

TNO-rapport

B-90-035

LEAFO'S IN KORT BESTEK

april 1990
PK

BIBLIOTHEEK
Bouwdienst Rijkswaterstaat
Postbus 20.000
3502 LA Utrecht

Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.



Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
'Algemene Voorwaarden voor Onderzoeks-
opdrachten TNO', dan wel de betreffende
terzake tussen partijen gesloten
overeenkomst.

Aan:
Rijkswaterstaat Bouwspeurwerk
Postbus 20 000
3502 LA Utrecht

© TNO

Pagina's : 23
Bijlagen : -
Figuren : 17
Tabellen : 8

Projectnaam : RWS Cluster E Constructie
Projectnummer: 68.3.0369
Auteur (s) : ir. P.Kuiper

Thema:
WP-onderwerp:
Trefwoord(en): Productmodelleren, Standaard componenten, Bibliotheken

INHOUDSOPGAVE
LEAFO'S
IN KORT BESTEK

1. INLEIDING	1
1.1 Doel	1
1.2 Afbakening	1
1.3 Features	3
1.4 Object-georiënteerde begrippen	4
1.5 Analyses producttypen	7
1.5.1 Analyse sluisdeur	7
1.5.2 Analyse viaduct	8
1.5.3 Analyse leuning	10
1.6 Representaties	11
1.7 Samenvatting	12
2. STANDAARD LEUNING	14
2.1 Profielen	14
2.2 Leuningstijl	17
3. CONCLUSIES EN EVALUATIE	22
4. LITERATUUR	23

1. INLEIDING

In dit rapport wordt een samenvatting gegeven van de resultaten van het onderzoek naar LEAFO's (voorheen aangeduid als 'Generieke objecten'). *Het onderdeel 'LEAFO's' richt zich in het bijzonder op die onderdelen van het ontwerp die binnen de scope van het onderhavige project niet telkens opnieuw worden ontworpen. Het zijn die onderdelen die voor 'hergebruik' in aanmerking komen.*

1.1 Doel

Doel van het onderzoek is te onderzoeken in hoeverre er algemeen (dat wil zeggen binnen meerdere specifieke producttypen) toepasbare product-elementen zijn en welke gegevens (data) en procedures (die deze gegevens presenteren) die onderdelen bezitten en welke parameters, alsmede hoeveel parameters er nodig zijn.

1.2 Afbakening

In een van de voorstellen voor het onderzoek naar algemeen toepasbare product-elementen is de volgende omschrijving gebruikt:

binnen CALMA ontwikkelen van 'generieke objecten', dit zijn algemeen (d.w.z. binnen meerdere specifieke producttypen) toepasbare product-elementen, bestaande uit gegevens (data) en procedures (programma's) die deze gegevens bewerken of presenteren, denk bijvoorbeeld aan het object 'wand', dat toepasbaar is in specifiekere producttypen als sluiscolkwand, tunnelwand, landhoofdwand; in eerste instantie deze generieke objecten toespitsen op één producttype;

uit: Interne notitie Bouwspuurwerk 24 jan. 1989 (RWS)

Deze beschrijving van het begrip blijft vaag. Belangrijk bij het onderzoek is om het begrip goed en eenduidig vast te leggen. Om verwarring met bestaande termen en kreten te voorkomen is er voor gekozen een nieuwe term te introduceren en die term stap voor stap in te vullen. De term die verder gehanteerd wordt is LEAFO.

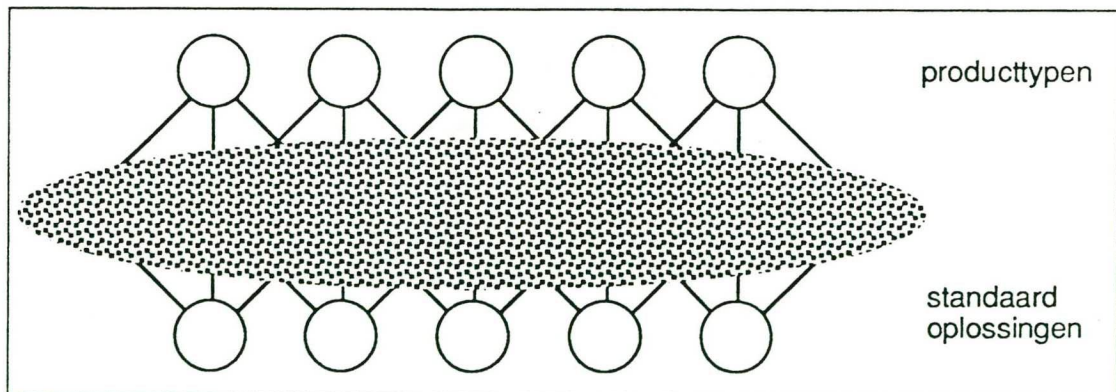
Een ontwerp kan gedeconponeerd worden. Op het hoogste nivo (de stam) hebben wij het over een nog vrij globaal iets, bijvoorbeeld een compleet viaduct. Naarmate we verder afdalen in de decompositie (richting de bladeren van de boom) wordt de beschrijving concreter. LEAFO's zijn nu die bladeren van de boom (vandaar ook de naam, leaf is het engels voor blad en de O staat voor object).

Een eerste stap in die afbakening is vast te stellen dat in GARMse-termen¹ LEAFO's technische oplossingen zijn. Er wordt niet gekeken naar methodes waarmee/waardoor objecten zouden kunnen worden beschreven. Het feit dat een staalprofiel te beschrijven is als een contour en een sweeplengte is van belang, maar het is slechts één manier om een object te representeren. **LEAFO's beschrijven concrete producten**, deze eerste inperking maakt het mogelijk dat een LEAFO een compleet viaduct is of een M24 bout.

Vraag die deze afbakening oproept is op welk(e) nivo(s) is er sprake van LEAFO's. Om op die vraag in te kunnen gaan is het van belang, dat wij kijken naar de mogelijke omvang van de technische oplossingen op verschillende abstraktienivo's.

Als we de omvang van mogelijke technische oplossingen op verschillende abstraktienivo's beschouwen dan zien wij, dat op:

- op hoog nivo er een eindig aantal oplossingen zijn;
- op laag nivo er een eindig aantal oplossingen zijn;
- daar tussenin feitelijk een oneindig aantal technische oplossingen



figuur 1. Technische oplossingen op verschillende nivo's

Binnen een top-down ontwerpproces zal de complexiteit dus eerst divergeren om tenslotte weer te convergeren zodra het gebied van de standaard oplossingen wordt bereikt. Het 'echte' ontwerp bevindt zich dus op het middennivo. De keuzen op hoog nivo liggen immers al min of meer vast, terwijl voor een economisch verantwoord ontwerp op het lage nivo van bekende oplossingen gebruik gemaakt moet worden. Hier worden objecten gebruikt waar niet verder aan ontworpen wordt.

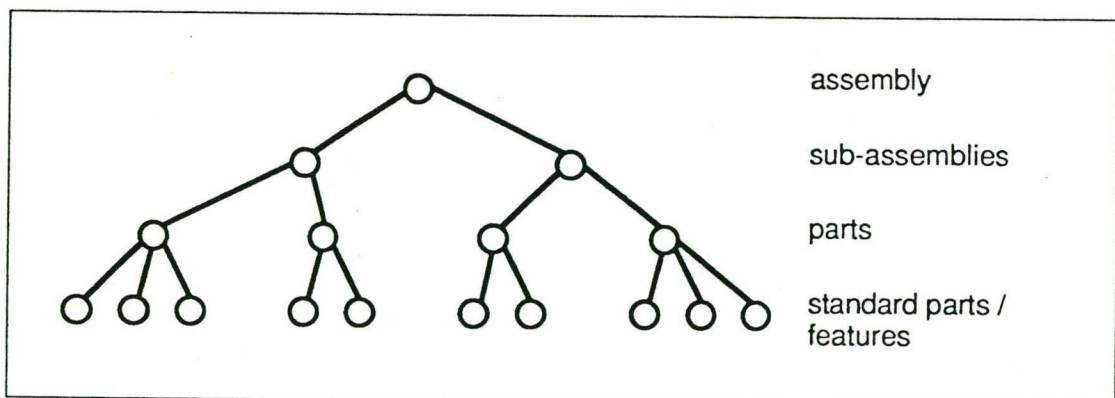
1. GARM staat voor General AEC Reference Model, dat onderdeel is van ISO/STEP (STandard for the Exchange of Product model data).

