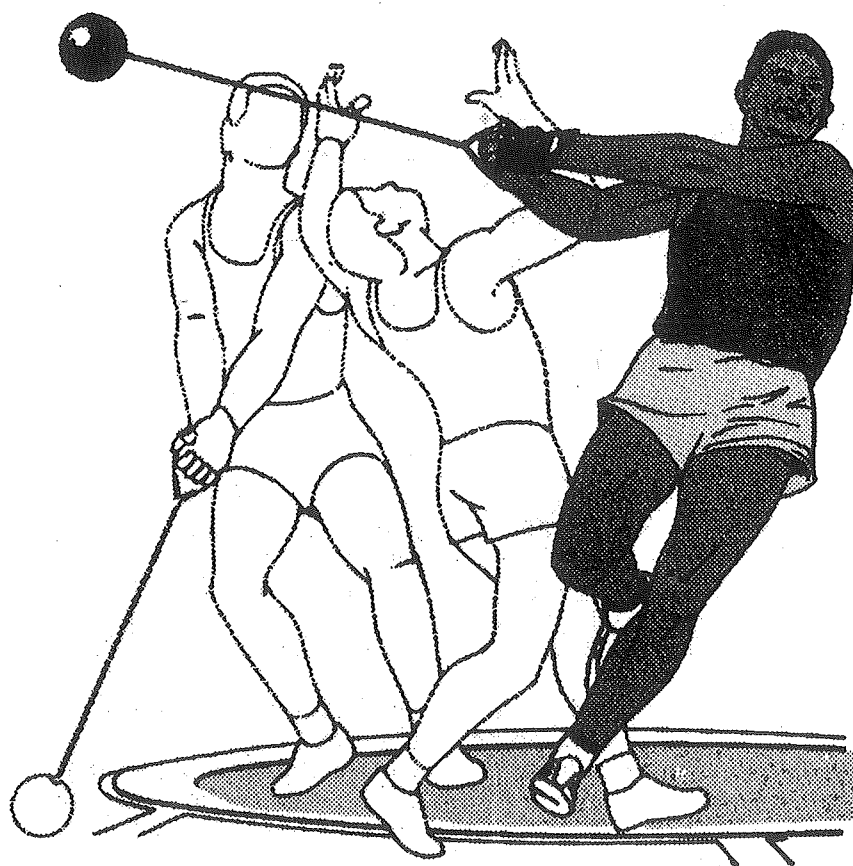


17729

FC 25 — BEGINSELEN ONTWERPEN, PLANNING EN ORGANISATIE

syllabus deel 2

METHODISCH ONTWERPEN



1729 1626

VAKGROEP CIVIELE PLANOLOGIE
AFDELING CIVIELE TECHNIEK
TECHNISCHE HOGESCHOOL DELFT

SYLLABUS COLLEGE BEGINSELEN ONTWERPEN, PLANNING EN ORGANISATIE

fc25

DEEL 2 : Methodisch ontwerpen

(samenvatting van de op het college
behandelde stof)

prof. ir. A.A.J. Pols.

C10081
69003



P1729
1626



Technische Hogeschool Delft
Afdeling der Civiele Techniek
VAKGROEP CIVIELE PLANOLOGIE

BIBLIOTHEEK TU Delft
P 1729 1626



C 816900

UITGAVE okt. 82			fc25.K ¹	852061					f. 2,50
--------------------	--	--	---------------------	--------	--	--	--	--	---------

1. Het ontwerpproces

1.1. Inleiding

Wie een concreet ontwerpproces onder de loep neemt, komt tot de ontdekking dat het "totale ontwerpgebeuren" een grote verscheidenheid van deelprocessen en activiteiten omvat: gegevensverzameling, onderzoek, ideevorming, schetsen en tekenen, rekenen, begroten, samenwerking en overleg, besluitvorming en goedkeuring. Ontwerpen is een veelzijdig en gecompliceerd gebeuren dat zich niet gemakkelijk laat afbakenen en typeren. De ontwerpproblematiek wordt hier benaderd vanuit het gezichtspunt van de individuele ontwerper die zijn eigen denk- en werkproces moet structureren. Het denkproces is in het totale ontwerpgebeuren het meest wezenlijk; het is als het ware de "spil" waarom al het andere (taakverdeling en samenwerking, communicatie, besluitvorming) draait.

Ontwerpen wordt opgevat als een gefaseerd, besluitvoorbereidend, denk- en werkproces, waarin informatie verzameld en bewerkt wordt.

Een gefaseerde benadering en werkwijze is noodzakelijk; het ontwerp-probleem is niet in één stap op te lossen, daarvoor is de sprong tussen probleem en oplossing te groot. Ontwerpproblemen zijn zo omvangrijk en gecompliceerd dat ook een ervaren ontwerper niet in staat is deze volledig te overzien en in een paar denkstappen op te lossen. Het streven naar een duidelijke fasering van het ontwerpproces vloeit niet alleen voort uit de behoefte van de ontwerper. Fasering is een noodzakelijke voorwaarde voor taakverdeling en coördinatie binnen een samenwerkingsverband. Bovendien kan door fasering een betere afstemming worden verkregen op de toetsings- en goedkeuringsprocedures van de opdrachtgever en de verschillende overheidsinstanties.

De ontwerper is, door zijn tekort aan informatie en kennis en zijn beperkte bevattingsvermogen, wel gedwongen het ontwerpprobleem op te splitsen in onderdelen en aspecten die betrekkelijk onafhankelijk van elkaar kunnen worden gezien en het ontwerpproces in fasen in te delen. Door het ontwerpproces in een aantal fasen te verdelen wordt het overzichtelijker en beter beheersbaar. De fasering legt globaal vast hoe en in welke volgorde er gewerkt wordt aan het probleem als geheel of aan bepaalde onderdelen of aspecten ervan. Om effectief te zijn moet de gefaseerde werkwijze wel aan de voorwaarde voldoen dat opeenvolgende stappen zo veel mogelijk op elkaar kunnen voortbouwen, zodat de oplossing bij elke stap dichterbij komt.

Hoewel het ontwerpproces bewust geordend wordt, legt de fasering het verloop ervan niet volledig en tot in detail vast. Dit zou ook onmogelijk en/of onwenselijk zijn, omdat het inzicht in het op te lossen probleem tijdens het ontwerpproces gaandeweg toeneemt; ontwerpen is een leerproces. In het begin van het ontwerpproces kan nog niet volledig en gedetailleerd worden vastgelegd wat elke fase precies inhoudt tot welk resultaat elke fase moet leiden. Ontwerpen is een creatief denkproces en geen routinematig werkproces; daardoor is het maar tot zekere hoogte vooraf te plannen. De ontwerper zal altijd ook improviserend te werk moeten gaan! De logische ordening is een kader of stramien waarbinnen de ontwerper zijn activiteiten kan plaatsen en ordenen en geen bindend voorschrift of recept. De ontwerper moet in het begin niet meer vastleggen dan noodzakelijk is en redelijkerwijs mogelijk is. Een werkplan heeft dus alleen de fasering in hoofdlijnen en een tijdsplan in hoofdlijnen vast te leggen. Door de fasering kan de planning en organisatie van elke volgende stap steeds worden aangepast aan de inmiddels verkregen inzichten en resultaten. Wel zal steeds moeten worden vastgesteld, door een vergelijking van beoogde en bereikte

resultaten, of voldoende vooruitgang wordt geboekt. De ontwerper staat dus steeds voor de beslissing bepaalde bewerkingen nog eens over te doen of verder te gaan: als blijkt dat de gestelde doelen te hoog zijn gegrepen en niet realiseerbaar zijn kunnen de wensen en eisen worden bijgesteld. De werkwijze kan eveneens worden aangepast. De volgorde van de fasen en de bewerkingen die daarin plaatsvinden moet zó worden gekozen dat de fasen zo veel mogelijk na elkaar kunnen worden afgerond en dat er niet voortdurend op voorafgaande beslissingen behoeft te worden teruggekomen.

Het ideaal van een rechtlijnig verlopend proces, bestaande uit vooraf vastgelegde en logisch op elkaar volgende stappen is, bij ontwerpproblemen van enige omvang en complexiteit, echter niet realiseerbaar. Er zijn voortdurend terugkoppelingen nodig, zowel binnen een bepaalde fase als tussen op elkaar volgende fasen. Er moet voortdurend in gedachten vooruitgelopen worden op wat nog moet gebeuren en op de mogelijke consequenties van te nemen beslissingen. Het gewenste eindresultaat wordt door herhaling stapsgewijze benaderd.

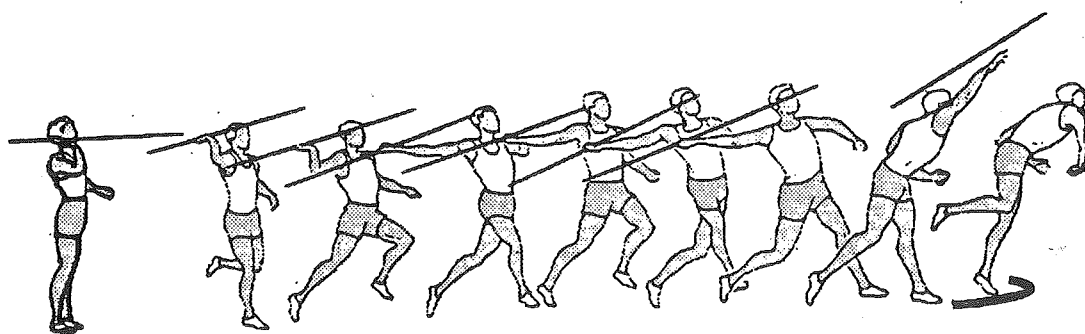
Met het oog op de ontwikkeling van een methodische aanpak van het ontwerpproces kunnen vier deelproblemen onderscheiden worden waarmee de ontwerper wordt geconfronteerd:

- om welk probleem gaat het eigenlijk;
- welke eisen en wensen worden er aan mogelijke oplossingen gesteld;
- welke oplossingen zijn mogelijk;
- welke van de mogelijke oplossingen is de beste?

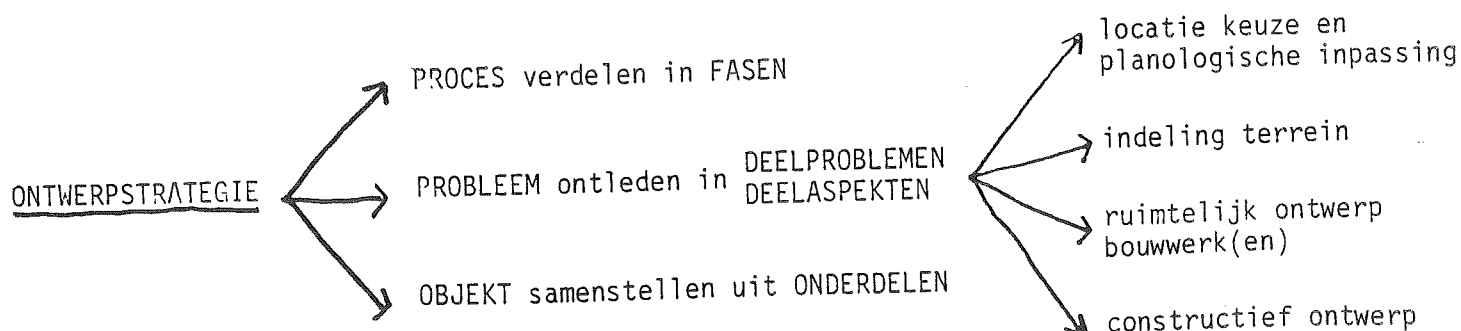
Het totale parcours dat bij het methodisch ontwerpen moet worden afgelegd wordt, ter wille van de overzichtelijkheid, in een zestal "etappes" onderscheiden:

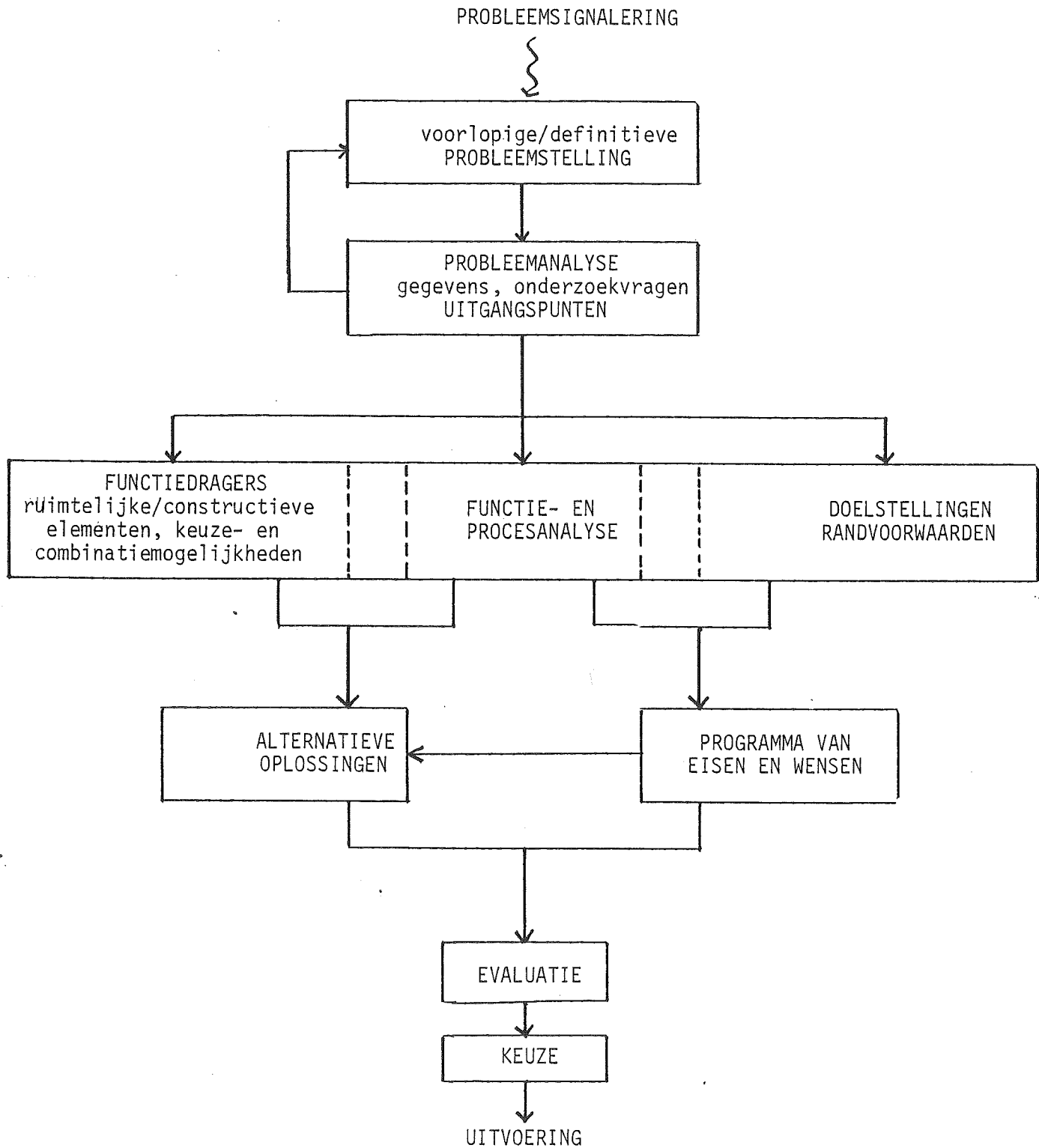
- het formuleren van een probleemstelling, probleemanalyse;
- het formuleren van uitgangspunten, doelstellingen en randvoorwaarden;
- functie- en procesanalyse;
- het opstellen van een programma van eisen en wensen;
- het genereren en selecteren van alternatieven;
- evaluatie en keuze.

De opeenvolgende etappes worden in hoofdlijnen toegelicht.



van GLOBAAL naar GEDETAILLEERD werken





METHODISCHE OPZET ONTWERPPROCES

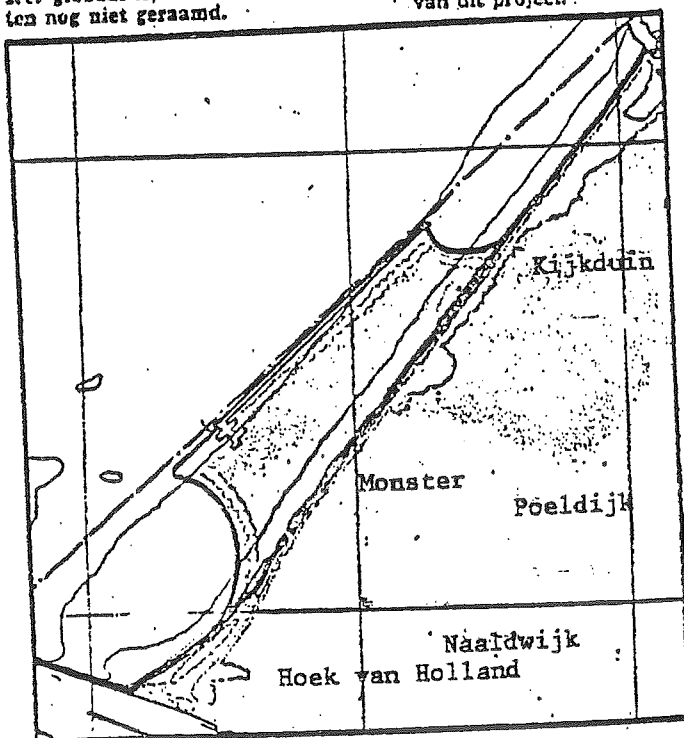
VOOR TWINTIGDUIZEND HUIZEN Nieuwe stad voor kust op verdronken land

AMSTERDAM — De Stevin-groep (aannemers) ziet mogelijkheden om zo'n twintig duizend woningen te bouwen op een stuk verdronken land voor de Nederlandse kust tussen Kijkduin en Hoek van Holland. De huizen kunnen worden gebouwd op een stuk land van circa 1300 hectare, waar tevens ruimte is voor kantoren, winkels en recreatie. Het opspuiten van het land kost volgens Stevin 600 miljoen gulden.

Van het nieuw te winnen land is 240 hectare gedacht als duingebied. Er moet rond 450 miljoen worden uitgetrokken voor de kustverdediging plus nog een dikke 100 miljoen voor de ophoging van het duingebied. De kosten van de infrastructuurwerken zoals wegen en dergelijke ten behoeve van de stadsaanleg zijn in principe niet afwijkend van de kosten in een bouwlocatie elders, aldus Stevin. Mede omdat het stedenbouwkundig plan nog zeer globaal is, heeft Stevin deze kosten nog niet geraamd.

Volgens het aannemersbedrijf kunnen met het nieuwe land en de twintig duizend woningen precies de behoefte van Den Haag worden gedekt. De thans bekende woonbehoefte van de gemeente Den Haag bedraagt inderdaad zo'n twintig duizend woningen tot het jaar 1990. De plannen voor de landaanwinning in zee heeft Stevin inmiddels aangeboden aan de betrokken overheidsinstanties als een mogelijke oplossing voor het gebrek aan uitbreidingsmogelijkheden in de Haagse regio. Het plan is voorlopig Nieuwduinen genoemd.

Het idee om het aan de zee verloren land weer terug te winnen is niet nieuw. Al eerder heeft projektontwikkelaar Polyzate een idee geopperd om voor Scheveningen in zee huizen te bouwen. Twee leden van de Haagse gemeenteraad hebben vervolgens dit idee verder ontwikkeld tot een veel groter project om land te winnen ten behoeve van woningbouw. Het Stevin-plan ligt min of meer in het verlengde van dit project.



Het stuk verdronken land voor de kust tussen Kijkduin en Hoek van Holland dat een nieuwe stad kan herbergen.

Den Haag zoekt al geruime tijd uitbreiding voor de ruim 20 duizend woningzoekenden in de gemeente. In totaal heeft Den Haag zo'n 475 duizend inwoners. Er zijn al diverse mogelijkheden genoemd om die uitbreiding te realiseren. Mogelijkheden die tot nu toe niet bepaald met grote eensgezindheid zijn begroet.

Stevin acht het verdedigbaar de kosten van de kustverdediging geheel of voor een groot deel ten laste van de algemene (overheids)middelen te brengen. De kosten zullen niet gering zijn, maar, aldus Stevin, de aankoopkosten van een gelijksoortig gebied in het Westland dat even gunstig ligt ten opzichte van Den Haag zullen evenzeer bijzonder hoog zijn. Met alle schade-loosstellingen, renteverliezen en procedurekosten alsmede met bijzondere lasten als de bijdragen voor stadsuitleg kunnen deze in een gelijke orde van grootte worden geschat als de ophogingskosten voor dit nieuwe gebied, zo zegt Stevin.

De grondkosten zullen derhalve naar de mening van Stevin niet onaanvaardbaar hoger zijn dan op bouwlocaties elders indien aanvaard wordt, dat de kustverdediging een zaak is die kan worden bekostigd uit de algemene middelen.

In het plan van het aannemingsconcern zijn twee kernen geprojecteerd met elk een duidelijk eigen gezicht. De noordelijke kern kan in verband met de nabijheid van Scheveningen en Kijkduin het best een karakter hebben van een woongebied in de duinen, terwijl het zuidelijk deel door een meer zeegericht karakter de aantrekkelijkheid van Hoek van Holland zal kunnen versterken. Beide kernen zullen van elkaar gescheiden worden door een open middengebied waarin „op een landschappelijke wijze recreatieve voorzieningen zullen worden ondergebracht“.

Een woordvoerder van gemeente Den Haag zei nog geen commentaar te willen geven op het plan Nieuwduinen. Zij voegde er wel aan toe, dat uitbreiding landinwaarts op talloze problemen stoot. Een meerderheid van de gemeenteraad heeft al eerder haar interesse uitgesproken voor uitbreiding via landwinning aan de Noordzeekust. Stevin heeft het plan met een kleine groep van 2 à 3 man in enkele maanden opgesteld.

