóór op de boor) het meeste werk. Een tunnelboormachine kan worden uitgerust met een vloeistofschild (slurry- of hydroschild) of met een gronddrukbalansschild (EPB-schild). Omdat de bodem in Oost-Nederland voornamelijk uit zand bestaat, wordt bij de tunnel Pannerdensch Kanaal gebruik gemaakt van een vloeistofschild. Binnen een stalen ring (het zogeheten schild) wordt de grond ontgraven door een draaiend wiel met een doorsnede van bijna tien meter. Bij het boren wordt gebruik gemaakt van een steunvloeistof van bentoniet en water. Bentoniet is een natuurlijke kleisoort die het boorfront beschermt tegen instorten tijdens het boren. Doordat de weggeboorde grond wordt vermengd met deze steunvloeistof, kan het ook gemakkelijk via een leidingstelsel worden afgevoerd.

Voortbeweging

28 Hydraulische vijzels bewegen het boorschild voort. De vijzels zetten zich af tegen de tunnelring die bestaat uit betonnen segmenten. Telkens als de boormachine 1,8 meter heeft geboord, worden betonnen segmenten met behulp van een hydraulische montagearm (de erector) tegen de stalen mantel geplaatst. Deze tunnelling bestaat uit zeven segmenten en een sluitsteen die samen een tunnelring vormen.



Vijf delen van het snijrod worden tegelijk gelast. Het snijrod heeft een diameter van 10 meter.

Nieuw leefgebied voor salamanders en padden

De aanleg van de oostelijke ingang van de boortunnel vindt plaats in het leefgebied van de kamsalamander en de rugstreeppad. In samenwerking met onder meer de Gelderse Milieufederatie en RAVON (Reptielen Amfibieën Vissen Onderzoek Nederland) ontstond een plan om de dieren te beschermen. Buiten het bereik van de te boren tunnel is een nieuw leefgebied aangelegd. Poelen, distels en struikgewas zorgen ervoor dat de dieren hier kunnen nestelen. Het ziet er naar uit dat de padden en salamanders goed gedijen in hun nieuwe thuis.

Reiniging van grond

Met de aanleg van de Betuweroute wordt Nederland een beetje schoner. Verontreinigde gebieden langs het trace zijn namelijk in kaart gebracht en worden schoongemaakt. Zo ook het gebied bij het Pannerdensch Kanaal en de zandwinput Kandia. De Projectorganisatie Betuweroute verwijdert de verontreinigde rivierbodem en verwerkt de grond op milieuvriendelijke wijze. De schone grond wordt vervolgens gebruikt bij de aanleg van de Betuweroute. Ook de grond die de Projectorganisatie wegbaggert uit de zandwinput Kandia wordt hergebruikt in het bouwwerk. Het opslagterrein van steenfabriek Huissenswaard wordt verplaatst naar een nieuwe locatie. Met de overige partijen wordt momenteel een saneringsvisie ontwikkeld.

Leven in de Kandia-lagune

De tunnel Pannerdensch Kanaal loopt door de zandwinput Kandia. Deze put is 25 meter diep en staat vol water. Leven is hierin niet mogelijk, omdat het water koud en zuurstofarm is. Door de temperatuurwisselingen van het water komt het zuurstofarme water bovendien regelmatig boven, waardoor begroeiing langs de oevers afsterft. Die situatie verbetert door de aanleg van de tunnel. In de zandwinput wordt een dam aangelegd, waar de tunnel doorheen loopt. De dam krijgt de grillige vorm van natuurlijke oevers. Aan weerszijden van de dam komt ondiep water, waarin vissen en kikkers kunnen leven.

Ook in de begroeiing aan de oevers vinden de verschillende dieren snel een thuis. Om ervoor te zorgen dat de nieuwe bewoners van de Kandiaput in alle rust hun gang kunnen gaan, komt er op de dam geen fiets- of wandelpad. Wel kunnen natuurliefhebbers vanaf de winterdijk over de lagune uitkijken.

