



Geotechniek en wegontwerp

De Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW) geeft een serie handleidingen uit op het gebied van de wegenbouw. Reeds verschenen in deze serie de 'Handleiding Wegenbouw- Ontwerp Verhardingen' en de 'Handleiding Wegenbouw - Ontwerp Hemelwaterafvoer'. In maart 1992 is hieraan de eerste editie toegevoegd van de 'Handleiding Wegenbouw - Ontwerp Onderbouw'. Hierin wordt op systematische en toegankelijke wijze uiteengezet hoe het geotechnisch

ontwerp in de verschillende fasen van het proces van voorbereiding, ontwerp en realisatie van wegen gestalte krijgt.

De handleiding onderscheidt zich van andere geotechnische handboeken door de integratie van geotechnische en wegbouwkundige kennis, door de ruime aandacht voor de (regionale) geologie en door een aanzet tot toepassing van foutenanalyse bij het ontwerp.

Inleiding

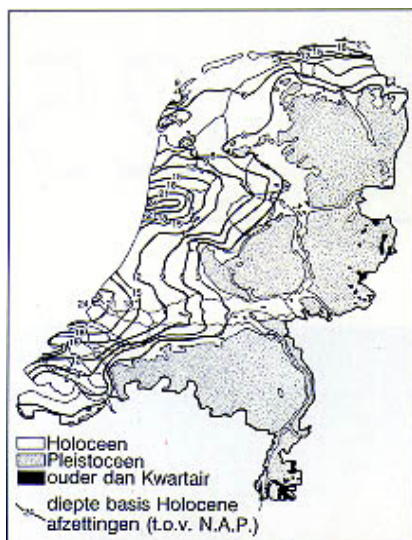
Aan de infrastructuur worden steeds hogere eisen gesteld. Bij de voorbereiding, het ontwerp, de uitvoering en het beheer van de hiervoor benodigde technische voorzieningen speelt de geotechniek een belangrijke rol. Overal waar wordt gebouwd met grond, op grond of in grond komt geotechniek aan de orde: vroegtijdig, voortdurend, ingrijpend en in wisselwerking met vele andere disciplines, zoals planologie, milieukunde en materiaalkunde.



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Weg- en Waterbouwkunde



Figuur 1: Geologie

De gevolgen van fouten zijn in de geotechniek veelal onomkeerbaar en kostbaar. In de GWW-sector gaan jaarlijks vele honderden miljoenen gulden om. Volgens voorzichtige ramingen gaan hiervan enkele tientallen miljoenen gulden verloren door schade maar ook door overdimensionering. Een recent uitgevoerde enquête naar het risico van bouwen op slappe grond geeft vergelijkbare resultaten.

Schade of overdimensionering kan voor een belangrijk deel worden voorkomen door het bevorderen van de geotechnische expertise bij het ontwerp en de uitvoering en door het beschikbaar stellen van beter ontwerp-gereedschap. Hierbij is het vastleggen en overdragen van de geotechnische kennis van groot belang. Om deze doelstelling te verwezenlijken is de Dienst Weg – en Waterbouwkunde overgegaan tot uitgave van de 'Handleiding Wegenbouw – Ontwerp Onderbouw'.

Het grote aantal aspecten dat bij het geotechnisch wegontwerp aan de orde komt maakt het noodzakelijk ruime aandacht te besteden aan systematiek en toegankelijkheid. In verband hiermee wordt de handleiding uitgegeven in twee delen.

Deel I (Algemeen) beschrijft het geotechnisch ontwerpproces op hoofdlijnen, terwijl Deel II (Techniek) in een aantal duidelijk afgebakende modules de technische achtergronden geeft. In combinatie leveren beide delen een grote hoeveelheid informatie, zonder dat het overzicht verloren gaat.

In deze DWW-Wijzer worden de hoofdlijnen van het geotechnisch ontwerpproces met de belangrijkste daaraan verbonden acties op geotechnisch gebied verkort weergegeven.

Projektstudie

De projektstudie is de eerste fase van het proces van voorbereiding, ontwerp en realisatie van wegen. In deze fase, waarin veelal ook een milieueffectenrapportage wordt verricht, moet het wegtracé binnen een nauwkeurigheid van enkele tientallen meters worden vastgesteld. Meestal worden meerdere varianten in beschouwing genomen.