2. Het formuleren van de probleemstelling, probleemanalyse

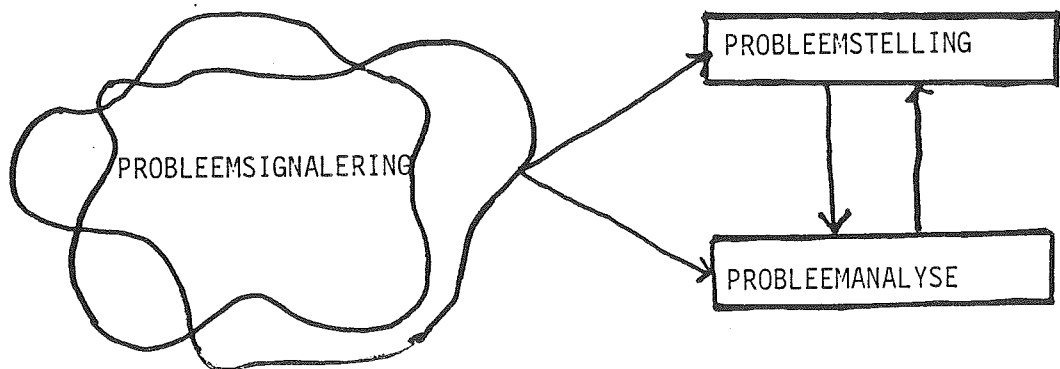
2.1. Probleemsignalering

De ontwerper moet oplossingen proberen te vinden voor problemen die meestal door anderen (de direkt betrokkenen, bestuurders, politici) worden aangedragen. Een probleem wordt ervaren als een afwijking ("discrepantie") tussen een bestaande situatie of te verwachten ontwikkeling en een, op grond van doelstellingen, gewenste situatie of ontwikkeling. De doelvoorstelling fungeert daarbij als norm. Een situatie of ontwikkeling kan uitsluitend op grond van veranderde percepties of gestegen "aspiraties" als problematisch worden bestempeld; er behoeft niet altijd werkelijk een verandering in een concrete situatie op te treden, wil er sprake zijn van een probleem.

De problemen waarmee de ontwerper wordt geconfronteerd zijn als regel alleen nog maar globaal en onnauwkeurig omschreven: tekorten aan parkeer-, lig- en opstelplaatsen, ruimtegebrek, verkeerscongestie, onveiligheid, wateroverlast of -tekorten, verzilting, andere vormen van bodem- en waterverontreiniging, geluidhinder, e.d. De probleemsignalering die aan elke ontwerpopdracht vooraf gaat, is vaak erg oppervlakkig. Er worden veelal alleen maar "symptomen" waargenomen; de achterliggende oorzaken blijven doorgaans buiten het gezichtsveld. Als er verschillende partijen met uiteenlopende belangen in het spel zijn is het ontwerpprobleem bovendien alles behalve eenduidig. Wat door sommigen als ongewenst of problematisch wordt ervaren (doorgaand verkeer door een woonstraat) kan door anderen juist als iets nastrevenswaardigs of als een aantrekkelijke optie ("sluiproute") worden beschouwd. Onder deze omstandigheden is een definitieve en, in alle opzichten en voor alle betrokkenen, "optimale" oplossing bij voorbaat uitgesloten; de uiteindelijk gekozen oplossing zal het karakter hebben van een meer of minder aanvaardbaar compromis. Het gebrek aan overeenstemming over wat problematisch of wenselijk is, vormt op zichzelf een probleem waarmee de ontwerper bij het ontwikkelen en beoordelen van mogelijke oplossingen ter dege rekening zal moeten houden.

Een probleem zoals zich dat in de werkelijkheid voordoet is geén objectief gegeven. Probleemsignalering berust niet op onbetwistbare feiten en strikt-logische redeneringen (waar geen speld tussen te krijgen is!), maar op subjectieve waarnemingen en toekomstverwachtingen en op persoons- en groepsgebonden waarde-oordelen. De waarde-oordelen (veilig/onveilig, aanvaardbaar/onaanvaardbaar, nuttig/schadelijk, e.d.) blijven meestal impliciet. De waarnemingen kunnen gekleurd en uiterst onnauwkeurig zijn; de subjectief beleefde situatie kan sterk afwijken van de feitelijke situatie. (Bij een ongeval heeft meestal elke getuige iets anders gezien!) De toekomstverwachtingen kunnen, bij nadere beschouwing, niet of nauwelijks gefundeerd en uiterst onaanvaardbaar blijken. Problemen (onveiligheid, slechte verbindingen) worden bovendien vaak al direkt in termen van een specifieke oplossing geformuleerd: het ontbreken van een dam, brug of tunnel. De neiging bestaat om, bij de formulering van een probleem en het zoeken naar oplossingen, te beginnen met iets waarmee we al bekend zijn of wat het meest voor de hand ligt. De vergelijking dringt zich wel eens op met de dronkaard die in het holst van de nacht zijn sleutels onder een lantaarnpaal zoekt. niet omdat ze daar verloren zijn maar omdat het daar, door de goede verlichting, het gemakkelijkst zoeken is! Het belang van een grondige bezinning op het aangedragen probleem en de bedachte oplossingen, in de beginfase van het ontwerpen, kan dan ook niet voldoende worden benadrukt. Het direkt in concrete oplossingen denken sluit de mogelijkheid van

wezenlijk verschillende alternatieven of geheel nieuwe oplossingen vrijwel uit. In het kader van zo'n beperkte probleembenadering kunnen alleen nog maar "varianten" worden ontwikkeld. De probleemstelling en -analyse moeten ruimte bieden voor een onderlinge afweging van mogelijke civiel-technische oplossingen en anderssoortige maatregelen: organisatorische, financieel-economische, wettelijk-bestuurlijke. De gevraagde uitbreiding van een goederenloods kan wellicht achterwege blijven als het voorraadbeheer verbeterd wordt. Uitbreiding van de parkeergelegenheid behoeft niet het meest geëigende middel te zijn om de bereikbaarheid, van de binnenstad bijvoorbeeld, te vergroten. De ontwerper moet zich niet te snel op specifieke oplossingen (laten) vastleggen, vooral als het probleem waarvoor een oplossing gevonden moet worden nog nauwelijks is onderzocht en er nog geen duidelijk inzicht bestaat in het scala van mogelijke oplossingen of in de eisen die aan de "probleemoplossingen" worden gesteld. De therapie behoort op de diagnose te volgen en niet daaraan vooraf te gaan!



2.2. Probleemstelling

Niet ten onrechte wordt wel gesteld dat een goede probleemstelling al de halve oplossing is. De probleemstelling is zowel voor de planning en organisatie van het ontwerpproces als voor de communicatie met de opdrachtgever van cruciale betekenis. Misverstanden over wat het probleem nu eigenlijk is moeten zo veel mogelijk vermeden worden. Door een goede probleemstelling kan ook worden voorkomen dat in de beginfase, in het wilde weg, allerlei gegevens worden verzameld die achteraf overbodig of nutteloos blijken.

Bij het formuleren van de probleemstelling gaat het erom datgene wat als ongewenst of problematisch wordt beschouwd, beknopt, in hoofdlijnen, weer te geven. Een probleem is eerder omschreven als een afwijking tussen een bestaande situatie of te verwachten toekomstige ontwikkeling en een gewenste situatie of ontwikkeling. Géén van deze componenten mag in de probleemstelling ontbreken. Voorts is het van belang aan te geven wie het probleem als zodanig ervaren en/of daadwerkelijk moeten oplossen, door naar de betrokken bevolkingsgroepen, organisaties en instellingen of bestuursorganen te verwijzen. Het probleem komt anders wel erg in de lucht te hangen. De probleemstelling "Er is geen directe fietsverbinding tussen de TH-wijk en de Krakeelhof" (ontleend aan een 2e jaarsproject) is formeel géén probleemstelling maar een constatering; er wordt hoogstens een probleem gesuggereerd! (Een noodzakelijke aanvulling zou zijn: "..... hoewel daaraan vooral bij

studenten behoefte bestaat.) Om tot een verantwoorde probleemstelling te komen moet het probleem in eerste instantie vanuit het gezichtspunt van de betrokkenen worden benaderd en niet vanuit eigen voorkeuren en vooropgezette ideeën. De formulering van het ontwerpprobleem zal zorgvuldig moeten worden afgestemd op de behoeften en verlangens van de opdrachtgevende organisatie of gemeenschap. In het praktijk-voorbeeld "Stad in Zee" is het "werkelijke" probleem niet het winnen van land uit zee of het opspuiten van zand voor een nieuwe bouwlokatie. Dit zijn slechts afgeleide ontwerp- en onderzoekproblemen; het gaat uiteindelijk om (de oplossing van) de huidige en toekomstige woningnood.

Een eerste probleemverkenning kan worden uitgevoerd aan de hand van de verschillende "probleemdimensies of -aspecten": wat, wie, waar, wanneer, waardoor, waarom of waartoe.

Het ontwerpprobleem wordt meestal eerder te eng dan te ruim afgebakend. Bij een te nauwe begrenzing blijven allerlei relevante invloedsfactoren en mogelijke gevolgen buiten het gezichtsveld, waarmee de ontwerper wel degelijk rekening zou moeten houden bij het ontwikkelen en beoordelen van alternatieve oplossingen. Een probleem kan niet geïsoleerd worden gezien; er zal in ruimere kaders moeten worden gedacht: in de tijd, ruimtelijk, bestuurlijk, maatschappelijk en ecologisch.

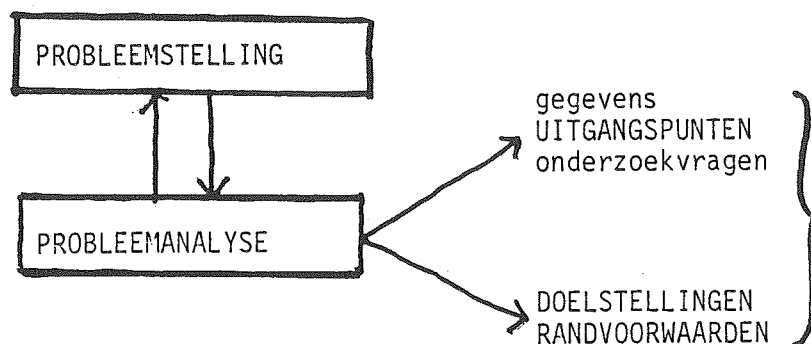
Omdat civiel-technische projecten een lange levensduur en voorbereidingstijd hebben zijn ontwikkelingen op langere termijn van de behoeften en van de omgeving (waarin het bouwwerk in de toekomst zal moeten functioneren) doorslaggevend. Het al dan niet uitvoeren van andere bouwplannen bijvoorbeeld kan van doorslaggevende betekenis zijn. Behalve met de wensen en eisen van degenen voor wie het bouwwerk bestemd is (toekomstige gebruikers, opdrachtgever) zal ook rekening moeten worden gehouden met de belangen van degenen die, tijdens de uitvoering of in de gebruiksfase, de invloed van het project ondervinden. De ontwerper kan zich niet tot de bouwlokatie en de directe omgeving ervan beperken. Door de aanleg van een kunstmatig eiland bijvoorbeeld kan de kustlijn verderop worden aangetast of de verkeersinfrastructuur op het land worden overbelast. De verbreding van een weg of situering van een parkeergarage kan elders tot congestie leiden. Bij de plaatskeuze van een nieuwe school, een sportcomplex of recreatiegebied zal rekening moeten worden gehouden met plannen voor afbraak of nieuwbouw in de omgeving en met de situering en het verzorgingsgebied van reeds bestaande soortgelijke voorzieningen.

Problemen kunnen ook te ruim worden afgebakend. Om de verkeersregeling op een bepaald kruispunt te verbeteren heeft niet de totale verkeersproblematiek van de stad of het gewest te worden onderzocht en opgelost. De formulering van het ontwerpprobleem moet worden afgestemd op de - in de gegeven situatie - beschikbare middelen en de voorhanden zijnde of denkbare oplossingsmogelijkheden.

Het streven naar verruiming en de noodzaak van beperking kunnen tot op zekere hoogte met elkaar worden verenigd door een globale, breed opgezette probleemverkenning uit te voeren. De probleemstelling fungeert dan niet zozeer als kader waarbinnen een nadere probleemanalyse moet plaatsvinden, maar als vertrekpunt en invalshoek.

Zo'n ruime probleemverkenning kan het beste in groepsverband gebeuren, door middel van "brainstorming". Daarbij wordt gestreefd naar een ongeremde produktie van spontane invallen en nieuwe ideeën; onmiddellijke kritiek wordt verboden. Daarna vindt een beoordeling plaats op relevantie en bruikbaarheid en wordt het probleem bewust ingeperkt en tot hanteerbare proporties teruggebracht. Bij omvangrijke en gecompliceerde projecten komt de probleemstelling meestal niet in één keer tot stand maar in een paar ronden van nadere analyse en herformulering.

Een strikte scheiding tussen probleemformulering en -oplossing is bij het ontwerpen meestal niet mogelijk; het inzicht in het op te lossen probleem neemt tijdens het ontwerpproces geleidelijk toe.



2.3. Structurering van het ontwerpprobleem

De nadere probleemanalyse richt zich in eerste aanzet op de bewuste structurering van het ontwerpprobleem. Daarbij moet worden nagegaan welke informatie vereist en beschikbaar is. Als de vereiste gegevens ontbreken, zullen onderzoekvragen en "uitgangspunten" moeten worden geformuleerd. Uitgangspunten, in de zin van "expliciete vooronderstellingen", kunnen worden beschouwd als zelf-gekozen beperkingen van ontwerp- en onderzoekactiviteiten. Het onderscheid tussen beschikbare gegevens, onderzoekvragen en, eventueel voorlopige, vooronderstellingen is uiteraard voor het opstellen van een werkplan en de organisatie van het ontwerpproces van groot belang.

Daarnaast kan langs twee andere lijnen een duidelijker structuur in het ontwerpprobleem worden aangebracht: door het formuleren van de na te streven "doelstellingen" en het opsporen van beperkende voorwaarden of "randvoorwaarden". De ontwerper zal zich een duidelijk beeld moeten vormen van de doelstellingen waaraan het bouwwerk een bijdrage zal moeten leveren. De formulering van doelstellingen ligt in het verlengde van de probleemstelling: de probleemstelling wordt opnieuw, en ditmaal in positieve zin, geformuleerd door aan te geven wat men uiteindelijk met het bouwwerk wenst te bereiken (een goede verkeersafwikkeling of dienstverlening, adequate huisvesting, aanvaardbare waterkwaliteit, e.d.). Daarbij is meestal een bewuste keuze vereist: op basis van een bepaalde probleemstelling kunnen (naar aard en gewicht of prioriteit) uiteenlopende doelstellingen worden geformuleerd. De doelstelling geeft een nadere omschrijving en uitwerking van de wenselijk geachte situatie. De globale doelstellingen die in overleg met de opdrachtgever worden vastgesteld, geven een eerste omschrijving van het gewenste eindresultaat of eindproduct van het ontwerpproces; de ontwerper kan zijn activiteiten daarop richten.

De doelstellingen moeten uiteindelijk zo specifiek en concreet worden geformuleerd (in de vorm van eisen en wensen of "ontwerpcriteria") dat

vastgesteld kan worden in welke mate de ontwikkelde oplossing aan de gestelde doelen voldoet. Op de wijze waarop de kloof tussen globale doelstellingen en concrete wensen en eisen kan worden overbrugd, komen we later nog terug.

Randvoorwaarden, zijn beperkende voorwaarden die door anderen aan de ontwerper, bij het zoeken naar oplossingen, worden opgelegd. Ze geven de "speelruimte" aan waarbinnen de ontwerper zich moet bewegen. De randvoorwaarden, opgelegde beperkingen waaraan niet te tornen valt, bepalen "wat in ieder geval moet en wat absoluut niet kan of mag"; ze geven de grenzen of randen aan van de beschikbare oplossingsruimte. Aan de hand van randvoorwaarden kunnen de scheidslijnen tussen reële oplossingen en onaanvaardbare of niet-realiseerbare oplossingen worden getrokken. In tegenstelling tot doelstellingen, die in de beginfase van het ontwerpproces alleen nog maar vaag en abstract kunnen worden geformuleerd, zijn randvoorwaarden noodzakelijkerwijs erg concreet. Anders zou niemand zich eraan storen!

Het ontwerpprobleem moet, na structurering en nadere analyse uiteindelijk in een voor de ontwerper bruikbare vorm worden gegoten: een programma van "eisen en wensen" op basis waarvan alternatieve oplossingen ontwikkeld en getoetst kunnen worden. Eisen en wensen worden onderscheiden omdat lang niet alle eisen vóór, in de vorm van voorgeschreven normen of grenswaarden, behoeven te worden gesteld. Bovendien kan nooit tegelijkertijd aan alle mogelijk te stellen eisen worden voldaan; afweging, een kwestie van geven en nemen, blijft noodzakelijk. Eerst is nog een nadere toelichting gewenst op de begrippen die bij de probleemanalyse worden gehanteerd: uitgangspunten, doelstellingen en randvoorwaarden.

3. Uitgangspunten, doelstellingen, randvoorwaarden

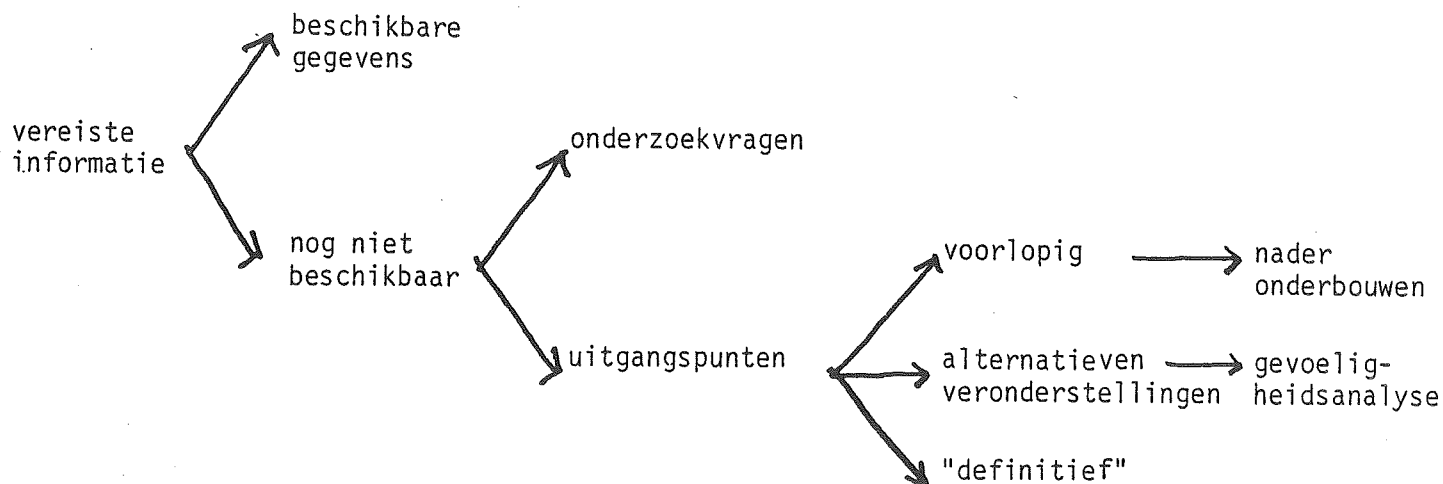
3.1. Uitgangspunten

In de beginfase van het ontwerpproces zullen er, in overleg met de opdrachtgever, allerlei inhoudelijke vóóronderstellingen moeten worden geformuleerd over wat nog onbekend en onzeker is. Dergelijke vooronderstellingen hebben het karakter van een "werkhypothese"; het germanisme "aanname" wordt ook wel als synoniem gebruikt. Vóóronderstellingen zijn noodzakelijk omdat de ontwerper, als de vereiste gegevens ontbreken, nu eenmaal niet alles tegelijkertijd en tot op de bodem kan gaan onderzoeken. In ieder geval zullen er verwachtingen moeten worden ontwikkeld over de toekomstige behoeften van de gebruikers en over de omstandigheden waarin het bouwwerk in de toekomst moet functioneren; over de toekomst zijn nu eenmaal geen feitelijke gegevens beschikbaar. Aan de toekomstverwachtingen liggen noodzakelijkerwijs continuïteitsveronderstellingen van verschillende aard ten grondslag. De veronderstelde continuïteit kan betrekking hebben op de onveranderlijkheid van bepaalde verschijnselen of kenmerken (bodemgesteldheid, materiaal-eigenschappen), van ontwikkelingstendenties (exponentiële groei) of van samenhangen tussen verschijnselen (de relatie tussen belasting en doorbuiging, tussen bevolkingsomvang en mobiliteit of sportbeoefening).

Onder "uitgangspunten" verstaan we in eerste instantie expliciete vóóronderstellingen die, bij gebrek aan (voldoende betrouwbare en nauwkeurige) informatie, in ieder geval voorlopig als vaststaand worden aangenomen.

Tijdens het ontwerpproces worden de geformuleerde uitgangspunten, tenzij ze uitdrukkelijk een voorlopig karakter dragen, niet opnieuw ter discussie gesteld en nader onderzocht of onderbouwd. Herziening kan desondanks noodzakelijk blijken omdat de omstandigheden zich wijzigen of omdat er onverwachts nieuwe kennis en informatie beschikbaar komt. (Over het al dan niet doorgaan van bouwplannen in de directe omgeving bijvoorbeeld of over nieuwe technische mogelijkheden). Als bepaalde uitgangspunten, verstrekkende consequenties voor het ontwerp kunnen hebben verdienen verschillende alternatieve vooronderstellingen de voorkeur. De consequenties daarvan kunnen in de loop van het ontwerpproces worden onderzocht, door een zgn. "gevoeligheidsanalyse" uit te voeren. Bij het zoeken naar oplossingen kan zowel naar "robuustheid" (ongevoeligheid van het ontwerp voor variaties in uitgangspunten) als naar "flexibiliteit" (mogelijkheden tot aanpassing achteraf aan veranderde omstandigheden of eisen) worden gestreefd.

Er kunnen voorlopige uitgangspunten worden geformuleerd ten aanzien van randvoorwaarden waarvan nog niet bekend is of ze wel van toepassing zijn op het specifieke projekt. Hetzelfde geldt voor doelstellingen waarvan de aanvaardbaarheid, relevantie of concrete inhoud nog onvoldoende vaststaat. In beide gevallen is nader onderzoek en overleg noodzakelijk. Omdat uitgangspunten zelf gekozen beperkingen inhouden van onderzoekactiviteiten is de keuze ervan van groot belang voor de opstelling van het werkplan en de organisatie van het ontwerpproces. Het ontwerp komt uiteraard op losse schroeven te staan als de aanvankelijke uitgangspunten onjuist of uiterst aanvechtbaar blijken; de uitgangspunten vormen als het ware de draagkrachtige laag waarop de ontwerper zijn gedachtenbouwsels fundeert. Er kan op intellectueel drijfzand of veen worden gebouwd. Uitgangspunten over de bestaande situatie kunnen in beginsel op werkelijkheidsgehalte worden getoetst; ten aanzien van vooronderstellingen over toekomstige ontwikkelingen moet een beroep worden gedaan op zwakkere criteria als mate van onderbouwing en subjectieve waarschijnlijkheid of "aannemelijkheid".



