

PARKEREN IN SLAGORDE



DOSSIER ONDERGRONDS

Parkeergarage krijgt waterberging op dak
Naar een betrouwbare geo-ontwerpmethode
Observational Method bij tunnel A2 Maastricht



Interview René de Groot en...
Vooralsnog geen gelopen race



Lichtgewicht wegverbreding
4 meter verticaal zonder talud

Lichtgewicht wegverbreding met verticale zijkant

De recentelijk gerealiseerde snelwegverbreding van de A76 bij het knooppunt Kerensheide ligt op ruim 4 meter hoge, verticaal boven de taludlijn gestapelde EPS-blokken met een verticale zijkant. Deze constructie bewijst dat het mogelijk is lichtgewicht spoor- en snelwegophogingen aan te leggen zonder taluds.

DR. IR. M. DUŠKOV / IR. A.P.M. PLAGMEIJER /
ING. M.J. DEN UIL

In opdracht van Rijkswaterstaat heeft Heijmans recent Project 17 als onderdeel van Spoedpakket E afgerond. Project 17 betrof de aanleg in Limburg van een spitsstrook langs de A2 tussen toerit Urmond en knooppunt Vonderen en de structurele verbreding van de A2 en A76 rondom knooppunt Kerensheide. Hiervoor zijn diverse kunstwerken gebouwd, waaronder een nieuwe verbindingsoverloop met een 600 meter lange flyover. Doordat de A76 het industrieterrein Chemelot doorsnijdt, was de inpassing van de te verbreden snelweg in deze omgeving met vele kabels en leidingen een behoorlijke uitdaging.

Voor de geplande snelwegverbreding van de A76 tussen een bestaande leidingentunnel en het nieuwe spoorviaduct over de spoorlijn Sittard-Maastricht, bleek het niet meer mogelijk om onder natuurlijk talud aan te sluiten op de bestaande keerwand van de leidingentunnel.

Een verankerde damwand bleek niet uitvoerbaar, terwijl sloop van de bestaande keerwand de nodige uitvoeringsrisico's zou opleveren voor de aanwezige leidingen. Daarnaast kruist het weglichaam een hogedruk gasleiding. Daarom was het noodzakelijk te zoeken naar een oplossing die de stabiliteit van de bestaande keer-



Opbouw van de wegophoging met EPS-blokken met verticale zijkant.

wand niet zou verminderen en die voldoende ruimte zou creëren voor de snelwegverbreding.

Lichtgewicht ophoging

Om aan de complexe randvoorwaarden te kunnen voldoen, is er voor de eerste keer in Nederland een lichtgewicht (snel)wegophoging gerealiseerd met verticaal opgestapelde EPS-blokken (expanded polystyrene, ofwel 'piepschuim') met een verticale zijkant. De Nederlandse expertise bestond al lang en er waren talloze voorbeelden in het buitenland, maar de opdrachtgevers wilden tot nu toe niet afwijken van de ingeburgerde ontwerpwijze.

De verticale zijkant van de A76 toont aan dat zulke lichtgewicht ophogingen zonder constructieve zijdelingse steun realiseerbaar zijn. De zijdelingse spanningen, veroorzaakt door het eigen gewicht en de verkeersbelasting, kunnen worden opgevangen door met name de wrijving tussen de EPS-blokken, waarbij twee bijzondere materiaaleigenschappen een belangrijke rol spe-

len. Ten eerste de bijzonder lage dwarscontractiecoëfficiënt van het EPS ($v_{EPS} < 0,1$), waardoor de drukbelasting slechts resulteert in een kleine horizontale component. Ten tweede de lage volumieke massa van het EPS ($\rho = 15-35 \text{ kg/m}^3$), waardoor de constructie met een totale hoogte van 6,5 meter een minimaal eigen gewicht heeft.

Het eindresultaat van deze materiaaleigenschappen is een duurzame en constructief degelijke snelwegverbreding, zoals een uitgebreide parameterstudie met het eindige-elementenprogramma Plaxis heeft aangetoond. De studie betrof verschillende belastingsscenario's, inclusief een ondergrensbenadering van de wrijvingscoëfficiënt.

Doordat het pakket EPS-blokken tot circa 2 meter onder de oorspronkelijke taludlijn is aangebracht, heeft de wegwitbreiding niet tot extra belasting van de bestaande keerwand gezorgd. Het gaat dus om een zogenaamde evenwichtsconstructie, wat zeer gunstig uitpakt voor de taludstabiliteit.