Voordat de definitie van LEAFO's verder aangescherpt wordt, is het ook zinvol om te kijken hoe in andere vakgebieden gelijksoortige problemen aangepakt zijn. Vooral in de werktuigbouw is veel onderzoek gedaan naar dit probleem. In dit vakgebied wordt de term 'Feature' gehanteerd. De vraag is nu of dit begrip samenvalt met LEAFO's.

1.3 Features

Het begrip features is voortgekomen uit de werktuigbouw, waar men een verbinding wilde leggen tussen een ontworpen onderdeel en de productie van dat onderdeel. Features waren een mogelijkheid om kennis van de productie al in het ontwerpstadium beschikbaar te hebben. Later is men het begrip feature ruimer gaan interpreteren.

Producten zijn in het algemeen samenstelsels van onderdelen. Een enkel onderdeel ('part') kan al meerdere delen bevatten die voor een bepaalde toepassing interessant kunnen zijn. Bijvoorbeeld een sleufgat, een sponning of een bepaalde oppervlaktebewerking. Deze delen worden 'features' genoemd. Features zijn niet alleen een geometrisch object of hoedanigheid, maar hebben ook een functionele betekenis.



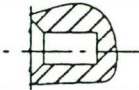
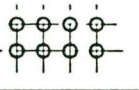
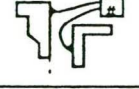

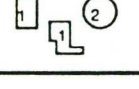
figuur 2. Plaatsbepaling begrippen als assembly, parts en features

Features worden gezien als de methodiek om details te representeren middels een hogere orde beschrijving². Features representeren een entiteit op een manier die aansluit bij het denken van de ontwerper. Een ontwerper denk in 'gaten' en 'afrondingen', in plaats van 'negatieve cylinders'. Geometrische gegevens, bijvoorbeeld vlakken (B-rep) of volumes (CSG), worden gegroepeerd en verbonden aan gegevens voor verschillende applicaties. Het ontwerpen met features heeft als belangrijkste voordeel, dat er een directe koppeling met applicatie-geörienteerde gegevens mogelijk is. Een constructeur kan bijvoorbeeld informatie over materialen en bewerkingen toevoegen, een kostprijsstechnicus is meer geïnteresseerd in materiaal- en bewerkingskosten, die aan het betreffende onderdeel verbonden zijn. Het ontwerpen met features (feature

2. CAM-I, "Part features for process planning", R-86-PPP-01, Arlington Texas, November 1986

modelling) biedt de mogelijkheid om verschillende soorten functionele en geometrische gegevens aan een bepaald onderdeel te koppelen.

Er zijn verschillende soorten features. In figuur 3 is een overzicht opgenomen van typen features.

Form feature		Verzameling vlakken of volumes met functionele betekenis	<ul style="list-style-type: none"> - gaten - sleuven - afondingen
Pattern feature		Regelmatische herhaling van entiteiten	<ul style="list-style-type: none"> - cirkelvormig patroon - rechthoekig patroon - lijnvormig patroon
Connection feature		Locale geometrische relatie tussen features, parts of assemblies	<ul style="list-style-type: none"> - paralleliteit - concentriciteit
Property feature		Eigenschap die niet gerelateerd is aan geometrie of topologie	<ul style="list-style-type: none"> - harden - oppervlakte behandeling
Application feature		Relatie door eigenschappen van fabricage proces	<ul style="list-style-type: none"> - montage volgorde - gelijktijdig spuiten

figuur 3. Feature soorten

Binnen de werktuigbouw is een redelijk beeld welke features er zijn, en hoe die te classificeren zijn. Vooral doordat het productieproces daarin een sturende rol vervult, is deze indeling en methodiek niet zonder meer geschikt voor de civiele techniek of de bouw. Het begrip feature heeft naar onze mening in de bouw een relatieve betekenis. Wat voor de één een feature is, is voor de ander juist de ontwerpopdracht. Zo kan bijvoorbeeld een viaduct een feature zijn vanuit het viewpoint van een ontwerper op het nivo van ruimtelijke ordening of wegen infrastructuur. De constructeur van een dergelijk viaduct zal dat uiteraard anders zien. Voor hem zal de funderingspaal een feature zijn. De fabrikant van funderingspalen zal dát weer anders zien.

Zo doorredenerend kan men zich afvragen of er nog wel een verschil is tussen standard parts en features. Het feature-begrip wordt ruimer geïnterpreteerd dan enkel samenvallend met een bewerking (manufacturing feature) of een specifieke vorm (form feature).

1.4 Object-georiënteerde begrippen

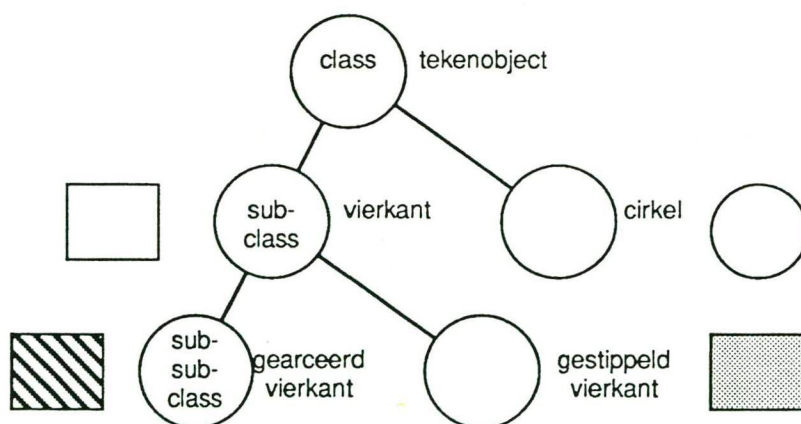
Vanuit de ontwikkeling van object-georiënteerde programmeertalen zijn er een aantal mechanismen ontdekt en/of benoemt, die bruikbaar zijn bij LEAFO's. De object-georiënteerde aanpak gaat uit van een 'object' dat zowel data als methoden bevat om die data te veranderen en te manipuleren. In andere woorden het 'object' omvat de

procedures en de gegevens waarop die procedures bewerkingen kunnen doen. Een 'object' kan men boodschappen sturen die dat 'object' verstaat en die tot bepaalde acties leiden. Een andere belangrijke eigenschap van de 'objecten' is dat ze instanties zijn van een hogere orde 'object' (entiteit), of anders gezegd, ze behoren tot een bepaald type.

Er zijn voornamelijk twee mechanismen te herkennen die als het ware de type aanduiding ondersteunen, te weten:

- Classes en inheritance (Groeperen en overerving)
- Prototype en delegation (Voorbeeld en overdracht)

