

Lichtgewicht snelwegverbreding voor A76 met verticale zijkant

Dr.ir. Milan Duskov
InfraDelft

Ir. André Plagmeijer
Heijmans

Ing. Martin den Uil
Movares

Samenvatting

Het artikel betreft de lichtgewicht snelwegverbreding met verticale zijkant bij het knooppunt Kerensheide. Het desbetreffende wegvak van de A76 ligt op een hoogte van 4 m boven een ingekort talud tussen twee kunstwerken. De ontwerpoplossing mocht de stabiliteit van het huidige talud niet verslechteren en moest tegelijkertijd voldoende ruimte creëren voor de geplande snelwegverbreding. Daarnaast mocht het weglichaam geen invloed hebben op een te kruisen hoge druk gasleiding. Deze complexe randvoorwaarden hebben ertoe geleid dat voor de eerste keer in de Nederlandse ingenieurspraktijk een snelwegophoging is gerealiseerd met EPS-blokken met een rechte zijkant. De toegepaste ontwerpmethodologie vereist weliswaar specifieke expertise maar heeft als voordelen ruimtebesparing, kosteneffectiviteit, stabiliteittoename, zettingminimalisering en een zeer korte bouwtijd.

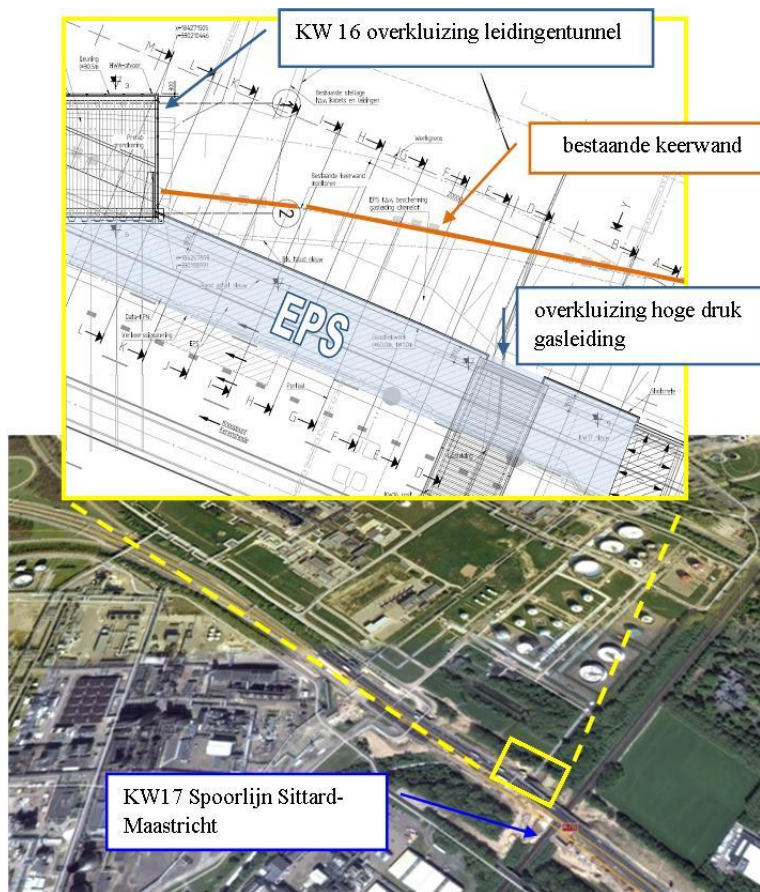
1. Inleiding

Dat een ingewikkelde opgave ook voor een mooi eindresultaat kan zorgen, illustreert de door Heijmans medio 2012 gerealiseerde snelwegverbreding van de A76 bij het knooppunt Kerensheide, dwars over het terrein van Chemelot bij Geleen (Zuid-Limburg). Voor de snelwegverbreding was eigenlijk geen ruimte tussen de opvolgende kunstwerken, het talud was in de bestaande situatie immers al ingekort en ondersteund met een lange keerwand. Daarnaast mocht de snelweguitbreiding geen invloed hebben op de aanwezige hoge druk gasleiding. Omdat een conventionele oplossing in de vorm van een verankerde damwand de bestaande constructie en de gasleiding teveel zou belasten, moest de oplossing gezocht worden in een constructie met weinig gewicht en ruimtebeslag. De taludloze 6,5 m dikke lichtgewicht ophoging met verticale buitenkant levert voldoende ruimte voor de nieuwe rijstroken zonder negatieve invloed op taludstabiliteit of additionele belasting boven de aanwezige gasleiding. De toepaste oplossing met de verticaal opgestapelde EPS-blokken kenmerkt de aantoonbare reductie van bouwtijd en kosten door optimaal materiaalgebruik.

