

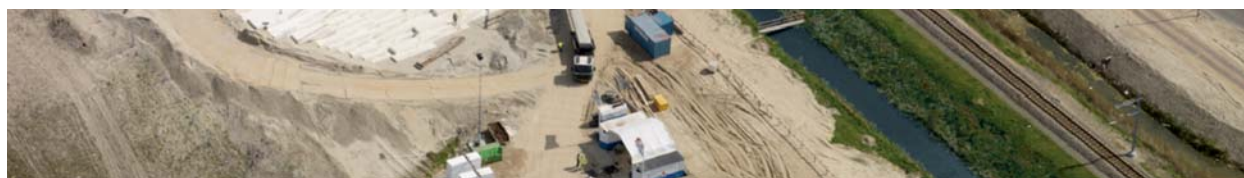
GEO kunst

12E JAARGANG
NUMMER 4
OKTOBER 2010



Indrukken
*9^e Geokunststof
Congres*
Guarujá, Brazilië

Lichtgewicht **wegophogingen van**
viaduct N207
over spoor
Alphen a/d
Rijn-Gouda





dr.ir. Milan Duškov
InfraDelft bv



Eric Nijhuis
Nijhuis Kunststoffen

Lichtgewicht wegophogingen van viaduct N207 over spoor Alphen a/d Rijn-Gouda

Samenvatting

Het ontwerp van lichtgewicht wegophogingen aan weerszijden van de viaduct N207 over de spoorlijn Alphen a/d Rijn-Gouda moest aan strenge zettingeisen voldoen ondanks een hoogteverschil van respectievelijk 9,2 en 8,65 m, zettingsgevoeligheid van de lokale grond aanwezigheid van het spoor (met strenge vervormingeisen) en de ondergrondse infrastructuur in de directe omgeving. Als het resultaat van een trade-off is het besloten om de zettingen onder de weggedeeltes aan de beide zijden van het spoorviaduct door de gewichtreductie middels lichtgewicht EPS-blokken te minimaliseren.

Inleiding

Als onderdeel van de ontwikkeling van het gebied Steekterpoort wordt de provinciale weg N207 ten zuiden van Alphen aan den Rijn verlegd. In dat kader is zeer recentelijk ten noorden van de N11 een viaduct over de spoorlijn Alphen a/d Rijn-Gouda gerealiseerd.

Om kostenoptimalisatie te kunnen realiseren heeft Colijn Aannemersbedrijf B.V. in het offertestadium contact gezocht met Nijhuis Kunststoffen (leverancier van EPS, weefsels en geo-

textielen). Nijhuis werkt nauw samen met ingenieursbureau InfraDelft en de gezamenlijke expertise is ingezet bij de herziening van het ophogingontwerp. De ontwerpoptimalisatie betrof zowel het constructief (incl. adequate duurzaamheid) als het zettinggedrag van de lichtgewicht wegconstructie met EPS-blokken, behorende tot de toegangsweg N207 ter plaatse van de kruising met het spoor.

Situatiebeschrijving

Het ontwerp van lichtgewicht wegophogingen aan weerszijden van de viaduct N207 over het