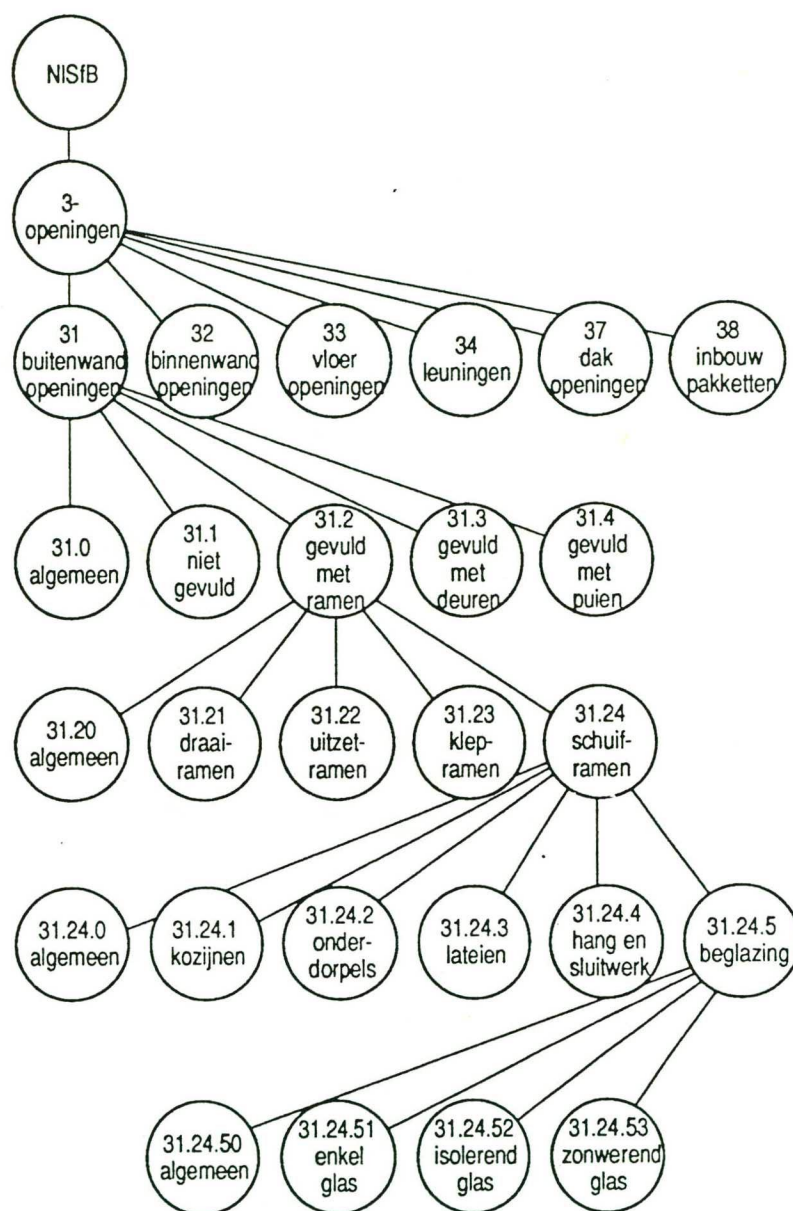
Beide zullen wij nu nader gaan bekijken. Bij classes en inheritance wordt door de objecten een hiërarchie gevormd waarin bovenin het meest algemene model (class) zich bevindt. Vanuit die class worden sub-classes gevormd waarbij het object concreter, completer wordt.



figuur 4. Classes en inheritance

In bovenstaande voorbeeld is er een class die tekenobject heet. Dit object beschrijft een willekeurige tekenbare vorm. Vanuit deze class worden twee sub-classes gemaakt die alle eigenschappen erven van de class maar waarin de vorm explicieter wordt (vierkant en cirkel). Vanuit de sub-class, vierkant tekenobject kunnen weer sub-sub-classes gemaakt worden. In het voorbeeld een gearceerd en gestippeld vierkant. Het mechanisme dat de eigenschappen van een class geërfd worden door de sub-class die eruit ontstaat noemen wij inheritance.

Kenmerkend voor de boom van objecten die met behulp van inheritance wordt opgebouwd is dat ze kenmerken van een classificatie heeft. Omgekeerd gesteld, als er sprake is van een duidelijke classificatie dan is het ook gemakkelijk de objecten die zo'n classificatie hebben als een boom met classes en inheritance op te bouwen.



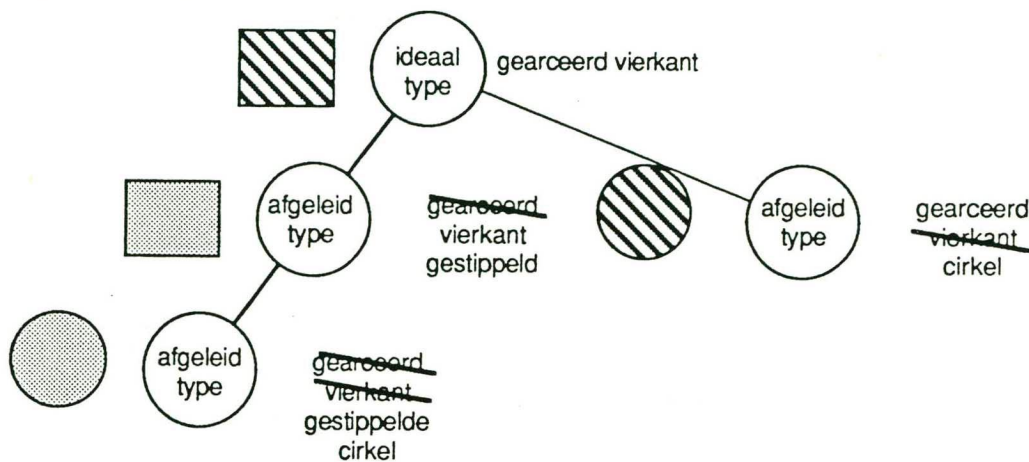
figuur 5. Voorbeeld opbouw deel van NI-SfB code afgebeeld in inheritance boom

In figuur 5 is als voorbeeld opgenomen hoe de classificatiemethodiek van SfB³ gebruikt kan worden om een class-inheritance boom op te bouwen. In figuur 5 kunnen aan elke laag eigenschappen gekoppeld worden. Aan openingen (de meest algemene) kenmerken van openingen. Aan buitenwand openingen kan bijvoorbeeld de eigenschap opgehangen worden dat het een verticaal element is in de buitenschil van een gebouw. Een buitenwand opening gevuld met glas heeft als kenmerk dat het gesloten is maar visueel open enz. Bij elke stap worden kenmerken toegevoegd, maar de eerder gegeven kenmerken blijven geldig. De onderliggende uitsplitsingen erven de

3. SfB staat voor Samarbetskomiteén för Byggnadsfrågor, een in 1945 opgerichte commissie in Zweden voor standaardisatie in de Bouw.

eigenschappen van de bovenliggende elementen. Op welk kenmerk een uitsplitsing gemaakt wordt ligt als ware vast in de classificatiemethodiek. Die keus op zich zelf is echter vrij willekeurig. In bovenstaande schema had net zo goed de uitsplitsing naar type beglazing eerst gemaakt kunnen worden voordat naar type raam werd uitgesplitst.

Een andere manier waarop 'objecten' elkaars eigenschappen kunnen overnemen is via prototype en delegation.



figuur 6. Prototype en delegation

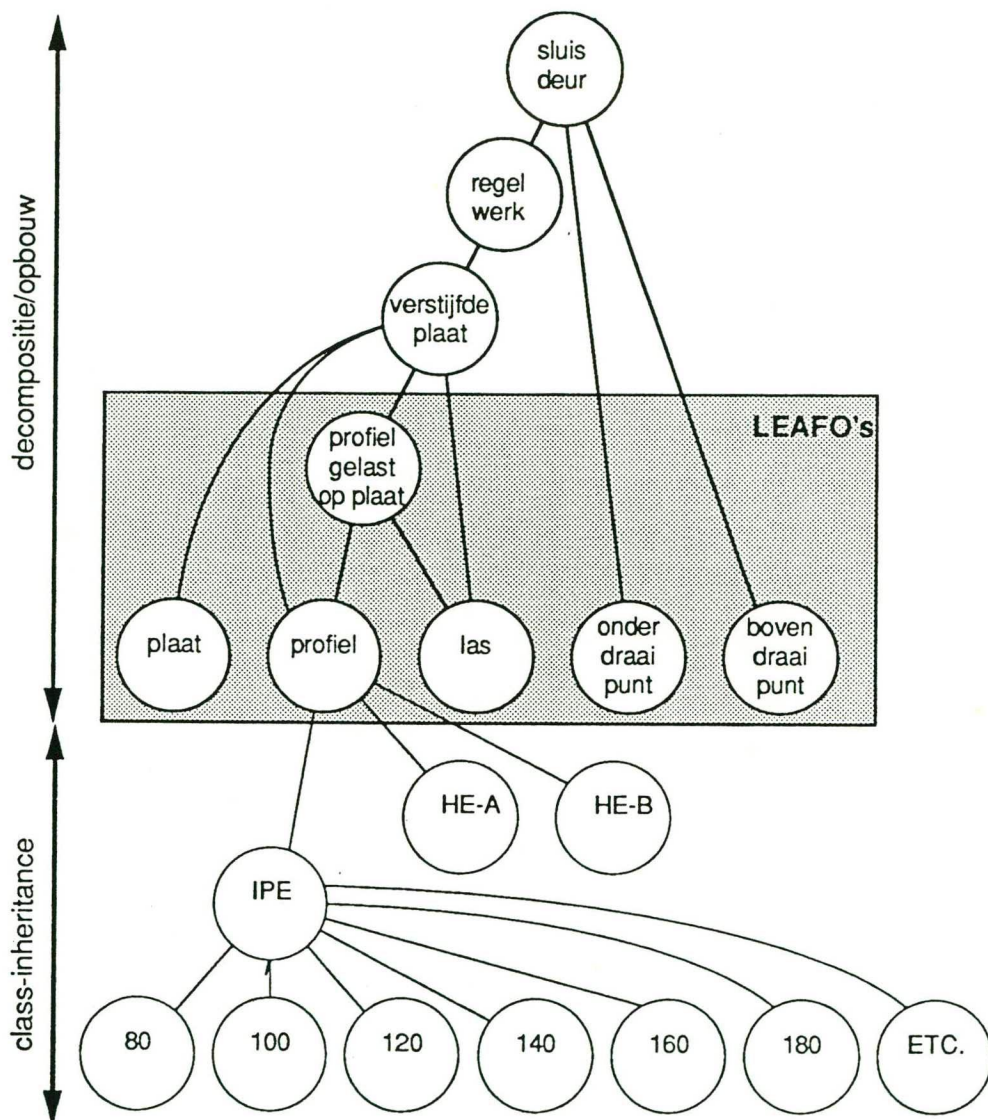
Bij deze methodiek wordt uitgegaan van een ideaal type en daaruit worden sub-types afgeleid waarbij wordt vermeld waar ze van dat ideaal afwijken. Deze methodiek is vooral bruikbaar als men nog niet weet of een bepaald object algemenere kenmerken heeft; er nog geen classificatie te maken is.

