

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



Figuur 1 – Lichtgewicht wegophoging (in de noordelijke richting) van de ontsluitingsweg en de rotonde van de N222.



Figuur 2 – Lichtgewicht wegophoging (in de oostelijke richting) van de rotonde en de wegverbreding van de N222.

Inleiding

Het project Rotonde Wateringveldse Polder betreft een nieuwe aansluiting vanuit de Wateringveldse polder op de provinciale weg N222 door een turborotonde. Om de rotonde te kunnen aansluiten moest een hoogteverschil van circa 5,5 meter worden overbrugd. In het tracé van de N222 is ook een nieuwe brug naast de bestaande brug over de Lange Watering aangelegd. In verband met de naastgelegen provinciale weg is de rotonde zettingsarm opgebouwd met circa 25.000 kubieke meter EPS, waarbij een plaatstalen fietstunnel werd geïntegreerd in de EPS-constructie voor de fietsverbinding met de groenblauwe ecologische zone. De parallel gelegen kade van de Lange Watering is door het Hoogheemraadschap van Delfland aangemerkt als 'veenkade' met alle bijkomende eisen. Dit artikel beschrijft de randvoorwaarden, gemaakte afwegingen tussen diverse ophoogmethodieken tijdens het ontwerpproces en de unieke geïntegreerde fietstunnelconstructie.

Complexe randvoorwaarden en gemaakte afwegingen

In opdracht van de gemeente Westland is dit multidisciplinaire project door ingenieursbureau Waalpartners gecoördineerd van plan- en contractvorming tot aan het ontwerp. De specialisten van InfraDelft (lichtgewicht ophoging inclusief fietstunnelontwerp), Bergschenhoek Civiele Techniek (plaatstalen tunnelconstructie) en Nebest (brugconstructie) hebben zorg-gedragen voor de engineering van het gehele project.

Dit project kende diverse complexe randvoorwaarden. De locatie heeft een slappe ondergrond en ligt ingesloten tussen aangrenzende glastuinbouw en de provinciale ontsluitingsweg. De rotonde is gelegen onder een hoogspanningstracé en ten westen van de nieuwe rotonde wordt de N222 doorkruist door het boezemwater Lange Watering met haar 'veenkade'. Daarnaast diende tijdens de realisatie het verkeer over de N222 na-

genoeg ongehinderd doorgang te hebben vanwege de economische functie van de nabij gelegen veiling van Flora Holland.

De ophoging van het gebied door een traditionele voorbelasting bleek niet mogelijk te zijn. Niet in tijd, maar zeker ook niet door de invloed die de voorbelasting zou hebben op de constructies in de omgeving, zoals de bestaande N222, de hoogspanningsmasten en de 'veenkade'. 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

Samenvatting

Medio april 2015 is een 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 en de provinciale ontsluitingsweg. Verder wordt ten westen van de nieuwe rotonde de N222 doorkruist door het boezemwater Lange Watering met haar 'veenkade'. 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.

De rotonde is zettingsarm opgebouwd met 25.000 m³ EPS-blokken. Een plaats-talen fietstunnel met schuimbetonhulling werd geïntegreerd in de EPS-ophoging voor de verbinding met de groenblauwe ecologische zone. De ontwerp-methode voor de in het EPS-pakket geïntegreerde tunnelconstructie van plaat-elementen is een noviteit in de ingenieurspraktijk. Het toegepaste tunnelsysteem met 7 mm dikke gegolfde staalplaten en schuimbeton is goedkoper dan een tunnel uitgevoerd in beton, omdat er geen paalfundering nodig is.

Methode	Zettingen	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 ¹ Relatieve kosten ten opzichte van conventionele zandophoging (=100)
- + waarschijnlijk geen invloed / lichte beperkingen
- beperkte invloed / matige beperkingen
- zeker invloed / veel beperkingen

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

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 EPS-wegconstructie.

Lichtgewicht wegophogingen 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 lokale 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. De toegepaste ultra lichtgewicht EPS-blokken zorgen ondanks een relatief dik asfaltpakket voor een sterk gereduceerde verticale belasting op de ondergrond. Daarmee zijn de zettinggerelateerde consequenties voor de naburige objecten gemini-

maliseerd. Optimale afmetingen van de gereali-seerde EPS-pakketten zijn iteratief bepaald met gebruik van eindige elementen Plaxis-modellen waarmee de te verwachten spanningen in de relevante rotondeprofielen zijn gecontroleerd.