IN 'T KORT - UITVOERING

- Lichtgewicht snelwegophoging gerealiseerd met verticaal opgestapelde EPS-blokken
- Glijvlakberekeningen tonen aan dat veiligheid tegen afschuiven voldoende is
- Vanwege risicovol gebied diverse calamiteiten beschouwd en maatregelen genomen
- Zonder talud is minder ruimte en minder ophoogmateriaal nodig

Op de projectlocatie zijn boringen en sonderingen uitgevoerd. De weghoogte ligt op circa NAP +79,5 meter en het maaiveld onder aan het weglichaam ligt op circa NAP +66,5 meter. De grondslag bestaat overwegend uit zand- en leemhoudende zandlagen. Het ophoogmateriaal van het weglichaam zelf is van NAP +79,5 tot NAP +66 meter opgebouwd uit zand- en leemlagen en leemhoudende zandlagen. Van NAP +66 tot NAP +64 meter komt middelvast zand voor. Van NAP +64 tot NAP +61 meter wordt beperkt samendrukbaar leemhoudend zand aangetroffen, met daaronder tot op grotere diepte een vaste zandlaag.

In de bestaande ophoging is bij de EPS-constructie laboratoriumonderzoek uitgevoerd op grondmonsters. Dit onderzoek betreft onder meer geconsolideerde gedraineerde triaxiaalproeven.

Geometrie

Het freatisch grondwater bevindt zich op minstens 20 meter beneden het lage maaiveld. Daarom bestaat er per definitie geen gevaar van ontoelaatbare grote opwaartse krachten voor de EPS-pakketten. Gezien de overwegend zandige grondopbouw, die plaatselijk en over de diepte genomen meer of minder leemhoudend is, zijn zogenaamde schijnspiegels van het grondwater (verzameld hemelwater op een onderdoorlatende leemlaag, voorkomend boven de freatische grondwaterstand) niet aan de orde.

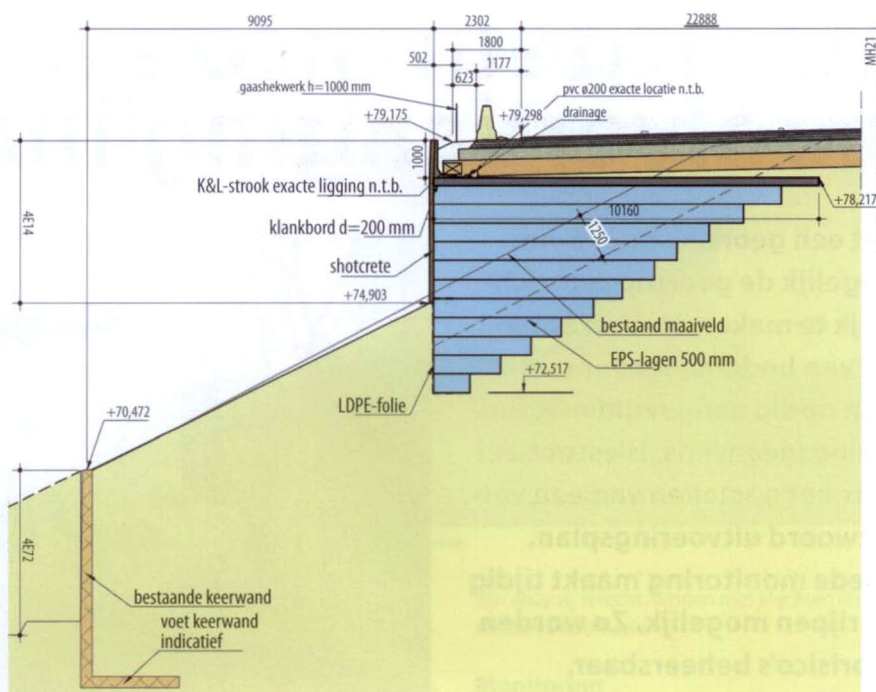
De EPS-constructie is zodanig gedimensioneerd dat extra verticale korrelspanningen – en daarmee zetting in de ondergrond – worden vermeden.