1.5 Analyses producttypen

Er is ook gekeken hoe in eerder gemaakte productmodellen eventuele LEAFO's te herkennen zijn. Voor zowel de sluisdeur als het viaduct is een overzicht gemaakt van de technische oplossingen en de relaties daartussen.

1.5.1 Analyse sluisdeur

Bij de sluisdeur zijn een aantal technische oplossingen zoals die in het CALMA-demo systeem voorkomen met hun onderlinge relaties uitgetekend. In eerste instantie is bij de analyse de decompositie van de sluisdeur in onderdelen op laag nivo bekeken.

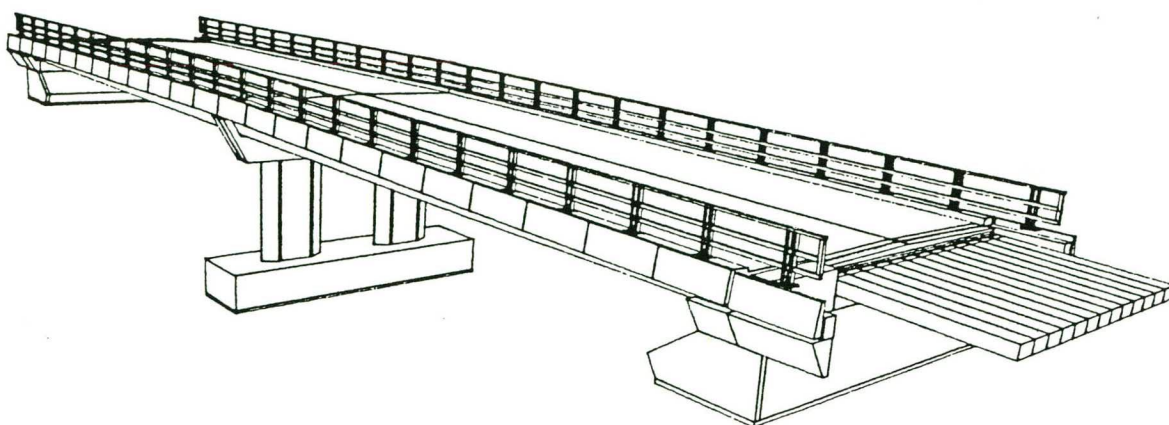


figuur 6. Analyse sluisdeur

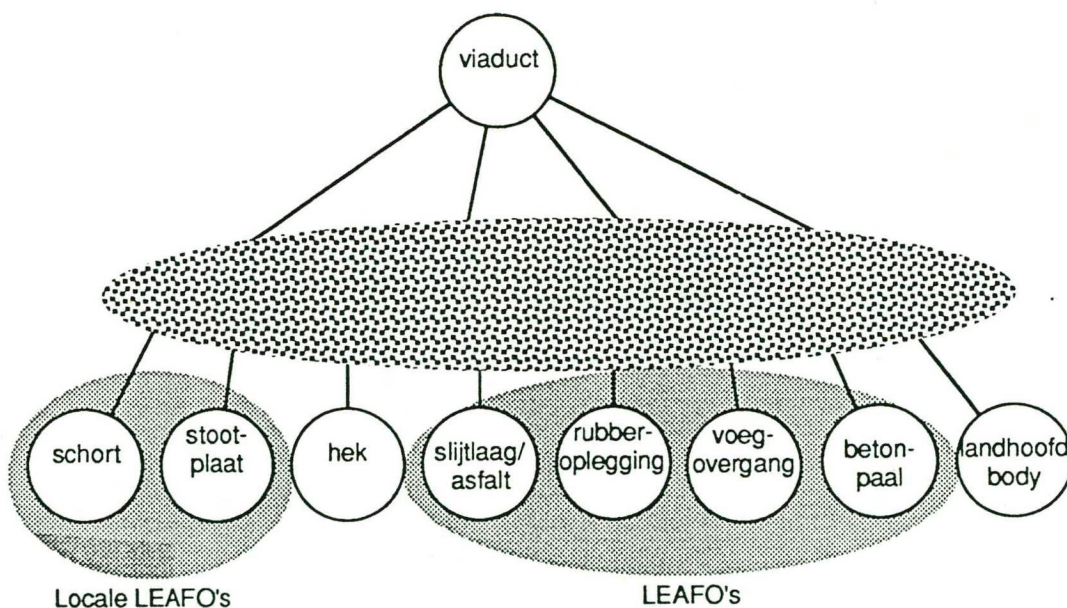
Voor de profielen is ook aangegeven hoe de specialisatie er uit ziet. Een profiel is een algemeen begrip, er zijn meerdere profieltypen mogelijk, die op zich weer een beperkte set van mogelijke afmetingen hebben.

1.5.2 Analyse viaduct

Voor het viaduct zoals dat in 1988 als productmodel uitgewerkt is, is ook uitgezocht welke technische oplossingen er zijn. Hier hebben wij ons gezien de omvang van het geheel beperkt tot de onderlaag van de technische oplossingen.