De begripsbepaling tot dusver (uitgangspunt in de zin van expliciete vooronderstelling) kan worden beschouwd als een toesplitsing of inperking van een meer algemene en neutrale betekenis; uitgangspunt wordt ook wel gebruikt als synoniem voor "begintoestand" of "vertrek- of startpunt".

Als het totale ontwerpgebeuren opgevat wordt als een keten van bewerkingen en beslissingen, vormt elke bewerking of ontwerpfase het uitgangspunt voor de daaropvolgende stappen tenzij, op grond van de bereikte resultaten, besloten wordt het voorgaande nog eens dunnetjes over te doen. De concrete probleemsituatie en ontwerpopdracht vormen de begintoestand of vertrekpunt waarvan bij het formuleren van de probleemstelling wordt uitgegaan. De probleemstelling vormt het uitgangspunt voor de probleemanalyse, het formuleren van doelstellingen en het inventariseren en analyseren van de geldende randvoorwaarden. Deze vormen op hun beurt het startpunt bij het opstellen van een programma van eisen en wensen, op basis waarvan alternatieve oplossingen ontwikkeld en geëvalueerd worden.

Uit de kontekst zal meestal wel blijken of deze meer algemene en neutrale betekenis in het geding is.

Met het oog op de ontwikkeling van een werkplan is vooral de meer specifieke en beperkte begripsinhoud van uitgangspunt aan de orde; expliciete vooronderstelling over wat nog onbekend en onzeker is.

3.2. De formulering van doelstellingen

De oorspronkelijke betekenis van het doelbegrip, "mik- of richtpunt", is nog steeds terug te vinden in de plattegrond van oude steden, waaronder Delft. De "Doelen" was vroeger een plein waar het pijl- en boogschieten beoefend werd! Doelpalen, doelverdediging en doelpunten komen in veel sporten en spelen voor. Elk initiatief tot bouwen, elke ontwerpopdracht, is er op gericht wenselijk geachte doelstellingen te bereiken of zo dicht mogelijk te benaderen. Het te ontwerpen bouwwerk moet een bijdrage leveren aan de verwezenlijking van doelstellingen die, stilzwijgend of expliciet, door de opdrachtgevende organisatie of gemeenschap worden nagestreefd: bedrijfstiting of expansie, uitbreiding of verbetering van de dienstverlening, bescherming tegen overstrooming, e.d. De doelstellingen van de opdrachtgever zijn doorgaans nog niet erg duidelijk bepaald. In het ontwerpproces staat de formulering van doelstellingen dan ook logisch voorop.

De doelstellingen moeten een nadere omschrijving geven van het gewenste eindresultaat of eindprodukt van het ontwerpproces. De ontwerper kan daarop zijn werkzaamheden richten. Uiteindelijk moet op grond van doelstellingen en de daaruit voortvloeiende eisen en wensen worden vastgesteld of het voorgestelde ontwerp wel een bevredigende oplossing is en daadwerkelijk uitgevoerd moet worden. De ontwerper zal zich dan ook al in een vroeg stadium van het ontwerpproces een duidelijker voorstelling moeten maken van hetgeen de opdrachtgever voor ogen staat. Daarbij zal ook rekening moeten worden gehouden met diverse belanghebbenden die direkt of indirekt bij de totstandkoming betrokken zijn of er de, eventueel nadelige, gevolgen van ondervinden. Hierop komen wij bij het opstellen van een programma van eisen en wensen nog terug. De aanvankelijk globale en vage doelstellingen zullen moeten worden vertaald in een samenhangend pakket van concrete eisen en wensen zodat, aan de hand daarvan, mogelijke oplossingen ontwikkeld en getoetst kunnen worden.

De formulering van doelstellingen ligt in het verlengde van de probleemstelling. De probleemstelling geeft een nadere afbakening en omschrijving van datgene wat als ongewenst of problematisch wordt beschouwd. Daarbij wordt getracht de kern van het probleem beknopt weer te geven. Een probleem is eerder omschreven als een afwijking van een, op grond van doelstellingen gewenste situatie of ontwikkeling. Bij de doelstellingenformulering wordt het probleem opnieuw, en ditmaal in positieve zin, geformuleerd door aan te geven wat men uiteindelijk met het bouwwerk wenst te bereiken: een goede verkeersafwikkeling, adequate huisvesting, aanvaardbare waterkwaliteit of veiligheid. Al eerder is gesteld dat de formulering van doelstellingen een bewuste keuze inhoudt; bij een bepaalde probleemstelling zijn naar aard en prioriteit, uiteenlopende doelstellingen mogelijk. Realiteitszin is bij de doelbepaling geboden; de geformuleerde wenselijkheden moeten géén onwerkelijke verlangens zijn, maar reële mogelijkheden!

Evenals de probleemstelling worden doelstellingen vanuit het gezichtspunt van de opdrachtgever en de toekomstige gebruikers geformuleerd; de doelstellingen dienen de bij hen levende behoeften en verlangens weer te geven. Een algemene omschrijving van de ontwerptaak in de trant van "het vinden van een oplossing voor het in de probleemstelling geformuleerde probleem" is als doelstellingenformulering danook volstrekt ontoereikend. Zo'n vrijblijvende doelomschrijving voegt aan de probleemstelling niets substantieels toe. De doelstellingen behoren een nadere uitwerking en omschrijving te geven van de gewenste situatie of ontwikkeling die bij de formulering van het probleem als norm is gehanteerd. Ook moet worden vermeden dat de doelstelling al onmiddellijk in termen van een concrete oplossing of specifieke ontwerp- of onderzoektaak wordt geformuleerd: de situering en het ontwerp van een brug, sluis of tunnel. Bij het ontwerp van een "Stad in Zee" (zie praktijkvoorbeeld) kan het voorzien in de toekomstige woonbehoefte en het creeëren van een voldoende aantrekkelijk woon- en leefmilieu als uiteindelijke doelstelling worden beschouwd.

Het zoeken van een geschikte kustlokatie is een ontwerp- en onderzoektaak die daaruit kan worden afgeleid. De doelstellingen zouden verlangens en wensen moeten weergeven ten aanzien van de situering en bereikbaarheid, de bevolkingsopbouw en samenstelling van het woningbestand, de vereiste voorzieningen, de indeling en inrichting van het terrein, de kwaliteit van het woon- en leefmilieu e.d.

Bij het ontwerp van een civiel-technisch project is doorgaans een complex van uiteenlopende, onderling samenhangende, doelstellingen in het geding.

Zelfs op het eerste gezicht enkelvoudige doelstellingen, als het verbeteren van een verkeersverbinding of bescherming tegen overstroming, blijken bij nadere beschouwing uit verschillende sub-doelstellingen te zijn opgebouwd. De verwezenlijking van een bepaalde doelstelling kan bovendien tot onbedoelde, maar onvermijdelijke neveneffecten op andere doelstellingen leiden.

De samenhang tussen doelstellingen wordt zowel door feitelijke afhankelijkheden als door voorkeursrelaties bepaald. De onderlinge afhankelijkheid van doelstellingen die tot uiting komt in het optreden van neveneffecten vloeit voort uit feitelijke samenhangen in de werkelijkheid. De verwezenlijking van een bepaalde doelstelling kan op grond van feitelijke samenhangen een (positieve) bijdrage leveren aan de realisering van andere doelstellingen of daaraan juist afbreuk doen. In het eerste geval spreken we van "complementariteit", in het tweede van "concurrentie" of onderlinge strijdigheid tussen doelstellingen. Maatregelen ter bevordering van de verkeersveiligheid bijvoorbeeld kunnen tevens een bijdrage leveren aan energiebesparing of vermindering van de geluidshinder, maar ten koste gaan van een snelle verkeersafwikkeling. Doelstellingen zijn onderling ook concurrerend, omdat de realisering van welke doelstelling dan ook beslag legt op schaarse middelen die alternatieve toepassingsmogelijkheden hebben. Het is onmogelijk om maximaal aan alle doelstellingen te voldoen. Onderlinge afweging en prioriteitsbepaling is noodzakelijk. Sommige doelstellingen leggen nu eenmaal méér gewicht in de schaal dan andere; doelstellingenformulering en prioriteitsbepaling hangen nauw samen. In de prioriteitsbepaling komen voorkeursrelaties tussen doelstellingen tot uiting (rangorde- en gewichtsbepaling).

De toegekende gewichten kunnen sterk uiteenlopen tussen individuen onderling en tussen verschillende bevolkings- of gebruikerscategorieën. Hierop komen we bij de evaluatie van alternatieve oplossingen nog terug.

Doelstellingen kunnen worden geformuleerd op verschillende abstractieniveaus:

- algemeen: welzijns- of welvaartsbevordering, veiligheid, het creëren van een hoogwaardig woon- en leefmilieu, natuurbehoud; of
- specifiek en concreet: netto baten, ongevals- of overschrijdingskansen, geluidsbelasting, vogelpopulaties.

Een doelstelling op een bepaald abstractieniveau kan altijd worden beschouwd als een (hulp-)middel voor de verwezenlijking van meer omvattende doelstellingen; terwijl een gegeven doelstelling ook kan worden ontleed tot meer beperkte en specifieke subdoelen. Zo ontstaat een hiërarchisch geordende doel-middel keten met een lineaire, boom- of netwerkstructuur.

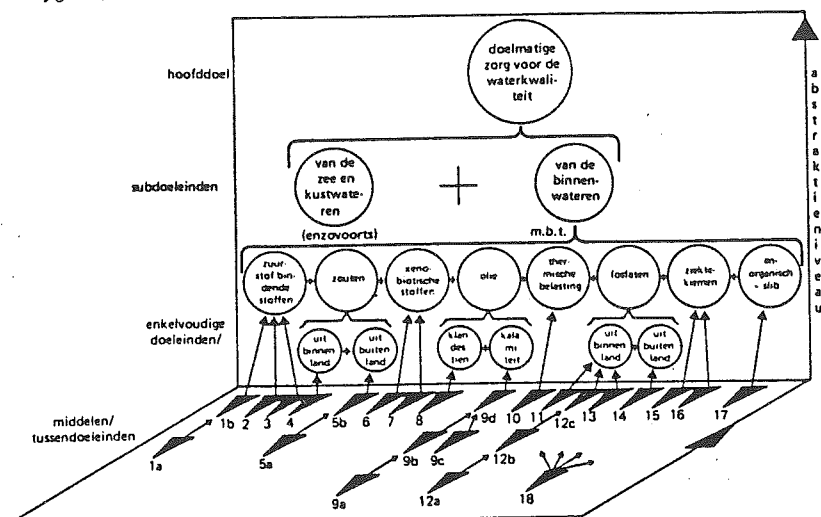
Een bouwwerk is géén doel op zichzelf maar een hulpmiddel voor de realisering van doelstellingen "van hogere orde" die door de opdrachtgeven- de organisatie of gemeenschap worden nagestreefd. De voorbereiding van een tentamen, het maken van een doelpunt in een sportwedstrijd e.d. kunnen eveneens als een opstapje op de doel-middel-ladder worden beschouwd. (Ga zelf maar na!) Doelstellingen op hogere abstractieniveau's zijn echter zo vaag en algemeen dat ze de ontwerper weinig of geen houvast bieden. Meer specifieke en concrete subdoelstellingen en ontwerp-criteria zijn vereist. Deze kunnen echter niet door strikt-logische afleiding uit meer abstracte en algemene doelstellingen worden verkregen. De opsplitsing en verbiezondering vereist aanvullende informatie terwijl er ook waarde-oordelen aan te pas zullen moeten komen.

Enig denkwerk is noodzakelijk evenals een behoorlijke dosis inventiviteit. Een globale doelstelling als vermindering van de verkeerscongestie kan, bij wijze van voorbeeld, als volgt in termen van subdoelstellingen worden gespecificeerd:

- vermindering van de verkeersattractie en -productie in de betreffende gebieden;
- het weren van doorgaand verkeer;
- het stimuleren van vervoerswijzen met een geringer ruimtebeslag;
- het verbeteren van de verkeerscirculatie;
- vergroting of herinrichting van de verkeersruimte.

Het onderstaande schema geeft een overzicht van het waterkwaliteitsbeleid op basis van een doel-middelen hiërarchie.

Overzicht van het waterkwaliteitsbeleid zoals neergelegd in de Urgentienota Milieuhygiëne, met betrekking tot de verontreiniging van binnenwateren.



middelen =

- | | |
|---|---|
| 1a bouwen zuiveringsinstallaties | 9d opruimen olie |
| 1b biologische zuivering | 10 verantwoorde koelsystemen |
| 2 andere zuiveringsmethoden | 11 vervanging fosfaten in wasmiddel |
| 3 proceswijzigingen bij bron | 12a onderzoek naar wettelijke mogelijkheden ter |
| 4 vergunningen | 12B ontharding leidingwater |
| 5a ministerskonferentie | 12c verlaging fosfaatgehalte wasmiddelen |
| 5b overleg in Rijkcommissie | 13 defosfatisering bij zuivering |
| 6 vergunningen | 14 internationaal overleg |
| bestrijdingsmiddelenwet | 15 desinfectie bij zuivering |
| 7 vergunningen wet verontreiniging oppervlaktewateren | 16 vermindering gebruik water |
| 8 verbod | 17 lozingsverbod |
| 9a organisatie ter | 18 opzetten landelijk meetnet waterkwaliteit |
| 9b waarschuwing bij calamiteit | |
| 9c onderzoek | |

(Bron: J.Th.A. Bressers, *Analyse van het beleid ter bestrijding van de verontreiniging van oppervlaktewateren*, gestencild, Enschede, 1978).

De doelstellingen moeten uiteindelijk zo specifiek en concreet worden geformuleerd dat vastgesteld kan worden of en in welke mate het ontwerp of de mogelijke alternatieven aan de gestelde doelen voldoet. Hoewel het doelbegrip betrekkelijk eenvoudig is levert het formuleren en specificeren van doelstellingen in de praktijk van het ontwerpen de nodige complicaties op. Tussen abstracte doelstellingen en bruikbare ontwerpcriteria gaapt een aanzienlijke kloof die door nader onderzoek (en in nauwe wisselwerking met de ontwikkeling van alternatieve oplossingen) moet worden overbrugd. Hierop komen we bij de functie- en procesanalyse en het opstellen van een programma van eisen en wensen nog terug.

3.3. Randvoorwaarden

Terwijl uitgangspunten en doelstellingen als uitingen van "keuzevrijheid" kunnen worden gezien, vertegenwoordigen randvoorwaarden de "harde realiteit" die niet met zich laat sollen. Randvoorwaarden worden niet zelf gekozen maar dwingend, van buitenaf, aan de opdrachtgever en/of ontwerper opgelegd. Randvoorwaarden zijn zowel bij de ontwikkeling en selectie van alternatieve oplossingen als bij de uiteindelijke beoordeling ervan van doorslaggevende betekenis. De van toepassing zijnde beperkende voorwaarden bepalen de "randen" of "grenzen" van de ruimte waarbinnen de oplossing gevonden moet worden. "Echte" randvoorwaarden hebben het karakter van geboden of verboden waarvan de overtreding onverbiddeijk wordt afgestraft: grensoverschrijding leidt tot afkeuring of verwerping van het ontwerp.

Om inzicht te krijgen in de beschikbare manoeuvreerruimte en het scala van oplossingsmogelijkheden is in de beginfase van het ontwerpproces al een eerste inventarisatie vereist van de belangrijkste beperkende voorwaarden die op het projekt van toepassing zijn of kunnen zijn. De ontwerper zal zich voortdurend rekenschap moeten geven van wat in ieder geval moet en absoluut niet kan of mag.

Door de overheid en de verschillende goedkeuringverlenende instanties (openbare nutsbedrijven, brandweer, arbeidsinspectie e.d.) worden diverse eisen gesteld, zowel aan het te ontwerpen eindprodukt als aan de uitvoering van het bouwwerk en het uiteindelijk gebruik ervan. De toetsings- en goedkeuringsprocedures zijn mede bepalend voor de opzet van het werkplan en de organisatie van het ontwerpproces. De gestelde eisen kunnen het karakter hebben van voorgeschreven besluitvormingsprocedures, bindend opgelegde ontwerpeisen, of beperkingen ten aanzien van de toelaatbare of beschikbare middelen en uitvoeringswijzen. De opdrachtgever zal eveneens min of meer absolute eisen en beperkingen aangeven, waaraan het ontwerp in ieder geval zal moeten voldoen.* Omdat de realisering van doelstellingen altijd aan bepaalde minima gebonden is kan elke doelstelling desgewenst door de opdrachtgever als randvoorwaarde (grenswaarde, toelaatbaar minimum) worden geformuleerd. Als de ontwerper over voldoende ruimte beschikt om buiten de "gevarenzone" te blijven en de beschikbare "marges" toereikend lijken bestaat daartoe echter geen aanleiding.

De door anderen opgelegde randvoorwaarden, waarmee de ontwerper rekening zal moeten houden kunnen als volgt worden samengevat:

- bindend opgelegde ontwerpeisen (kwaliteitseisen waaraan het te ontwerpen bouwwerk moet voldoen) in de vorm van voorgeschreven normen of grenswaarden (maxima, minima). Voorbeelden zijn: het toelaatbare grondgebruik, rooilijnen en maximale bouwhoogte, waterkwaliteitseisen, toelaatbare geluidsniveau's, subsidienormen e.d.;
- beperkingen van de beschikbare (financiële, personele en materiële) middelen, tijdslimieten;
- beperkingen ten aanzien van de toelaatbare middelen en uitvoeringswijzen; ethische overwegingen, wettelijk-bestuurlijke voorschriften; veiligheidsvoorschriften e.d.

In de meest ruime zin kunnen alle factoren en omstandigheden die de beschikbare oplossingsmogelijkheden bepalen, maar waarop de opdrachtgever en ontwerper géén invloed kunnen uitoefenen, als beperkende voorwaarden worden beschouwd. Op grond van deze ruime interpretatie kunnen eveneens als "randvoorwaarden" gelden:

- onveranderlijke gegevens die beperkingen voor het ontwerp inhouden: de bestaande situatie, natuurwetten, wetmatigheden in het menselijk gedrag, de stand van de techniek e.d.;
- toekomstige ontwikkelingen of gebeurtenissen die bepalend zijn voor de haalbaarheid of doelmatigheid van het projekt.

Uitgangspunten ten aanzien van de bestaande situatie en toekomstverwachtingen kunnen het karakter krijgen van ontbindende voorwaarde. Het projekt kan op losse schroeven komen te staan als er in de werkelijkheid niet aan wordt voldaan. De haalbaarheid of aantrekkelijkheid van een projekt kan bijv. afhankelijk zijn van de uitvoering van andere plannen, de te verwachten inflatie etc.

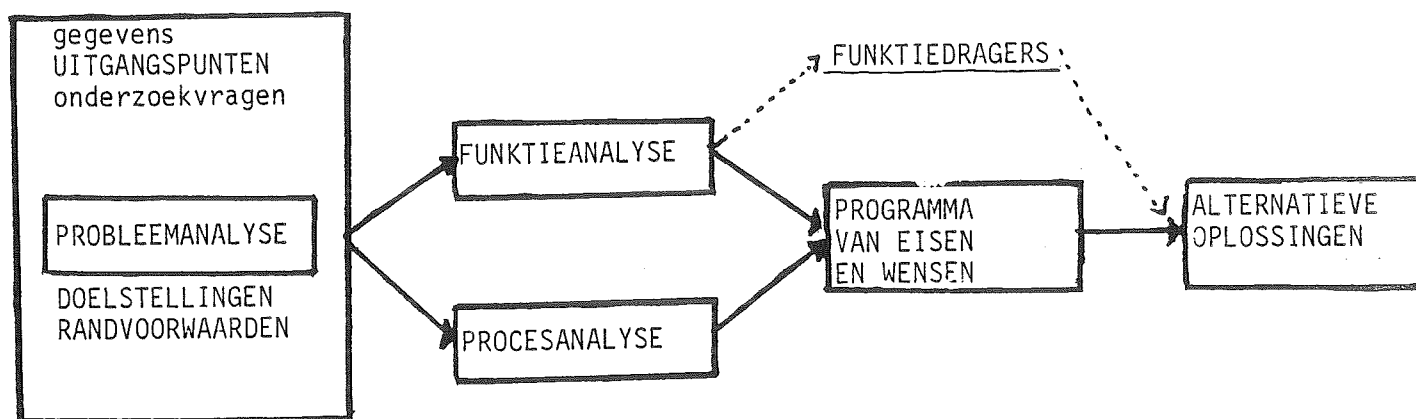
Als laatste en niet onbelangrijkste categorie van "randvoorwaarden" kunnen de pseudo- of quasi-randvoorwaarden worden genoemd: de impliciete vooronderstellingen en als vanzelfsprekend beschouwde gegevens die ten onrechte als opgelegde beperkingen worden beschouwd. Dit leidt tot een aanzienlijke en vaak onverantwoorde inperking van de beschikbare oplossingsruimte.

Verhulde uitgangspunten en zelf-opgelegde beperkingen kunnen van doorslaggevende betekenis zijn bij de formulering van een probleem en het zoeken naar mogelijke oplossingen. Bij wijze van toelichting een concreet voorbeeld: de verkeersproblematiek in de binnenstad.

De bestaande functie van de binnenstad en het daarmee samenhangende verkeers- en vervoerspatroon kunnen stilzwijgend als randvoorwaarden, in de zin van onveranderlijke gegevens, worden beschouwd. Op grond van deze randvoorwaarden is de beperkte capaciteit van de bestaande verkeersinfrastructuur (straten, pleinen, parkeermogelijkheden) het probleem waarvoor een oplossing moet worden gezocht. Mogelijke oplossingen, binnen de gestelde randvoorwaarden zijn: wegverbreding en verkeersdoorbraken, verbetering van de doorstroming, uitbreiding van de parkeervoorzieningen.

