

Constructie en ontwerper

Duyster, H.C.

Gepubliceerd: 01/01/1967

Document Version

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the author's version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

CONSTRUCTIE
EN
ONTWERPER

DR. IR. H. C. DUYSER

CONSTRUCTIE EN ONTWERPER

REDE

UITGESPROKEN BIJ DE AANVAARDING VAN HET AMBT
VAN BUITENGEWOON HOGLERAAR IN HET CONSTRUCTIEF ONTWERPEN
AAN DE AFDELING DER BOUWKUNDE VAN DE
TECHNISCHE HOGESCHOOL TE EINDHOVEN
OP DONDERDAG 14 DECEMBER 1967

DOOR

DR. IR. H. C. DUYSER

*Mijne heren curatoren,
Mijnheer de secretaris van deze hogeschool,
Mijnheer de rector magnificus,
Mijne heren hoogleraren en lectoren,
Dames en heren van de wetenschappelijke, de technische en de
administratieve staf,
Dames en heren studenten,
en voorts gij allen die door Uw aanwezigheid
blijk geeft van Uw belangstelling.*

Dames en heren,

Bij het ordenen van mijn gedachten over het onderwerp *Constructie en Ontwerper*, kwam mij herhaalde malen een beeld voor de geest dat ogenschijnlijk niets met dit onderwerp te maken had. Het telkenmale wederkeren van hetzelfde beeld duidde er echter op dat tussen beide wél verband moest bestaan, ik houd het nu zelfs voor mogelijk dat het beter dan een betoog mijn gedachten weergeeft. Daarom wil ik beginnen U dit beeld te schetsen.

U moet zich dan in gedachten verplaatsen naar een Alpenclubhut ergens hoog in de bergen. De vorige avond heeft U weer genoten van de zeer bijzondere stemming die in zo'n hut heerst. Na veel te kort en vermoedelijk ook te slecht te hebben geslapen, bent U nog diep in de nacht opgestaan, hebt bij het zachte ruisen van een kerosene-lamp haastig een slok thee genomen, toen Uw rugzak gepakt en stapt dan nu met Uw beide vrienden naar buiten in het donker en in de vrieslucht.

Eerst gaat het wat onzeker omhoog, maar dan valt geleidelijk ieder in de vertrouwde cadans van de rustige pas die bij het stijgen behoort. Wanneer de ogen aan de nacht zijn gewend, tekenen zich in het licht van de sterren de bergen af, en wanneer de oren op de stilte ingesteld zijn, komt alles tot leven: de steen die zich ergens hoog boven losmaakt en in de vorst met hard geluid omlaag komt, het fijne geluid van wegglijdend gruis of de droge knal van ijs dat uitzet. Diep onder U glanst een gletsjer, zijn breuklijnen en zijn scheuren tekenen zich af en duidelijk ziet U nu ook zijn plastische vervormingen daar waar hij

zich tussen de rotswanden doorwringt. Zo toont de U omringende bergwereld de krachten die in haar huizen, doet U de spanningen voelen die hun oorsprong vinden in haar ontstaan. Onder het licht van de nacht spreekt deze wereld het duidelijkst haar taal.

Wanneer U aan de voet staat van de wand die U zult beklimmen, is het licht geworden. Het bijzondere ogenblik dat U gedrieën door het touw verbonden U vergewist allen klaar te zijn, wordt traditiegetrouw nooit door een woord of geste erkend, integendeel zo snel mogelijk afgedaan met zoiets als „nu, daar gaan wij dan”. En nu volgt een urenlang met ogen, handen en voeten aftasten van het gesteente, een soepele beweging over zijn spleten en oneffenheden, een voortdurend waarderen van zijn vastheid, van het karakter van de in zijn voorkomende breuken, het effect van ingesloten vreemde gesteenten, de gevolgen van erosie, de invloed van ijskristallen en smeltwater op de adhesie van het vibram van Uw schoenen. En terwijl U een minimum aan kracht gebruikend, Uw bewegingen zo vloeiend mogelijk doet verlopen en in een continu zoeken steeds hoger komt, is een deel van Uzelf in uiterst subtiel contact met Uw beide vrienden, hoort en voelt U meer dan U het ziet, waar en hoe zij voortgaan, zekert U hen zoals U weet dat zij U zekeren.

En ergens hoog in die wand kijkt U elkaar lachend aan, genietend van Uw éénzijn met de berg, van de vrije ruimte om en onder U, van de bewegingen van Uw spieren en de harmonie met Uw beide vrienden.