Rugstreeppad



Kamsalamander

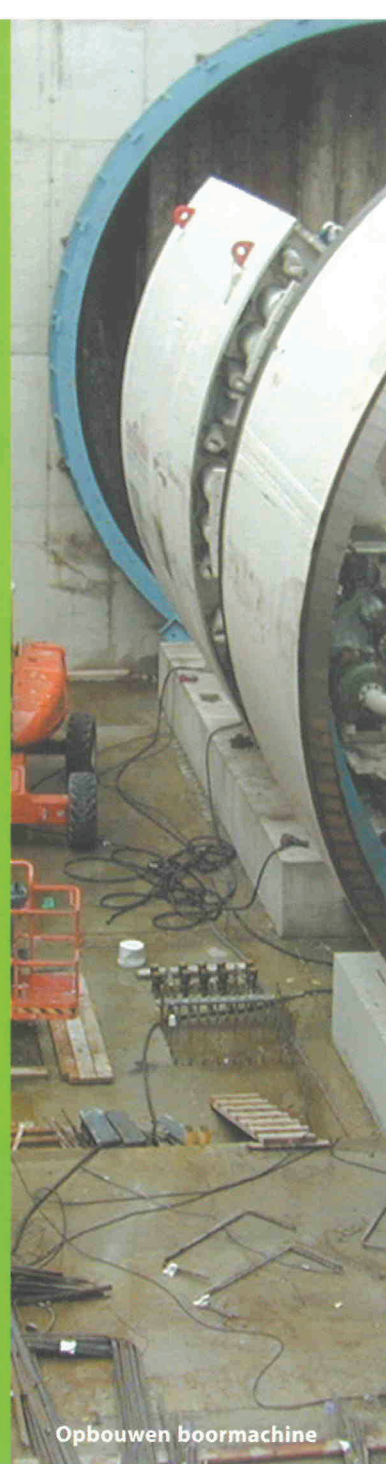


Logistieke topprestatie

Het boren van een tunnel is in logistiek opzicht een indrukwekkend proces. De boormachine is gebouwd door de Duitse firma Herrenknecht en heeft een doorsnede van 9,8 meter en een lengte van zeventig meter. Het is een rijdende fabriek, die zich met een snelheid van gemiddeld twaalf meter per dag een weg onder de grond baant. Achter de boorkop hangen de volgwagens die onder meer gebruikt worden voor de bediening, de stroomaanvoer, het transporteren van afgegraven grond en het leggen van kabels en leidingen. Regelmatig worden de aan- en afvoerleidingen (die worden uitgerold achter de oprukkende boormachine) en de rails voor het werkspoor verlengd. Ook de bouwmaterialen moeten tijdig worden aan- en afgevoerd. Als het einde van de 1.615 meter lange tunnelbuis is bereikt, wordt het voorste deel van de boor gedemonteerd en naar de startschacht vervoerd. De volgwagens rollen terug via de nieuw gebouwde tunnelbuis. In de startschacht wordt de boor opnieuw opgebouwd, waarna hij aan de tweede tunnelbuis kan beginnen.

Mengen en scheiden

Bij de aanleg van de tunnel Pannerdensch Kanaal wordt in totaal 250.000 m³ grond uitgeboord. Deze grond is bij het boren vermengd met bentoniet. Dit grondbegsel wordt via een stelsel van leidingen door de gebouwde tunnel weggepompt naar het bouwterrein. Hier staat een scheidingsinstallatie waarin het zand, de stenen en het bentoniet van elkaar gescheiden worden. Het bentoniet wordt - net als het water - hergebruikt in het boorproces. De vrijgekomen grond wordt gebruikt voor het aanvullen van de zandwinput Kandiaput met de Kandiadam.