De bestaande infrastructuur kan echter, op niet minder slechte gronden, zelf als randvoorwaarde worden opgevat. Het probleem is nu op welke wijze een betere afstemming kan worden bereikt van de functie van de binnenstad en het verkeers- en vervoerspatroon op de beschikbare infrastructuur. Als mogelijke oplossingen kan worden gedacht aan: decentralisatie van centrumfuncties, bevordering van het openbaar vervoer en het langzame verkeer en het weren van het particuliere autoverkeer en lang-parkeerders.

Omdat lang niet alle randvoorwaarden even "hard" zijn, is de bepaling van de geldende randvoorwaarden niet in de eerste (en zeker niet in de laatste!) plaats een kwestie van inventarisatie maar van kritische beschouwing en bewuste keuze.



4. Proces- en functie-analyse; het opstellen van een programma van eisen en wensen

4.1. Plaatsbepaling

Op basis van de (voorlopige) probleemstelling en de tot dusver uitgevoerde probleemanalyse zijn uitgangspunten en doelstellingen geformuleerd. Bovendien heeft een eerste verkenning plaatsgevonden van de geldende randvoorwaarden. Hoewel de concrete invulling van doelstellingen en randvoorwaarden een integrerend bestanddeel vormt van het opstellen van een programma van eisen en wensen ("p.v.e.") wordt het hier, terwille van de overzichtelijkheid, afzonderlijk behandeld. In dit verband is ook de onderlinge samenhang tussen het opstellen van een p.v.e. en het eigenlijke ontwerp van het bouwwerk van belang. Bij min of meer routinematige ontwerpopgaven zoals een doorsnee brug, sluis of kantoorgebouw kan het p.v.e. vooraf vrij gedetailleerd worden vastgelegd zonder dat de beschikbare oplossingsruimte daardoor onnodig en voorbarig wordt beperkt. Bij omvangrijke en complexe projecten waarmee nog weinig of géén ervaring is opgedaan komt het p.v.e. stapsgewijs, en in nauwe wisselwerking met het ontwerp, tot stand:

- basisprogramma, haalbaarheidsonderzoek;
- voorlopig p.v.e., schetsontwerp;
- definitief p.v.e., definitief ontwerp.

Deze gang van zaken komt overeen met het leerproces dat zich in onderwijssituaties voordoet; het inzicht in het ontwerpprobleem, de te stellen eisen en de mogelijke oplossingen neemt pas geleidelijk toe. In de methodische uitwerking van de betreffende ontwerp- en onderzoektaken wordt de wisselwerking tussen ontwerp en p.v.e., op grond van deze overwegingen, dan ook sterk benadrukt. In de methodische procedure-schema's en het werkplan kan door het inbouwen van terugkoppelingen in de noodzakelijke wisselwerking worden voorzien.

4.2. Analysekader

De probleemanalyse moet uiteindelijk uitmonden in een samenhangend eisenpakket dat als basis kan dienen voor het ontwikkelen en beoordelen van alternatieve oplossingen. Daarbij staat de uitwerking en concretisering van de aanvankelijk geformuleerde doelstellingen centraal; de randvoorwaarden zijn, in tegenstelling tot de doelstellingen, al in de vorm van specifieke en concrete eisen gegeven. Niet alle randvoorwaarden kunnen echter worden opgespoord, zolang het ontwerp nog geen herkenbare vormen heeft gekregen. Van het te ontwerpen bouwwerk staat in dit stadium, in methodisch opzicht, eigenlijk alleen nog maar vast dat het aan nader te bepalen eisen en wensen moet voldoen en een samenhangend geheel moet worden dat uit verschillende ruimtelijke, constructieve en/of natuurlijke elementen is samengesteld. De eisen en wensen waaraan het te ontwerpen bouwwerk moet voldoen kunnen echter niet "in abstracto" worden vastgesteld; een enigszins gedetailleerde en nauwkeurige specificatie van de gewenste eigenschappen van het te ontwerpen bouwwerk en onderdelen daarvan is pas mogelijk als er voldoende inzicht bestaat waaraan wensen en eisen gesteld kunnen en moeten worden. De vragen waarom of waartoe, door wie en welke eisen en wensen gesteld worden sluiten hier direct op aan.

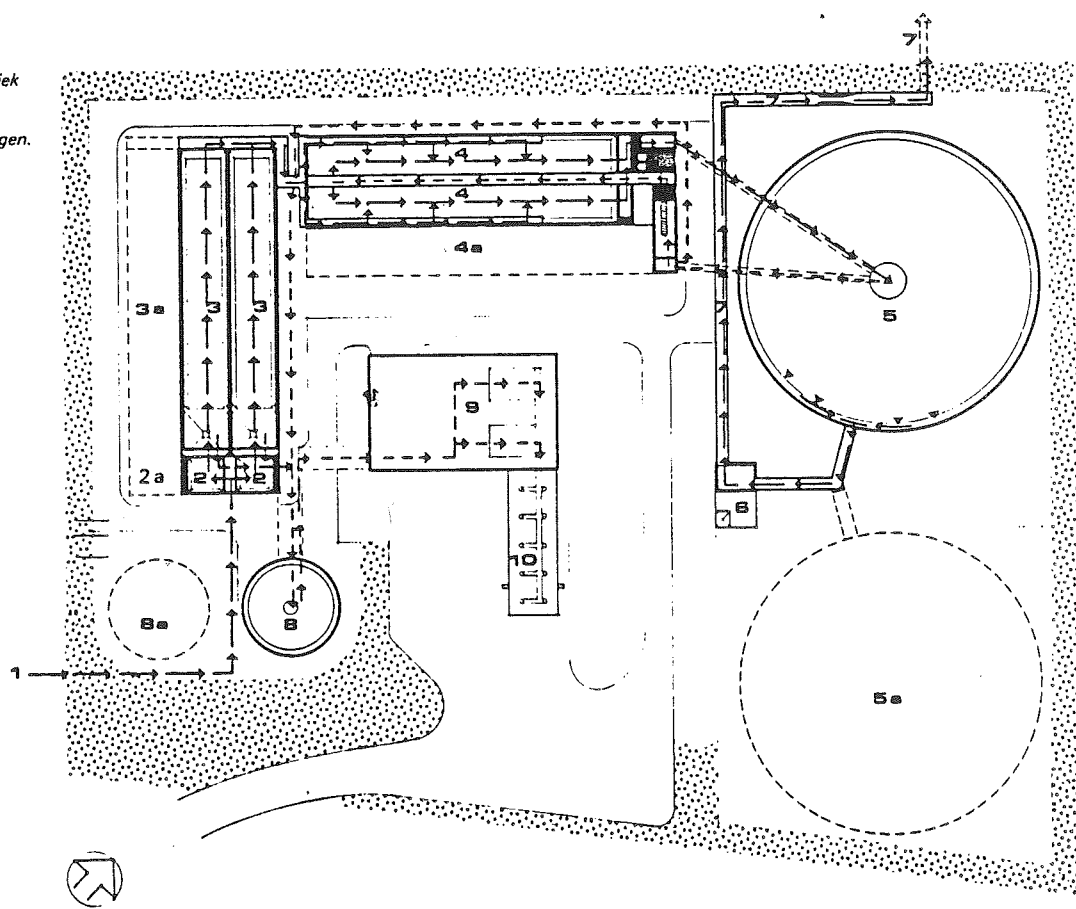
De eerder gesignaleerde "kloof" tussen globale doelstellingen en concrete ontwerpcriteria kan worden overbrugd door de onderzoektaken bij het ontwerpen van een bouwwerk nader te analyseren. Op basis daarvan kan een analysekader worden ontwikkeld voor het specificeren van eisen en wensen en het ontwikkelen van alternatieve oplossingen. De "analytische ruggegraat" daarvan bestaat uit een steeds gedetailleerder wordende analyse van de processen waarvoor het bouwwerk is

bestemd ("procesanalyse") en van de funkties die het te ontwerpen bouwwerk moet vervullen ("funktie-analyse"). Met het oog op het gewenste verloop en resultaat van de betreffende processen worden eisen en wensen geformuleerd ten aanzien van de funktievervulling. De variërende omstandigheden waaronder de gewenste funkties moeten worden vervuld worden eveneens onderzocht. Het bouwwerk en de onderdelen daarvan (ruimtelijke, constructieve en natuurlijke elementen) kunnen worden opgevat als te ontwerpen "functiedragers" waaraan de vereiste funkties worden toebedeeld. De eigenschappen die het bouwwerk en de onderdelen daarvan met het oog op de funktievervulling moeten hebben worden nader bepaald, in nauwe wisselwerking met de analyse van mogelijke funktiedragers. De proces- en funktie-analyses vormen als het ware een tussenschakel of koppelingsmechanisme tussen doelstellingen en concrete oplossingen.

Layout van de installatie welke specifiek is afgestemd op de zuivering van het afvalwater van de Koninklijke Nederlandse Papierfabrieken te Nijmegen.

- 1 - aanvoerleiding afvalwater
- 2 - verdeelbekken + flocculatoren
- 3 - sedimentatie
- 4 - beluchting
- 5 - nabezinking
- 6 - pompenkelder
- 7 - afvoer effluent
- 8 - indikker
- 9 - chemaliëngebouw met onder andere laboratorium en zeefbandpersen
- 10 - afvoer slib (containers)

De installatie is zodanig ontworpen dat toekomstige uitbreiding mogelijk is; de hiervoor gereserveerde ruimten zijn aangegeven met het cijfer van het betreffende onderdeel + a.



De gewenste eigenschappen van het te ontwerpen bouwwerk worden ten slotte in de vorm van een samenhangend eisenpakket omschreven: het programma van eisen en wensen. Aan de hand daarvan moet de ontwerper uit verschillende ruimtelijke, constructieve en natuurlijke elementen een goed funktionerend geheel samenstellen.)

Het tot dusver behandelde analyseschema voor het opstellen van een p.v.e. en - in het nauwe onderlinge wisselwerking - ontwikkelen van alternatieve oplossingen kan als volgt worden samengevat:

doelformulering

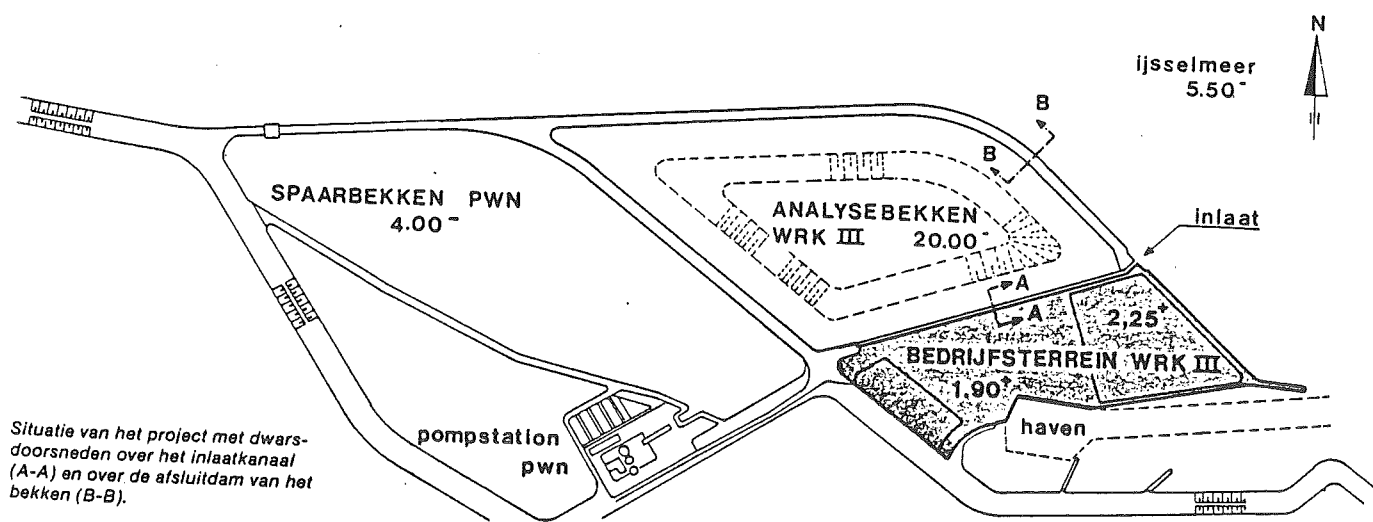
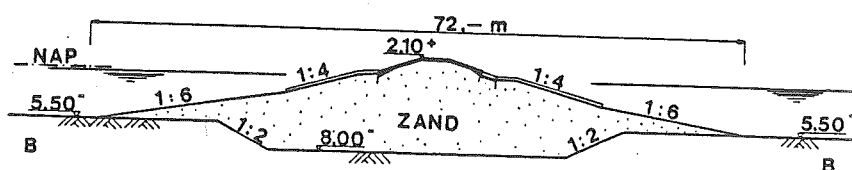
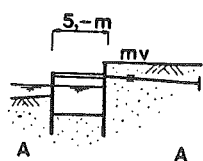
gewenst[↓]verloop en resultaat
van bedrijfs- en gebruiksprocessen
en natuurlijke processen; procesanalyse

vereiste[↓]functieervulling van
het bouwwerk; funktie-analyse

gewenste eigenschappen van het te
ontwerpen bouwwerk en onderdelen daarvan;
programma van eisen en wensen

analyse[↓] en ontwerp van
mogelijke funktiedragers;
ruimtelijke, constructieve en
natuurlijke elementen.

Twee luchtopnamen van het analysebekken en bedrijfsterrein (foto boven: medio november 1976; onder: dam in aanbouw eind augustus 1976).

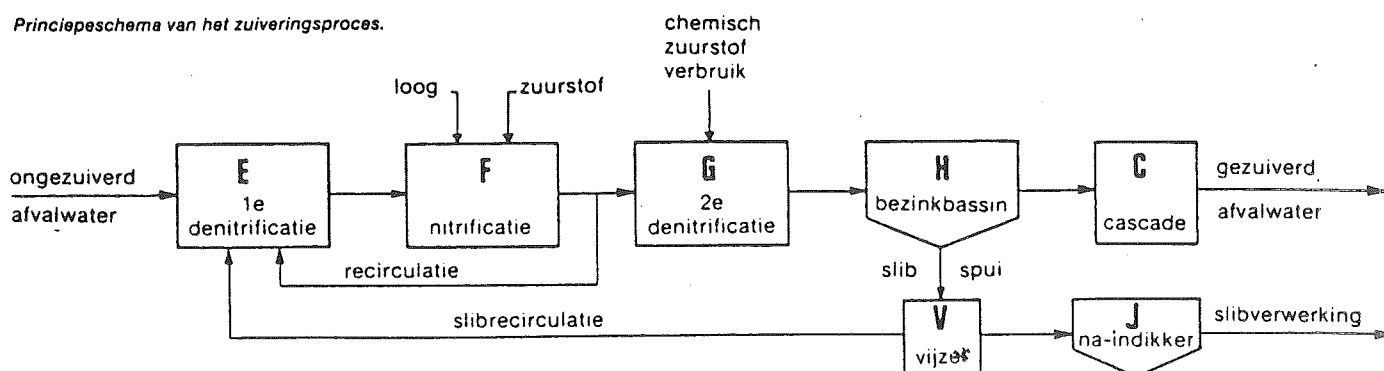


Situatie van het project met dwarsdoorsneden over het inlaatkanaal (A-A) en over de afsluiddam van het bekken (B-B).

4.3. Procesanalyse

Het te ontwerpen bouwwerk moet de vereiste voorwaarden (ruimtelijk, constructief, bouwfysisch, installatietechnisch) creëren voor het gewenste verloop en resultaat van bepaalde processen. Te denken valt aan: goederenopslag en -distributie, bierproductie, verkeer en vervoer, recreatie, sportbeoefening, waterzuivering, waterlozing. Op grond van meer omvattende doelstellingen ten aanzien van het functioneren en de gewenste ontwikkeling van de opdrachtgevende organisatie of gemeenschap (bedrijfsexpansie, regionale ontwikkeling e.d.) kunnen meer concrete doelstellingen worden geformuleerd ten aanzien van het gewenste verloop en resultaat van de betreffende processen. Bij het bepalen van de gewenste eigenschappen van het te ontwerpen bouwwerk vormen deze doelstellingen het uiteindelijke richtsnoer. Wat de processen betreft wordt een nader onderscheid gemaakt tussen "bedrijfsprocessen", "gebruiksprocessen" en natuurlijke processen. Het verschil tussen bedrijfsprocessen en gebruiksprocessen vereist nadere toelichting. Bedrijfsmatige vormen van goederenproductie en dienstverlening, hoe uiteenlopend ook, omschrijven we met het verzamelbegrip "bedrijfsprocessen". Beheer, bedrijfsvoering en exploitatie e.d. worden eveneens tot de bedrijfsprocessen gerekend. De activiteiten van individuele gebruikers van bouwkundige en civieltechnische voorzieningen worden als "gebruiksprocessen" gekarakteriseerd. Te denken valt aan: particulier vervoer, recreatie, sportbeoefening e.d. De persoonlijke verzorging van werknemers in bedrijven kan eveneens tot de gebruiksprocessen worden gerekend. De indeling sluit aan op het in de economie gangbare onderscheid tussen productie en consumptie. Als het bedrijfsproces een vorm van dienstverlening betreft komen bedrijfs- en gebruiksprocessen in combinatie voor omdat ze direct op elkaar betrokken zijn. Het "kantinegebeuren" bijvoorbeeld bestaat zowel uit bedrijfsprocessen (bedrijfsvoering, administratie, inkoop, dienstverlening ...) als uit gebruiksprocessen (het kopen en nuttigen van spijs, drank en genotsmiddelen, converseren, studeren ...). Onderwijs geven wordt als een bedrijfsproces gezien, het volgen van onderwijs als een gebruiksproces.

Principeschema van het zuiveringsproces.



Een gedegen analyse van het gewenste verloop en resultaat van de processen waarvoor het bouwwerk is bestemd moet de grondslag leggen voor de concrete uitwerking van doelstellingen en randvoorwaarden in de vorm van een programma van eisen en wensen. In de procesanalyse wordt nagegaan wat er in of op het bouwwerk gaat gebeuren en, op grond van doelstellingen, zou moeten gebeuren. Bijvoorbeeld: goederenopslag en -distributie, industriële productie, verkeer en vervoer, recreatie, scheepvaart, waterzuivering, waterlozing. De bedrijfs- en gebruiksprocessen of natuurlijke processen worden opgevat als een complex van

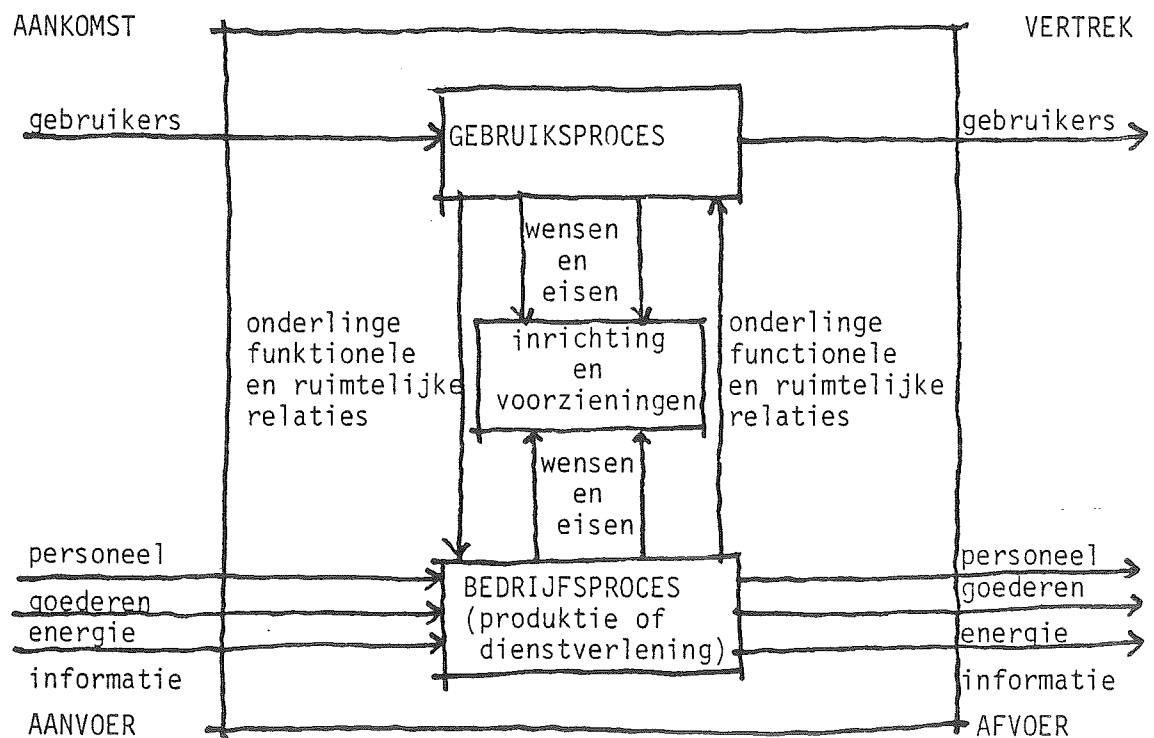
onderling samenhangende deelprocessen die, op hun beurt, uit afzonderlijke activiteiten, bewerkingen of gebeurtenissen bestaan. Bij het formuleren van doelstellingen ten aanzien van het gewenste verloop en resultaat van de betreffende processen kan zowel worden uitgegaan van concrete problemen enesignaleerde knelpunten of tekortkomingen (produktieverliezen, ongelukken, lawaai, stank) als van meer abstract geformuleerde verlangens en wensen (efficiency of rentabiliteit, veiligheid, milieukwaliteit). Doelstellingen kunnen als wenselijkheden worden geformuleerd maar ook als problemen die vermeden moeten worden. Vaak is het gemakkelijker eerst in negatieve zin te formuleren (wat als ongewenst wordt beschouwd) om later de omschrijving aan te passen.

De mate van detaillering neemt bij de procesanalyse geleidelijk toe; achtereenvolgens worden onderzocht:

- het totale gebeuren
- het bedrijfs- en of gebruiksproces en de interne organisatie daarvan
- de functionele en ruimtelijke samenhangen tussen bedrijfs- en gebruiksprocessen onderling
- meer specifieke deelprocessen, activiteiten e.d.