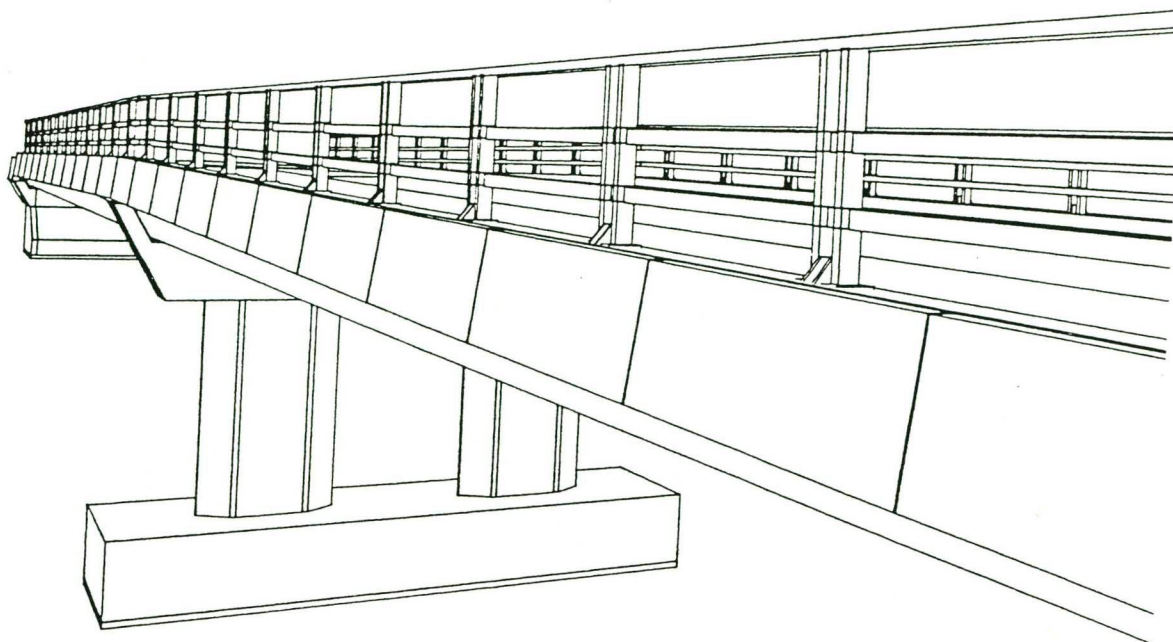
figuur 7. Bekeken viaduct



figuur 8. Analyse viaduct

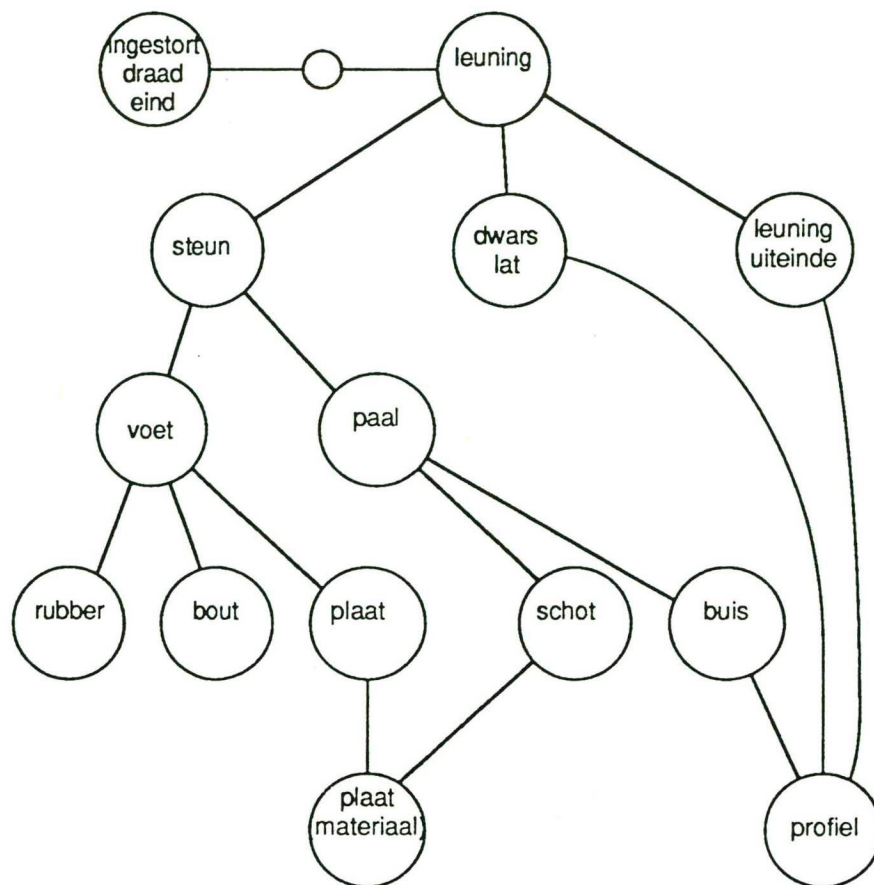
Niet alle technische oplossingen zijn zondermeer aan te merken als LEAFO's. Van een aantal is dat wel duidelijk. Er zijn ook technische oplossingen, voorlopig aangeduid met de term: 'Locale LEAFO's', die nog wel binnen een project ontworpen worden, maar die zich daarna gedragen als een LEAFO in de zin dat ze binnen een bepaalde constructie meerdere malen gebruikt worden zonder dat er verder aan ontworpen wordt. Een voorbeeld daarvan zijn de schorten van het viaduct dat in 1988 uitgewerkt is. De parameters van het LEAFO volgen uit de functionele eisen van het betreffende object.

1.5.3 Analyse leuning



figuur 9. Bekeken leuning

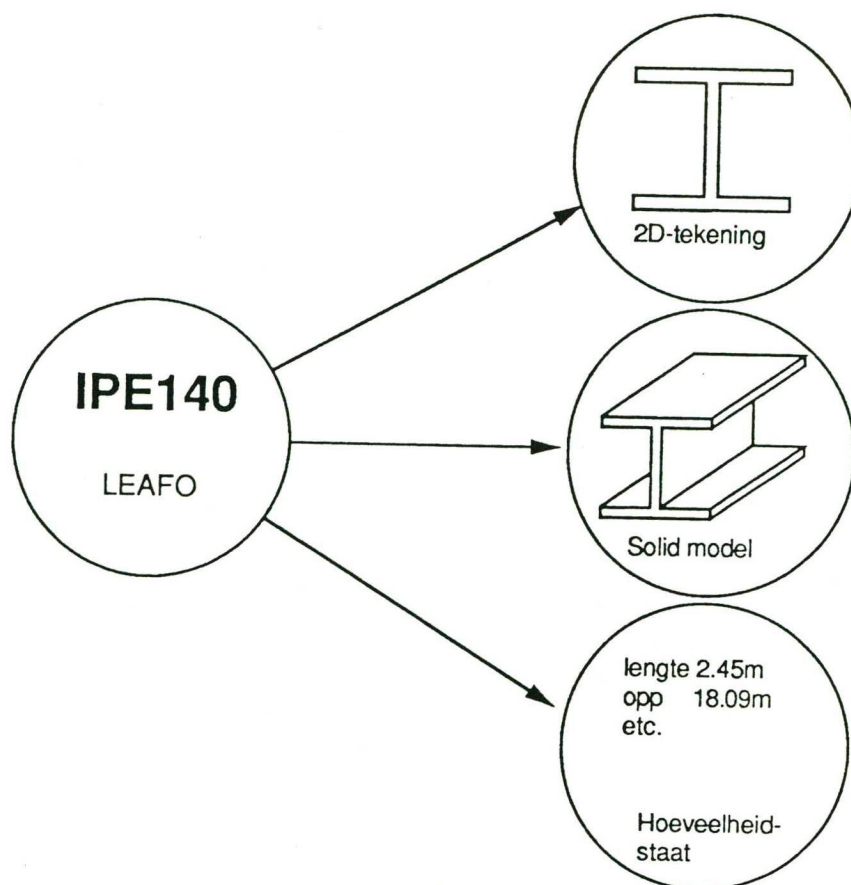
Het leuning van het viaduct is verder uitgewerkt en ziet er als volgt uit. Bij deze analyse (figuur 10) valt op te merken, dat of een object een LEAFO's ook afhangt van de werkwijze van een bureau of dienst. De leuning van een viaduct is daar een goed voorbeeld van. Bij Bruggen wordt gewerkt met standaard leuningen. Voor Bruggen is een leuning een LEAFO. Bij Sluizen en Stuwen daarentegen wordt voor ieder viaduct een nieuwe leuning ontworpen, waarbij de ontwerpen wel weer gebruik maakt van LEAFO's zoals profielen, lassen en plaatmateriaal. In het geval van Bruggen bestaat de LEAFO leuning uit dezelfde soort elementen als de leuning bij Sluizen en Stuwen. Een LEAFO kan op zich dus weer LEAFO's bevatten.



figuur 10. Analyse (standaard)leuning van een viaduct

1.6 Representaties

Het voorkomen van een LEAFO kan los gezien worden van de manier waarop dat object gerepresenteerd kan worden. Met representeren willen wij duidelijk maken dat een bepaald LEAFO ergens in het ontwerp voorkomt. Een item op een hoeveelheidsstaat is ook een vorm van representeren en wel in de vorm van een omschrijving. In een aantal vakgebieden is het normaal om de echte verschijningsvorm zelf nooit te gebruiken (zie bijvoorbeeld een installatietekening). Op zo'n tekening wordt gewerkt met een symbolische aanduiding van het LEAFO's. Ook komt het vaak voor dat meerdere representaties door elkaar gebruikt worden.



figuur 11. Meerdere representaties

De representatie is afhankelijk van het doel van het afbeelden. Voor een visuele presentatie prent zal men dezelfde LEAFO anders willen afbeelden dan in een technische tekening. Voor een deel kan in de LEAFO zelf aangegeven worden welke representaties onder bepaalde omstandigheden mogelijk zijn, in een aantal gevallen zal de gebruiker binnen de toegestane mogelijkheden zijn definitieve keuze maken. Stel een LEAFO wordt gebruikt in een 2D-tekening; de representatie in een vorm van een solid is dan niet actueel. Wel kan de gebruiker dan bijvoorbeeld opgeven of een doorsnede gearceerd moet worden getekend.