In onze ingenieurspraktijk is de realisatie van breed toepasbare noviteiten vaak pas mogelijk als een conventionele ontwerpmethodiek geen soelaas kan bieden. Pas dan krijgen de experts een kans om met bestaande maar minder ingeburgerde specialistische kennis een ontwerp oplossing te realiseren. Wel is het zo dat succesvol gerealiseerde innovatieve projectoplossingen in de Nederlandse hoofdinfrastructuur snel opvolging krijgen. Nadat de in deze bijdrage besproken ontwerp oplossing zich succesvol bewezen heeft bij de snelwegverbreding van de A76, kon het volgende project (de A4all-trambaan/fietspad) met taludloze lichtgewicht ophogingen met verticale zijkanten eind 2013 reeds gerealiseerd worden.

2. Situatiebeschrijving en uitvoeringsaspecten

Voor de geplande snelweguitbreiding van de A76 tussen een bestaande leidingentunnel (KW16) en het nieuwe viaduct over de spoorlijn Sittard-Maastricht (KW17), bleek het niet mogelijk om onder natuurlijk talud aan te sluiten op de bestaande keerwand van de leidingentunnel. In figuur 1 is in bovenaanzicht de huidige situatie aangegeven. Door de bestaande keerwand en de aanwezige leidingenstraat was het niet mogelijk om een conventionele oplossing in de vorm van een verankerde damwand toe te passen. Sloop van de bestaande keerwand zou tot grote risico's kunnen leiden voor de bestaande leidingen en de bedrijfsprocessen van Chemelot. De oplossing moest dus gezocht worden in een constructie met weinig gewicht en ruimtebeslag. Daarnaast moest het betreffende weggedeelte in een krap tijdsbestek van 6 maanden gereed zijn voor openstelling, hiervoor moesten naast de EPS-constructie ook diverse andere kunstwerken gebouwd worden alvorens de definitieve wegconstructie aangebracht kon worden.



Figuur 1 Satellietfoto van de A76 nabij het knooppunt Kerensheide met de A2 en situatietekening met het 60 m lange lichtgewicht snelweggedeelte. Het EPS is gemarkeerd en de bestaande keerwand met een dikke lijn aangegeven. Het wegvak ligt tussen twee kunstwerken, KW16 bovenop de mijnspoortunnel ten westen en KW17 ten oosten.



Figuur 2 De snelwegverbreding van A76 met de nog niet afgedekte EPS zijkant; het EPS-pakket is tot 4 m hoog boven de taludlijn opgestapeld; het ingekorte talud is ondersteund met een bestaande keerwand. De nieuwe betonnen wand op de voorgrond heeft enkel een afscherpende functie voor de EPS-constructie bij calamiteiten vanaf het Chemelot terrein.

3. Ontwerp van snelwegverbreding A76

Stabiliteit van ingekort talud

De hoogteligging van de bovenkant van het bestaande asfalt van de A76 ligt op circa NAP +79,5 meter en het maaiveld onder aan het weglichaam op ongeveer NAP +66,5 m. Om de plaatselijke grondslag goed in kaart te brengen is grondonderzoek uitgevoerd in de vorm van sonderingen, boringen en laboratoriumonderzoek op grondmonsters. De natuurlijke grondslag naast de wegophoging bestaat vanaf maaiveld tot op grotere diepte uit zand- en leemhoudende zandlagen. Het freatisch grondwater bevindt zich op minstens 20 meter beneden het maaiveld-niveau en een toets op de opdrijfveiligheid is 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 daarmee de aanwezige gasleiding (zoals eerder vermeld) geen vervorming zal ondergaan. Tevens wordt daarmee 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 controles uitgevoerd: controle op het kunnen ontstaan van een potentieel glijvlak direct onder de EPS-constructie door, het ondiepe glijvlak (net langs de bovenzijde van de aanwezige keerwand); en controle op het kunnen ontstaan van een potentieel glijvlak geheel onder de aanwezige keerwand door, het diepe glijvlak. De glijvlakberekeningen zijn uitgevoerd met het computerprogramma MStab van Deltares Systems en vervolgens getoetst met Plaxis. Aangetoond is dat, met inbegrip van de verkeersbelasting, de veiligheid tegen het afschuiven van de constructie voldoet aan de gestelde eisen van Rijkswaterstaat en de vigerende normen.

