

Lichtgewicht wegophoging voor N222 met unieke fietstunnel

dr.ir. Milan Duškov
InfraDelft bv

ing. Jeroen Taming
Waalpartners bv

Dick van der Linde
Bergschenhoek Civiele Techniek bv

Samenvatting

Medio april 2015 is de nieuwe rotonde met een aansluiting vanuit de Wateringveldse polder op de provinciale weg N222 in gebruik genomen. Dit project kende diverse complexe randvoorwaarden. De locatie heeft een slappe ondergrond en ligt ingesloten tussen aangrenzende glastuinbouw, de provinciale ontsluitingsweg en het boezemwater Lange Watering met haar 'veenkade'. De rotonde is zettingsarm opgebouwd met 25.000 m³ EPS-blokken. Tijdens de realisatie diende het verkeer over de N222 nagenoeg ongehinderd doorgang te hebben vanwege de economische functie van de nabij gelegen veiling van Flora Holland. Lopende het project heeft de gemeente Westland een recreatieve fietsverbinding aan de scope toegevoegd. Omdat een extra verbinding over het water niet wenselijk was, bleef een (tunnel)constructie door de toekomstige rotonde en bestaande provinciale weg als oplossing over. Ten verschil van een betonnen tunnel met paalfundering voldeed een modulair systeem van gegolfde stalen plaalementen wel aan de specifieke projecteisen. De ontwerpmethodede voor de in het EPS-pakket geïntegreerde tunnelconstructie van plaalementen is een noviteit in de ingenieurspraktijk. Afdoende zijdelingse steun wordt gewaarborgd door de omhulling van het schuimbeton met sterkere EPS-blokken.

1. Inleiding

Als onderdeel van het verbeteren van de bereikbaarheid van de glastuinbouw en om een impuls te geven aan de herstructurering in het gebied van de Waringveldse Polder is door de gemeente Westland een nieuwe verbindingsweg gerealiseerd. Het tracé van de desbetreffende weg loopt rechtstreeks van de Bovendijk in Kwintsheul naar de Veilingroute. In dat kader is een dubbelstrooksrotonde gerealiseerd ter hoogte van de aansluiting van de ontsluitingsweg Waringveldse Polder op de N222 (Veilingroute). Om de rotonde te kunnen aansluiten moest een hoogteverschil van circa 5,5 meter worden overbrugd. De nieuwe rotonde is medio april 2015 in gebruik genomen.

Dit project kende diverse complexe randvoorwaarden. Tijdens de realisatie diende het verkeer over de N222 nagenoeg ongehinderd doorgang te hebben vanwege de economische functie van de nabij gelegen veiling. De rotonde is zettingsarm opgebouwd met 25.000 m³ EPS-blokken. De locatie heeft immers een slappe ondergrond en ligt ingesloten tussen aangrenzende glastuinbouw en de provinciale ontsluitingsweg. Verder wordt ten westen van de nieuwe rotonde de N222 doorkruist door het boezemwater Lange Waring. Daar is ook een nieuwe brug naast de bestaande aangelegd.



Figuur 1 De gerealiseerde dubbelstrooksrotonde tussen de ontsluitingsweg Waringveldse Polder en de N222

Een recreatieve fietsverbinding hoort ook bij het project. Omdat een extra verbinding over het water niet wenselijk was, moest een tunnelconstructie door de rotonde en bestaande provinciale weg worden gerealiseerd. Een betonnen tunnel met paalfundering zou echter zorgen voor te veel overlast voor de omgeving, mede door de langere uitvoeringsduur. De hoogspanningsmasten stonden ook in de weg, dus is er gekeken naar lichtgewicht varianten die snel uitvoerbaar zijn en zettingen kunnen opvangen. Het is een plaatstalen fietstunnel met schuimbeton-omhulling geïntegreerd in de EPS-ophoging geworden. Het toegepaste tunnelsysteem met 7

mm dikke gegolfde staalplaten en schuimbeton is goedkoper dan een tunnel uitgevoerd in beton, omdat er immers geen paalfundering nodig is.