Opbouwen boormachine

Dienstgebouw op de oostelijke toerit

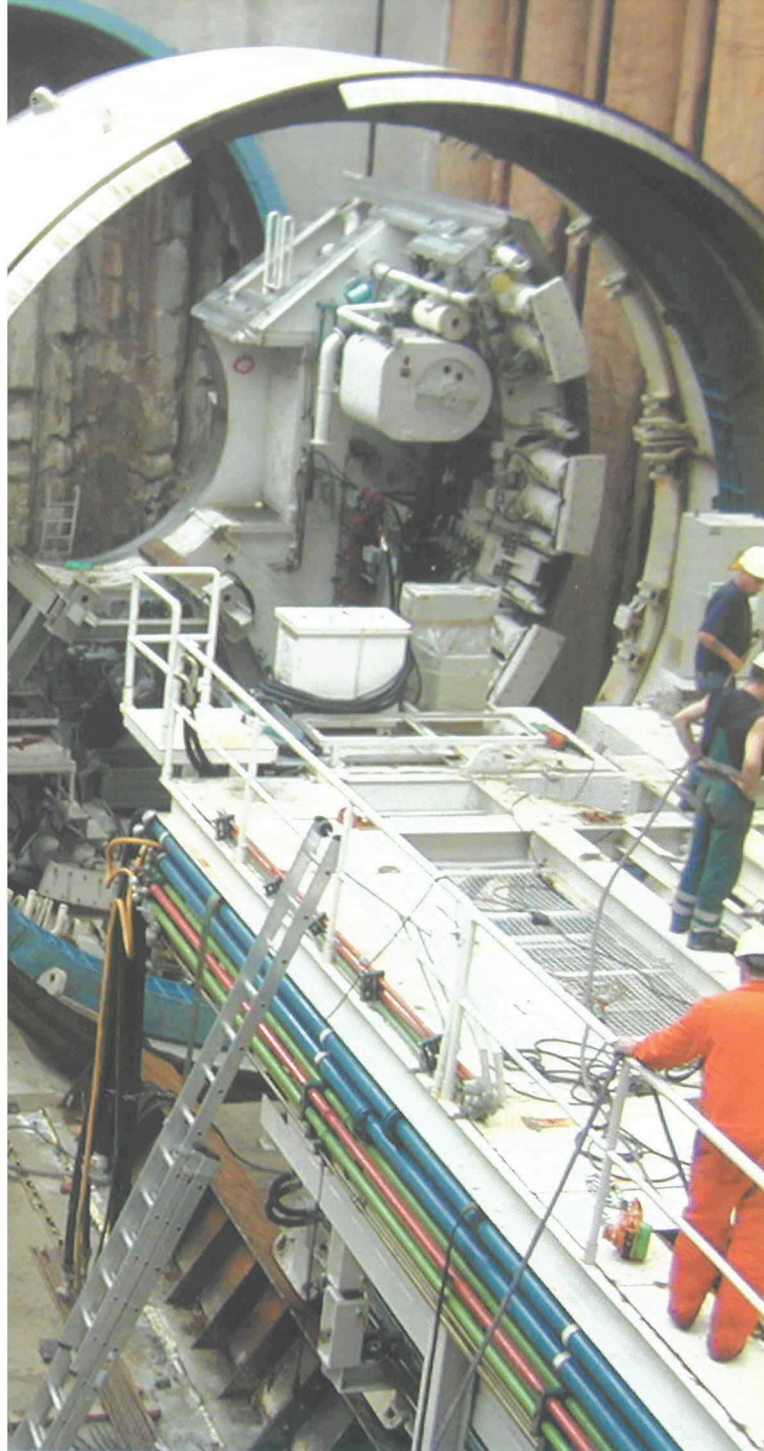


Extra bouwwerken

De aanleg van de tunnel Pannerdensch Kanaal behelst meer dan het boren van twee tunnelbuizen. Zo zijn er nog twee tunneltoeritten, twee dienstgebouwen, twee dwarsverbindingen tussen de beide tunnelbuizen en een waterkelder.

De tunneltoeritten worden niet geboord, maar gebouwd volgens de traditionele tunnelbouwmethode. In het kort houdt dit in dat er een lange gleuf wordt gegraven, waarin de betonnen vloer en wanden worden gebouwd.

Beide toeritten worden deels voorzien van een dak. Op het dak komt weer grond en begroeiing, zodat er straks in het landschap vrijwel niets meer van te zien is.



De dienstgebouwen herbergen de technische installaties van de tunnel. Ook worden hier twee waterschuiven geplaatst, die zich automatisch sluiten in geval van overstroming.

Via dwarsverbindingen tussen de beide tunnelbuizen kunnen onderhoudswerkzaamheden worden verricht. Bovendien kan de machinist bij een eventuele calamiteit via de dwarsverbindingen van de ene naar de andere tunnelbuis komen. En tenslotte vormen de dwarsverbindingen een toegangsweg voor hulpdiensten.

De waterkelder op het diepste punt van de tunnel is voor de opvang van binnengekomen regen- of bluswater. De kelder heeft een capaciteit van 80m³, voldoende voor het bergen van de inhoud van een tankwagen.

