



**Eduard van Herk en Bjorn Vink over de voortdurende monitoring van de bouwput**

Site engineer voor Avenue2 en geohydroloog voor Projectbureau A2 Maastricht

# ‘Werken in deze bouwput was spelen met water’

Bij A2 Maastricht werd om meerdere redenen gekozen voor het uitgraven in plaats van het boren van de tunnel. Maar hoe doe je dat in een ondergrond die, met mergel dicht aan de oppervlakte, uniek is in Nederland? Waarin dus nog nooit een tunnel met twee niveaus is gemaakt? Bjorn Vink, geohydroloog namens opdrachtgever Projectbureau A2 Maastricht, en Eduard van Herk, *site engineer* namens opdrachtnemer Avenue2, kregen er samen met een team greep op. Ze werden daarbij zeer geholpen door de voortdurende monitoring van de bouwput met de *observational method*.

Voor jullie zit een volstrekte leek op geologisch gebied.

Leg eens uit welke omstandigheden de bouwput voor A2 Maastricht zo uniek maakten.

Bjorn: ‘Vanaf gemiddeld zo’n twaalf meter onder het maaiveld begint de ondergrond te bestaan uit mergel, een relatief zacht, poreus en gescheurd gesteente waar altijd water doorheen komt. Een spons eigenlijk. Daarnaast bevonden zich in de ondergrond keiharde vuursteenbanken van soms 40 centimeter dik. In het stenen tijdperk lag er een groeve in Rijckholt waar mensen van heinde en ver naar toe kwamen om deze vuursteen te kopen. Goede handel was dat. In de bouwput was het een keiharde laag



Aan de gevel van de ANWB-flat worden voor aanvang van de tunnelbouw meetinstrumenten bevestigd (2011).

waar je van bovenaf zeer lastig doorheen kwam. Hoe begin je dan met graven? In de vooronderzoeken hadden we verder ontdekt dat in de ondergrond van het tunneltracé een serie breuken liep, ongeveer ter hoogte van de Voltastraat. Breuken waardoor uit diepere lagen theoretisch zout en warm Carboonwater naar boven kon spuiten.'

Eduard: 'Het diepste punt van de bouwput was 22 meter. Er moest dus een aantal meters mergel worden weggegraven. Om dat te kunnen doen, was van tevoren bedacht dat het grondwater zou worden weggepompt tot zo'n 23 meter onder het maaiveld, zodat de gravers droog konden werken. Maar we wisten niet of dat in de praktijk ook zou lukken. Net zo min wisten we hoe de bouwput zou reageren op het uitgraven van de mergel en wegpompen van het grondwater. Werden de zijkanten dan nog voldoende tegengehouden? Om daar allemaal greep op te krijgen en houden, heeft de directie van Avenue2 besloten de *observational method* toe te passen.'

#### Wat is dat?

Eduard: 'Daarmee meet je continu de toestand van de bouwkuip aan de hand van de grondwaterstanden, de vervorming van de damwanden en de druk in de stempels. Dat zijn de dikke dwarsbuizen die de damwanden aan weerszijden op hun plaats houden en voorkomen dat de bouwput kan instorten. Vooraf hadden we parameters vastgesteld. Als die werden overschreden, kon dat betekenen dat het misging in de bouwput. Ik bekeek iedere ochtend om half zes de meetresultaten en ging daarna met Henk Vestjens (projectleider grondverzet, zie het interview met hem en Johan Pelzer – red.) de bouwput in om te zien wat bepaalde afwijkingen veroorzaakte en of verder alles nog in orde was. Door te kijken, ruiken en voelen. Ook met een doodgevone priem, om te voelen waar misschien zachte plekken zaten in de mergel. Daar moesten wij het graafwerk dan extra in de gaten houden.'

Bjorn: 'De *observational method* is bedacht in Engeland en eigenlijk bedoeld om gedurende de werkzaamheden, afhankelijk van wat je tegenkomt, het ontwerp van de bouwput aan te passen. Dat was hier niet mogelijk. De damwanden moesten al een jaar van tevoren worden besteld. Maar we kregen met de *observational method* wel greep op hoe de bouwput reageerde op het uitgraven.'

Eduard: 'Je kunt van tevoren wel met proefboringen mergel uit de grond halen en daar testen op uitvoeren, maar die zijn zelden representatief. Het testmateriaal raakt alleen al door de boring verstoord. We hebben wel tijdens het graafwerk mensen van de universiteiten van Luxemburg en Delft gevraagd grotere monsters mergel te onderzoeken en testen. Die kwamen hier dan met een kettingzaag hele stukken mergel uitzagen.'