1.7 Samenvatting

Onder LEAFO's verstaan wij die objecten, die voor **hergebruik** in aanmerking komen en **parametriseerbaar** zijn. Aan een LEAFO wordt **niet** verder ontworpen. In termen van het GARM is een LEAFO een sub-klasse van de technische oplossingen en bestaat uit een **procedurele beschrijving**, een **generieke technische oplossing** die aan die procedure refereert, en de uit beide te genereren of gegenereerde **specifieke technische oplossing**. Een LEAFO heeft niet één specifieke representatie maar kan verschillende representaties hebben afhankelijk van de functie van de afbeelding. De beschrijving van de mogelijke representaties maakt onderdeel uit van de procedurele beschrijving.

Een LEAFO kan beschouwd worden als een **Bouw-feature**.

De bovenstaande omschrijving van LEAFO's, zegt niets over het detailnivo of de complexiteit van het object. Of daar iets naders over te zeggen valt moet blijken bij de uitwerking van een nader aantal te kiezen objecten.

2. STANDAARD LEUNING

De standaard leuning, zoals dat wordt gehanteerd binnen de directie Bruggen, is reeds in het verleden als productmodel ingevoerd⁴. De leuning is een LEAFO. Er wordt niet meer aan ontworpen en er is duidelijk sprake van hergebruik (viaducten door Bruggen ontworpen zijn te herkennen aan de standaard leuning). Bij dit onderdeel zal gekeken worden, hoe een LEAFO op zijn beurt weer opgebouwd kan zijn uit andere LEAFO's.

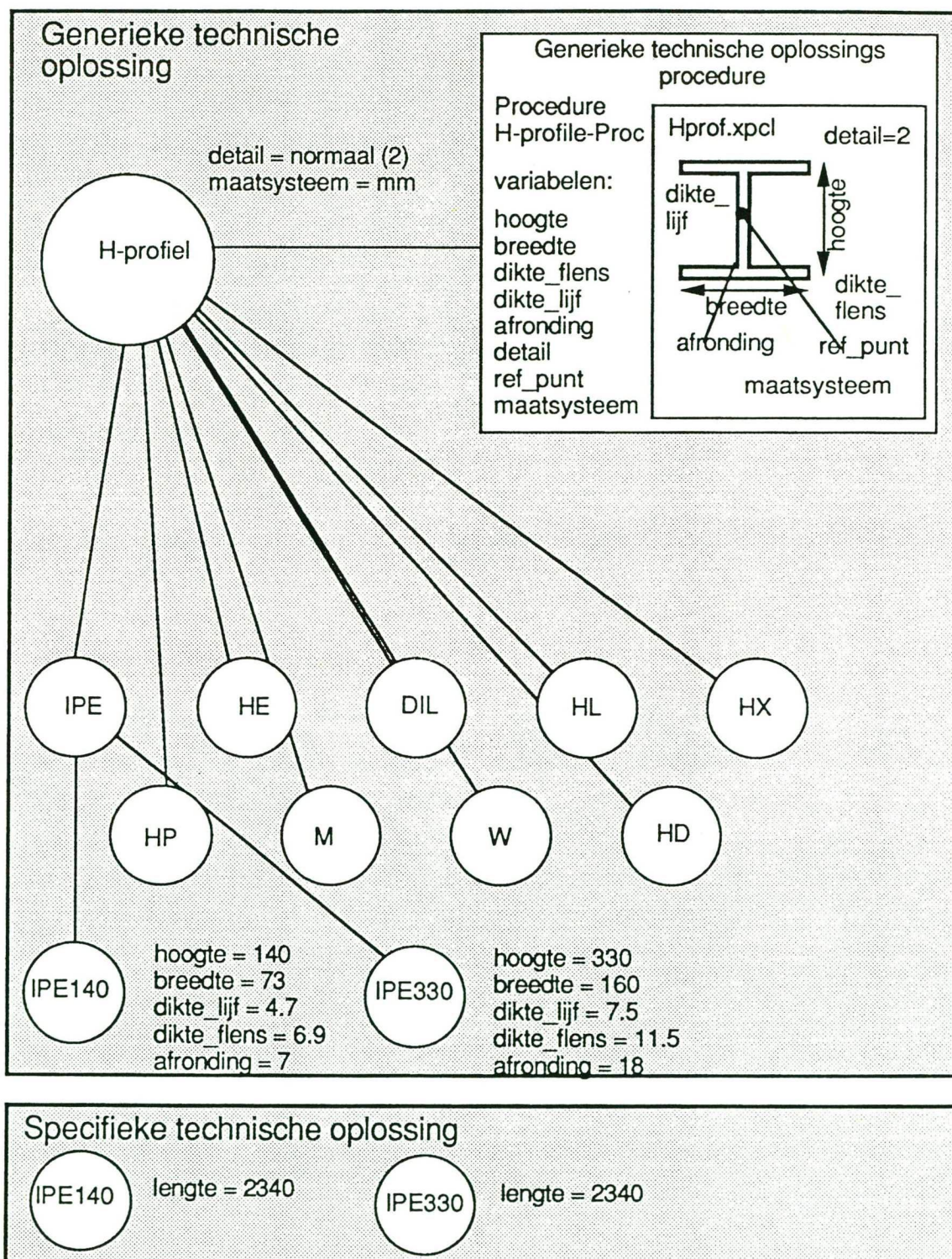
Bij het toetsen van dit LEAFO is de leuning uit het viaduct voorbeeld als uitgangspunt genomen. Omdat de leuning voornamelijk uit profielen wordt opgebouwd, is er voor gekozen deze profielen als LEAFO's te implementeren en te gebruiken om een LEAFO (de leuningstijl) te maken die deze LEAFO's weer gebruikt.

Een aspect, dat in deze implementatie aan de orde komt, is het feit dat een LEAFO verschillende representatie vormen kan hebben.

2.1 Profielen

Als eerste stap zijn de profielen als LEAFO's geïmplementeerd. Daarbij is gebruik gemaakt van een programma en invoerfiles die door de staal-groep van het IBBC zijn ontwikkeld. De invoerfiles bevatten alle hoofdafmetingen van in Nederland voorkomende H- en buisprofielen. Hier is als voorbeeld gekozen voor een viertal representaties, alle solids, maar met een verschillend uiterlijk. De drie typen profielen, te weten H-profiel, rechthoekige en ronde buisprofiel, zijn als generieke procedurele beschrijving opgenomen. De manier waarop deze profielen als proef geïmplementeerd zijn wordt het beste geïllustreerd aan de hand van figuur 12. Te zien is hoe de afmetingen van het H-profiel in een bepaalde structuur zijn onder gebracht. Deze parameters worden gebruikt bij de evaluatie van de procedure H-profile-Proc.

4. Ontwikkeling van Productmodellen (Viaduct) B-89-049.

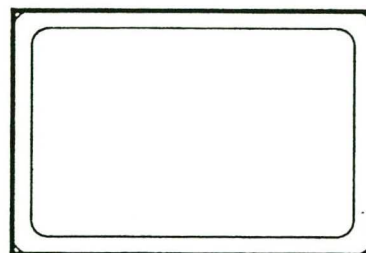


figuur 12. Overzicht implementatie H-profiel

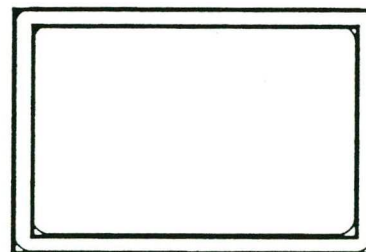
Als voorbeeld van de uitwerking van de hiervoor genoemde opzet nemen wij het rechthoekige buisprofiel, omdat die in de standaard leuning verwerkt zal worden. Bij de rechthoekige profielen is gebruik gemaakt van een overzicht van alle leverbare rechthoekige profielen.