Tot zover dit beeld van een beklimming, door wat de Franse alpinist Lionel Terray noemde „Des Conquérants de l'Inutile”.

Men kan zich gemakkelijk voorstellen hoe een constructief ontwerper te werk gaat. Hij begint zich allereerst te realiseren welke de voornaamste eisen zijn welke aan de constructie gesteld moeten worden. Vervolgens gaat hij na op welke wijze hij deze eisen kan beantwoorden. Daarbij overweegt hij verschillende hem bekende mogelijkheden en denkt soms nieuwe constructievormen uit. Hij verdiept zich in de te verwerken materialen, in het voor of tegen van gedeeltelijke fabricage buiten de bouwplaats, in de consequenties die de uitvoering van elk van deze constructievormen heeft op de inzet van de benodigde mankracht, de aard en omvang van het benodigde materieel, de uitgestrektheid van het benodigde bouwterrein, de voor de uitvoering benodigde tijd en de mate van kwetsbaarheid door slechte weersomstandigheden enz. Soms zijn de omstandigheden van

dien aard dat van meet af aan de mogelijkheden zeer beperkt zijn, bijvoorbeeld indien de grondgesteldheid of belendende bebouwing of moeilijke toegankelijkheid van het terrein slechts enkele constructiewijzen mogelijk maakt. Ook komt het voor dat de constructeur denkt vanuit de inzet van bepaald materieel dat hem bekend is tijdig ter beschikking te zullen zijn, of vanuit de toepassing van bepaalde constructieonderdelen die in de te verwachten marktsituatie voordelig geleverd zullen kunnen worden. In vele gevallen zal hij de uitvoering in het ene materiaal afwegen tegen de uitvoering in een ander materiaal.

Zo komt hij tot een keuze van een beperkt aantal in aanmerking komende constructies. Hierop volgt dan meestal een kritisch onderzoek van de hoofdeisen en van de invloed die elk van de in beschouwing zijnde constructies op deze eisen zal kunnen hebben. Vervolgens daalt hij af in de belangrijke details van de constructies en in de voornaamste bijzonderheden van de uitvoering van elk.

Na zulk een rijpingsproces, dat zich vaak voor een belangrijk deel intuïtief en onbewust voltrekt en dat langer of korter zal zijn naarmate het project belangrijker en gecompliceerder dan wel bescheidener en eenvoudiger is, zal de ontwerper zijn eindkeuze bepalen en kan hij zich aan het opmaken van het definitief ontwerp zetten.

Hoe rijk en inventief zijn verbeelding ook moge zijn, de ontwerper zal herhaaldelijk terug moeten grijpen op markt-, leverantie-, fabriekage- en uitvoeringsgegevens, terwijl hij voor de gedetailleerde vormgeving en dimensionering in hoofdzaak gebruik zal maken van de leer der Technische Mechanica.

Reeds sinds jaren zijn wij ingenieurs tot het inzicht gekomen dat de fantasieloze criteria die voorheen gesteld werden aan de uitkomsten verkregen met behulp van een beperkte leer van de Technische Mechanica die gestoeld was op een voor vele gevallen te simplistische elasticiteitstheorie en gebrekkige plasticiteitstheorie, aan de ontwerper veel te enge grenzen stelden bij het opmaken van zijn ontwerp. Door spuurwerk, modelproeven en metingen aan bouwwerken is het inzicht in het gedrag van de constructies verdiept, een kritische instelling ten opzichte van de invloed van de wordingsgeschiedenis van de constructie heeft valse zekerheid weggenomen, de gehanteerde veiligheidscoëfficiënten zijn, mede door toepassing van de waarschijnlijkheidsleer, thans genuanceerder dan voorheen.

Naar mijn mening wordt door deze ontwikkeling de open samenspraak tussen de constructief ontwerper en zijn constructie in hoge

mate bevorderd. En die constructie vraagt niet beter, zij staat open voor het gesprek en is bereid elke redelijke gedachte binnen nauwe grenzen te volgen. Zo werden nog onlangs op de eerste Vreedenburgdag door Ing. A. C. van Riel afbeeldingen getoond van gewapend betonplaten welke op verschillende wijzen bewapend waren en alle tot op de breuk waren belast. Men kon slechts concluderen dat de platen hun uiterste best hadden gedaan zich aan te passen aan de fantasie van de constructeur: slechts daar waar deze volkomen uitzinnig was, liet de plaat verstek gaan.

Maar nog steeds zijn wij niet geheel aan de greep van de starre interpretatie van een te enge theorie ontgroeid, nog zijn niet alle „Voorschriften” vervangen door meer bescheiden en minder imperatieve „Richtlijnen” of „Aanbevelingen”.