Risicobeschouwing EPS-constructie

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 de volgende calamiteiten beschouwd:

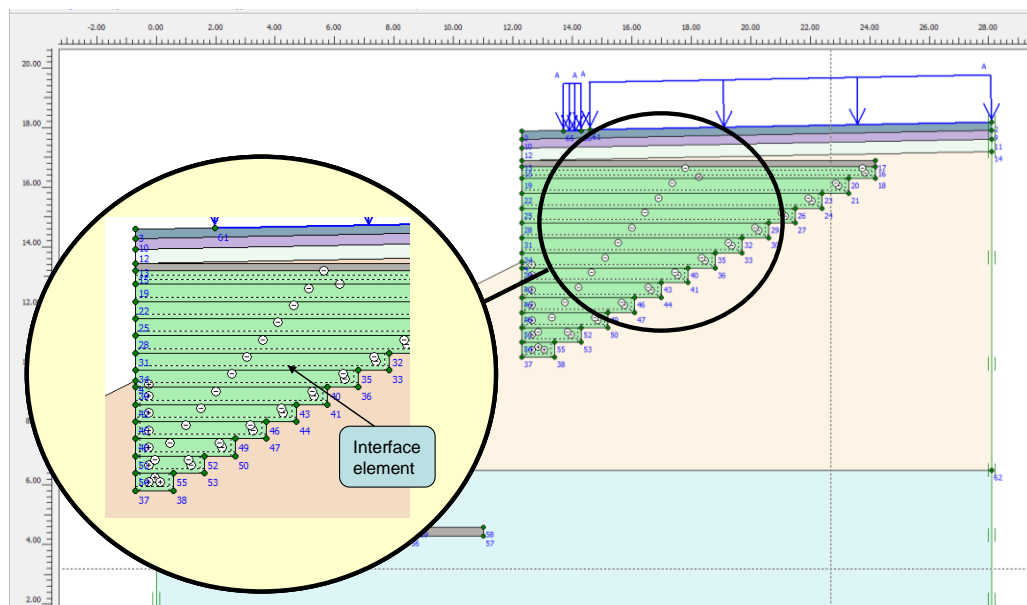
- Calamiteiten vanaf het Chemelot terrein (leidingbreuk).
- Calamiteiten vanaf de A76 (lekkage vloeistoffen, aanrijding kruisende leidingen en aanrijding barrier).
- Calamiteiten hoge druk gasleiding.
- Ontgravingen lage zijde EPS-constructie.

Op basis van de risicobeschouwing is gekozen voor de volgende maatregelen:

- Een horizontale afdekking middels asfaltverharding, bestrating bermen en een gewapend betonnen klankbord op de EPS-constructie.
- Een verticale afsluiting door toepassing van LDPE-folie beneden maaiveld en een laag gewapend spuitbeton boven maaiveld.
- Een betonnen barrier langs de A76 en een extra beschermingsconstructie aan de zijde van Chemelot.
- Het opstellen van een specifiek beheer en onderhoudsplan voor de EPS-constructie.

Lichtgewicht snelwegverbreding met verticale zijkant

Om aan bovengenoemde complexe randvoorwaarden te kunnen voldoen, is er voor de eerste keer in Nederland een lichtgewicht (snel)wegophoging gerealiseerd met verticaal opgestapelde EPS-blokken met een verticale zijkant. De ontwerpmethodiek voor lichtgewicht ophogingen is grotendeels uitontwikkeld (het promotieonderzoek dateert uit 1997) en herhaaldelijk bewezen. Een in de praktijk onderbelicht aspect betreft de opname van resulterende horizontale spanningen door wrijving tussen de EPS-blokken in de verschillende lagen. De vraag was namelijk, zowel bij Heijmans als de opdrachtgever RWS, in hoeverre de constructie als een grondkerende constructie moest worden beschouwd en hoe kon worden aangetoond dat de constructie van opgestapelde blokken ook voldoende stabiel zou zijn. Of anders gesteld: hoe kan worden aangetoond dat de los op elkaar gestapelde blokken bij geen enkele belastingcombinatie onderling zouden gaan verschuiven. Daarom is middels een parameterstudie nagegaan binnen welke bandbreedten de E-modulus en wrijvingscoëfficiënt van EPS zouden mogen liggen om de gebruikelijke belastingcombinaties op grondkerende constructies te kunnen dragen. Met behulp van Plaxis zijn daartoe verschillende relatief complexe ophogingmodellen met interface elementen (mede dankzij de expertise van dr. Xueyan Liu) doorgerekend (Figuur 3). Resultaat van deze parameterstudie was dat de constructie onder alle omstandigheden voldoende stabiliteit bleek te bezitten.