De gemeente Westland was de opdrachtgever van dit multidisciplinaire project welk van plan- en contractvorming tot aan het ontwerp door ingenieursbureau Waalpartners is gecoördineerd. De specialisten van InfraDelft (lichtgewicht ophoging inclusief fietstunnelontwerp), Bergschenhoek Civiele Techniek (plaatstalen tunnelconstructie) en Nebest (brugconstructie) hebben mede zorg gedragen voor de engineering. Deze bijlage beschrijft de randvoorwaarden, gemaakte afwegingen tussen diverse ophoogmethodieken tijdens het ontwerpproces en de unieke geïntegreerde fietstunnelconstructie.

2. Complexe randvoorwaarden en gemaakte afwegingen

Kenmerkend voor het project is de diversiteit van ontwerpuitdagingen. De rotondelocatie kent een slappe ondergrond. Het tijdig realiseren van een traditionele voorbelasting bleek niet mogelijk vanwege de aanwezigheid van aangrenzende glastuinbouw en provinciale ontsluitingsweg. Tevens wordt de N222 ten westen van de nieuwe rotonde doorkruist door het boezemwater Lange Watering. De hoogspanningsmasten en de ‘veenkade’ vormen, binnen de invloedssfeer van het project, factoren waar gedegen rekening mee gehouden moet worden. Ten slotte mocht het verkeer over de N222 naar nabij gelegen veiling van Flora Holland geen belemmering ondervinden tijdens de realisatie.

Methode	Zetting	Zettingsperiode	Invloed op veenkade	Invloed op omgeving	Uitvoeringsbeperkingen	Relatieve kosten ¹⁾
Overhoogte i.c.m. verticale drainage	2,0 m	2 jaar	--	--	--	150
IFCO-methode	2,0 m	1 jaar	+	-	- / --	225
BeauDrain-methode	2,0 m	1 jaar	-	-	- / --	200
Ophoging met licht ophoogmateriaal	ca. 1,0 m	ca. 0,5 - 1,5 jaar	- / --	- / --	- / --	400
Ophoging met EPS	geen	n.v.t.	+ / ++	+ / ++	+	600
Ophoging op palen	geen	n.v.t.	+ / ++	+ / ++	+	700 - 1200

Verklaring: ++ zeker geen invloed / geen beperkingen
 + waarschijnlijk geen invloed / lichte beperkingen
 - beperkte invloed / matige beperkingen
 -- zeker invloed / veel beperkingen

¹⁾ Relatieve kosten ten opzichte van conventionele zandophoging (=100)

Tabel 1 Afweging tussen zes ophoogmethodieken voor de rotonde van de N222

Tijdens het ontwerpproces is een afweging gemaakt tussen de in de tabel aangegeven ophoogmethodieken. Op basis van de mate waarin de beoordeelde opties van invloed zijn en/of beperkingen hebben, is de keuze gereduceerd tot een nadere uitwerking van de varianten 1, 2 en 5. Die ophoogmethodes zijn beoordeeld op de volgende factoren: optredende zetting, zettingsperiode, invloed op de veenkade, invloed op de omgeving, uitvoeringsbeperkingen en kosten.

Hieruit is gebleken dat de toepassing van EPS-blokken de economisch meest interessante oplossing was voor het uitvoeren van deze ophoging. Deze ontwerpmethodiek biedt niet de goedkoopste oplossing in aanleg maar scoort (zeer) goed op de overige factoren. Gezien het omliggende economisch belang heeft de gemeente Westland gekozen voor de variant ophoging met EPS.