Om deze varianten met betrekking tot hun geotechnische aspecten te vergelijken, worden archief- en kaartmateriaal geraadpleegd en wordt bij voorkeur ook een globale terreinverkenning uitgevoerd. Soms zijn in deze fase reeds enkele oriënterende terreinproeven nodig. Behalve op de kwaliteit van de ondergrond richt dit onderzoek zich op de terreingesteldheid, de bestaande infrastructuur en de waterhuishouding, zowel wat betreft het oppervlaktewater als het grondwater. Tevens wordt aandacht geschonken aan kwetsbare gebieden, bestaande bebouwing en andere constructies langs het tracé.

Op grond van de verzamelde gegevens is per tracévariant een schatting te maken van de aanleg- en onderhoudskosten die mede op grond van de geotechnische situatie moeten worden verwacht. Deze kosten spelen bij de tracékeuze een belangrijke rol.

Planontwikkeling

Na keuze van het tracé wordt het algemeen plan ontwikkeld. Hiervoor moeten worden bepaald:

- de exacte ligging van de grondconstructie;
- de geometrie en afmetingen ervan in langs- en dwarsdoorsnede;
- de toe te passen materialen;
- aanvullende constructies;
- eventuele maatregelen voor het

- verbeteren van de ondergrond en/of de constructiematerialen;
- de mogelijke uitvoeringswijzen.

Na een zorgvuldige inventarisatie van de gegevens en de randvoorwaarden (nu grotendeels bepaald door het verkeerskundig ontwerp) wordt een terreinverkenning uitgevoerd en wordt een oriënterend grondonderzoek verricht dat vooral gericht is op het vaststellen van de laagopbouw.

Hiervoor wordt langs het tracé een beperkt aantal sonderingen en boringen uitgevoerd, soms voorafgegaan door een elektromagnetisch en/of geoelektrisch grondonderzoek.

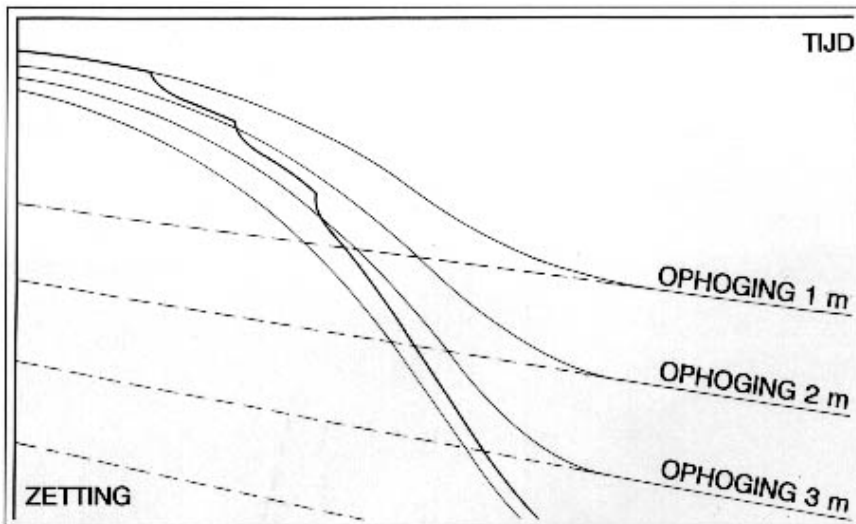
Ook wordt de grondwaterbeweging over een langere periode waargenomen en wordt de geschiktheid van lokale materialen voor constructieve toepassingen onderzocht.

Op grond van de onderzoeksresultaten wordt een voorlopig geotechnisch profiel van de ondergrond opgesteld. Vervolgens wordt een aantal varianten voor de opbouw van de grondconstructie ontwikkeld. Hierbij spelen aspecten als de kwaliteit van de ondergrond, de waterhuishouding en de eventuele aanwezigheid van kwetsbare bebouwing en objecten weer een belangrijke rol.

De ontwikkelde varianten worden onderworpen aan globale zettings- en stabiliteitsberekeningen. Deze zijn vooralsnog met name gericht op het schatten van de hoeveelheden en de



Figuur 2: Terreinonderzoek



Figuur 3: Zettingsberekening

uitvoeringsduur. Afhankelijk van de omstandigheden kunnen ook andere oriënterende berekeningen noodzakelijk zijn, bijvoorbeeld met betrekking tot de drooglegging van de weg.