Ook in al die andere voor de ontwerper belangrijke gegevens wordt de starheid doorbroken. Zo wordt aan tijdschema's niet meer de absolute waarde toegekend die men hieraan vroeger wilde geven, ofschoon men zich er toch wel bewust van was dat deze vrijwel nimmer aangehouden konden worden. Een van de kenmerken van de huidige planning-methoden is dat men zeer bewust rekening houdt met mogelijke veranderingen en verschuivingen en reeds bij de opzet nagaat hoeveel ruimte of speling gelaten kan worden om deze op te vangen zonder de eindtermijn of andere belangrijke termijnen in de bouw in gevaar te brengen.

In de prijsvorming is ook veel veranderd, mede doordat de bouw nu vaak in breder verband wordt gezien en in een veel hechtere samenwerking tussen alle betrokkenen tot stand komt. Maar ook op dit gebied zal het vermoedelijk nog vrij lang duren voordat het starre allesbeheersende criterium van de „aanneemsom” overal heeft moeten wijken voor betere waardemeters.

Men is in deze tijd dus gekomen tot het onderkennen en erkennen van vele variabelen in vele onderling afhankelijke vergelijkingen. De constructief ontwerper heeft met een aantal van deze te maken. Voor het opstellen van deze vergelijkingen zal hij de kennis en het inzicht moeten hebben om de coëfficiënten te kunnen bepalen of te kunnen kiezen. En aangezien het groot aantal variabelen met zich mede brengt dat ook naar vele uiteenlopende optima gedifferentieerd kan worden, zal hij wijsheid nodig hebben om zijn keus te kunnen bepalen,

Het is beslist geen toeval dat juist in deze tijd de rekenmachines

alom ingang vinden en hun mogelijkheden in enorm tempo ontwikkeld worden. Allerwegen worden voor een groeiende diversiteit van constructie-onderdelen en zelfs van gehele constructies, programma's opgesteld waarmee in uiterst korte tijd steeds verfijnder en completer resultaten verkregen kunnen worden. Zo is het thans mogelijk ruimtelijke constructies geheel in projectvorm te verkrijgen na in de machine slechts de basisgegevens ingevoerd te hebben. Men kan daarbij bovendien nog een aantal specifieke eisen voegen, zoals: spaar op *die* bewuste plaats een opening met een diameter van zóveel voor het doorvoeren van leidingen. Ofwel: houdt er rekening mede dat het linker gedeelte van het gebouw vanaf de tweede verdieping pas uitgevoerd kan worden, nadat het overige deel gereed zal zijn. Gesteld dat het hier gaat om een staalconstructie, dan ontvangt men onder meer de opgave van de toe te passen staalprofielen en de details van de knooppunten. Natuurlijk wordt hiervoor door de machine geen enkel creatief denkwerk gedaan, doch slechts met behulp van de in het programma verwerkte criteria een keuze gedaan uit een aantal in het programma opgenomen mogelijkheden.

Sedert enkele jaren zijn door de Franse Service Spécial des Autoroutes programma's ontwikkeld voor het zogenaamde automatisch ontwerpen van bruggen. Men heeft slechts een keuze te doen uit een van de brugtypen waarvoor deze programma's opgesteld zijn, de overspanning in te voeren en de machine op te dragen bijvoorbeeld zuinig te zijn in het materiaalverbruik of in het te bekisten oppervlak. De machine levert daarop een ontwerp met, in geval het gaat om een brug in gewapend beton, behalve alle afmetingen ook de buigstaten voor de wapening en de hoeveelhedenstaten voor de materialen en bekistingen.

Het is te verwachten dat de ingenieur binnenkort niet meer vooraf een keuze doet uit de verschillende brugtypen, maar dat hij de machine opdracht zal geven deze onderling op door hem ingevoerde criteria te vergelijken, het dienovereenkomstig beste type uit te zoeken en daarvan het ontwerp te leveren compleet met bestellinglijsten en magnetische- of andere banden die men slechts in een commando-orgaan van een buigmachine heeft te steken om het wapeningsstaal correct gebogen te krijgen.