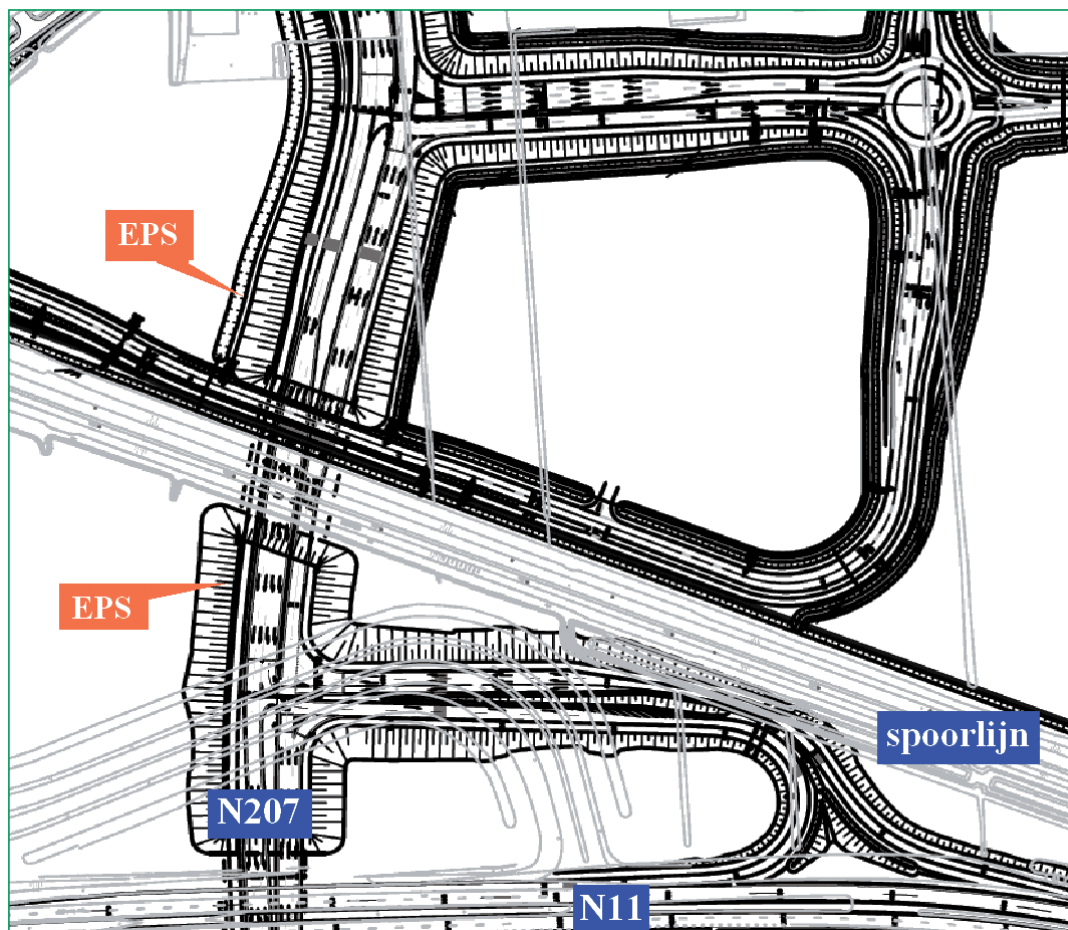
desbetreffende spoor moest aan strenge zettingeisen voldoen ondanks een drietal onvoordelige factoren. Ten eerste bedraagt het hoogteverschil tussen de hoger gelegen gedeeltes van de N207 nabij het spoorviaduct en het maaiveldniveau respectievelijk 9,2 en 8,65 m. Ten tweede is de lokale grond zeer zettinggevoelig ten gevolge van aanwezige dikke slappe kleilagen. Ten slotte wordt de complexiteit van de situatie vergroot door de aanwezigheid van het spoor (met strenge vervormingeisen) en de ondergrondse infrastructuur in de directe omgeving.

De situatietekening van de op- en afrit is weergegeven in figuur 1.1. Nabij het spoor is het te riskant om met hoge voorbelastingen het consolidatieproces te stimuleren. Hierdoor zijn benodigde hoge ophogingen met een zandlichaam op die locaties niet mogelijk. Als het resultaat van een trade-off is het besloten om de zettingen onder de weggedeeltes aan de beide zijden van het spoorviaduct door de gewichtreductie middels lichtgewicht EPS-blokken te minimaliseren.

Het terrein van het tracégedeelte van de N207 tussen de N11 en het spoor evenals het gebied ten noorden van de spoorlijn was voorbelast. Waar de lichtgewicht ophogingen kwamen te liggen was de voorbelasting beperkt tot tussen 1,15 en 1,3 m. De waargenomen zettingswaarden varieerden tussen 6 en 10 cm.