Een schematische beschrijving van het totale gebeuren, aan de hand van het onderstaande analyseschema kan als leidraad dienen voor meer gedetailleerde procesanalyses. We moeten voorkomen dat we het overzicht verliezen en in de deelprocessen en -aspecten blijven steken. (Een uitvoerige analyse van het gebruik van de koffie-automaat of de balie-uitgifte bijvoorbeeld, terwijl een beschrijving van het totale kantinegebeuren vereist is; zie de betreffende oefening.) Bij de procesbeschrijving kunnen als mogelijke indelingscriteria dienen:

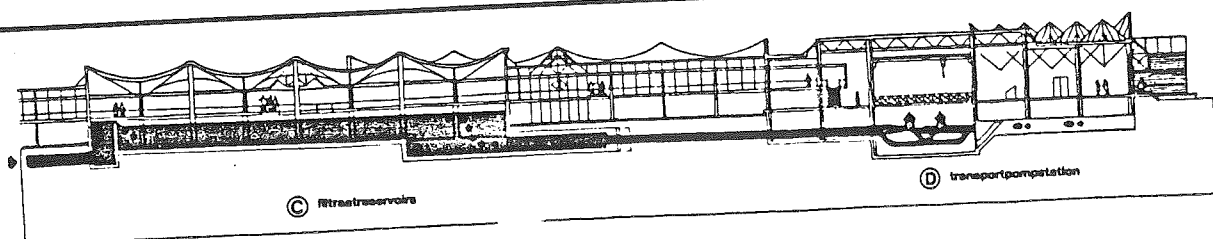
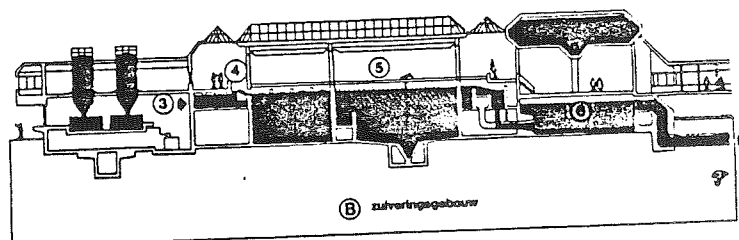
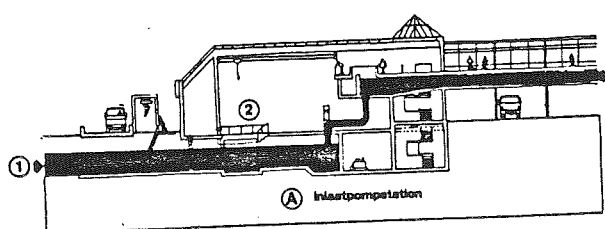
- de aard van de activiteiten of bewerkingen: opslag, distributie e.d.;
- de aard van de betrokkenen: werknemers, bezoekers, verschillende gebruikerscategorieën (bejaarden, kinderen, gehandicapten) e.d.;
- de aard van de materialen of van het eindproduct;
- de vereiste voorzieningen of installatie: stoom, koeling, loopkraan.



Bij de analyse van het bedrijfs- en/of gebruiksproces moet eerst de omvang van het totale gebeuren en, direkt daarmee samenhangende, de vereiste capaciteit worden bepaald. Daarbij wordt vastgesteld welke deelprocessen of activiteiten e.d. maatgevend zijn bij het ontwerp; de omvang van de overige deelprocessen en activiteiten wordt daaruit afgeleid. Bij een fabriek zal de produktie-omvang moeten worden vastgesteld, bij een onderwijsinstelling tellen het aantal leerlingen of roosteruren. Bij een sportcomplex kan het aantal spelers of bezoekers of het aantal wedstrijden en trainingen dat tegelijkertijd moet kunnen plaatsvinden bepalend zijn. De tijdsdimensies van het proces spelen bij de capaciteitsbepaling een belangrijke rol; de capaciteit heeft betrekking op een bepaalde tijdsperiode (uur, dag, week). Verandering van de roosterindeling bij een school of sportcomplex kan verstrekkende consequenties hebben voor de vereiste capaciteit. Ga eens na welke processen en voorzieningen bepalend kunnen zijn voor de totale capaciteit van een luchthaven.

De funktionele relaties binnen het bedrijfs- en/of gebruiksproces en tussen bedrijfs- en gebruiksprocessen kunnen worden bepaald door de structuur van de bedrijfsorganisatie, de toegepaste werkmethoden en produktietechnieken, de wijze van dienstverlening of het gedrag van de gebruikers te analyseren.

De informatie-, personen-, voertuig- en goederenstromen en communicatiepatronen kunnen schematisch worden weergegeven door middel van blok- en stroomdiagrammen, netwerkschema's e.d. Ruimtelijke relaties tussen deelprocessen (onderlinge situering, afstanden, ruimtelijke scheiding e.d.) en de eisen die daaruit voortvloeien kunnen in matrixvorm door middel van een activiteiten- en relatieschema worden weergegeven. Op basis daarvan kunnen later verschillende ruimtelijke indelingen van het terrein en (zowel vertikaal als horizontaal) van het bouwwerk worden opgesteld. Bij het opstellen van het programma van eisen en wensen komen we nog op de procesanalyse en het gebruik dat daarvan gemaakt wordt terug.



- Bij de figuren:
- 1 - inlaatkanaal ruw water uit analysebekken
 - 2 - microzeven (ronddraaiende trommels bespannen met zeer fijn gaas)
 - 3 - aanvoer ruw water in het zuiveringsgebouw
 - 4 - toevoegen van chemicaliën
 - 5 - lamellensedimentatie om de 'vlokken' uit het water te verwijderen
 - 6 - 'opwaartse' filters

WAAR NRC HANDELSBLAD ONTSTAAT

Donderdag 30 juli 1981 bleven de lezers van NRC Handelsblad onverwacht verstoken van hun krant. Oorzaak: een conflict tussen de redactie en de directie van de Nederlandse Dagbladunie (NDU) over de gebrekkige huisvesting van de redacteuren.

In de jaren zeventig, na de fusie tussen de Nieuwe Rotterdamse Courant en het Algemeen Handelsblad, had NRC Handelsblad een sterke groei doorgemaakt. De verouderde, rommelige ruimte waarin de redactie was gehuisvest werd te klein en voldeed niet meer aan de eisen van een modern dagblad.

Dat bezwaar gold ook het Algemeen Dagblad, onderdeel van hetzelfde concern, dat een etage hoger zetelde, alsmede de verschillende redactionele hulpdiensten (documentatie, steno, telex, fotodienst) waarvan beide kranten gebruik maken. Na de opstand der redacteuren kwam de herhuisvestingsoperatie in een stroomversnelling. Nog geen jaar later, in juni 1982, zaten alle betrokkenen op een nieuwe plaats, nu op dezelfde verdieping — hulpdiensten in het midden, de redacties van NRC Handelsblad en AD aan weerszijden. Totale oppervlakte 2600 vierkante meter.

De meeste problemen waren terug te voeren naar een onlogische indeling als gevolg van de te krappe ruimte. De kopij moest te veel kronkelwegen bewandelen op haar weg van en naar deelredacties en eindredactie. De onderlinge communicatie deugde niet en er ging door de inefficiënte organisatie teveel tijd en energie verloren. Bovendien waren er een groot aantal kleine ergernissen over het lawaai op de redactiezaal, de benauwde atmosfeer, het heen en weer geloop en de beperkte mogelijkheden zich rustig terug te trekken. In de nieuwe indeling is geprobeerd al dergelijke irritaties te vermijden. Ter bevordering van de communicatie koos de adviseur voor het ook in Amerika veel voorkomende systeem van een grote redactiezaal (newsroom) en een aantal aparte werkkamers. NRC Handelsblad was een zaal gewend, maar gezien de ervaringen kostte het De Bruin enige overredingskracht de redactie van het nut ervan te overtuigen. „In eerste instantie had elke deelredactie een eigen kamer geclaimd”, zegt De Bruin.

Bij de indeling van NRC Handelsblad speelde bovendien de duidelijke scheiding tussen dagkrant en bijvoegsels een rol.

De redacties die de dagelijkse nieuwsrubrieken verzorgen (binnenland, buitenland, mens en bedrijf, sport) zijn samen op de grote zaal geplaatst, de redacties van de bijlagen zitten in afzonderlijke kamers. Die moesten er ook komen voor degenen die bijvoorbeeld om representatieve redenen een eigen vertrek moeten hebben, zoals de hoofdredactie en het hoofdredactiesecretariaat.

Informatie

Een van de uitgangspunten van de nieuwe huisvesting was, vertelt De Bruin, alle informatie op een centraal punt te laten samenkomen en van daaruit onmiddellijk te distribueren. Op de zaal is daarom een „informatiecentrum” gebouwd, waar post, kopij van de stenografen, telexen, foto's en archiefstukken via de buispost of anderszins binnenkomen.

In de ruimtelijke organisatie is vooral geprobeerd tijdverlies te voorkomen door de looproutes zo kort mogelijk te houden. Ook de redacties die niet op de grote zaal zijn gehuisvest, kunnen daar binnen enkele seconden zijn. De loopgangen zijn bovendien zo ruim uitgezet dat de aanwezigen geen last ondervinden van hun voorbysluitende collega's.

De enige dienst die niet volgens de analyse-De Bruin is ingedeeld is de afdeling documentatie, die nu in de NRC Handelsbladruimte huist. Een plaats bij de andere hulpdiensten was niet meer te vinden, aldus Boom. „Bovendien speelde mee dat een archief een hoog papiergewicht met zich brengt. Daartegen moet een vloer bestand zijn.”

De opstelling van de redacties op de grote zaal past als een legpuzel in elkaar. In het midden zit de eindredactie, die kopij kritisch bekijkt voor ze naar de zetterij wordt gestuurd. Dat houdt nauw overleg in met de overige redacties, die om de eindredactie zijn gegroepeerd. Het heen en weer lopen kan zo tot een minimum worden beperkt. De redactie buitenland, die het meest van het archief gebruik maakt, zit het dichtst bij de afdeling documentatie. De redacties mens en bedrijf en binnenland grenzen aan elkaar, omdat ze een groot aantal raakvlakken hebben

en snel met elkaar moeten kunnen overleggen.

De mens en bedrijf-redacteur die de internationale pagina onder zijn hoede heeft, vormt de schakel met buitenland. De sportredactie heeft zowel met binnen- als buitenland

dagkrant. Het spitsuur voor sport ligt op de zondagavond, als de andere redacties onbezet zijn”, verduidelijkt Boom.

Een dergelijke brug is er ook tussen redactie en hoofdredactie en wordt gevormd door de redacteur opiniepagina, die in een blauwgeschilderd hok, de „blauwe box” huist, een rustige plaats voor het vele telefonische overleg dat deze functie meebrengt. De redacteur opiniepagina heeft veelvuldig contact met de hoofdredactie en brengt ook het meeste secretariaatswerk (ingezonden brieven) mee. Beide liggen slechts enkele stappen verder.

In een kamer voor de verslaggevers, die grenst aan de redactiezaal, is rekening gehouden met een wisselende bezetting. Geen aparte bureaus, zoals elders, maar lange werktafels.

Kunst en Cultureel supplement hebben een gezamenlijke ruimte, die de overgang vormt naar de kamers van de andere bijlagen, Zaterdags Bijvoegsel en Onderwijs en wetenschappen.

Bij de ingang van de zaal is een zijte gemaakt om het wat zakelijke geheel een vleugje huiselijkheid te geven. In de juiste hoeken staan plantebakken opgesteld

De redactie is rijkelijk voorzien van de nodige technische voorzieningen, die in de oude behuizing ontbraken. Zo kan op een groot aantal punten via de radiodistributie worden geluisterd naar Hilversum 1 en 2, BBC en Tweede Kamer.

Het systeem van „beeldschermen”

Onder meer de verlichting is al berekend op de komst van de beeldschermen. „Het licht is van zeer hoge kwaliteit”, zegt Giel, „en reflecteert niet op de schermen”.

Ook de luchtverversing is, in tegenstelling tot vroeger, van prima kwaliteit.

Niet alleen de luchtverversing is een succes, ook de geluidsabsorptie is een zegen voor de vroeger zo getergde oren. Een fluweelzacht tapijt en absorberende tegels in het plafond smoren een groot aantal decibellen die worden geproduceerd door gebeuk op schrijfmachines, gerinkel van telefoons en luidruchtige conversaties.

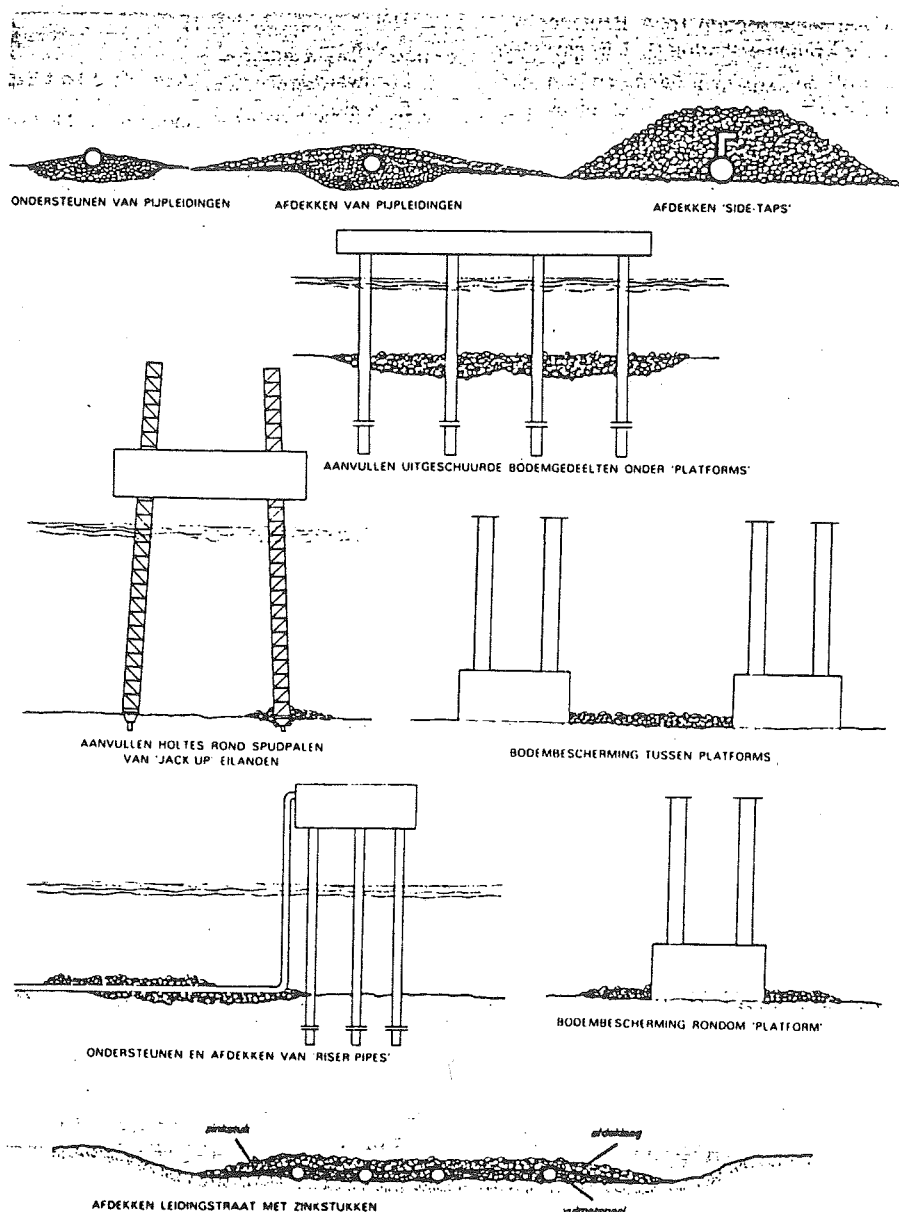
Een groot aantal irritaties is verdwenen. Of, zoals De Bruin het uitdrukt, „de manier waarop de krant wordt gemaakt is vereenvoudigd. Dat heeft gevolgen voor de arbeidsrust, de motivatie en, op den duur misschien voor de kwaliteit”.

4.4. Functie-analyse

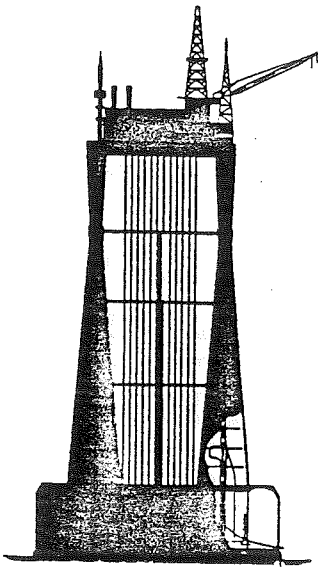
De gewenste bijdrage van het te ontwerpen bouwwerk wordt omschreven in termen van te vervullen functies. In de functiebeschrijving wordt aangegeven waartoe het bouwwerk - of, meer in het algemeen, een bestaand of te ontwerpen object of proces - dient of zou moeten of kunnen dienen. De functie geeft de feitelijke of beoogde werking of uitwerking van iets weer; de bijdrage die het levert aan een groter geheel. In de meest ruime zin kan functievervulling worden opgevat als een "transformatie"; een omzetting van een bepaalde toestand in een andere. Het object of proces waarmee dat gebeurt wordt als "funktiedrager" omschreven (vergelijk: informatiedrager, ambtsdrager e.d.). De gewenste eigenschappen van het te ontwerpen bouwwerk worden in eerste instantie omschreven door de primaire of hoofdfunctie ervan aan te geven. Bij een spoorweg-station bijvoorbeeld "het bieden van overstap- en overslagmogelijkheden binnen het vervoerssysteem en tussen vervoerssystemen". De primaire functie van een kantine is "mogelijkheden bieden tot het kopen en nuttigen van spijs en drank en eventuele genotsmiddelen". Op grond van een meer gedetailleerde functie- en procesanalyse kan worden nagegaan welke specifieke eigenschappen het bouwwerk moet hebben om de gewenste functies, onder de gegeven omstandigheden, te kunnen vervullen. De variërende omstandigheden (wisselende gebruikersaantallen, blootstelling aan weer en wind, verschillen tussen dag en nacht) worden nader onderzocht om de consequenties ervan voor de functievervulling en de hieruit voortvloeiende eisen te kunnen vaststellen.

Het denken in functies heeft bij het ontwerpen onmiskenbare voordelen in vergelijking met een direkte benadering vanuit doelstellingen of concrete oplossingen. Het formuleren van wenselijkheden, min of meer in het luchtledige, doet wel een erg groot beroep op ons voorstellings- en abstractievermogen. Als er daarentegen direkt in concrete oplossingen wordt gedacht worden fundamentele alternatieven bij voorbaat uitgesloten. Door in functies te denken leggen we ons niet meteen vast op specifieke oplossingen: het gemeenschappelijke in op het eerste gezicht totaal verschillende objecten of processen wordt eerder benadrukt. De ontwikkeling van het Romeinse aquaduct vanuit de brug is daar een sprekend voorbeeld van. "Sluis"-functies, "transport"-functies, "draag"-functies e.d. vinden we in van alles en nog wat terug. We kunnen ons meestal wel een voorstelling maken waartoe iets bestaands dient of zou kunnen dienen (of waartoe iets wat nog ontworpen moet worden zou moeten dienen!). Op grond daarvan kunnen we nieuwe toepassingsmogelijkheden ontdekken of een verband leggen met na te streven doelstellingen. Het functiebegrip kan naar twee kanten als springplank dienen. Omdat doelverwezenlijking en functievervulling in elkaars verlengde liggen kunnen functies en doelstellingen steeds aan elkaar worden gerelateerd. Elke concrete oplossing kan op zijn beurt als potentiële funktiedrager worden beschouwd. Noem bij wijze van exercitie eens 10 ongebruikelijke toepassingsmogelijkheden van bakstenen. Op welke verschillende manieren kan water worden getransporteerd?

De "primaire" of hoofdfunctie, die als de bestaansrede voor het bouwwerk kan worden beschouwd, is gericht op de vervulling van de behoeften van de opdrachtgever en de toekomstige gebruikers. De bepaling van de hoofdfunctie en de opsplitsing en verbiezondering van de hoofdfunctie in diverse deelfuncties neemt bij de functieanalyse een centrale plaats in. Bij de opsplitsing en verbiezondering tot deelfuncties wordt gebruik gemaakt van de resultaten van de procesanalyse. De deelfuncties worden gerelateerd aan de deelprocessen waaraan ze een bijdrage leveren. De functieomschrijving heeft dan ook als



Mogelijke toepassingen van steenbestorting.

	onderdeel	functie	vergroten gunstig voor	vergroten ongunstig voor
	modules	herbergen van het equipment	gebruik	stabiliteit diepgang kosten
	dek	ondersteuning modules onderdeel ruimtelijk raamwerk met kolommen	gebruik fundering	stabiliteit diepgang kosten
	kolommen	ondersteuning dek onderdeel raamwerk torens met dek herbergen equipment en pijpen drijfvermogen en stabiliserende werking na afzinken caisson	kolomafstand: - stabiliteit - golfaanval kolomdiameter: - stabiliteit - gebruik - kosten dek	kolomafstand: - kosten dek kolomdiameter: - fundering - golfaanval - diepgang - kosten
	caisson	drijfvermogen voor horizontaal en verticaal transport funderingsoppervlak gewicht berging ballast voor stabiliteit tijdens slepen en op fundering opslag olie	caissonbreedte: - fundering - stabiliteit - diepgang - gebruik caissonhoogte: - stabiliteit - kosten	caissonbreedte: - golfaanval - kosten caissonhoogte: - golfaanval - diepgang

Functiebeschrijving van de belangrijkste onderdelen van het ANDOC-borplatform.
Bron: NIVAG.

INDONESISCH EXPERIMENT MET DE WATERHYACINT

De waterhyacint is ondanks zijn onschuldig klinkende naam en zijn vriendelijke uiterlijk een berucht en gevreesd tropisch wateronkruid. Deze plant kwam oorspronkelijk alleen voor in Zuid-Amerika, maar werd in de vorige eeuw verspreid vanwege zijn exotische, hyacintachtige bloemen. In 1884 werd de waterhyacint als souvenir uitgedeeld door Japanse afgevaardigden op een katoententoonstelling in New Orleans, in de Verenigde Staten, en binnen een tiental jaren was de plant een plaag geworden in Florida. In 1895 was de St. Johns rivier in het Noorden van deze staat over een afstand van 160 kilometer met waterhyacinten dichtgegroeid.