Hoe verbluffend dit voor de ouderen onder ons nog mag zijn, het is natuurlijk nog maar een kleine stap die de naam „automatisch ontwerpen” nog zeker niet waard is. Daarvoor zouden ook de gegevens van de ondergrond en de keuze van het funderingsstelsel in samenhang

met de bovenbouw in beschouwing genomen moeten worden. Het tijdschema voor de uitvoering zou bijgeleverd moeten worden tesa-men met het benodigd aantal manweken verdeeld over de verschil-lende beroepen, en voor beide zou het optimum bepaald moeten worden in verband met andere werken in uitvoering. Over het in te zetten materieel zouden gegevens moeten worden verstrekt, waarna ook hiervoor een optimum bezettingsgraad gezocht zou moeten worden. Voorts zouden de fabrieken waarin geprefabriceerde con-structie-onderdelen vervaardigd worden, de bij hun vrijkomende capaciteit als invoergegeven moeten verstrekken, zodat ook daarmee rekening gehouden zou kunnen worden.

Met deze opsomming zouden wij nog een tijd kunnen doorgaan om dan tenslotte te belanden bij een centraal alles-regelend programma waarin dan nog de laatst overblijvende variabelen ingevoerd zouden moeten worden. En daarmee zouden wij dan tevens vastgelopen zijn in een onvoorstelbaar star systeem.

Ik keer terug tot de constructief ontwerper die allang uit dit beeld verdwenen is, omdat hij hier niet meer in past. Wij hebben in de onderling afhankelijke vergelijkingen namelijk de mens vergeten en daardoor loopt alles spaak. Hoe belangrijk ook het produkt is dat wij maken, in ons geval het gebouw en in mijn enger betoog de con-structie, belangrijker is *hoe* wij het maken. Van dit *hoe* hangt in hoge mate de geest onder de betrokkenen af en uit dit *hoe* en deze geest kan de inventiviteit ontstaan en daardoor de vernieuwing die deel is van het leven. Mijns inziens is het gebouw niet alleen doel maar ook middel. Het tot stand brengen is voor onze samenleving minstens zo belangrijk als het gebruiken.

De ontwerper is maar een enkeling onder de betrokkenen. De inventiviteit is allermint aan hem alleen voorbehouden, hij kan bij alle anderen liggen en zal in zeer vele gevallen bij anderen zijn oorsprong vinden.

Wie gewoon is op bouwwerken te komen, weet dat men daar vaak met groot plezier werkt, indien tenminste aan ieder wat ruimte wordt gelaten. Zodra men mee kan denken, en vooral wanneer dit denken op vernieuwing gericht is, valt ook de scherpe grens tussen arbeids- en vrije tijd weg. Wanneer inventieve gedachten zich vormen, laten de hersenen zich immers niet zonder meer op het eind van de werkdag omschakelen. In dit verband doet het mij bijzonder veel genoegen hier te kunnen uitspreken dat ik een grote bewondering heb voor heel

veel uitvoerders. Zij hebben een zware, veeleisende taak die alleen door persoonlijkheden vervuld kan worden. En velen onder hen brengen bovendien nog ideeën of suggesties naar voren die, meestal door anderen overgenomen, de eerste stoot betekenen in de richting van later uitgevoerd spuurwerk. Goed contact tussen ontwerper en uitvoerder acht ik dan ook van groot belang. Daarbij wil ik onderlijnen dat iemand die niet open staat voor de ideeën van anderen, geen goed ontwerper kan zijn. Om in de programmeertaal te spreken, zo iemand zou veel te weinig invoergegevens krijgen. En wanneer hij deze ideeën niet met grote soepelheid zou kunnen verwerken, zou hij evenmin een goed ontwerper zijn. Juist combinatievermogen en verbeeldingskracht stellen de ontwerper in staat zijn gedachten zó te vormen dat zij uit-geworpen kunnen worden en daarop in een constructie kunnen worden verwezenlijkt.

Vormen van de gedachten, dus aan iets aanvankelijk vormloos gestalte geven, is een voortgaand proces, het kan niet plotseling en bruusk gebeuren.

Het is daarom wederom geen toeval dat in de laatste tijd de zogenaamde dynamische programma's ontstaan die de ontwerper in staat stellen kennis te nemen van de tussentijdse resultaten die de machine verkrijgt. Desgewenst kan hij de machine van koers doen veranderen of op zijn passen doen terugkeren en op deze wijze voor zijn geestes-oog de constructie naar zijn eigen inzichten doen groeien. Hiermede is de ontwerper in ere hersteld. Nu is weer de mogelijkheid geschapen dat hij tijdens het ontwerp-proces een gedachtensprong kan maken, en wij weten dat het juist dergelijke sprongen zijn die de vooruitgang brengen. Vergeleken met voorgaande generaties, krijgt de ontwerper van heden in de vorm van programma's echter de beschikking over de beste recente informatie en is hij tot grote hoogte verlost van tijdrovend cijferwerk. Met prachtige hulpmiddelen in handen en beschikkend over gewenste gegevens en overgedragen wetenschap, kan hij zich aan het ontwerpen wijden en krijgt hij daarbij ruime kans nieuwe gedachten te vormen. En deze kunnen naar alle zijden gaan, zowel naar de materialen die hij laat verwerken als naar de constructievormen en constructiedelen, zowel naar de constructiemethoden als naar de uitvoeringsmiddelen.