Ontwerp

Dankzij de toegepaste pakketen van ultra lichtgewicht EPS-blokken met een volumieke massa van slechts 20 kg/m³ of 15 kg/m³, is er sprake van een sterk gereduceerde verticale belasting op de



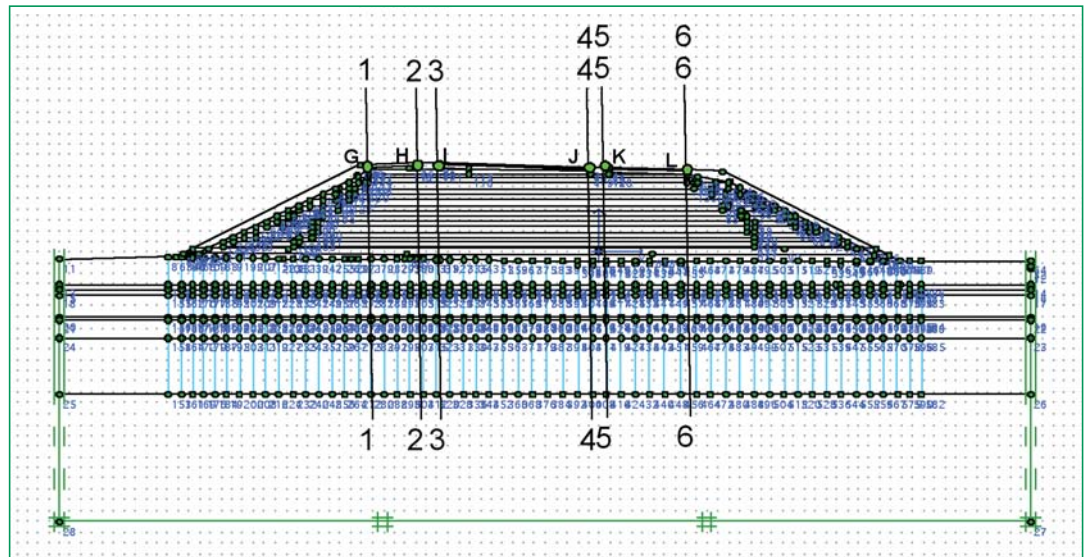
Figuur 1 Situatietekening van de viaduct ter plaatse van de kruising van de N207 en de spoorlijn Alphen a/d Rijn-Gouda ten noorden van de N11.

ondergrond en daarmee minimale invloed op het naburige spoor. Wel verschilt dit materiaal met een E-modulus tussen 5 en 8 MPa sterk van de conventionele ophoogmaterialen. (De spanningsafhankelijke modulus van bijv. zand is tussen 50 en 100 MPa.) Het ontwerp van de lichtgewicht ophoging hield optimaal rekening met alle relevante specifieke aspecten. 'Optimaal' heeft hier betrekking op de vereiste wenselijke ontwerp levensduur van de weg, voorgeschreven maximaal toelaatbare zettingen, toegestane spanningwaarden en de benodigde afmetingen van EPS-pakketen.

Om de afmetingen van de lichtgewicht ophogingen aan zowel de zuid- als de noordkant van de ongelijkvloerse kruising van de N207 met het spoor te kunnen optimaliseren, is gebruik gemaakt van tweedimensionale modellen in het eindige elementen programma Plaxis.