Overzicht klein deel RHB-profielen invoer					
Omschrijving	hoogte	breedte	dikte	binnen-straal	buiten-straal
RHBK100*100*3	100	100	3.0	3.0	6.0
RHBK100*100*4	100	100	4.0	4.0	8.0
RHBK100*40*2	100	40	2.0	2.0	4.0
RHBK100*40*3	100	40	3.0	3.0	6.0
RHBK100*40*4	100	40	4.0	4.0	8.0
RHBK100*50*3	100	50	3.0	3.0	6.0
RHBK100*50*4	100	50	4.0	4.0	8.0
RHBK100*60*3	100	60	3.0	3.0	6.0
RHBK100*60*4	100	60	4.0	4.0	8.0
RHBK100*60*5	100	60	5.0	5.0	10.0
RHBK100*80*3	100	80	3.0	3.0	6.0
enzovoort					

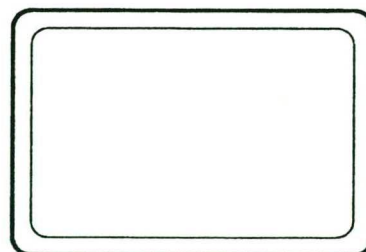
detail = 1 (profiel benaderen als rechthoek)



detail = 2 (profiel benaderen als rechthoek met gat)



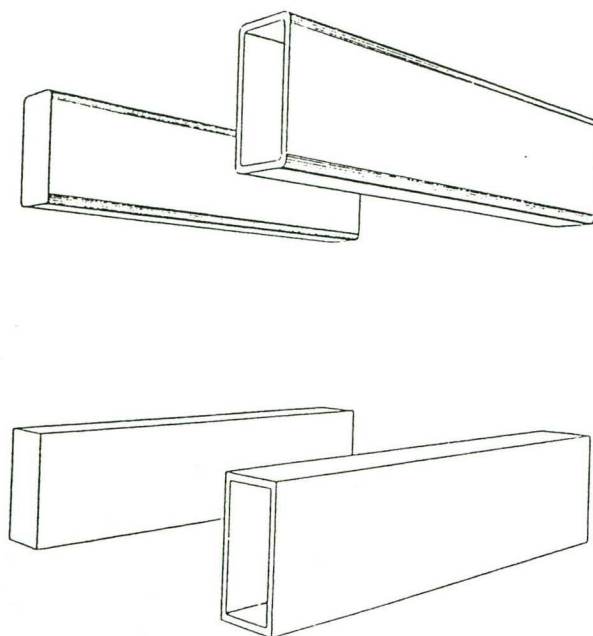
detail = 2 (profiel met afrondingen zonder gat)



detail = 3 (profiel met afrondingen)



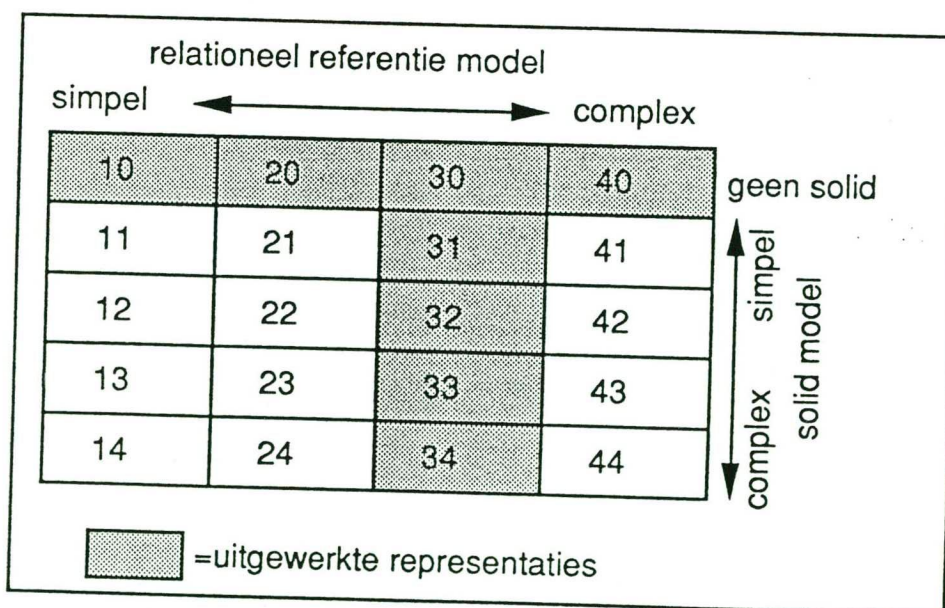
figuur 13. Uitwerking detailnivo's RHB-profielen



figuur 14. Visualisatie met PMsee

2.2 Leuningstijl

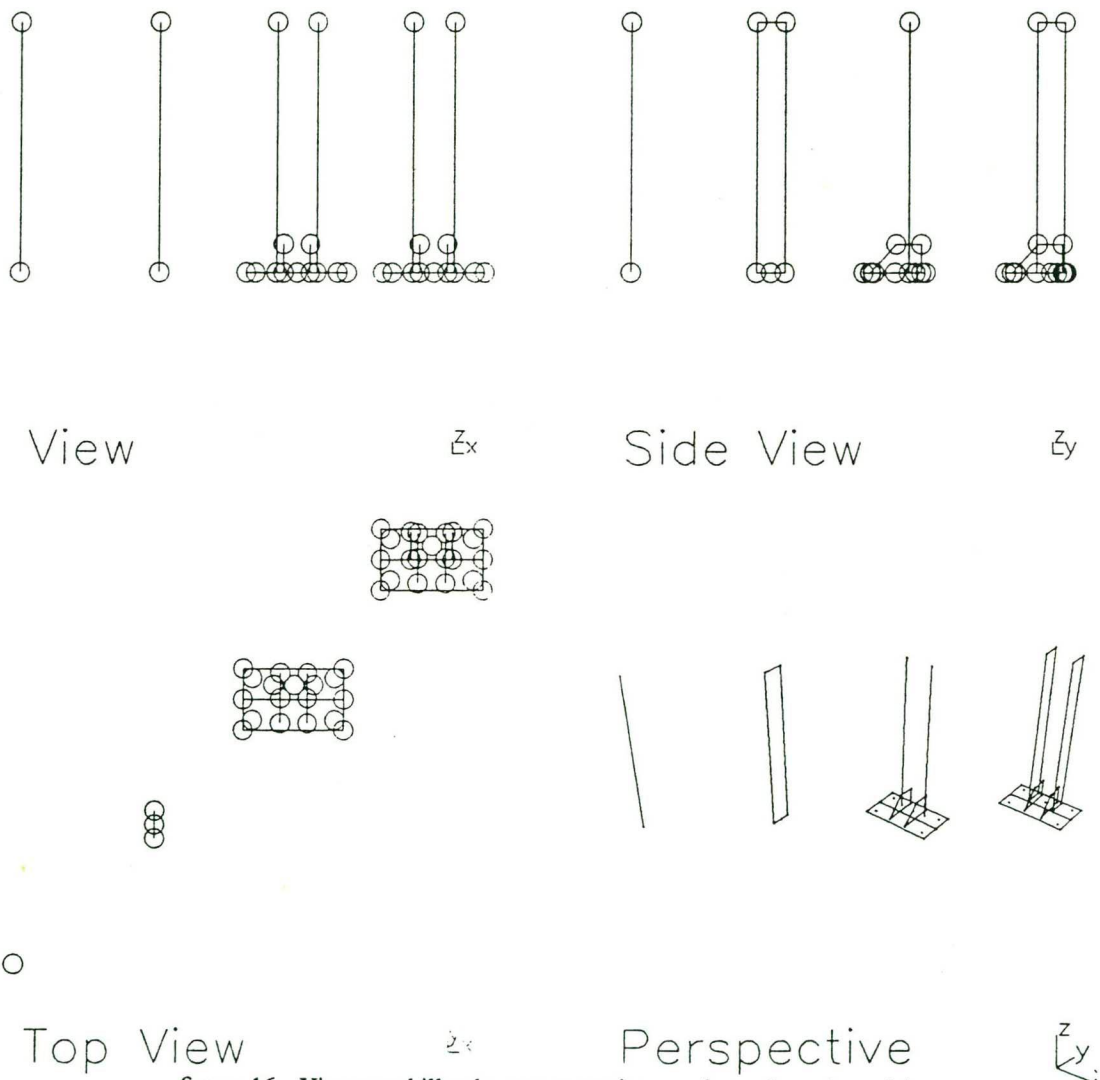
Bij de leuningstijl is er voor gekozen om vier verschillende representaties van het referentiemodel mogelijk te maken. Eén van deze representaties van het referentiemodel kan op vier verschillende manieren als solid gerepresenteerd worden. In figuur 15 is dat schematisch weergegeven.



figuur 15. Schematische weergaven verschillende representatie

De gekozen representaties zijn alleen maar bedoeld als illustratie van de mogelijkheid

om vanuit één LEAFO geheel verschillende representaties te genereren. In figuur 16 zijn de vier verschillende representaties van het referentiemodel weergegeven. Bij deze afbeelding is de decompositie verwerkt en het gehele model inclusief decompositie op één nivo afgebeeld.



figuur 16. Vier verschillende representaties van het referentiemodel

De representatie van de LEAFO in de vorm van een enkele referentielijn (10) kan voor veel toepassingen voldoende zijn. De hieronder afgedrukte hoeveelheidsstaat geeft de lengte van de profielcombinatie en het aantal voetconstructies. Voor globaal gebruik bijvoorbeeld bij kosten indicatie reeds voldoende.