Van veel nieuwe materialen, ik denk daarbij in de eerste plaats aan de uitgebreide groep van de kunststoffen, zijn vooral wat de verandering in de tijd betreft, de eigenschappen nog niet voldoende bekend om hen met vertrouwen in constructies te kunnen verwerken. Vaak

zijn de eigenschappen zozeer afwijkend van die van tot heden toegepaste materialen, dat het beslist niet mogelijk is hen te gebruiken in constructievormen die voor de ons vertrouwde materialen ontwikkeld zijn. Er wordt dan ook naarstig gezocht naar voor zulk materiaal geëigende toepassingsmogelijkheden in eigen constructievormen. Voor de bouw zijn reeds enkele resultaten verkregen, maar er ligt hier voor de ontwerper nog een heel terrein open dat hij in samenwerking met de materiaalkundige kan verkennen. Daarbij zal vaak overwogen moeten worden hoe dit nieuwe materiaal met andere materialen samen zal kunnen of moeten werken. Wanneer de constructie uit geprefabriceerde elementen opgebouwd wordt, en dit zal dikwijls het geval zijn, dient dan bovendien nog te worden overwogen of de samenwerking met het andere materiaal reeds bij de fabricage in het element tot stand gebracht moet worden, of dat dit bij de montage in de constructie moet geschieden.

Misschien ligt het toepassingsgebied van nieuwe materialen meer in constructie-onderdelen dan in gehele constructies. Zo zijn opleggingen gemaakt uit rubber of neopreen al volkomen gemeengoed geworden. De ontwikkeling van vele lijmsorten en daarmee van nieuwe of gewijzigde mogelijkheden tot het samenstellen van constructiedelen, is in volle gang. Toepassing van materialen met een zeer lage wrijvingscoëfficiënt kan in verschillende gevallen zinvol worden.

Van bekende materialen kunnen variant-samenstellingen belangrijk worden. Als voorbeeld noem ik beton dat tot voor kort in constructies alleen toegepast werd met grint of steenslag als grofkorrelig toeslag. In plaats hiervan wordt tegenwoordig soms een lichtwegend toeslagmateriaal gebruikt. Hoewel lichtbeton in vele variëteiten en voor diverse doeleinden al sedert lang bekend is, heeft het als materiaal voor draagconstructies pas in de allerlaatste tijd zijn intrede gedaan. Hiervoor zie ik twee verklaringen. Ten eerste maakt men tegenwoordig gaarne constructies met grote overspanningen omdat ondersteuning in de vorm van kolommen of wanden een goede exploitatie van de onderliggende ruimte bezwaarlijk of in sommige gevallen zelfs geheel onmogelijk maken. Maar om over deze grote overspanningen de nuttige last te kunnen dragen, en hier gaat het toch om, heeft men een relatief zware constructie nodig. En aangezien het gewicht van deze constructie ook gedragen moet worden, gaat het eigen gewicht van de constructie zódanig de doorslag geven en zódanig in prijs doorwerken, ook omdat het gewicht verder afgeleid moet worden naar de fundering, dat een lichter materiaal voordeliger wordt ook al kost het per ge-

wichts- of volume-eenheid vrij aanzienlijk meer. Maar ten tweede verkeren onze traditionele grintleveranciers, de grote rivieren en voornamelijk de Rijn, in moeilijkheden. Voor diegenen onder ons die zich tot de bergen aangetrokken voelen, moge het een geruststellende gedachte zijn, dat de grintfabrikage die met hun afbraak gepaard gaat, beperkt is en dat wij meer grint gebruiken dan de natuur produceert en in de rivieren naar ons toevoert. Wij zijn dan ook bezig onze ijzeren voorraad aan te spreken, die op vele plaatsen onder de grond bedolven ligt als overblijfsel van oude rivierbeddingen en zullen vroeg of laat ook de in de Noordzee gelegen oude beddingen gaan exploiteren. Maar slaagt men erin uit liefst waardeeloos geachte grondstoffen tegen redelijke prijs een vervangingsmateriaal te maken voor het schaarser wordend grint en verkrijgt men daarmee een beton dat eigenschappen bezit die ons goed te stade komen, dan snijdt het mes van twee kanten.