Kennisuitwisseling

De kennis die wordt opgedaan tijdens het boren van de tunnel Pannerdensch Kanaal wordt uiteraard gebruikt bij het boren van toekomstige tunnels. Op basis van de opgedane ervaring kunnen zelfs nieuwe boortechnieken worden ontwikkeld.

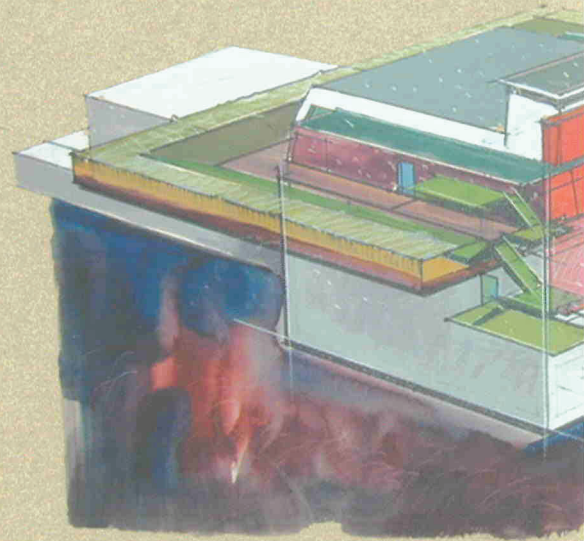
De kennis over boren wordt in Nederland verzameld door het Centrum Ondergronds Bouwen (COB). Het COB wisselt op zijn beurt weer kennis uit met vergelijkbare organisaties in de rest van de wereld. Bijvoorbeeld met ACTEC in Japan, waar men veel ervaring heeft met boren in een vergelijkbare bodem.

De Projectorganisatie Betuweroute levert nationaal en internationaal bijdragen aan seminars en conferenties over onder meer boortechnieken en veiligheid in tunnels. Onderzoeken, bijvoorbeeld naar veiligheid, worden uitgevoerd in nauw overleg met de Technische Universiteit Delft en TNO. Ook de betrokken aannemerscombinaties wisselen - in overleg met de Projectorganisatie Betuweroute - kennis uit over het boren van tunnels. Boren is dus niet slechts een kwestie van meters afleggen in de grond. Boren helpt ook de techniek vooruit.

Veiligheid

Veiligheid staat voorop bij de Betuweroute, zowel in het ontwerp van spoor en tunnels als tijdens de aanleg ervan. Dat zien we ook bij de tunnel Pannerdensch Kanaal. Doordat de boortunnel twee afzonderlijke buizen heeft, zijn frontale botsingen uitgesloten.

Om ontsporing te voorkomen, heeft het spoor in de tunnelbuizen geen wissels en komen er betonnen randen aan weerszijden van de rails (geleiderails).