Vervolgens wordt nader ingegaan op de materiaalkeuze en het materiaalgebruik. Hierbij speelt een groot aantal uitvoeringstechnische, materiaal-kundige en milieukundige overwegingen een rol. Ook andere overwegingen, zoals de zogenaamde grondbalans in situaties waarin de uitkomende grond kan worden gebruikt, kunnen echter belangrijk zijn.

Tenslotte wordt de invloed van de weg op de omgeving nagegaan. Het gaat hierbij onder meer om de mogelijke invloed van de grondconstructie op de waterhuishouding en op constructies in en langs de weg.

De verschillende bevindingen worden vastgelegd in een advies. De uiteindelijke keuze vindt plaats op bestuurlijk niveau; het hierbij gekozen ontwerp wordt verder aangeduid als het algemeen plan voor de constructie.

Definitief plan en bestek

Na vaststelling van het algemeen plan wordt het ontwerp in detail uitgewerkt en geoptimaliseerd. Eerst worden de vorm en de afmetingen van de wegconstructie nauwkeurig vastgesteld.

Op basis hiervan wordt het plan voor het definitief grondonderzoek gemaakt. Hierbij worden de boringen en sonderingen uit de planfase zodanig

aangevuld, dat een volledig beeld van de laagopbouw wordt verkregen, alsmede betrouwbare rekenwaarden voor de grondeigenschappen. Hiervoor is tevens laboratoriumonderzoek op de genomen grondmonsters noodzakelijk. Voorts worden de stijghoogten van het grondwater gemeten en worden uitkomende en opnieuw te gebruiken materialen nader op hun geschiktheid onderzocht.

Nu kunnen de definitieve ontwerp-berekeningen worden uitgevoerd. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om het ophoogschema. De dikte van de ophooglagen en de rustperioden tussen de slagen worden hierbij zodanig afgestemd op de kwaliteit van de ondergrond dat de stabiliteit van de constructie tijdens de uitvoering niet in gevaar komt. Ook wordt de stabiliteit in de gebruikstoestand gecontro-

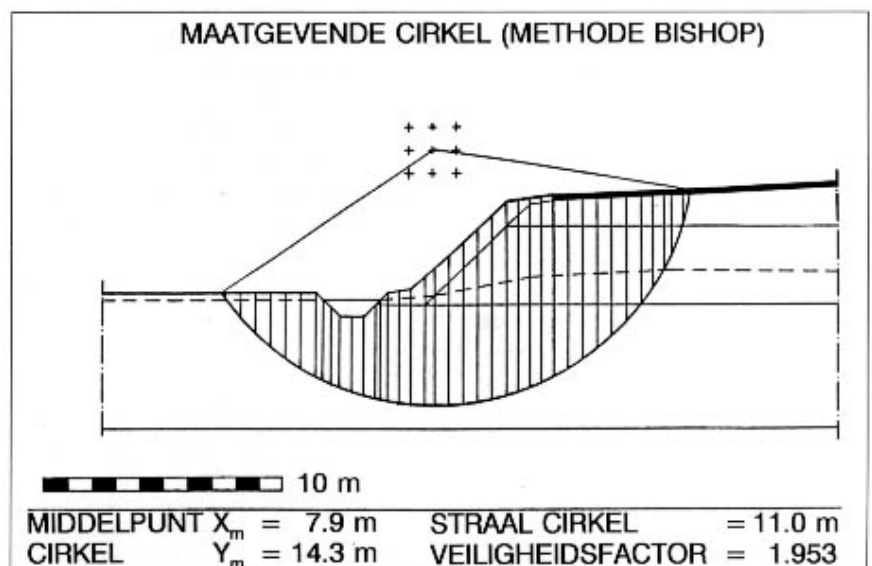
leerd. Deze moet voldoende groot zijn om te vermijden dat de constructie tijdens de gebruiksfase voortdurend blijft vervormen.

Tevens wordt het verloop van de zettingen in de tijd berekend, zowel tijdens de uitvoering als in de gebruiksfase. De restzettingen tijdens de gebruiksfase en met name de verschillen in restzetting hebben grote invloed op de vlakheid van de weg en daarmee op het wegonderhoud.

Verder worden, afhankelijk van de hoogteligging van de weg en de grondwaterstand, definitieve drainageberekeningen uitgevoerd en wordt het drainagesysteem gedimensioneerd.