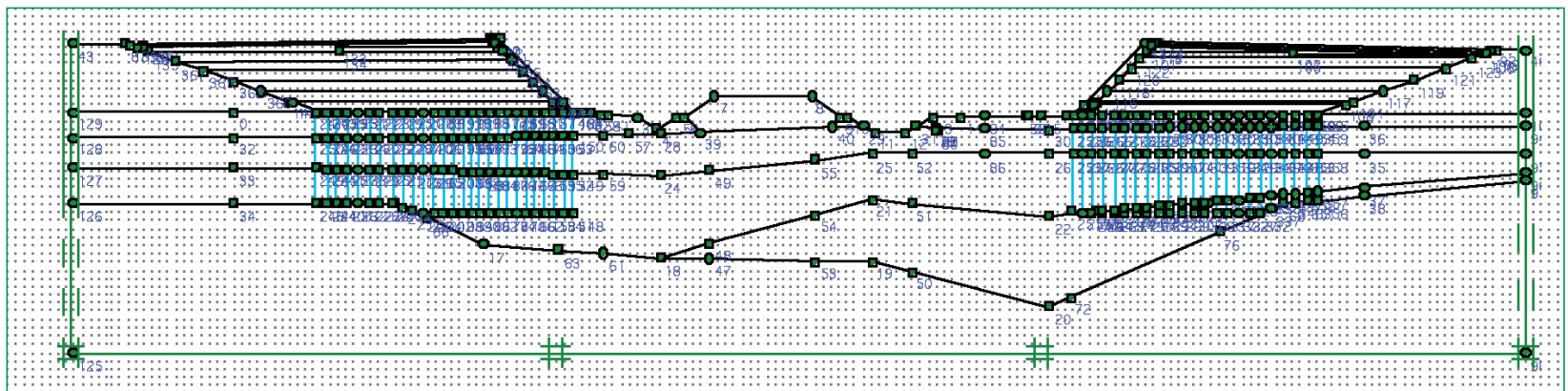
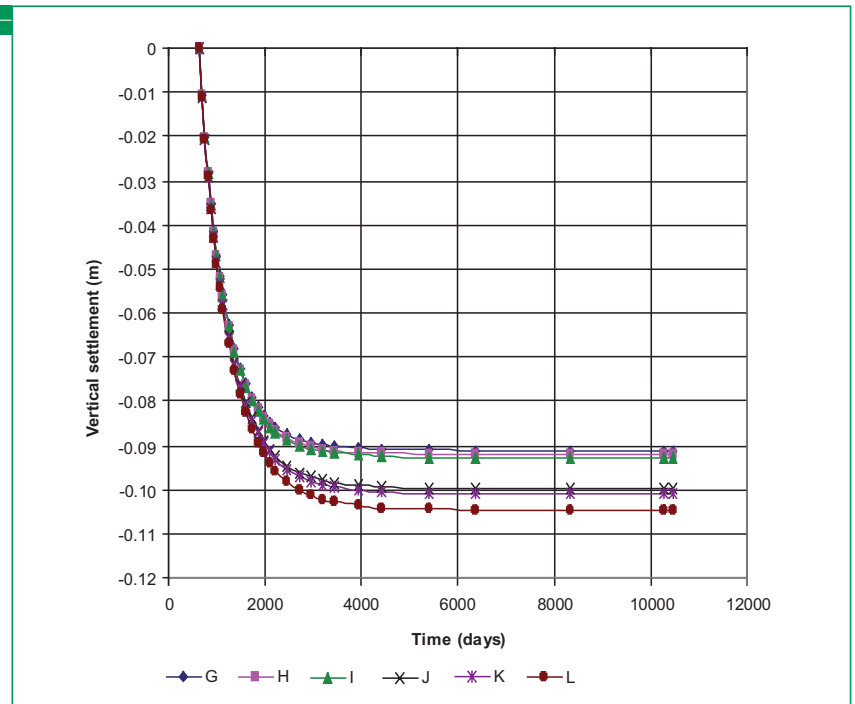
Voor de berekeningen zijn de geavanceerde Soft Soil en Hardening-Soil modellen toegepast. Implementatie van die modellen voor de ondergrond maakte verfijning van de analyse mogelijk. Op die manier is het mogelijk om de effecten van de toepassing van een aantal verschillende EPS-pakketen op zetting- en spanningwaarden te controleren. De bedoeling was het bepalen van de werkelijke effecten bij verschillende diktes/lengtes/breedtes van de EPS-pakketen voor een minimalisering van de totaal aan te brengen hoeveelheden.