Lopende het project heeft Gemeente Westland de recreatieve fietsverbinding door het project aan de scope toegevoegd. Een ontwerpuitdaging op technisch en financieel gebied maar zeker ook bij het daadwerkelijk realiseren van de verbinding. Een extra verbinding over het water was niet wenselijk, dus een verbinding door de toekomstige rotonde en bestaande provinciale weg werd de economisch meest interessante oplossing. Een betonnen tunnel zou zorgen voor te veel druk op de omgeving. Derhalve is gekeken naar lichtgewicht varianten welke zettingen kunnen opvangen tussen de bestaande en nieuwe fundering en die snel uitvoerbaar zijn.

3. Lichtgewicht wegoophogingen met EPS-blokken

Het hoogteverschil tussen het lager gelegen gedeelte van de ontsluitingsweg en het hoogste punt in het midden van de rotonde bedraagt meer dan 5 m. De locale grond is berucht om zijn zettinggevoeligheid ten gevolge van aanwezige dikke slappe klei- en veenlagen. Het uitzonderlijk hoge percentage vrachtverkeer op deze Veilingroute maakte de aanleg van zo'n hoge ophoging op deze locatie met dergelijk ongunstige bodemgesteldheid niet eenvoudiger. De hoeveelheid vrachtverkeer heeft immers consequenties voor de benodigde verhardingsdikte, in het bijzonder de asfaltpakketdikte, wat ongunstig is voor het eigen gewicht van de ophoging. Dankzij de toegepaste ultra lichtgewicht EPS-blokken (ca. 25.000 m³) veroorzaken de onderhevige wegvakken slechts een sterk gereduceerde verticale belasting op de ondergrond. Daarmee zijn de zettinggerelateerde consequenties voor de naburige objecten geminimaliseerd. Optimale afmetingen van de gerealiseerde EPS-pakketten zijn iteratief bepaald met gebruik van eindige elementen Plaxis-modellen waarmee de te verwachten spanningen in de relevante rotondeprofielen zijn gecontroleerd.



Figuur 2

Lichtgewicht wegoophoging (in de noordelijke richting) van de ontsluitingsweg en de rotonde van de N222

Figuur 3

Lichtgewicht wegoophoging (in de oostelijke richting) van de rotonde en de wegverbreding van de N222



4. Uniek ontwerp voor lichtgewicht fietstunnelconstructie

De gerealiseerde modulaire systeem van gegolfde stalen plaalementen voldeed aan de specifieke projecteisen zoals het profiel van vrije ruimte voor fietsers en voetgangers, de beschikbare dekking op de tunnelconstructie, de opbouw van de dekkingslagen en de verkeersbelasting over de tunnel. Qua kosten bood het systeem voordelen (want geen paalfundering). Bij de standaard bouwwijze van de tunnelementenleverancier zorgt een zandlichaam voor afdoende zijsteun. Het eivormige tunnelsysteem is gebaseerd op afdracht van belastingen door normaalkracht langs de “drukpunten” in de constructie in de stalen schil, waarbij de stabiliteit van de vorm zich ontleent aan de steun van het omhullende massief. Conform de methode Klöppel & Glock wordt de interactie tussen de dunne gegolfde stalen wand van de tunnel en de steundruk - gegenereerd door het omliggende massief - beschouwd. In de sterkteberekening werd deze constructie getoetst op drie aspecten.

- Zowel de schedel (de boog) van het profiel als de onderlinge plaatverbindingen moeten voldoende sterk zijn.
- Het gewicht van de dekking op de constructie moet voldoende zijn om bij belasting voldoende tegendruk te bieden.
- Het voorkomen van zogenaamde grondbreuk. Dit is door gebruik van schuimbeton niet relevant.