In Afrika werd deze waterplant een plaag in 1958, toen de eerste planten opdoken in de Witte Nijl en haar zijrivieren en ook in Azië nam de verstoring van irrigatiesystemen en waterreservoirs na de tweede wereldoorlog zienderogen toe. In Indonesië zijn zo meren als Curug op West Java en Rawa Pening op Oost Java nu met waterhyacinten overdekt, wat de toevoer van irrigatiekanalen belemmert en de visserij zeer bemoeilijkt. Sinds enkele jaren is de aanwas van waterplanten in het Curug-meer zo groot geworden, dat er maandelijks geoogst moet worden om het meer nog enigszins open te kunnen houden.

Nuttig gebruik

Het hoofd van het visserij-instituut ter plaatse, de heer Achmad, zegt daar het volgende over: "Voor de visserij is deze dichtgroei een zeer onplezierige zaak. Momenteel kan slechts 25 procent van de oppervlakte van het meer worden bevist, terwijl de mogelijke visproductie van het meer veel groter kan zijn dan hij nu is. Het oogsten van de waterplanten brengt hoge kosten met zich mee".

Om het probleem van de waterhyacint op het Curug-meer aan te pakken, zo heeft men bij het Instituut voor Ecologie te Bandung gedacht, zou het zinvol zijn de waterhyacint van plaag tot nut te maken. De redenering is als volgt: Als de waterhyacint door de mensen rond het meer kan worden gebruikt, dan hoeft het oogsten ervan niet meer met zulke hoge kosten gepaard gaan en komt deze toch ten nutte van de bevolking. Om die reden is het instituut in 1975 met een onderzoeksproject gestart, waarbij

het de mogelijkheden nagaat voor het gebruik van de waterhyacint als brandstof voor de zogenaamde biogasvergisting.

Bij biogasvergisting wordt onder zuurstof-arme omstandigheden uit afvalmateriaal, zoals mest en dode plantenresten, door bacteriën gas gevormd dat bijna gelijk is aan ons aardgas en daardoor uitstekend gebruikt kan worden als kookgas en zelfs voor verlichting. Uit de proeven die de afgelopen paar jaar zijn uitgevoerd bleek dat de hyacint per dag rond de 250 liter gas per kilogram droge waterhyacint kon leveren. Eerder was uit een Amerikaans experiment al gebleken dat een kilogram niet-gedroogde waterhyacint per dag 10 liter gas kon produceren. Omdat de gasconsumptie per persoon per dag bekend is, bleek uit een snel rekensommetje, dat één persoon zodoende met 20 kilo waterhyacint per dag zijn potje kan koken. Hoewel het onderzoek nog niet is afgerond, lijkt dit perspectieven te bieden voor een nuttig gebruik van de waterhyacint.

Visvoer

Een andere interessante oplossing voor de waterplantenplaag in het Curug-meer is gezocht door Ir. Sjamsudin van de Landbouwhogeschool te Bogor. Hij kwam op het idee om andere schadelijke waterplanten zoals de waterpest op te voeren aan vis. In van bamboe gemaakte kooien werden Tilapia vissen op een rantsoen gezet van fijngehakte waterplanten. Na een periode van drie maanden bleek de vis van gemiddeld 80 gram tot 220 gram te zijn gegroeid. Ir. Sjamsudin concludeerde zelf uit zijn experiment: "Met dit onderzoek is duidelijk aangetoond dat Tilapia, gevoerd met fijngehakte waterplanten in kooien een betere groei vertoont dan in vijvers". Hoewel andere mogelijkheden voor de verwerking van waterplanten, zoals het gebruik als varkensvoer of als meststof voor de teelt van paddestoelen, bij Curug nog onvoldoende bekeken zijn, lijkt het erop dat de waterplanten in de toekomst niet slechts verwijderd hoeven te worden om weg te rotten aan de rand van het meer. Hopelijk zal men erin slagen de enorme hoeveelheden plantaardig materiaal die jaarlijks een grote hinder vormen voor visserij en irrigatie zo te gebruiken dat de oogst ervan ten nutte zal komen aan de omringende boeren en vissers.

Hans de Jongh

algemene vorm: "het bieden van mogelijkheden tot...", "het scheppen van voorwaarde voor...", "het voorzien in de behoefte aan..." etc.

Bij de functiebeschrijving zijn verschillende abstractieniveau's of combinaties van abstractieniveau's mogelijk. De functie van een brug bijvoorbeeld wordt omschreven in termen van nieuwe of verbeterde communicatiemogelijkheden of verkeersverbindingen.

"Het ondersteunen van voertuigen in de lucht" is echter ook een mogelijk functiebeschrijving. Bij een te algemene omschrijving (in het geval van de brug: "het bevorderen van de communicatie tussen 2 punten in de ruimte") gaat het onderscheidend vermogen verloren. In het geval van een te specifieke functiebeschrijving ("een weg voor autoverkeer tussen de beide landhoofden van een rivier") is de binding aan specifieke oplossingen en situaties te sterk. De functiebeschrijving moet in ieder geval ruimte bieden voor alle relevante deelfuncties. Bij een te beperkte benadering worden deelfuncties ongemerkt als hoofdfuncties opgevoerd.

Functieomschrijvingen van het station die aan dit euvel lijden zijn "een plaats waar reizigers beschut op de trein kunnen wachten" (en maar wachten!), "mogelijkheden bieden om een treinreis te beginnen" (van onbeperkte duur?) en "een aan het spoor gelegen plaats waar railwagens bij elkaar komen en weer vertrekken" (op eigen initiatief!). Aan elk van deze functiebeschrijvingen ontbreekt nog wel meer. Ga zelf maar na.

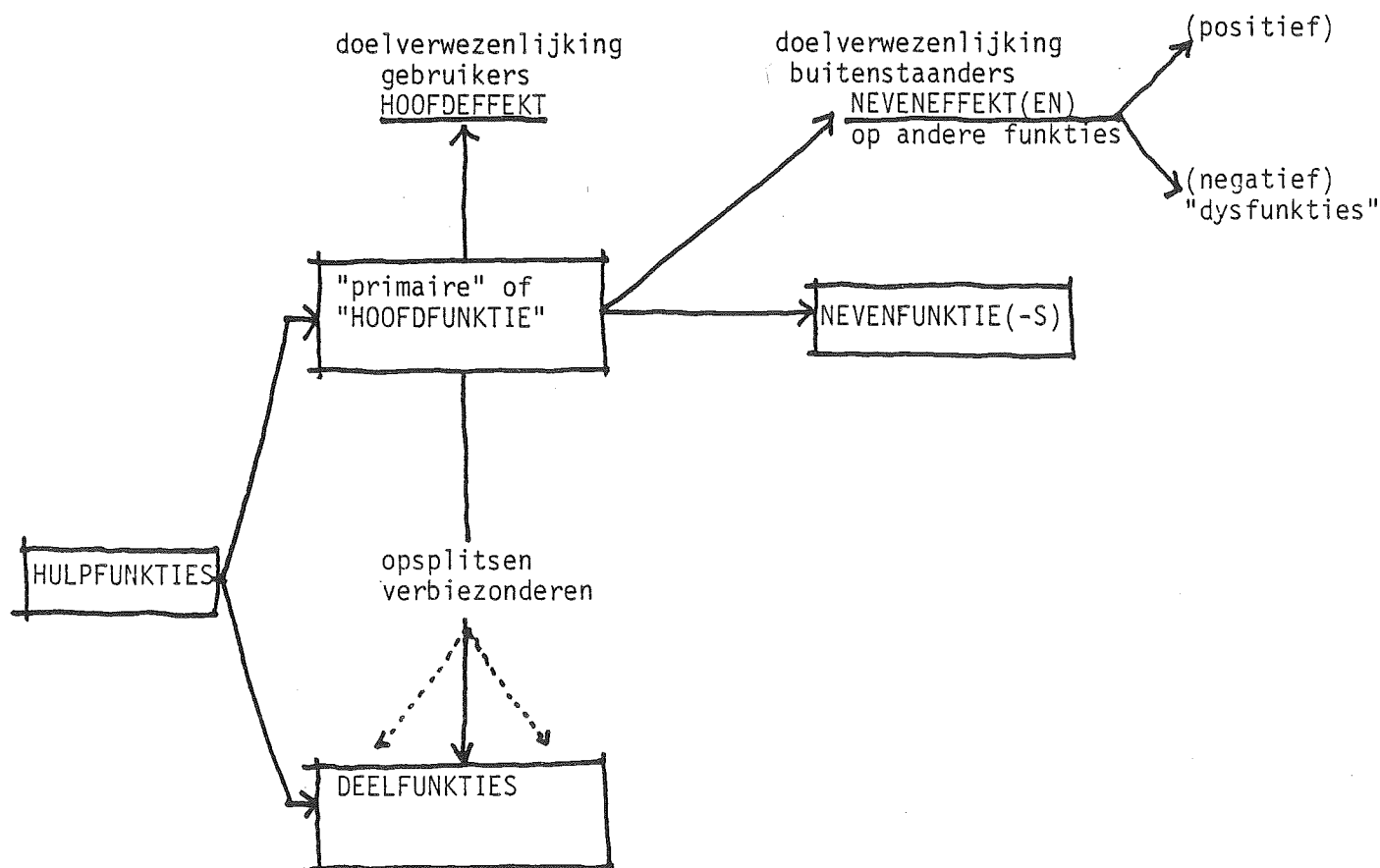
Zowel bij de functie - als de procesanalyse treedt een steeds verdergaande mate van detaillering op. Op basis van gedetailleerde procesanalyses (parkeren, kaartjes kopen, wachten ...) kan nauwkeuriger worden vastgesteld welke specifieke functies het bouwwerk moet vervullen en welke voorzieningen daarvoor zijn vereist. Voor het in- en uitstappen van passagiers zijn specifieke voorzieningen getroffen; voor het uitzwaaien, het dicht- en losknopen van jassen of het uitlaten van de hond niet. En op goede gronden! Uit meer gedetailleerde proces- en functie-analyses kan ook blijken dat de functievervulling uit een oogpunt van bepaalde gebruikscategoriën (bejaarden, gehandicapten) nog veel te wensen overlaat. In het ontwerp kan daaraan bijzondere aandacht worden besteed.

Om tot een systematische inventarisatie van alle, voor het ontwerp relevante, functies te komen is een nadere uitwerking van het functiebegrip gewenst. Naast hoofd- en deelfuncties worden "nevenfuncties" en "neveneffecten op andere functies" onderscheiden, terwijl als bijzondere categorie ook de "hulpfuncties" zijn geïntroduceerd. Nevenfuncties zijn, in tegenstelling tot deelfuncties, geen noodzakelijke voorwaarde voor de vervulling van de hoofdfunctie; het zijn eerder aanvullingen en toevoegingen of niet-beoogde bijkomstigheden. Ten aanzien van nevenfuncties geldt het criterium dat ze in beginsel (opsplitsing is technisch niet altijd mogelijk) elders door afzonderlijke voorzieningen kunnen worden vervuld. Uit het oogpunt van primaire functievervulling kunnen ze gemist worden. Het station kan als station blijven fungeren ook als de restauratie gesloten wordt en we op het café-restaurant daar tegenover zouden zijn aangewezen.

Het personenvervoer kan, zij het op een minder aangename wijze, doorgang blijven vinden. Van een onderschikking naar belangrijkheid tussen hoofd- en nevenfuncties hoeft niet altijd sprake te zijn;

functies kunnen onderling min of meer gelijkwaardig zijn (een "multi-purpose" gebouw bijv.). Bij het ontwerp van een bouwwerk met een vooraf bepaalde functie (metrostation, sporthal) zullen de mogelijkheden tot vervulling van nevenfuncties zorgvuldig moeten worden onderzocht. Mogelijke neveneffecten op de vervulling van andere functies, die voor zover ze nadelig zijn als "dysfunctie" worden omschreven, verdienen eveneens de nodige aandacht bij het opstellen van een p.v.e. en het ontwikkelen van alternatieve oplossingen. Hulpfuncties nemen een bijzondere plaats in, omdat ze geen zelfstandige betekenis hebben en van ondersteunende aard zijn. De hulpfuncties kunnen worden gezien als noodzakelijke voorwaarden voor de vervulling van deelfuncties en de hoofdfunctie onder variërende omstandigheden. Veel voorkomende voorbeelden zijn: verlichting, verwarming, schoonmaken, beheer. Een scherpe indeling is meestal niet gemakkelijk te verkrijgen. Het gaat uiteindelijk echter niet om een sluitende classificatie, maar om een systematische inventarisatie van alle functies die voor het ontwerp relevant zijn.

NADERE UITWERKING FUNKTIEBEGRIIP



De rol die de functie-analyse bij het opstellen van een programma van eisen en wensen en het ontwerp van mogelijke functiedragers vervult kan met een voorbeeld worden toegelicht. Het praktijkvoorbeeld, de herinrichting van een woonstraat als woonerf, is ontleend aan oefening 1 en 2. De directe woonomgeving vervult, als openbaar verkeers- en verblijfsgebied, een drietal functies:

- verkeersfunctie : afwikkeling doorgaand verkeer ("stroomfunctie")
: afwikkeling bestemmingsverkeer
- erfontsluitingsfunctie : afwikkeling bestemmingsverkeer
: parkeer- en stallingsmogelijkheden bieden
: kabels en leidingen onderbrengen
- erffunctie : als buitenruimte fungeren
: als ontmoetings- en speelruimte dienen.

In bestaande woonstraten is de erffunctie als regel volstrekt ongeschikt geraakt aan de erfontsluitings- en verkeersfunctie. De erffunctie wordt vooral negatief beïnvloed door de afwikkeling van het doorgaande verkeer. Als "dysfuncties" kunnen dan ook worden genoemd: onveiligheid, verlies aan speelruimte, lawaai e.d. In een "woonerf" wordt de erffunctie of verblijfsfunctie weer in ere hersteld: het doorgaande verkeer wordt geheel geweerd. Als mogelijk alternatief, uit een oogpunt van verkeerscirculatie en milieukwaliteit, kan ook de invoering van éénrichtingsverkeer worden overwogen. De onderlinge verschillen tussen de alternatieven, in termen van functievervulling kunnen als volgt worden weergegeven.

	doorgaand verkeer	bestemmings- verkeer	parkeren en stallen	verblijven
woonstraat	0	0	0	0
éénrichtings- verkeer	-(richting) +(capaciteit)	- (toegankelijkheid)	0	$\pm$
woonerf	-	- (toegankelijkheid)	- (parkeerruimte)	+

(N.B. "0" = ongewijzigd ten opzichte van woonstraat)

Aan de hand van zo'n globale functie-analyse kunnen gerichte onderzoeksvragen worden geformuleerd ten behoeve van het programma van eisen en wensen of ter bepaling van de richtingen waarin de oplossing wordt gezocht. In aanvulling daarop kan een meer gedetailleerde analyse plaatsvinden van de functies die de woonstraat en onderdelen daarvan vervullen. Bij het specificeren van eisen en wensen en het ontwikkelen van alternatieve oplossing kan een systematische functiebeschrijving van de bestaande "functiedragers" als kapstok of referentiekader dienen. Als belangrijkste ruimtelijke en constructieve elementen kunnen worden onderscheiden: de rijbaan, kruisingen, trottoir en trottoirband. De van belang zijnde functies kunnen als volgt beknopt worden weergegeven:

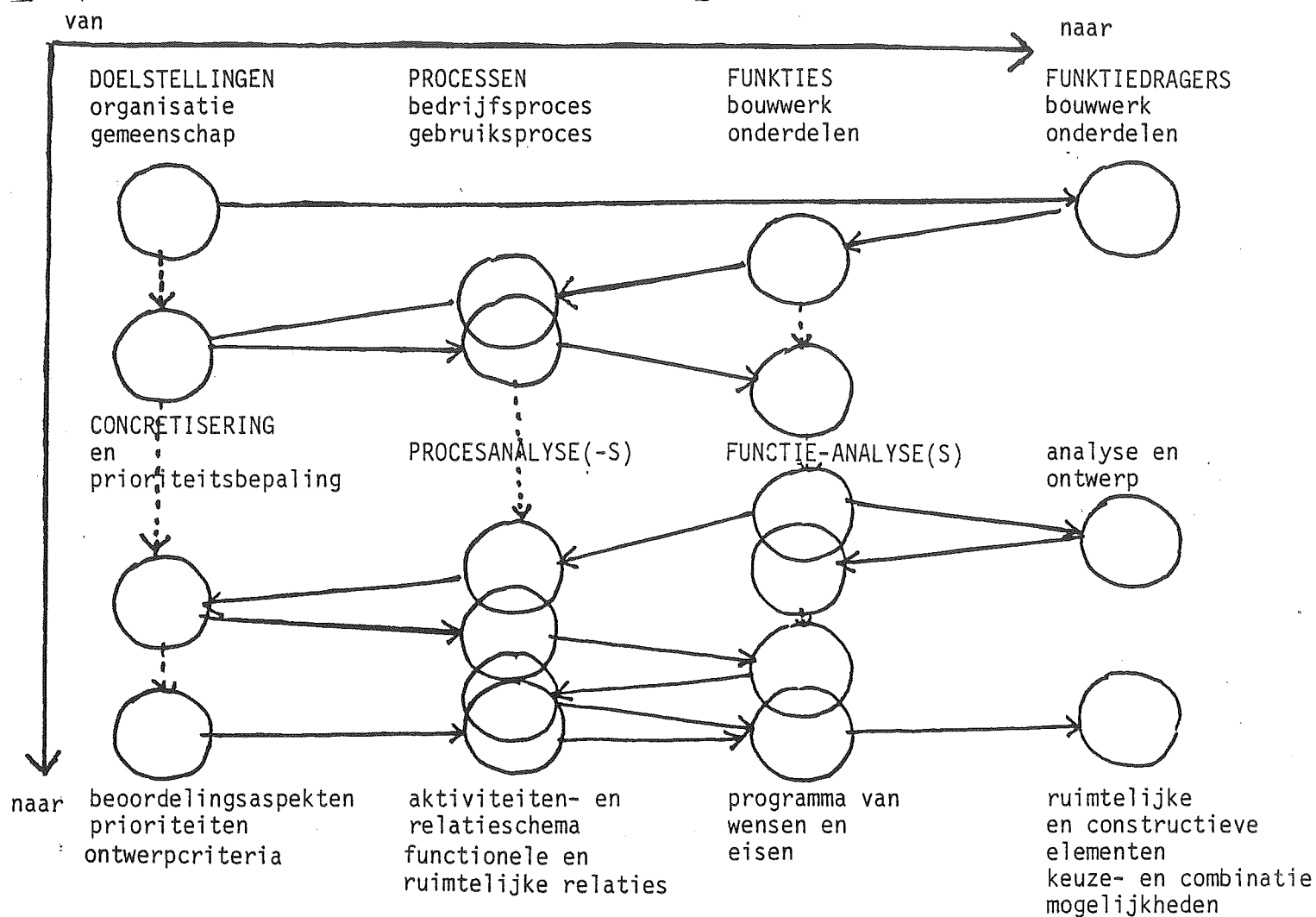
- rijbaan (primair) : verkeersafwikkeling
(nevenfunctie) : parkeer- en stallingsgelegenheid
(nevenfunctie) : kabels en leidingen onderbrengen
(nevenfunctie) : als speelruimte, hondentoilet e.d. dienen
(deelfunctie) : belijning en signalering
(hulpfunctie) : afwatering en verlichting
- kruising (primair) : verkeersafwikkeling
(nevenfunctie) : oriëntatie
- trottoir (primair) : verkeersruimte voor voetgangers
(nevenfunctie) : kabels en leidingen opbergen
: straatverlichting opstellen
: als tijdelijke opslagruimte dienen
: als speel- en ontmoetingsruimte fungeren

- trottoirband (primair) : opsluiting van de rijbaan
(nevenfunctie): visuele begrenzing en begeleiding
(blinden o.a.).

De "erffunctie" moet uiteindelijk in het ontwerp worden vertaald in passende functiedragers: aansluitingen op de rest van het wegnnet, verkeers- en parkeervoorzieningen, kabel- en leidingstraten, speel- en groenvoorzieningen. Daarbij zal rekening moeten worden gehouden met de overige neven- en hulpfuncties die ook in de gewijzigde situatie plaats moeten kunnen vinden. Ten aanzien van de toegankelijkheid en verkeersafwikkeling moet worden vastgesteld welk type voertuig als "maatgevend" geldt (personenauto's resp. de brandweer- of vuilniswagen of de SRV!) en welke eisen daaruit voortvloeien (draaicirkels e.d.). De verkeersintensiteit zal, met het oog op de gewenste veiligheid en milieukwaliteit, binnen bepaalde grenzen moeten blijven. Hieruit kunnen eisen worden afgeleid ten aanzien van de toelaatbare omvang van het "verkeersluwe" gebied en de ontsluitingsstructuur. Omdat op het woonerf een afwijkend verkeersregiem geldt moet de overgang op het "gewone" verkeersnet duidelijk worden gemarkeerd, in de vorm van in- en uitritten. Een ongedeelde verkeers- en verblijfsruimte is gewenst; de scheiding tussen trottoir en rijbaan komt te vervallen. Een duidelijke markering van "rijstrook" en parkeerplaatsen is met het oog op de veiligheid en de verkeersafwikkeling toch wel gewenst. De toegankelijkheid van kabels en leidingen moet gewaarborgd blijven. Ter beperking van de rijsnelheid zullen in de langrichting verkeersbelemmeringen moeten worden aangebracht: knikken in de rijrichting, asverschuivingen, drempels e.d. De functie-analyse is geen geïsoleerde activiteit, er vindt een voortdurende wisselwerking plaats met de formulering van eisen en wensen en het ontwikkelen van alternatieve oplossingen.

De functie-analyse speelt een erg belangrijke rol bij het opstellen van een programma van eisen en wensen en het systematisch ontwikkelen van alternatieven. Vanuit de functie-analyse kan zowel een verband worden gelegd met de eisen en wensen die op basis van de procesanalyse worden geformuleerd, als met mogelijke functiedragers.

Het onderstaande schema laat zien hoe doelstellingen, processen en functies in onderlinge wisselwerking worden uitgewerkt en op elkaar afgestemd. De analyse en het ontwerp van mogelijke functiedragers sluit daar op aan.