Het uitgangspunt van de geometrie is dat de aanwezige gasleiding er geen vervorming door zal ondergaan. Tevens wordt hiermee voldaan aan de restzettingseisen (absoluut en verschilzettingen in het dwarsprofiel) van de wegverbreding, die kort na aanleg werd opengesteld voor verkeer.

Voor de beschouwing van de stabiliteit van de EPS- en wegconstructie zijn twee sets berekeningen uitgevoerd: controle op het kunnen ontstaan van een potentieel glijvlak direct onder de EPS-constructie door, het (net boven de aanwezige keerwand) ondiepe glijvlak; en controle op het kunnen ontstaan van een potentieel glijvlak geheel onder de aanwezige keerwand door, het diepe glijvlak.



Constructief onnodige taluds van EPS-blokken: het gedeelte tussen de gele lijnen.



OPHOGING

Dwarsprofiel van de ophoging.

De glijvlakberekeningen zijn uitgevoerd met het computerprogramma MStab van Deltares Systems. Deze berekeningen zijn vervolgens getoetst met Plaxis.

Aangetoond is dat, met inbegrip van de verkeersbelasting, de veiligheid tegen het afschuiven van de constructie voldoende is.

Risicobeschouwing

Omdat de constructie in een risicovolle omgeving ligt, is een uitgebreide risicobeschouwing van de EPS-constructie gemaakt om de veiligheid en duurzaamheid van de constructie te kunnen waarborgen. Hiervoor zijn diverse calamiteiten beschouwd. Dit betreft calamiteiten vanaf het Chemelot-terrein (leidingbreuk) en vanaf de A76 (lekkage vloeistoffen, aanrijding kruisende leidingen en aanrijding barrier), calamiteiten door de hogedruk gasleiding en ontgravingen van de lage zijde van de EPS-constructie.

Uitgaande van de risicobeschouwing is gekozen voor diverse maatregelen. Dit betreft een horizontale afdekking met asfaltverharding, bestrating van berm en een gewapend betonnen klankbord op de EPS-constructie, en een verticale afsluiting door toepassing van LDPE-folie beneden maaiveld en een laag gewapend spuitbeton boven maaiveld. Verdere maatregelen zijn een betonnen barrier (prestatieklasse H2) langs de A76 en een extra beschermingsconstructie aan de zijde van Chemelot; en het opstellen van een specifiek beheer- en onderhoudsplan voor de EPS-constructie.

Toepasbaarheid

De gerealiseerde ontwerp oplossing is toepasbaar voor alle lichtgewicht spoor- en snelweg-ophogingen met EPS, die voornamelijk gebruikt

worden om de zettingen te minimaliseren van de samendrukbare grondsoorten in het westen van Nederland. Enigszins ironisch speelde in Limburg zetting geen rol, maar wel de stabiliteit van het ingekorte conventionele talud. Hoe dan ook, de taluds van het EPS zijn constructief gezien overbodig en dragen niet bij aan de degelijkheid van lichtgewicht ophogingen, ongeacht de kerende hoogte.

Lage onderhoudskosten (geen of minimale zettingen) en kortere bouwtijd (geen langdurige voorbelasting) zijn de bekende voordelen vergeleken met traditionele ophoogmaterialen op slecht draagkrachtige grond.

Door ophogingen met EPS-blokken met verticale zijanten uit te voeren, ontstaan extra voordelen. Er zijn lagere bouwkosten door (tot een derde) minder lichtgewicht ophoogmateriaal en minder grondontginning. Zonder talud is er minder ruimtebeslag. Door minder ophoogmateriaal en een smaller cunet is de bouwtijd korter. Er is geen bovenbelasting/zetting direct langs de lichtgewicht ophoging. Wegverbreding is mogelijk zonder stabiliteitsafname van bestaande (ingekorte) taluds. En tot slot is er geen extra belasting op de ondergrondse infrastructuur direct langs het tracé.

De succesvolle toepassing van EPS met verticale zijanten onder deze zeer moeilijke omstandigheden heeft bewezen dat deze oplossing ook breder inzetbaar is. De toegepaste ontwerp methode vereist wel specifieke expertise, maar de te bereiken voordelen zijn meervoudig en significant.

Milan Duškov is directeur-grotaandeelhouder bij InfraDelft. André Plagmeijer is ontwerpmanager bij Heijmans Infra Geïntegreerde Projecten. Martin den Uil is senior adviseur geotechniek bij Movares.