In de modellen van dwarsprofielen van lichtgewicht ophogingen zijn zowel alle verhardingslagen, als de afzonderlijke lagen van het EPS-pakket en de bodemlagen geïmplementeerd. Behalve een minimalisering van de hoeveelheid van de benodigde EPS-blokken, was het doel van



Figuur 2 Plaxis-model van het dwarsprofiel van de N207 behorende tot de zuidelijke kant van de ongelijkvloerse spoorkruising met de lichtgewicht ophoging inclusief verticale drains onder een 6,5 m dik EPS-pakket; de verticalen zijn aangegeven waar verticale deformaties zijn berekend

Figuur 3
Restzettingen berekend in de verticalen aangegeven in lichtgewicht wegophoging uit figuur 2 ter zuiden van het spoor.



Figuur 4 Plaxis-model van het dwarsprofiel van de N207 behorende tot de zuidelijke kant van de ongelijkvloerse spoorkruising met de lichtgewicht ophoging inclusief verticale drains onder een 6,5 m dik EPS-pakket; de verticalen zijn aangegeven waar verticale deformaties zijn berekend

de optimalisering een minimalisering van zwaardere (en duurdere) EPS types. Aangezien zettingen door een belastingtoename worden veroorzaakt, betekent een verhoging van de ophooggrond (taluds) ook een verhoging van de lokale zetting aan de zijkanten. Het is echter niet relevant omdat de zettingeis voornamelijk voor de verhardingen en dus asfaltoppervlaktes geldt.

Middels een combinatie van voorbelasting en verticale drains lukt het meestal om het consolidatieproces te bevorderen. Bovendien was praktisch gezien een dergelijke interventie maatregel nog steeds mogelijk. De bedoeling is op deze manier uit te zoeken of de restzettingeis met significant minder dikke EPS-pakketten aan beide spoorzijden alsnog voldaan kan worden. De lengte/diepte van verticale drains is iteratief bepaald. De geadviseerde dieptes zijn vastgesteld, rekening houdend met ten eerste de effecten op het zettingproces, ten tweede additionele kosten en, ten derde, de diepte van pleistoceen zand. De toepassing van verticale drains leidde inderdaad tot een significante vermindering van de benodigde EPS-dikte. Met een 6,5 m dik EPS-pakket voldoet de lichtgewicht ophoging aan de restzettingeis. (Maximaal 10 cm voor een restzettingperiode van 30 jaar.)

Uitvoering

In totaal is 18.000 m³ EPS100 en 2.500 m³ EPS60 ingebouwd. De benodigde EPS-dikte bleef beperkt tot respectievelijk 6,5 m en 6,0 m aan de zuidelijke en noordelijke kant van het spoor.

Extra kostenbesparing in de lengterichting was mogelijk door de lengte van het EPS-pakket verder van het spoor in de overgangsconstructie enigszins in te korten. Zulke lengtereducties hebben beperkt invloed op de restzettingen doordat voorbelasting daar veel hoger is dan dichterbij de spoorlijn. Met andere woorden: op die locaties was het consolidatieproces vanwege hogere voorbelastingen verder gevorderd. Bovendien is door relatief grote afstand de invloed op de deformaties van het spoor beperkt.

Het legplan was pas definitief na de laatste fine tuning gebaseerd op de monitoringsuitkomsten. Die waarnemingen van het werkelijke grondgedrag zijn nog altijd essentieel aangezien de theoretische modellen gebruikt voor zettingvoorspellingen, hoe verfijnd dan ook, een niet te verwaarlozen (on)nauwkeurigheidsmarge hebben. ■



Figuur 5 Waarborgen van een terp op zachte ondergrond [U8].



Figuur 6 Werk in uitvoering tijdens de realisatie van de viaduct van de N207 over de spoorlijn Alpen a/d Rijn-Gouda.



Figuur 7 Werk in uitvoering tijdens de realisatie van de viaduct van de N207 over de spoorlijn Alpen a/d Rijn-Gouda.