Ter illustratie een voorbeeld waaruit de onderlinge wisselwerking blijkt tussen:

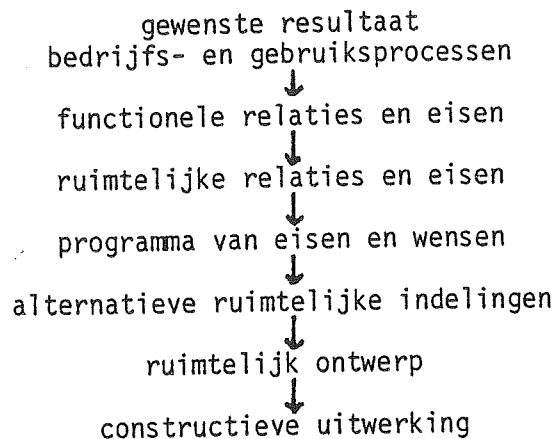
- de concretisering van doelstellingen (van onderzoekvragen tot eisen en wensen);
- de analyse van bedrijfs- en gebruiksprocessen;
- de bepaling van mogelijke functiedragers.

Het voorbeeld is ontleend aan de analyse van het kantinegebeuren (oefening 2); we beperken ons tot het aankomstproces.

<u>onderzoekvragen/eisen</u>	<u>proces</u>	<u>functiedrager</u> (ruimtelijk element)
personeelsingang vereist?		
plaatsbepaling daarvan	binnenkomen	ingang
dimensionering daarvan		
vóór of na de ingang		
garderobe?	jas ophangen	
toezicht?	tas wegzetten	
overzichtelijkheid		
zichtbaarheid balie	oriënteren	
herkenbaarheid tafelopstelling		

4.5. Programma van eisen en wensen

Met de proces- en functie-analyse is de onderbouwing van het programma van wensen en eisen al behandeld. In het p.v.e. worden de eisen en wensen (die "vanuit de processen" aan de functieervulling worden gesteld) expliciet en bij voorkeur kwantitatief weergegeven en, met de geldende randvoorwaarden, in een praktisch realiseerbaar en geïntegreerd eisenpakket samengevat. Ten behoeve van het opstellen van een p.v.e. en de ontwikkeling van alternatieven is een methodische aanpak ontwikkeld die als volgt kan worden geschematiseerd:



Hoewel bepaalde hoofdlijnen aangegeven kunnen worden bestaat er in de praktijk geen standaardprocedure voor het opstellen van een programma van eisen en wensen. Daarvoor vertonen de projecten onderling te grote verschillen en lopen de specifieke omstandigheden (beschikbare kennis en ervaring, tijdslimieten e.d.) te ver uiteen. In de meeste gevallen kunnen de benodigde gegevens grotendeels aan de literatuur en aan vergelijkbare projecten en situaties worden ontleend. Het p.v.e. voor een kunstwerk (brug, tunnel, sluis e.d.) of een kleinschalig bedrijfs- of gemeenschapsgebouw (goederenloods, station, sporthal) kan als regel door de ontwerper zelf worden opgesteld, in overleg met de opdrachtgever. Bij omvangrijke en complexe projecten waarmee nog weinig of geen ervaring is opgedaan (in de off-shore of

utiliteitsbouw bijvoorbeeld) is specialistische kennis op de meest uiteenlopende gebieden vereist: proces technologie en produktietechniek, bedrijfsorganisatie en -economie, bouwfysica en materiaalkunde, planologie e.d. Het opstellen van een p.v.e. kan op zichzelf zo'n omvangrijke en gecompliceerde onderzoektaak worden dat deskundigen of adviesbureau's die op dit gebied gespecialiseerd zijn moeten worden ingeschakeld. In de praktijk wordt doorgaans eerst een basisprogramma opgesteld waarin de belangrijkste uitgangspunten, doelstellingen en randvoorwaarden verwerkt zijn. Op grond van globale capaciteits- en kostenramingen kan een haalbaarheidsonderzoek worden uitgevoerd. Vervolgens wordt een voorlopig p.v.e. opgesteld dat als basis voor een schetsontwerp kan dienen.

Op grond van het voorlopig pve en het schetsontwerp is een beter inzicht verkregen in de consequenties van de randvoorwaarden en de tot dusver gehanteerde uitgangspunten en doelstellingen en in de reële oplossingsmogelijkheden. Eerder genomen beslissingen kunnen in dit stadium desgewenst worden herzien. Het "definitieve" pve komt geleidelijk en vaak in nauwe wisselwerking met het ontwerp tot stand. Het pve is echter niet "definitief" in de zin dat het tot in het laatste detail ééns en voor goed wordt vastgelegd. Tijdens het ontwerpproces kunnen bepaalde onderdelen en aspecten nog nader uitgewerkt of herzien worden. Het "open" karakter van het pve komt ook tot uiting in het onderscheid tussen "eisen" en "wensen" dat in dit verband steeds wordt gemaakt. Met het oog op de hanteerbaarheid en overzichtelijkheid wordt het totale programma van eisen en wensen doorgaans opgebouwd uit deelprogramma's ten aanzien van:

- de situering (locatiekeuze en planologische inpassing);
- de ruimtelijke indeling en inrichting van het terrein;
- het ruimtelijk ontwerp van het "bouwwerk" (grond- en waterwerken, kunstwerken, gebouwen);
- de constructie en eventuele installaties.

De wijze waarop een pve tot stand komt kan in hoofdlijnen nader worden toegelicht. Bij de methodische uitwerking van deze onderzoektaak gaan we niet uit van mogelijke praktijksituaties maar van een typische onderwijssituatie zoals die zich in het tweedejaars-project voordoet. Daarbij vindt zowel een eerste kennismaking met het gekozen onderwerp plaats als met het opstellen van een pve als zodanig. De mogelijkheden tot het uitvoeren van onderzoek en het voeren van overleg met de opdrachtgever zijn daarentegen, in vergelijking met de praktijk, nogal beperkt. De opstellers van een pve zullen zich, in dergelijke omstandigheden, evenals de befaamde baron von Münchhausen, voornamelijk aan de eigen laarzen omhoog moeten trekken.

Om het totale eisenpakket op een overzichtelijke wijze in te delen wordt een "check-list" gebruikt aan de hand waarvan systematisch kan worden nagegaan waaraan en door wie, welke typen eisen gesteld worden. Onvolledigheid en eenzijdigheid kan daardoor vermeden worden. Naast eisen ten aanzien van de toekomstige gebruikswaarde, de mogelijke neveneffecten en de kosten kunnen er ook specifieke eisen worden gesteld aan de voorbereiding en uitvoering van het project. Aan de voorbereiding kunnen eisen verbonden worden met betrekking tot de te volgen procedures, tijdslimieten, budgetlimieten e.d. Met het oog op de uitvoering kunnen eisen worden gesteld ten aanzien van toe te passen bouwtechnieken en materialen, afstemming op beschikbaar materiaal, bouwtijd e.d. Voorts zal rekening moeten worden gehouden met mogelijke neveneffecten in de uitvoeringsfase (tijdelijke verlaging grondwaterstand, geluids- en trillingshinder e.d.), veiligheidsvoorschriften enz. In het pve staan de gebruikseisen en de randvoorwaarden die door de opdrachtgever en diverse bevoegde (overheids-)instanties worden gesteld centraal. De toekomstige gebruikers vormen meestal geen homogene groep; als de eisen onderling sterk verschillen is een indeling naar verschillende categorieën gebruikers gewenst (bejaarden, kinderen enz.). Een categorale indeling van het eisenpakket kan eveneens goede diensten bewijzen zowel bij de concrete invulling als bij de uiteindelijke presentatie. Zo kunnen maatschappelijke, wettelijk-bestuurlijke, planologische, ecologische, financieel-economische, ruimtelijke, constructieve, bouwfysische en installatietechnische eisen worden onderscheiden.

De check-list kan als volgt worden samengevat:

- . Waaraan worden eisen gesteld?
 - de voorbereiding;
 - de gebruikswaarde van het bouwwerk en onderdelen daarvan;
 - de investerings- en exploitatiekosten;
 - neveneffecten op de omgeving;
 - de uitvoering.
- . Wie stellen eisen?
 - de opdrachtgever: voorbereiding, gebruikswaarde, kosten;
 - gebruikers: gebruikswaarde;
 - andere belanghebbenden: neveneffecten;
 - overheid en bevoegde instanties: neveneffecten.
- . Welke soorten eisen zijn in het geding?
 - maatschappelijk;
 - wettelijk-bestuurlijk, planologisch;
 - financieel-economisch;
 - ecologisch;
 - ruimtelijk;
 - technisch-constructief: bouwkundig, bouwfysisch, installatietechnisch.

Aan de hand van de check-list (wie, waaraan, welke eisen) kan een eerste inventarisatie plaatsvinden van relevante beoordelingsaspecten en aandachtspunten die nader onderzoek verdienen. Aan de hand van een globale proces- en functie-analyse wordt, uit het blote hoofd en met de losse hand, een voorlopig verlang- en boodschappenlijstje opgesteld. De inmiddels verworven inzichten (literatuurstudie, persoonlijke waarnemingen, gesprekken met betrokkenen en deskundigen) worden hierin zo goed mogelijk verwerkt. De beoordelingsaspecten en aandachtspunten worden in eerste instantie in telegramstijl of met trefwoorden omschreven: bereikbaarheid, parkeermogelijkheid, geluidshinder, landschappelijke inpassing e.d. Een zorgvuldige formulering is nog niet vereist; de nadruk ligt op inventarisatie en het verkrijgen van een overzicht. De verlang- en boodschappenlijst die zo ontstaat is nog erg onvolledig, bovendien zullen er veel overlappingsen in voorkomen. Ook de mate van detaillering kan sterk uiteenlopen; globale beoordelingsaspecten of aandachtspunten en specifieke eisen en wensen kunnen naast elkaar voorkomen. Om tot een voorlopig programma van eisen en wensen te komen is ordening en uitbreiding noodzakelijk, in combinatie met nadere uitwerking en specificatie. Bij de verdere uitwerking valt de nadruk op gedetailleerde proces- en functieanalyses en aanvullend onderzoek naar de omstandigheden waaronder het bouwwerk in de toekomst moet functioneren. Daarbij staat de bepaling van de in de toekomst vereiste capaciteit en eventuele uitbreidings- en aanpassingsmogelijkheden voorop. De aandachtspunten en kwalitatieve beoordelingsaspecten worden nader onderzocht en uitgewerkt; de wensen en eisen worden zoveel mogelijk in kwantificeerbare grootheden vertaald: gemiddelde reisafstand of -tijd, aantallen parkeerplaatsen, decibels. Hoewel de benodigde gegevens ten dele aan de bestaande literatuur en aan vergelijkbare projecten en situaties kunnen worden ontleend zal aanvullend onderzoek noodzakelijk zijn. Door nadere uitwerking en prioriteitsbepaling kan vervolgens een definitief pve worden opgesteld dat als basis en toetsingskader dient voor de ontwikkeling, selectie en uiteindelijke beoordeling van alternatieve oplossingen.

Binnen het totale eisenpakket worden ruimtelijke en technisch-constructieve deelprogramma's onderscheiden die op hun beurt uit onderdelen en deelaspecten zijn opgebouwd.

Het ruimtelijke programma van eisen en wensen heeft betrekking op:

- de situering (bereikbaarheid, directe omgeving);
- het terrein (oppervlakte, afmetingen, ontsluitingsmogelijkheden, topografie, bodemgesteldheid, grondwaterstand, eigendomsverhoudingen, grondprijs);
- de indeling en inrichting van het terrein (ontsluiting, interne verkeerscirculatie, parkeervoorzieningen, ruimtebehoefte en situeringseisen, uitbreidingsmogelijkheden, groenvoorzieningen);
- het ruimtelijk ontwerp van het bouwwerk (benodigde ruimten, situeringseisen, bijzondere eisen).

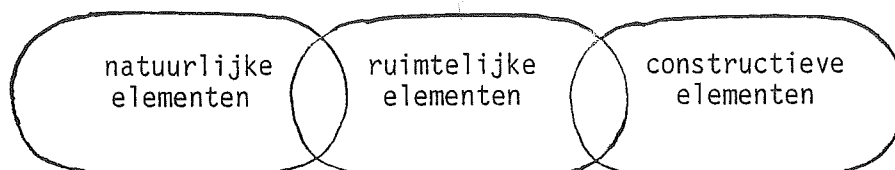
Het technisch-constructieve eisenpakket kan zowel bouwkundige (belastingen, overspanningen, vrije hoogte e.d.), bouwfysische (warmte- en geluidsisolatie, lichtsterkte) als installatietechnische eisen omvatten.

5. Het genereren en selecteren van alternatieven; evaluatie

5.1. Ontwerpvariabelen

Aan de hand van steeds gedetailleerder wordende proces- en functie-analyses is een programma van eisen en wensen opgesteld waarin ook de geldende randvoorwaarden zijn opgenomen. Bij het ontwikkelen en onderling afwegen van alternatieve oplossingen fungeren de eisen en wensen als ontwerp- en beoordelingscriteria. Het te ontwerpen bouwwerk wordt opgevat als een verzameling onderling samenhangende ruimtelijke, constructieve en natuurlijke elementen. De elementen waaruit het bouwwerk wordt samengesteld moeten, afzonderlijk en gezamenlijk, bepaalde gewenste eigenschappen hebben. In het gewone spraakgebruik worden de elementen met soortnamen omschreven: balk, dijklichaam, tunnel e.d. In methodisch opzicht verdient het de voorkeur de elementen analytisch te definiëren, en wel als een "bundel" ten dele variabele (en dus ook nader te bepalen!) eigenschappen. De samenstellende elementen van het bouwwerk met hun eigenschappen en onderlinge relaties worden door de ontwerper gekozen. Omdat een element als een bundel eigenschappen kan worden gezien kunnen we zowel voor de elementen als voor hun eigenschappen en onderlinge relaties één overkoepelend begrip gebruiken, namelijk "ontwerp-" of "beslissingsvariabelen". Het ontwerpprobleem kan dan worden geschematiseerd in termen van ontwerpcriteria ("doelvariabelen" en randvoorwaarden), externe invloedfactoren en ontwerp- of beslissingsvariabelen.

Het bouwwerk wordt uit verschillende ruimtelijke, constructieve en natuurlijke elementen samengesteld. Voordat we nader ingaan op de keuzeproblematiek die zich hierbij voordoet en op het systematisch genereren en selecteren van alternatieve oplossingen wordt eerst het onderscheid tussen de verschillende soorten elementen toegelicht.



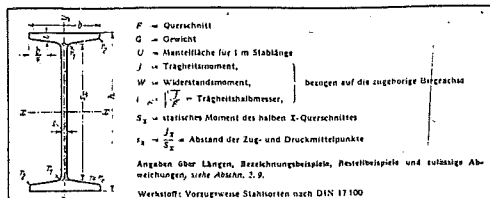
Onder "natuurlijke elementen" verstaan we in de eerste plaats bodem en water maar ook landschap en natuur. Groenvoorzieningen (begroeiing, beplanting, bebossing) worden, ook al zijn ze aangelegd, eveneens tot de natuurlijke elementen gerekend. Omdat een natuurlijk element een bepaalde ruimtelijke begrenzing en verschijningsvorm heeft kan het desgewenst, vanuit een andere invalshoek, ook als ruimtelijk element worden opgevat. Lang niet alle ruimtelijke elementen zijn echter tevens natuurlijke elementen. Het onderscheid tussen ruimtelijke en constructieve elementen berust eveneens op een verschil in invalshoek. Elk ruimtelijk element dat door mensen gemaakt is (een dijklichaam, sluiskolk, brug, tunnel, zaal of kamer) bestaat uit één of meer constructieve elementen. Elk constructief element (heipaal, beschoeiing, damwand, balk, vloer, gevelelement of wat dan ook) heeft op zijn beurt ruimtelijke dimensies omdat het massa heeft.

De verschillen in benadering ontstaan omdat in bepaalde ontwerp-situaties het ruimtelijke aspect of het constructieve aspect op de voorgrond wordt geplaatst. Om tot een geïntegreerd ontwerp te komen zullen de ruimtelijke en constructieve aspecten uiteindelijk zorgvuldig op elkaar worden afgestemd, ook al wordt één van beiden tijdelijk naar het tweede plan geschoven. Bij de bepaling van de gewenste

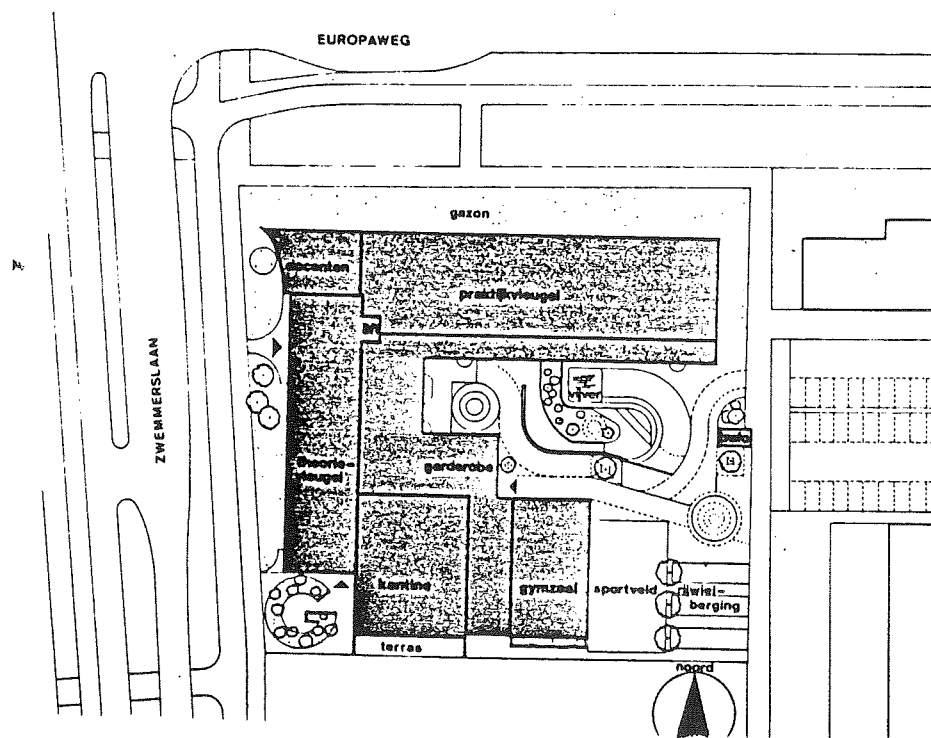
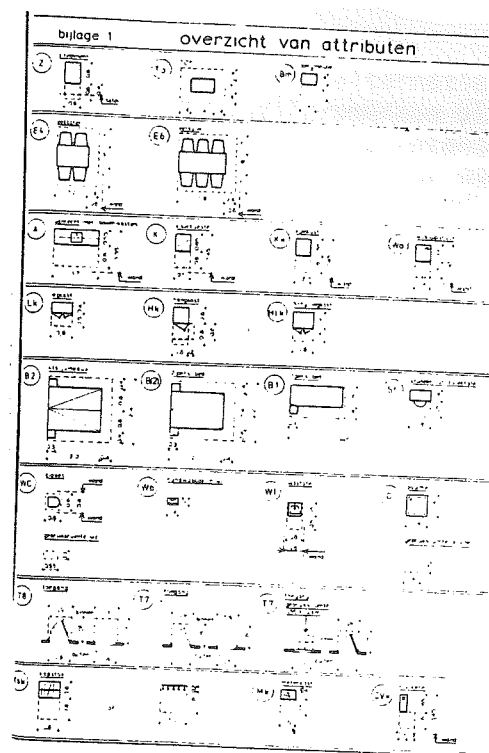
2.2. Formstahl- u. Stabstahl-Walzprofile

2.2.1. I-Träger

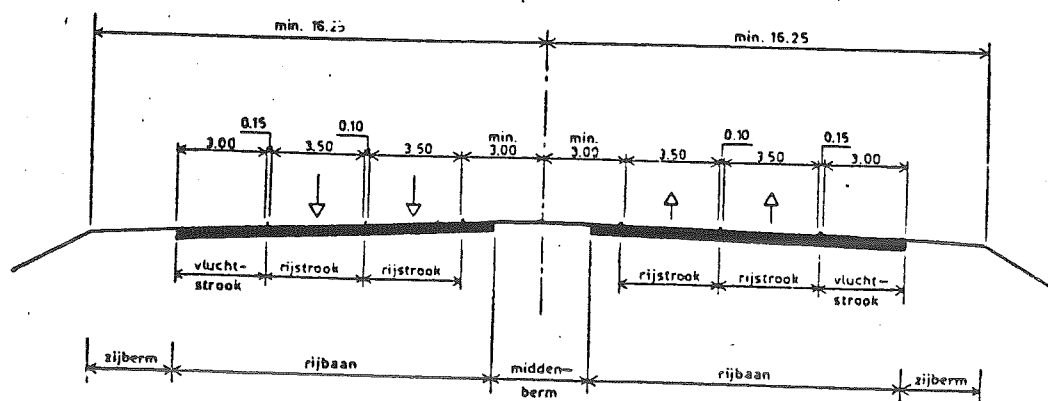
2.2.1.1. Schmale I-Träger mit geneigten inneren Flanschflächen, I-Reihe (warmgewalzt), nach DIN 1025 Blatt 1, Ausgabe Oktober 1963



Bezeichnung "A"	Maße in mm					F	G	U	Für die Biegeachse							
	a	b	t	r	f				J _x	J _y	W _x	i _x	i _y	W _y	W _{xy}	S _x
80	80	42	3,9	5,9	2,3	7,57	5,94	0,304	17,6	19,5	3,26	6,29	3,00	0,91	11,4	6,84
100	100	50	4,5	6,8	2,7	10,6	8,34	0,370	27,1	24,2	4,01	12,2	4,58	1,07	19,9	8,57
120	120	58	5,1	7,7	3,1	14,2	11,1	0,439	37,8	34,7	4,81	15,1	5,41	1,23	27,8	10,3
140	140	66	5,7	8,6	3,4	18,2	12,3	0,502	53,3	49,9	5,61	17,2	6,07	1,40	37,7	12,0
160	160	74	6,3	9,5	3,8	22,8	13,9	0,575	73,5	69,7	6,40	19,4	6,71	1,55	49,0	13,7
180	180	82	6,9	10,4	4,1	27,9	15,7	0,640	98,0	93,8	7,19	21,7	7,38	1,71	62,4	15,5
200	200	90	7,5	11,3	4,5	33,4	17,6	0,709	124,0	119,8	8,00	24,1	8,17	1,87	77,5	17,2
220	220	98	8,1	12,2	4,9	39,5	19,7	0,775	151,0	146,8	8,89	26,6	9,02	2,02	93,6	18,9
240	240	106	8,7	13,1	5,3	46,1	21,9	0,844	179,0	174,8	9,79	29,1	9,97	2,17	111,0	20,6
260	260	113	9,4	14,1	5,6	53,3	24,3	0,906	209,0	204,8	10,7	31,6	10,9	2,32	129,0	22,3
280	280	119	10,1	15,2	6,1	61,0	26,7	0,966	240,0	235,8	11,7	34,1	11,9	2,45	148,0	24,0
300	300	125	10,8	16,2	6,5	69,0	29,2	1,03	272,0	267,8	12,7	36,6	12,9	2,56	168,0	25,7
320	320	131	11,5	17,3	6,9	77,1	31,7	1,09	305,0	300,8	13,7	39,1	13,9	2,67	189,0	27,4
340	340	137	12,2	18,3	7,3	85,7	34,3	1,15	339,0	334,8	14,7	41,6	14,9	2,78	211,0	29,1
360	360	143	13,0	19,5	7,5	94,8	37,0	1,21	374,0	369,8	15,7	44,1	15,9	2,89	234,0	30,7
380	380	149	13,7	20,5	8,2	104,0	40,0	1,27	410,0	405,8	16,7	46,6	16,9	3,00	258,0	32,3
400	400	155	14,4	21,6	8,6	114,0	43,1	1,33	447,0	442,8	17,7	49,1	17,9	3,11	283,0	34,0
425	425	163	15,3	23,0	9,2	132,0	48,1	1,41	507,0	502,8	19,1	53,1	19,3	3,30	318,0	36,2
450	450	170	16,2	24,3	9,7	147,0	52,3	1,48	569,0	564,8	20,5	57,1	20,7	3,43	354,0	38,3
475	475	178	17,1	25,6	10,3	163,0	57,6	1,55	633,0	628,8	21,9	61,1	22,1	3,56	391,0	40,4
500	500	185	18,0	27,0	10,8	180,0	63,0	1,63	699,0	694,8	23,3	65,1	23,5	3,72	429,0	42,4
550	550	200	19,0	30,0	11,9	212,0	72,3	1,74	819,0	814,8	25,7	75,1	25,9	4,02	498,0	46,8
600	600	215	21,0	32,4	13,0	254,0	82,7	1,82	990,0	985,8	28,1	85,1	28,3	4,30	579,0	50,9



De opbouw van het dwarsprofiel van een autosnelweg met 2x2-rijstroken



dijkhoogte in verband met overstromingskansen bijvoorbeeld wordt het dijklichaam in eerste instantie uitsluitend als ruimtelijk element beschouwd. Een in het plafond weggewerkte balk daarentegen is hoogstens indirect van ruimtelijk belang omdat de plaatsbepaling en dimensionering ervan de constructiehoogte en de mogelijkheden tot het bevestigen of doorvoeren van leidingen kunnen bepalen.