De geniale Franse ingenieur Freyssinet die voor alle ontwerpers de leermeester is geweest voor het toepassen van voorspanning zowel op materialen als op constructies, heeft overwogen glasdraden te gebruiken als voorspanwapening in beton. Hij stuitte hierbij echter op de gevoeligheid van de glasdraad tegen ook maar de geringste beschadiging van zijn oppervlak waardoor de sterkte zeer terugloopt. Deze gevoeligheid vindt men bij alle materialen, maar wordt minder waargenomen naarmate men de bouw van het materiaal gebrekkiger zou kunnen noemen. Men zou in glas dus een edel bouw materiaal kunnen zien. Mocht op deze oppervlakte-gevoeligheid een antwoord gevonden kunnen worden, dan zou voor de glasdraad hoogstwaarschijnlijk een belangrijke carrière in de bouwconstructies open staan.

Mijns inziens verdient het overweging de mogelijke samenwerking van verschillende materialen met uiteenlopende eigenschappen toegepast binnen een en dezelfde constructie, nog eens nader te overwegen. Daarbij zou ik uit willen gaan van de twee eisen die wij aan elke constructie stellen, te weten sterkte en stijfheid. Door deze beide eisen afzonderlijk door te denken en daarop afzonderlijk onder te brengen in verschillende constructiedelen gemaakt uit daartoe meest geëigend en dus waarschijnlijk verschillend materiaal, moet men in meerdere gevallen tot economische constructies kunnen komen. Er bestaan trouwens al fraaie voorbeelden van deze scheiding van sterkte en stijfheid. Bij hangbruggen en verstijfde staaftoogbruggen als de Van Brienoordbrug nabij Rotterdam, wordt door de hangkabel of de boog de sterkte geleverd, terwijl de stijfheid afkomstig is van de

dekconstructie, al of niet in samenwerking met schuin geplaatste ophangstaven. In hangdaken vindt men soms ook deze scheiding, wanneer namelijk de kabels verantwoordelijk zijn voor de sterkte en de dakhuid voor de stijfheid moet zorgen. In het algemeen zouden wij willen stellen dat voor constructies waarbij door knik- of plooiagevaar de sterkte-eigenschappen niet vol benut kunnen worden, hetgeen onder meer bij verschillende schaalconstructies het geval is, de mogelijkheid bestaat de noodzakelijke verstijving op te dragen aan andere elementen die geen deel nemen aan de krachtoverdracht. Dan ontstaan constructies waardoor de krachten vloeiend worden weggeleid, en die in het geval zij daarbij de stabiliteit zouden dreigen te verliezen, prompt doch zonder grove nadruk steun krijgen van andere constructiedelen. Het is hiermee als met de klimmer die het even te machtig dreigt te worden en die dankzij een tijdig aanhalen van het touw of een juist geplaatste aanwijzing het zelfvertrouwen herwint.

Het doordenken naar extreme antwoorden, zoals dat in de laatste jaren onder andere gebeurt bij berekeningen volgens de breukmethode, kan ook in stabiliteitsproblemen helder opgebouwde rekenmethoden opleveren. Men vraagt zich dan af hoeveel verstijvingshulp een constructiedeel nodig heeft om net niet te knikken of te plooiën, hoeveel het te hulp komende deel op zijn beurt juist nodig heeft om de gevraagde hulp te kunnen verlenen, en zet dit voort tot de keten gesloten is. Wanneer ook bij het sluiten de gevraagde hulp verleend kan worden, is de hele keten buiten knik- of plooiagevaar.

Door extreem door te denken naar een minimum aan materiaalverbruik kwam de Amerikaanse ingenieur R. Buckminster Fuller tot verrassende resultaten. In zijn zogenaamde geodetische constructies, waarvan sinds de tentoonstelling te Montréal het doorzichtig bolvormig paviljoen van de Verenigde Staten een aan allen bekend voorbeeld is, gebruikt hij de trek- en drukelementen op uiterst rationele wijze, waardoor hij met een zeer laag constructiegewicht een grote sterkte en stijfheid verkrijgt. Hoewel een minimum aan materiaalverbruik allerminst een optimum voor de kostprijs, de uitvoeringstijd en andere aan de constructie te stellen criteria betekent, en het toepassingsgebied van deze constructies slechts beperkt is, is het bijzonder nuttig dat ontwerpers zich de gedachtenontwikkeling van Buckminster Fuller eigen maken. Hier ligt een parallel met de schaalconstructies die ook slechts een beperkt toepassingsgebied hebben, maar tot het algemene constructieve inzicht veel hebben bijgedragen.