Uniek ontwerp voor lichtgewicht fietstunnelconstructie

Lopende het project heeft de gemeente Westland een recreatieve fietsverbinding aan de scope toegevoegd. Omdat een extra verbinding over het



Figuur 3 – Monteren van de gegolfde staalplaten van de fietstunnel onder de Veilingroute (N222).

water (hoewel aanzienlijk goedkoper) niet wenselijk was, bleef een (tunnel)constructie door de toekomstige rotonde en bestaande provinciale weg als oplossing over. 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.

Een modulair systeem van gegolfde stalen plaat-elementen 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. Gegolfde stalen duiker- en tunnelconstructies worden doorgaans berekend en uitgevoerd met een zandaanvulling. Het gebruik van zand zou in dit geval echter te grote zettingen op de lokale samendrukbare ondergrond veroorzaken. Een nieuw ontwikkelde

ontwerpmethodiek boodsoelaas. Integratie van zo'n modulair systeem van gegolfde stalen plaat-elementen in het EPS-pakket met behulp van schuimbeton voldeed aan alle projecteisen. Een referentieproject bestond niet omdat een dergelijke ontwerp oplossing 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.

Flexibele gegolfde stalen tunnels in een grondlichaam worden berekend conform de methode Klöppel & Glock. In deze berekeningsmethodiek wordt de interactie tussen de dunne gegolfde stalen wand van de tunnel en de steundruk – gegenereerd door het omliggende massief – beschouwd. 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. 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.

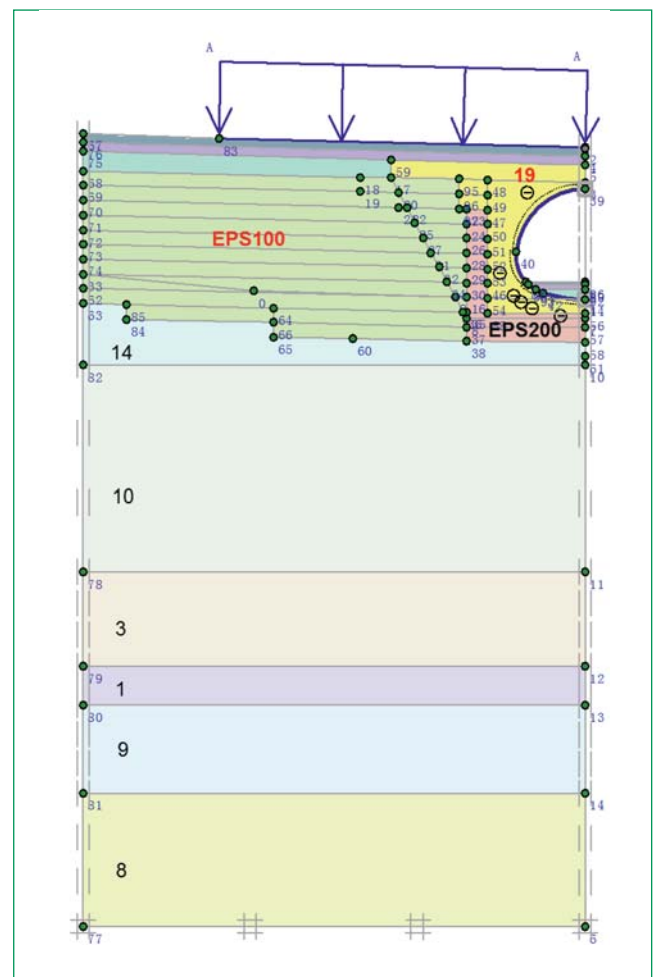
Het gehele ontwerp is doorgerekend met Plaxis-modellen voor diverse representatieve profielen.

Slotwoord

De gerealiseerde wegconstructie voor de Veilingroute (N222), met de fietstunnel daaronder, voldoet aan zowel de zettingeisen als aan de vereiste ontwerp levensduur. De ontwerpmethode voor in het EPS-pakket geïntegreerde tunnelconstructie van plaat-elementen is zo ingenieus dat er 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. ●



Figuur 4 – De afgedekte gegolfde staalplaten en het gedeeltelijk gestorte schuimbetonmassief van de fietstunnel onder de Veilingroute (N222).



Figuur 5 – Plaxis-model met het EPS200/100-pakket onder de Veilingroute (N222) en een omhulling van schuimbeton SB400 rondom de fietstunnel.