Bij het uitvoeren van de definitieve berekeningen kan het nodig blijken het ontwerp te wijzigen ten opzichte van het algemeen plan. Dit kan het gevolg zijn van verschillen tussen de resultaten van het voorlopig en van het definitief grondonderzoek of door wijzigingen van het tijdschema of andere randvoorwaarden voor het ontwerp.

Eventueel moeten dan aanvullende constructies worden ontworpen en/of dient te worden besloten tot toepassing van bijzondere technieken voor



Figuur 4: Stabiliteitsberekening

het verbeteren van de ondergrond of de constructiematerialen.

Bij de definitieve uitwerking van het plan wordt tevens een plan gemaakt voor de wijze en het tempo van uitvoering, met name als de opdrachtgever het toe te passen bouw materiaal aanwijst.

Tenslotte wordt het bestek opgesteld, waarin het ontwerp, de toe te passen materialen en de uitvoeringswijze in detail worden vastgelegd. Ook de voor bewaking en controle van het werk te treffen maatregelen worden vastgelegd, alsmede de wijze waarop de verschillende eisen en voorschriften zullen worden gecontroleerd.

Aanbesteding, gunning en uitvoering

Ook na voltooiing van het bestek zijn acties op geotechnisch gebied nodig. Aansluitend op de aanbesteding en gunning biedt de aannemer een werkplan aan. Soms worden alternatieve constructie- en uitvoeringsmethoden aangeboden. Dit brengt, behalve aanvullende berekeningen en controles, ook extra grondonderzoek en/of onderzoek van constructiematerialen met zich mee.

Tijdens de uitvoering is het vaak noodzakelijk de stabiliteit en het zettingsgedrag van de constructie nauwlettend te bewaken, om problemen zoals dreigende instabiliteit of ongecontroleerde vervormingen te voorkomen en om vertraging in de uitvoering en schade aan zowel de grondconstructie zelf, als aan constructies in de nabijheid daarvan, te vermijden.

Tevens wordt op deze wijze vermeden dat de ondergrond tijdens de uitvoering zodanig wordt verstoord, dat de constructie tijdens de gebruiksfase gestaag blijft vervormen, met frequent onderhoud als gevolg.

Voor deze bewaking moet de aard en de omvang van de instrumentatie worden vastgesteld en dient een



Figuur 5: Uitvoering

meetplan te worden opgesteld. Vaak wordt gebruik gemaakt van zakbaken en waterspanningsmeters. Het interpreteren van de metingen is specialistisch geotechnisch werk, waarbij onder meer gebruik wordt gemaakt van computerprogramma's.

Tijdens de uitvoering kan ook de kwaliteit van de grondconstructie (de mate van verdichting en de homogeniteit) worden bewaakt. Hierdoor kan de uitvoering tijdig worden bijgestuurd en wordt vermeden dat problemen pas tijdens de afnamecontrole aan het licht komen.

Voor deze bewaking worden indicatieve terreinproeven uitgevoerd zoals controlesonderingen en nucleaire meetmethoden, waarmee snel informatie wordt verkregen.

Bij de bewaking van de uitvoering komt vaak een groot aantal meetgegevens en algemene gegevens beschikbaar. Het is van groot belang dat deze gegevens zorgvuldig worden vastgelegd en beheerd. Hiervoor is bij de DWW het programma GEODAT ontwikkeld dat tevens een aantal

mogelijkheden biedt voor interpretatie van de gegevens.

Gebruiksfase

In de gebruiksfase kunnen problemen optreden die een geotechnische oorzaak hebben, zoals onvlakheid, een slechte af- en ontwatering en scheurvorming in de verharding. Hierdoor zijn acties op het gebied van de geotechniek noodzakelijk, zoals het opsporen van de oorzaken, het verzamelen van aanvullende gegevens, het uitvoeren van diverse (her)berekeningen en het vaststellen van te nemen maatregelen.

Aanpassingen van de geometrie tijdens de gebruiksfase, zoals verbredingen, kunnen bij wegen op slappe ondergrond leiden tot grote vervormings- en stabiliteitsproblemen, zeker indien de beschikbare uitvoeringstijd beperkt is. Gezien de complexiteit van deze problemen kan vaak niet worden volstaan met traditionele oplossingen maar moeten geavanceerde geotechnische berekeningsmethoden, constructiemethoden en uitvoeringstechnieken worden toegepast.