Nu steeds meer hoge gebouwen vrijrijzen, zijn de constructieve

maatregelen welke voor de stabiliteit genomen moeten worden, onderwerp van veler studie. Hieraan gaat gepaard het onderzoek naar de werking van de wind die op verschillende delen van het geveloppervlak buitengewoon uiteen kan lopen, en voor de constructie in zijn geheel genomen weer een andere betekenis heeft. Dat op een groep hoge gebouwen de wind weer een andere uitwerking kan hebben is recent in Engeland gebleken waar onder een zware wind drie koeltorens uit een groep van acht instortten. Ook op dit terrein komt de ontwerper voor problemen te staan waarop geen strakke antwoorden te geven zijn.

Uitvoeringsmethoden hebben vaak een grote invloed op de keuze van de constructie en zijn hiervan dikwijls niet gescheiden te denken. Enerzijds moet de ontwerper dus geheel vertrouwd zijn met de mogelijkheden die in de uitvoeringsmethoden liggen besloten, anderzijds ligt het voor de hand dat hij vooraan moet staan in hun ontwikkeling. Zo heeft het gebruik van bentonite-emulsie om bij het graven van gaten en sleuven de wanden in stand te houden, soms een van vroeger geheel verschillende aanpak van funderingen en andere in de grond uit te voeren werken ten gevolge. Een fraai voorbeeld vinden wij in eigen land op Schiphol waar de spoorwegtunnel met behulp van deze methode is uitgevoerd. Ook een methode waarmee putten, kokers en wanden in de grond gebracht kunnen worden onder vrijwel totale uitschakeling van de wrijving tussen de grond en de wand, dank zij een zich bij het inbrengen afwikkellende plastic-folie welke voorzien is van smeerlagen, bergt evenals de toepassing van bentonite nog meer mogelijkheden in zich.

Om door damwanden omsloten bouwputten vrij te houden van hinderlijk stempelwerk, kan men voor ronde- of elliptische kuipen gebruik maken van stempelringen. Ook in rechthoekige bouwkuipen kunnen elliptische stempelringen gebruikt worden. Men kan zich echter afvragen of bij daartoe geëigende grond het stempelwerk niet gemist kan worden door in de grond een vacuum te trekken.

Een buitengewoon veelbelovende methode van uitvoering voor hoge gebouwen is de vjzelmethode. Deze methode, tot stand gekomen door samenwerking van bouwkundige, civiele en werktuigbouwkundige ontwerpers, dwingt een rationele organisatie op het bouwwerk af, maar doet dan ook een in alle opzichten goed rendement verkrijgen zonder de constructie van het gebouw in een keurslijf van eisen te steken. Langs de lijnen van het hier gevolgde denken zullen nog andere mogelijkheden ontwikkeld kunnen worden.

Om mijn verre van compleet overzicht van het terrein dat de ontwerper met inventieve geest ter verdere exploratie open ligt, te besluiten, wil ik erop wijzen dat hij er groot belang bij heeft ook zijn aandacht te geven aan de ontwikkeling van uitvoeringsmiddelen. Hierin kan hij soms voorop gaan, soms gesprekspartner zijn. Over nieuw materieel voor fabricage, transport en montage dat altijd in samenhang staat met de constructie zelve, kan hij zijn fantasie nuttig laten gaan. Trilapparaten zijn in de bouw al lang bekend, doch nieuw zijn apparaten waarvan de frequentie zich instelt op de variabele eigen frequentie van in de grond te drijven stalen palen en -planken. Vermoedelijk liggen voor dit soort apparaten nog meer toepassingsmogelijkheden open. Het principe dat ten grondslag ligt aan een hydraulisch werkend heiblok met regelbare stootkracht waarmee palen met een minimale kans op beschadiging sneller de grond in worden gedreven dan met tot heden ontwikkeld heimaterieel, zal ook voor andere doeleinden toegepast kunnen worden.

Nieuwe constructies en nieuwe constructiemethoden vragen nieuwe uitvoeringsmiddelen. Omgekeerd worden nieuwe constructies en nieuwe constructiemethoden mogelijk doordat nieuwe uitvoeringsmiddelen ontwikkeld worden. In de fascinerende wisselwerking tussen beide moet de ontwerper een rol spelen.

Tenslotte wil ik nog een laatste, tot hiertoe niet genoemde, variabele in de vergelijkingen invoeren. Het is namelijk niet voldoende op elk knooppunt in het bouwproces een mens te plaatsen; ook de condities waaronder deze werkt zijn van belang. En mij weer tot de constructief ontwerper beperkend, acht ik het een vereiste dat de organisatie waarbinnen hij geplaatst is, hem stimuleert, zoals hij op zijn beurt degenen die de constructie tot stand moeten brengen dient te stimuleren. Van enorm belang zo niet onontbeerlijk is de strijd, de competitie met ideeën van anderen.