Figuur 3 Plaxis-model van het dwarsprofiel van de A76 met zichtbare interface-elementen tussen de EPS-lagen voor de controle van wrijvingseffecten op constructief gedrag om aantoonbaar aan de eisen van RWS te voldoen

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 namelijk opgevangen worden door met name de wrijving tussen de EPS-blokken, waarbij een tweetal bijzondere materiaaleigenschappen een belangrijke rol spelen. Ten eerste de bijzonder lage dwarscontractiecoëfficiënt van het EPS ($\nu_{\text{EPS}} < 0,1$), waardoor de drukbelasting slechts resulteert in een kleine horizontale component. Ten tweede de lage volumieke massa van het EPS ($\rho = 15\text{-}35 \text{ kg/m}^3$), waardoor de constructie met een totale hoogte van 6,5 meter een minimaal eigen gewicht heeft. Het eindresultaat van de bovengenoemde materiaaleigenschappen is een duurzame en constructief dege-

lijke snelwegverbreding, zoals door een uitgebreide parameterstudie met het EEM-programma Plaxis is aangetoond. De desbetreffende studie betrof verschillende belasting-scenario's inclusief een ondergrensbenadering van de wrijvingscoëfficiënt.

Doordat het pakket EPS-blokken tot circa 2 m 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.

Extra verticale korrelspanningen – en daarmee zetting in de ondergrond – worden vermeden en het gaat dus om een zogenaamde evenwichtsconstructie. De aanwezige gasleiding zal daardoor geen vervorming ondergaan. Tevens wordt voldaan aan de restzettingseisen (absoluut en verschilzettingen in het dwarsprofiel) van de wegverbreding, die kort na aanleg werd opengesteld voor het wegverkeer.

Besparing en extra voordelen

Omdat de taluds van het EPS constructief gezien overbodig blijken te zijn (Figuur 4), ontstaan de volgende extra voordelen ten opzichte van traditionele ophoogmaterialen: lagere bouwkosten (door minder EPS en minder grondonteiening), kleiner ruimtebeslag, kortere bouw-tijd, geen bovenbelasting/zetting direct langs het weglichaam en geen extra belasting op de ondergrondse infrastructuur direct langs het tracé. Wel vereist deze nieuwe ontwerplossing specifieke expertise.



Figuur 4 Constructief onnodige taluds van EPS-blokken: de gedeeltes tussen de lijnen (voorbeeldproject N207)

4. Conclusies

Het is mogelijk gebleken een snelwegverbreding met een verticale zijkant te bouwen met behulp van EPS-blokken. Hierdoor kon de wegverbreding worden gerealiseerd zonder toename van de grondspanningen waardoor nazakkingen geminimaliseerd worden en bestaande kunstwerken geen aanpassingen behoeven. De rekenkundige onderbouwing van het ontwerp vereiste met name aandacht voor de noodzakelijke bandbreedte van de wrijvingscoëfficiënt. Deze analyse van de wrijvingscoëfficiënt zal ook bij toekomstige projecten voldoende aandacht moeten krijgen.

Infrastructurele ophogingen en verbredingen kunnen voortaan goedkoper en sneller zonder constructief onnodige taluds van EPS-blokken worden gerealiseerd. Het bewijs daarvoor ligt in Zuid-Limburg.

5. Referenties

- [1] Duškov, M., Plagmeijer, A.P.M. en den Uil, M.J. van “Lichtgewicht wegverbreding met verticale zijkant”, Land + Water, nummer 12, Haarlem - december 2012, p. 34-35.
- [2] Duškov, M., Plagmeijer, A.P.M. en den Uil, M.J. van “Lichtgewicht snelwegverbreding met verticale zijkant van A76 op ingekort talud met keerwand”, Geokunst/Geotechniek, nummer 2, Rotterdam – april 2013, p. 54-56.
- [3] Duškov, M. “EPS as Light-Weight Sub-base material in Pavement Structures”, Ph.D. Thesis, Faculty of Civil Engineering, Delft Technical University, Delft - June 1997, p. 251.
- [4] “Toepassingsrichtlijnen voor EPS in de wegenbouw”, CROW publicatie 150, ISBN 90 6628 3270, Ede – november 2000, p. 88.