Als een balk naast een draagfunctie ook een ruimtelijke scheidingsfunctie vervult zijn de ruimtelijke aspecten ook direct van belang. Elementen die een bepaalde ruimtelijke functie vervullen (begrenzing, scheiding, verbinding, oriëntatie e.d.) en/of een direct waarneembare ruimtelijke verschijningsvorm hebben beschouwen we als ruimtelijke elementen in specifieke zin. "Ruimte" komt als zodanig in twee vormen voor: als ruimtelijk volume (dijklichaam, balk e.d.) en als tussenruimte of leegte (kamer, collegezaal e.d.). Punten, lijnen en oppervlakken kunnen echter op grond van hun ruimtelijke functies en verschijningsvorm eveneens als ruimtelijke elementen worden bestempeld ook al hebben ze geen directe constructieve tegenhangers.

5.2. Tweerichtingsverkeer

Ontwerpen kan worden getypeerd als tweerichtingsverkeer.

<u>ontwerpvariabelen</u>	<u>oplossingsruimte</u>	<u>deeloplossingen</u>	<u>ontwerpcriteria</u>
eigenschappen	keuze- en		
ELEMENTEN	combinatie-	ALTERNATIEVEN	EISEN en WENSEN
onderlinge	mogelijkheden		
relaties			

Mogelijke deeloplossingen worden ontwikkeld en - als in een puzzle - in elkaar geschoven tot een bevredigende totaaloplossing ontstaat. Vanuit mogelijke functiedragers (bestaande of te ontwerpen elementen) redenerend wordt nagegaan welke combinaties met andere elementen mogelijk zijn om vervolgens vast te stellen in hoeverre deze deeloplossingen aan de gestelde eisen en wensen voldoen. Hierbij wordt vanuit keuzemogelijkheden (elementen met hun eigenschappen) en hypothetische combinatiemogelijkheden naar wensen en eisen toegewerkt. Op grond van geconstateerde afwijkingen van de gestelde wensen en eisen en inzicht in mogelijke alternatieven kunnen gericht wijzigingen worden aangebracht in de gekozen elementen en de eigenschappen daarvan of in de onderlinge relaties. Hiermede zijn we al in de tegengestelde verkeersstroom terecht gekomen waarbij, uitgaande van eisen en wensen, de meest geschikte functiedragers gezocht of ontwikkeld worden. In de praktijk van het ontwerpen vindt een voortdurend heen en weer gaande beweging plaats. Mogelijke functiedragers worden bedacht, aan wensen en eisen getoetst, en aangepast. Op basis van eisen en wensen worden passende functiedragers gezocht, uitgewerkt en uitgeprobeerd. Het een en ander wordt herhaald tot een bevredigend eindresultaat verkregen is.

5.3. Het genereren van alternatieven

Het aantal keuzemogelijkheden ten aanzien van de toe te passen elementen en de eigenschappen daarvan is als regel groot. Er zijn bijzonder veel hypothetische combinatiemogelijkheden van de verschillende elementen. Door de keuze- en combinatiemogelijkheden systematisch te onderzoeken en in kaart te brengen kan een breed scala van mogelijke oplossingen worden ontwikkeld. Een goed inzicht in de beschikbare keuzemogelijkheden houdt op zichzelf al een aanzienlijke verruiming van de beschikbare oplossingsruimte in. Ter illustratie een

eenvoudig voorbeeld: het systematisch ontwikkelen van alternatieve mogelijkheden voor de sierbestrating voor een winkelpromenade bijvoorbeeld. Continue oppervlakken (asfalt e.d.) zijn uitgesloten; de mogelijke "bouwstenen" (klinkers, tegels, keien of wat dan ook) en het patroon waarin ze worden gerangschikt kunnen aan de hand van de volgende eigenschappen beschreven worden:

elementen: materiaalsoort

kleur
oppervlaktestructuur
vorm
afmetingen

patroon : uniform

repeterend
afwisselend - regelmatig
onregelmatig.

Aan de hand van zo'n lijst kunnen keuze- en combinatiemogelijkheden systematisch worden onderzocht. Een zelfde benadering kan worden toegepast bij het ontwerp van een sluis, brug of tunnel of (onderdelen van) een gebouw. Het aantal theoretisch denkbare alternatieven is, gezien de vele keuze- en combinatiemogelijkheden vrijwel onbegrensd. Een volledige inventarisatie en uitwerking van alle denkbare mogelijkheden zou zo veel werk met zich meebrengen dat dat alleen al op grond van economische overwegingen moet worden afgeraden. (Als het al praktisch uitvoerbaar zou zijn; we leven tenslotte maar één keer!) Vijf elementen met elk vijf varianten leveren al $5^5 = 3125$ theoretisch mogelijke alternatieven op. Uit tien elementen met elk tien varianten ontstaan 10^{10} alternatieven; een astronomisch getal. Lang niet alle theoretische mogelijkheden zijn echter praktisch realiseerbaar. Bovendien staat bij voorbaat al vast dat er uiteindelijk maar weinig oplossingen goed of bevredigend zullen zijn. Het grote aantal alternatieven moet worden teruggebracht tot een hanteerbare hoeveelheid die nader uitgewerkt en onderling afgewogen wordt. Daarbij moet worden voorkomen dat veelbelovende alternatieven niet worden onderkend of ongemerkt uitgeselecteerd worden. Zowel bij het ontwikkelen als selecteren van alternatieven is daarom een systematische aanpak geboden.

Door het totale ontwerpprobleem in deelproblemen op te splitsen wordt het aantal theoretische oplossingsmogelijkheden dat in beschouwing moet worden genomen aanzienlijk gereduceerd. Bij de situering en het ontwerp van een bouwwerk kunnen achtereenvolgens alternatieven worden ontwikkeld voor de plaatskeuze, de indeling en inrichting van de terreinen, het ruimtelijk ontwerp van het bouwwerk en de constructieve uitwerking ervan. Door terugkoppeling vindt wederzijdse afstemming plaats zodat uiteindelijk een geïntegreerd ontwerp ontstaat. Binnen zo'n globale ontwerpstrategie kan de ontwikkeling en selectie van alternatieven op een systematische wijze verlopen. Bij het ontwerp van het bouwwerk kunnen alternatieve oplossingen worden ontwikkeld door de keuzemogelijkheden op het niveau van de hoofd- en nevenfuncties en de concrete functiedragers te inventariseren. De hypothetische combinatiemogelijkheden kunnen in een tabel, een matrix of beslissingsboom worden weergegeven.

5.4. Het selecteren van alternatieven

Bij het systematisch genereren van alternatieven worden in eerste instantie alle hypothetische keuze- en combinatiemogelijkheden in overweging genomen. De keuzemogelijkheden ten aanzien van de elementen en de eigenschappen daarvan zijn echter niet onafhankelijk van

elkaar; een bepaalde keuze (materiaalsoort bijvoorbeeld) legt aan andere keuzemogelijkheden (kleur, oppervlaktestructuur) beperkingen op of sluit bepaalde opties geheel uit. Bovendien zijn lang niet alle combinatiemogelijkheden praktisch realiseerbaar of in overeenstemming met de randvoorwaarden. Een eerste reductie van het aantal alternatieven is mogelijk door onverenigbare of onderling strijdige keuze- en combinatiemogelijkheden op te sporen. De "onmogelijkheden" kunnen dan alvast in de overzichtstabel, matrix of beslissingsboom worden aangegeven. De resterende keuze- en combinatiemogelijkheden worden vervolgens aan een nader onderzoek onderworpen. Het aantal keuze- en combinatiemogelijkheden is meestal zo groot dat een stapsgewijze selectie noodzakelijk is. De selectie kan in eerste instantie beperkt blijven tot de meest cruciale keuze- en combinatiemogelijkheden en een deel van het programma van eisen en wensen. Nadat een eerste selectie heeft plaatsgevonden worden de overige keuze- en combinatiemogelijkheden successievelijk in de selectie betrokken. Bij de selectie kan gebruik worden gemaakt van een tweetal, op systematische "trial and error" gebaseerde methoden. De eerste methode berust op rangordening van deeloplossingen en stelselmatige substitutie. Alternatieve deeloplossingen worden afzonderlijk beoordeeld en gerangschikt naar aantrekkelijkheid zodat een voorkeursordening ontstaat. Hierbij kan eventueel rekening worden gehouden met verwachte combinatiemogelijkheden en de vermoedelijke bijdrage van de deeloplossing aan het geheel. Vervolgens wordt uit de meest aantrekkelijke deeloplossingen een combinatie samengesteld. Als dit niet tot bevredigende resultaten leidt, worden per deeloplossing successievelijk tweede en derde keuzen gesubstitueerd. Op basis van een voorkeursordening van deeloplossingen wordt door combinatie en stelselmatige substitutie een totaaloplossing of een beperkt aantal alternatieven ontwikkeld. De tweede benaderingswijze berust op het stapsgewijs combineren van deeloplossingen, uitgaande van de meest belangrijke. In beide gevallen worden de begintoestand en de bewerkingen met behulp van matrices weergegeven.

rangordebepaling en substitutie

rangordebepaling

A1 1	A2 2	A3 4	A4 3
B1 3	B2 2	B3 1	B4 4
C1 3	C2 3	C3 2	C4 1
D1 1	D2 2	D3 2	D4 3

rangorde

1	2	3	4
A1	A2	A4	A3
B3	B2	B1	B4
C4	C3	C1/C2	
D1	D2/D3	D4	

substitutie

A1		A1
B3	?	B2
C4		C4
D1		D1

stapsgewijs combineren

A1	A2	A3	A4
B1	B2	B3	B4
C1	C2	C3	C4
D1	D2	D3	D4

A1	A2	A3	A4
B1	B2	B3	B4
C1	C2	C3	C4
D1	D2	D3	D4

A1	B2	A3	B1
C1	..	..	..
D1	..	..	..

Schematische uitwerking van de keuzemogelijkheden bij het ontwerp van een parkeerterrein; ontwerp- en beslissingsvariabelen.

Inrichting en voorzieningen

- | | | | |
|-----------------------------------|---|---|------------------------------|
| - ontsluiting (extern via rijweg) | { | 4-zijdig
3-zijdig
2-zijdig
1-zijdig | |
| - in- en uitritten | { | gescheiden/gecombineerd
aantal,
situering
dimensionering
vormgeving | |
| - interne vervoersafwikkeling | { | wegenstructuur: voetgangers/auto's
circulatiepatroon: 1/ 2 richtingsverkeer
capaciteit | |
| - parkeerplaats(en) | { | aantallen
capaciteit
autovak
instapvak | { gescheiden
gecombineerd |
| - parkeerrichting | { | haaks op rijrichting
evenwichtig aan rijrichting
onder een hoek van 45° / 60° | |
| - parkeerstrook | { | enkel
dubbel | |
| - ligging t.o.v. maaiveld | { | verdiept
op niveau
verhoogd | |
| - één - of meerligging | | aantal lagen | |
| - vrij toegankelijk/ afgesloten | | | |
| - beplanting | { | situering - aan de buitenzijde
tussen parkeerstroken
tussen parkeervakken
hoogte, soort e.d. | |
| - verlichting | | | |
| - bewegwijzering | | | |
| - bestrating | | | |
| - waterafvoer | { | goten / riolering
keien en grinddrainagebed | |

Inpassing in de omgeving

- | | | |
|---|---|--------------------------------------|
| - situering en bereikbaarheid | { | station
winkelcentrum
woningen |
| - vorm, oppervlakte | | |
| - aansluiting op rijweg/voetpaden | | |
| - combinatie met andere functies | { | kantoren
woningbouw |
| - geluidshinder (beperkende maatregelen) | | |
| - visuele inpassing/ aanzicht, oriëntatie | | |

Beheer en exploitatie

- parkeertijd	{	beperkt { zonering
		onbeperkt { parkeermeters
- tariefstelling	{	uniform
		gedifferentieerd
- bewaking	{	onbewaakt
		bewaakt

5.4. Evaluatie

De selectie van alternatieven kan worden gekarakteriseerd als een grove zeefprocedure. Een groot aantal mogelijke oplossingen wordt op grond van globale criteria als realiseerbaarheid en veelbelovendheid teruggebracht tot een beperkt aantal, nader uit te werken, alternatieven. Na de verdere uitwerking vindt een gedetailleerde evaluatie of waardebeoordeling plaats ter ondersteuning van de uiteindelijke keuze tussen de alternatieven. De evaluatie omvat zowel een zo objectief mogelijke analyse van de onderlinge verschillen als een subjectieve waardering of waardebeoordeling daarvan. De onderlinge vergelijking en waardering kan zowel betrekking hebben op bepaalde karakteristieke kenmerken van het bouwwerk (kosten, gebruikswaarde) als op de uiteindelijke effecten ervan c.q. de invloeden die door het bouwwerk op de omgeving worden uitgeoefend (reistijd, geluidshinder e.d.). De beoordelingscriteria worden direct of indirect ontleend aan het programma van eisen en wensen.

Bij de onderlinge vergelijking en waardering van de alternatieven doen zich een aantal problemen voor, waarvoor een methodisch verantwoorde en praktisch bruikbare oplossing moet worden gevonden. Op de eerste plaats moet een grote verscheidenheid van relevante kenmerken en/of gevolgen worden vergeleken die niet zonder meer vergelijkbaar zijn; het zgn. "appels en peren"-probleem. De relevante kenmerken en effecten worden in verschillende dimensies (kosten, geluidshinder, milieukwaliteit) of meeteenheden uitgedrukt, zodat de criteriumscores van een alternatief niet zo maar bij elkaar kunnen worden opgeteld. In de tweede plaats spelen ook verschillen in meetbaarheid een rol. Sommige kenmerken en effecten kunnen worden gekwantificeerd (kosten, geluidshinder), in andere gevallen (landschappelijke inpassing) kan hoogstens een rangorde (goed, redelijk, slecht bijvoorbeeld) worden aangegeven. Een dergelijke rangorde laat geen rekenkundige bewerkingen toe omdat niet kan worden gekwantificeerd in welke mate aan het criterium wordt voldaan. Lang niet alle criteria zijn even belangrijk; onderlinge weging is noodzakelijk om tot een totaaloordeel te komen. Bovendien zullen de subjectieve waarde-oordelen over het belang van bepaalde criteria doorgaans verschillen tussen individuen onderling en tussen belangengroepen. Het onzekerheidsaspect dat ontstaat door verschillen in waarschijnlijkheid van de te verwachten gevolgen tussen alternatieven laten we hier als complicerende factor buiten beschouwing. We beperken ons tot de methodische aanpak van de problemen van ongelijksoortigheid, verschillen in meetbaarheid en verschillen in subjectieve waardering.

De relevante kenmerken of te verwachten effecten van de verschillende alternatieven worden zoveel mogelijk in de meest geëigende "natuurlijke" grootheden gekwantificeerd en in de vorm van criteriumscores in matrix-vorm, weergegeven: in een zgn. "kenmerken- of effectenoverzicht". De alternatieven kunnen met rijen of kolommen corresponderen. Het overzicht bevat kwantitatieve informatie in verschillende grootheden en van verschillende orde van grootte. De kosten bijvoorbeeld worden in duizenden of miljoenen guldens gemeten terwijl andere criteriumscores een veel beperkter bereik hebben. Daar de grootheden ongelijksoortig zijn kunnen de criteriumscores in deze vorm niet opgeteld worden; de verschillen in orde van grootte vormen bovendien een gezichtsvertekenende factor. Verwarrend is ook dat in sommige gevallen een hogere score positief uitvalt (gebruikswaarde) in andere gevallen (kosten) juist negatief. Door min- en plustekens toe te kennen kan worden bewerkstelligd dat voor elk criterium een hogere score ook werkelijk positief wordt beoordeeld. Naast kwantitatieve

informatie kan ook kwalitatieve informatie in de vorm van een rangorde in het kenmerken- en effectenoverzicht worden opgenomen. Ook hier geldt dat de zwakste schakel (de rangordegegevens) de sterkte van de gehele "ketting" (de totale waarderings- en rangschikkings-procedure) bepaalt. Op basis van het kenmerken- en effectenoverzicht kan worden gezien of bepaalde alternatieven voor alle criteria beter of slechter scoren dan alle andere of, terwijl de overige scores gelijk zijn, op één of meer criteria slechter of beter scoren. Dergelijke "dominerende" alternatieven komen in de praktijk helaas zelden voor. De evaluatie kan zich beperken tot het kenmerken- en effectenoverzicht en de verdere afweging aan de beslisser overlaten. Door aanvullende bewerkingen kan de beschikbare informatie worden samengevat, zodat een partieële of volledige rangschikking van de alternatieven naar aantrekkelijkheid mogelijk wordt. De waardeoordelen die daarbij noodzakelijk zijn moeten in ieder geval expliciet worden gemaakt.

De kenmerken- en effectenmatrix moet eerst "optelbaar" worden gemaakt. De rangorde kan, overigens niet zonder haken en ogen, worden geïnterpreteerd als een "effectiviteitsschaal" door aan de verschillende alternatieven een "rapportcijfer" toe te kennen dat aangeeft in welke mate aan het criterium is voldaan. Een tienpuntsschaal is als regel meer dan voldoende voor een onderlinge vergelijking van de alternatieven. Door aan de criteriumscores die wel kwantitatief gemeten zijn, terwille van de onderlinge vergelijkbaarheid, eveneens rangordecijfers toe te kennen gaat informatie verloren. Op deze wijze wordt een niet-dimensionale kenmerken- en effectenmatrix verkregen waarop, met het nodige voorbehoud, rekenkundige bewerkingen kunnen worden uitgevoerd. Door rekening te houden met verschillen in belangrijkheid van de criteria ten opzichte van elkaar (toekenning van gewichten) en verschillen in subjectieve waardering (verschillende gewichtensets) kan via gewogen somming een totaalscore worden verkregen. Een vergelijking van de totaalscores levert een rangordening naar aantrekkelijkheid van de alternatieven op. Hoewel op de gewogen sommeringsmethode uit een oogpunt van methodische zuiverheid wel het een en ander valt af te dingen is het een bijzonder overzichtelijke en praktisch bruikbare methode die zeker bij wijze van eerste benadering kan worden toegepast.

Matrix van criteriumscores en gewichten

Criteria	Gewichten	Alternatieven		
		A	B	C
C1 (kosten)	G1	-	-	-
C2 (reistijdwinst)	G2	-	-	-
C3 (verlies aan natuurgebied)	G3	-	-	-
C4	G4	-	-	-
⋮				
Cn				
Totaalscore A =	.			
" B =	.			
" C =	.			

Aan de gewogen sommeringsmethode ligt impliciet de veronderstelling ten grondslag dat zeer lage scores op een bepaald criterium gecompenseerd worden door hoge scores op andere criteria. Dit is niet altijd realistisch; correctie voor zeer lage scores kan noodzakelijk zijn. Een gevoeligheidsanalyse waarbij de invloed van de toegekende gewichten op de resultaten wordt onderzocht vormt een noodzakelijke aanvulling op de gewogen sommeringsmethode. De criteriumgewichten dienen de voorkeuren van de beslissers weer te geven. Als er sprake is van verschillende visies kunnen meer gewichtensets worden gehanteerd. In een onderwijssituatie kan de prioriteitsstelling worden nagebootst door de projectgroep in deelgroepen op te splitsen die de voorkeuren van de verschillende belangengroepen zo goed mogelijk in het afwegingsproces in brengen. Ten slotte kan de evaluatie worden gebruikt voor het ontwikkelen van nieuwe alternatieven op basis van de evaluatieresultaten.