Het grootste deel van mijn actieve leven bracht ik in België door. Naast de zeer vele andere redenen waarom ik aan land en volk gehecht ben, staat mijn bewondering voor de sportieve wijze waarop men openstaat voor de constructieve oplossingen van anderen. De overheidsinstanties gaan hierin voor door het uitschrijven van wedstrijd-aanbestedingen of het open stellen van de mogelijkheid tot het indienen van varianten op het door de overheidsdienst zelve opgemaakt ontwerp. Het bezwaar dat men tegen deze procedures soms invoert, te weten dat de beoordeling moeilijk en mede daardoor soms subjectief

is, acht ik in het niet te vallen tegenover de grote voordelen die de competitie van ideeën heeft.

Nu met de integratie van ons West-Europa het ook voor de ontwerper reëel mogelijk wordt zich met zijn collegae uit andere landen te meten, ben ik overtuigd dat het algemeen belang gediend is met het waar mogelijk openstellen van de mogelijkheid variant-construc-ties naar voren te brengen.

Ik betuig mijn eerbiedige dank aan Hare Majesteit de Koningin mij tot buitengewoon hoogleraar aan deze Technische Hogeschool te hebben willen benoemen.

Mijne heren curatoren,

Voor het vertrouwen dat U in mij stelde toen U mij voor deze benoeming wilde voordragen, ben ik U zeer erkentelijk. Ik hoop het te beantwoorden met de inzet van mijn persoon.

Mijne heren leden van de senaat,

Iedere maal dat ik naar Eindhoven komend in Uw midden mag zijn, is dit voor mij een bijzonder genoegen. Voor de grote vriendelijkheid en hulpvaardigheid die ik van U mag ondervinden, dank ik U van harte.

Waarde Habraken, waarde Huisman,

Het is geen toeval dat ik een beklimming door drie personen beschreef. Dit aantal geldt namelijk als het beste voor een goed evenwicht tussen snelheid en zekerheid van de klimmers. Het bijzondere ogenblik waarop wij ons op de zevende verdieping van het hoofdgebouw tot één cordée verenigden, werd zoals het behoort alleen gemarkeerd door de woorden „Ja, nu beginnen wij”. Sindsdien geniet ik van onze samenwerking.

Dames en heren medewerkers van de afdeling der bouwkunde,

Het is een vreugde Uw enthousiasme te beleven bij de organisatie van onze nieuwe afdeling. Een speciaal woord van dank richt ik hierbij aan Ir. J. Houtekamer voor zijn toegewijde medewerking.

Waarde toehoorders,

Uit de aard der zaak ben ik in mijn leven met velen verbonden geweest. Hen die voor mij „premier de cordée” waren, zou ik willen danken voor hun voorbeeld, hen die met mij waren verbonden, voor hun vriendschap en vertrouwen. Van degenen op wie ik doel, waren of zijn velen in dienst van de maatschappij waarvan ik nu al vele jaren deel uitmaak. De grondleggers van deze maatschappij en zij die na hen kwamen, hebben haar zódanig georganiseerd en bezielde dat individuele ontplooiing gepaard gaat met werk in team-verband. Deze geest te mogen helpen bewaren is een voorrecht.

Monsieur Collard,

Pendant de nombreuses années nous avons formé une équipe à deux. Parlant symboliquement: nous avons fait une longue ascension „en première”. C'est une folie, à moins de se connaître et de s'y connaître et d'avoir une confiance mutuelle et totale. C'était le cas.

Dames en heren studenten in de bouwkunde,

De nog geheimzinnige maar o zo boeiende taal van de bergen, in casu van de bouwkunde, heeft U op weg doen gaan en U hierheen gevoerd. Hoe fascinerend ook het klimmen is, het moet geleerd worden. Zolang U niet of onvoldoende weet hoe U van de materie gebruik moet maken, hoe U op de beste wijze krachten moet aanwenden en hoe gegevens te beoordelen en daarop beslissingen te nemen, zal iedere vordering U grote inspanning vragen. Het doet mij genoegen mede te kunnen werken U de techniek eigen te maken: ik verzeker U dat het ogenblik komt dat het klimmen U een ware vreugde wordt. Van harte hoop ik dat U zich hierbij zult verbinden met vrienden van verschillende studierichtingen der bouwkunde.

Ik heb gezegd.