Binnen dit project was het lichtgewicht karakter van de totale constructie essentieel. Zandaanvulling zou tot ongewenste zettingen leiden. Het gebruik van zand zou in dit geval echter te grote zettingen op de lokale samendrukbare ondergrond veroorzaken. Een nieuw ontwikkelde ontwerpmethodiek bood het soelaas. Integratie van zo'n modulair systeem van gegolfde stalen plaalementen in het EPS-pakket met behulp van schuimbeton voldeed aan alle projecteisen. De keuze is gevallen op een zgn. Multi-plate tunnelprofiel, type BCT-WB-8. Gegolfd stalen tunnels hebben door optimaal gebruik van materiaal een relatief dunne gegolfde stalen wand. Een referentieproject bestond niet omdat een dergelijke ontwerplossing nooit eerder was gerealiseerd. Voor het ontwerp van de tunnelconstructie is de zandaanvulling vervangen door aanzienlijk lichter maar sterker schuimbeton. Afdoende zijdelingse steun wordt gewaarborgd door de omhulling van het schuimbeton met sterkere EPS-blokken.

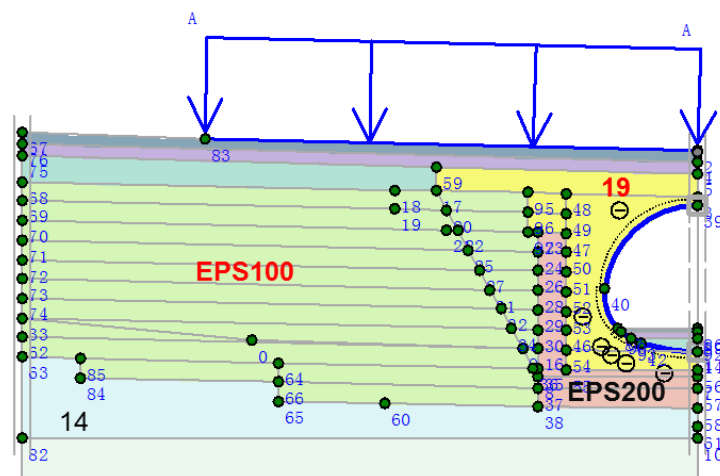
Ook de wijze van uitvoering om in het bestaande cunet van de N222 een fietstunnel in slechts een weekend te realiseren heeft geleid tot de keuze van een gegolfd stalen Multi-plate tunnel. De tunnel is naast het cunet gemonteerd en met vlies en folie ingepakt om het schuimbeton en lekwater te keren. Daarna is de tunnel is als geheel in de ontgraving geplaatst.



Figuur 4 Monteren van de gegolfde staalplaten van de fietstunnel onder de N222



Figuur 5 De afedekte gegolfde staalplaten en het gedeeltelijk gestorte schuimbetonmassief van de fietstunnel onder de Veilingroute (N222)



Figuur 6 Plaxis-model met het EPS200/100-pakket onder de Veilingroute (N222) en een omhulling van schuimbeton rondom de fietstunnel

Het gehele ontwerp is doorgerekend met Plaxis-modellen voor diverse representatieve profielen. Om het constructief gedrag van de wegconstructies met lichtgewicht funderings- en ophoogmaterialen, behorende tot de onderhevige fietstunnelgedeelte van de N222 te kunnen controleren en optimaliseren, zijn er Plaxis-modellen gebruikt. Op die manier zijn de effecten van de toepassing van een aantal verschillende schuimbeton/EPS-pakketten op zetting- en spanningwaarden in kaart gebracht.

5. Slotwoord

De gerealiseerde wegconstructie voor de Veilingroute (N222), met de fietstunnel daaronder, voldoet aan zowel de zettingeisen als aan de vereiste ontwerplevensduur. De ontwerpmethode voor in het EPS-pakket geïntegreerde tunnelconstructie van plaalementen is zo ingenieus dat er een octrooi voor is aangevraagd. Het desbetreffende tunnelsysteem met 7 mm dikke gegolfde staalplaten en schuimbetonomhulling is onder deze omstandigheden goedkoper dan een tunnel uitgevoerd in beton, omdat er geen dure fundering nodig is.