#### Wat bleek uit die testen en de gegevens uit de *observational method*?

Eduard: 'Drie dingen. Ten eerste dat de mergel veel sterker was dan we van tevoren hadden verwacht. Ten tweede dat de gemeten stempelkrachten in de onderste rij stempels lager waren dan tijdens het ontwerp was berekend. Ten derde dat we door de opbolling van water de grondwaterstand niet overal op één meter onder het ontgravingsniveau konden krijgen.'

Bjorn: 'Er zaten om de acht meter buizen in de grond met op zo'n 25 meter diep een pomp om het grondwater weg te pompen.

Puur en alleen voor de grondwaterbeheersing. In totaal dus 500 pompen met 12½ kilometer aan boorwerk en buizen. Maar dat bleek niet voldoende om het water weg te krijgen. Op zich is dat niet zo gek bij een spons. Als die van beneden af voortdurend nieuw water krijgt en je pompt dat aan de zijkanten weg, blijft de spons in het midden nat. We moesten in deze bouwput daarom vooral spelen met water. Grootste vraag voor de eindsituatie was vooraf ook niet of de tunnel van Maastricht niet weg kon zakken, maar door het water naar boven kon komen. En een opdrijvende tunnel zou meteen het falen van de tunnelconstructie hebben betekend.'



Over het hele tracé ligt de tunnel zo'n 17 meter diep. Behalve bij Geusselt, waar tunnelmoot 85 ligt: met 22 meter is dit het diepste punt van de tunnel (2012).

Eduard: 'Tegelijkertijd lieten de gegevens altijd zien dat de zijdelingse druk op de stempels nauwelijks veranderde. Dus ook al groef je mergel uit en pompte je voortdurend grote hoeveelheden water weg, de binnenwaartse druk van de damwanden werd niet hoger. De druk nam pas toe als de laatste vier meter van de mergel tegen de damwanden werd weggegraven en de cement-betoniet van de damwanden was verwijderd. Die wetenschap heeft enorm geholpen om het graafproces te optimaliseren en kunnen versnellen.'

#### Hoezo?

Eduard: 'De vuursteenbanken konden niet eenvoudig van bovenaf worden weggegraven. Dat lukte aanzienlijk beter door ze van de zijkant weg te knippen, alsof je een nijptang gebruikt. Vanwege het water was het handig om de mergel van beneden af iets hoger weg te graven. Beide zaken lukken alleen door te werken vanuit een lager liggende sleuf onderin de tunnel. Omdat de mergel veel steviger bleek dan vooraf berekend, kon die sleuf breed zijn, tot dicht langs de wanden. Daardoor hadden de vrachtwagens die de grond moesten afvoeren meer ruimte en dat werkt sneller. Om te voorkomen dat ze daarbij zouden wegzakken in een natte pap zijn we naast de diepbemaling, als extra oppervlaktebemaling, ook vuilwaterpompen aan de zijkanten gaan toepassen. Daarmee kon het water rechtstreeks uit de bouwput zelf worden weggepompt.'

Verder heeft de graafploeg regelmatig rijplaten neergelegd en silex toegepast. Dat was nodig omdat we soms zachte stukken mergel tegenkwamen. Als je daar het water niet beheerst, sta je binnen een half uur stil.'

Bjorn: 'Door de *observational method* wisten we dus ook dat de bouwkuip nooit onveilig is geweest. Het was daarom geen enkele keer nodig om het graafwerk voor langere tijd stil te leggen. Dat is toch wel uniek.'

Eduard: 'En we wisten dat de mergelvloer stevig genoeg was als fundament voor de tunnel. Even stevig als de in het natte westen van Nederland doorgaans onder water gestorte en veel duurdere betonvloer. Alleen bleek het nodig om op de mergelbodem van de bouwput een laag silex aan te brengen om het opwellende water naar de vuilwaterpompen te laten afstromen. Zo kon het beton voor de tunnelvloer droog worden gestort.'

#### Hoe vindt het grondwater nu zijn weg?

Bjorn: 'Dat stroomt vanuit het Limburgse heuvelland naar beneden naar de Maas. Voor de grondwaterstand is de tunnel op zich niet zo belangrijk. Het is relatief maar een kleine barrière in een groter landschap. Belangrijker zijn het weer en klimaat, de waterstand in de Maas en de waterwinning door WML (het drinkwaterbedrijf in Limburg – red.) en bedrijven in de buurt. Grondwater dat op de