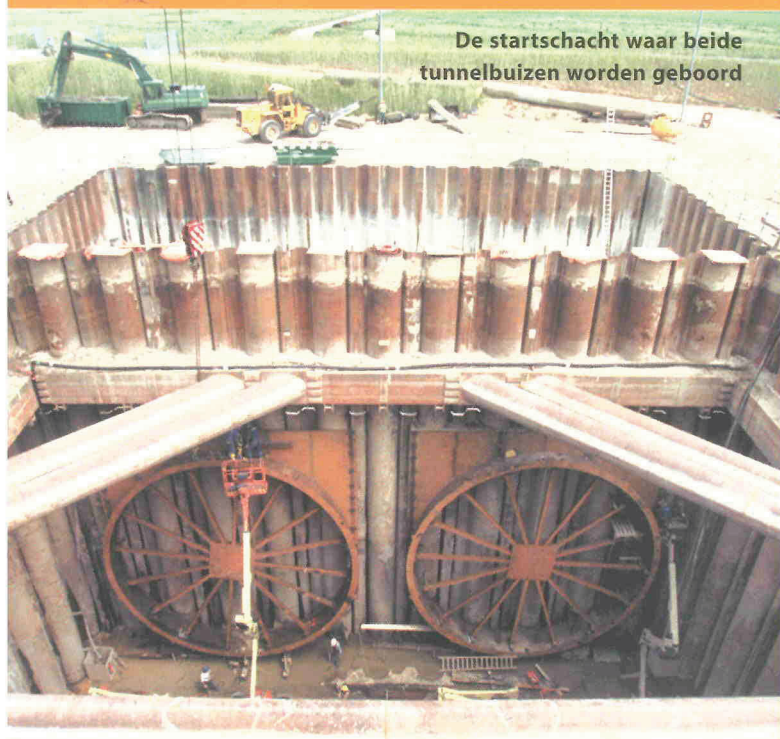


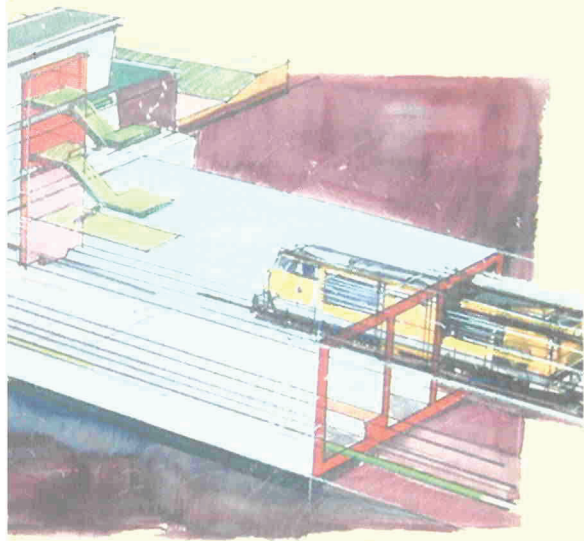
Waterkerende schuiven in dienstgebouw (afgebeeld in rood)

In de tunnel bevinden zich diverse communicatie- en detectiesystemen. De detectiesystemen waarschuwen direct bij brand en bij het vrijkomen van giftige of explosieve stoffen. Mocht er brand in de tunnel ontstaan, dan treden de sprinkler- en blusinstallaties automatisch in werking. Om de brand te blussen, maar ook om de betonnen tunnelwand te koelen, zodat deze niet beschadigd raakt door de hitte.

Beide tunnelbuizen zijn na iedere 600 meter met elkaar verbonden door dwarsverbindingen. Bij eventuele calamiteiten kan de machinist van de ene naar de andere tunnelbuis komen. De hulpdiensten krijgen via deze verbindingen toegang tot de tunnelbuizen.

De startschacht waar beide tunnelbuizen worden geboord





Planning

Ontwerp en voorbereiding	1995 - 2000
Boven toert west	2000 - 2002
Boven toert oost	2000 - 2002
Boortunnel en Randlapput	2001 - 2002
Boven eerste toertbouw	najaar 2001 - voorjaar 2002
Timmering, transport en wederopbouw	
Tunnelbouw-wachhuis	voorjaar 2002
Boven tweede toertbouw	zomer 2002 - winter 2002
Afbouw-gebouwen	
Tunneltoeren	2003
Aanleg sporen en tunneltechnische installaties	2003 - 2004
Verkeer uit in gebruik nemen	2005 - 2006

Waterkerende schuiven

De tunnel kruist de dijken aan weerszijden van het Panterdensch Kanaal. De kans op een dijkdoorbraak is klein. Mocht dit toch gebeuren, dan zou de polder aan de andere kant van de dijk via de tunnel kunnen overstromen. Om dat te voorkomen, krijgt de tunnel Panterdensch Kanaal aan beide zijden twee waterschuiven. Deze waterschuiven 'hangen' in het dienstgebouw aan de uiteinden van de boortunnel. In geval van nood sluiten de waterschuiven de tunnel automatisch hermetisch af.

Meer informatie?

Informatiecentrum tunnel Pannerdensch Kanaal

Lodderhoeksestraat

Angeren

telefoon (0481) 42 70 00

Betuwerroute informatielijn

(0800) 022 80 05 is het gratis informatienummer van de Betuwerroute

Betuwerroute op internet

www.betuwerroute.nl

Colofon

Tekst: Schoep & Van der Toorn, Amsterdam

Ontwerp en productie: Xtens, Apeldoorn

Fotografie: Profotografie, Gert Janssen en Ronald Tilleman

Visualisaties: Arcadis, Paul Kerrebijn en Aarsen Communications

Kaartmateriaal: Carto studio bv, Amsterdam

Copyrights: NS Railinfrabeheer b.v.

November 2001

De Projectorganisatie Betuwerroute is een samenwerkingsverband tussen het Ministerie van Verkeer & Waterstaat en NS Railinfrabeheer b.v.