Hoeveelheidsstaat van referentiemodel met representatie 10									
fu_id	spe_description	occ_description	entity	id	magnitude	unit	ts_id	description	rl_id
09	SPEFU-PAAL	FU-PAAL-11	lijn	01	890.0	[L]	01	2x RHBK100*50*5	
10	SPEFU-PAAL-VOET	FU-PAALVOET-11	punt	09			02	Voetconstructie	

ts_id	description	number	total	unit
00001	2x RHBK100*50*5	1	890.0	[L]
00002	Voetconstructie	1		

Wil men bijvoorbeeld de sterkte van de leuning berekenen dan kan het nodig zijn om de leuning als een vlak te idealiseren (20). In de hoeveelheidsstaat wordt nu de paal als vlak gepresenteerd met een oppervlak in plaats van een lengte.

Hoeveelheidsstaat van referentiemodel met representatie 20									
fu_id	spe_description	occ_description	entity	id	magnitude	unit	ts_id	description	rl_id
11	SPEFU-PAAL	FU-PAAL-11	vlak	01	89000.0	[L**2]	04	2x RHBK100*50*5	
12	SPEFU-PAAL-VOET	FU-PAALVOET-11	punt	15			05	Voetconstructie	

ts_id	description	number	total	unit
00004	2x RHBK100*50*5	1	89000.0	[L**2]
00005	Voetconstructie	1		

Men kan ook naar een meer gedetailleerde representatie gaan. Hierbij wordt de voetconstructie verder gedeclineerd in zijn samenstellende onderdelen. Hier als aparte LEAFO geïmplementeerd. De leuning zelf wordt door twee aparte lijnen weergegeven. De hoeveelheidsstaat wordt gedetailleerder en kan bij een nauwkeurige kostenberekening gebruikt worden.

Hoeveelheidsstaat van referentiemodel met representatie 30									
fu_id	spe_description	occ_description	entity	id	magnitude	unit	ts_id	description	rl_id
13	SPEFU-PAAL	FU-PAAL-11	lijn	06	890.0	[L]	07	RHBK100*50*5	
14	SPEFU-PAAL	FU-PAAL-21	lijn	07	890.0	[L]	07	RHBK100*50*5	
15	SPEFU-PAAL-VOET	FU-PAALVOET-11	punt	20			12	Paalvoet-sts	00027

Decompositie van voetconstructie									
fu_id	spe_description	occ_description	entity	id	magnitude	unit	ts_id	description	rl_id
16	SPEFU-BODEM		vlak	02	81400.0	[L**2]	08	Bodemplaat	
21	SPEFU-SCHOT	FU-SCHOT1	vlak	03	13500.0	[L**2]	09	Schot1	
22	SPEFU-SCHOT	FU-SCHOT2	vlak	04	13500.0	[L**2]	10	Schot2	
23	SPEFU-VOETST	FU-VOETST	lijn	20	370.0	[L]	11	Oplegging	
17	SPEFU-GAT		punt	25					
18	SPEFU-GAT		punt	26					
19	SPEFU-GAT		punt	27					
20	SPEFU-GAT		punt	28					

ts_id	description	number	total	unit
00007	RHBK100*50*5	2	1780.0	[L]
00008	Bodemplaat	1	81400.0	[L**2]
00009	Schot	2	27000.0	[L**2]
00011	Oplegging	1	370.0	[L]
00012	Paalvoet-sts	1		

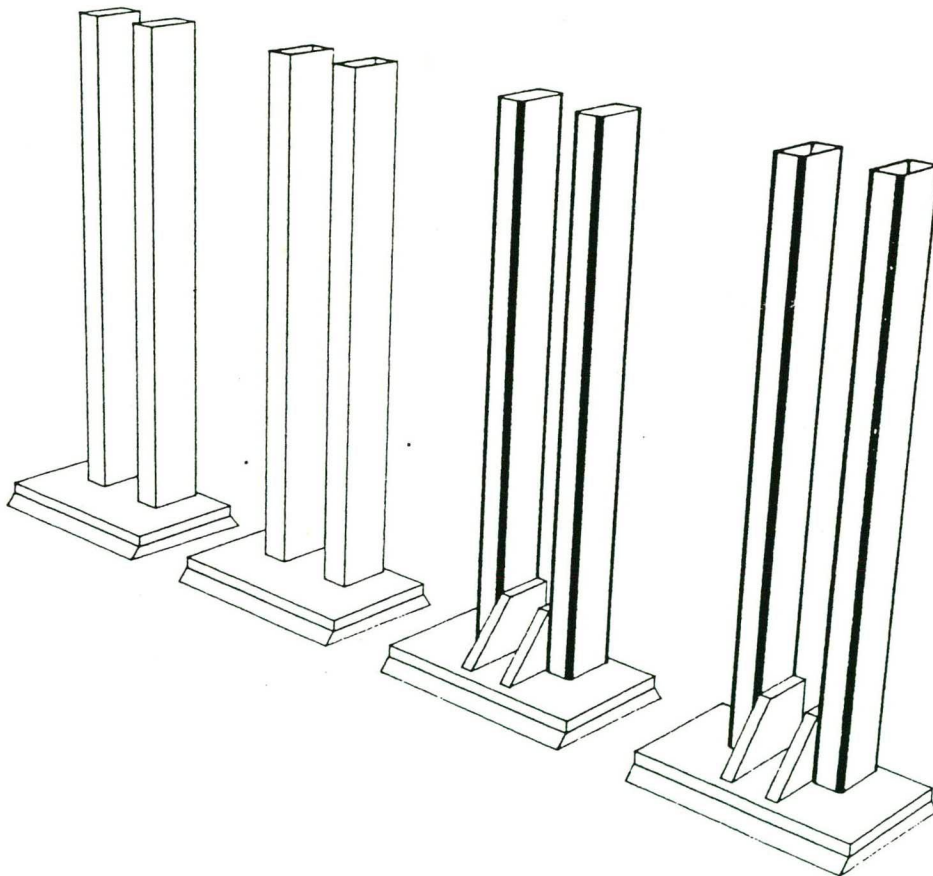
Tenslotte is het mogelijk de twee profielen niet weer te geven als een lijn maar door vlak.

Hoeveelheidsstaat van referentiemodel met representatie 40									
fu_id	spe_description	occ_description	entity	id	magnitude	unit	ts_id	description	rl_id
24	SPEFU-PAAL	FU-PAAL-11	vlak	05	89000.0	[L**2]	14	RHBK100*50*5	
25	SPEFU-PAAL	FU-PAAL-21	vlak	06	89000.0	[L**2]	14	RHBK100*50*5	
26	SPEFU-PAAL-VOET	FU-PAALVOET-11	punt	47			19	Paalvoet-sts	41

Decompositie van voetconstructie									
fu_id	spe_description	occ_description	entity	id	magnitude	unit	ts_id	description	rl_id
27	SPEFU-BODEM		vlak	07	81400.0	[L**2]	15	Bodemplaat	
32	SPEFU-SCHOT	FU-SCHOT1	vlak	08	13500.0	[L**2]	16	Schot1	
33	SPEFU-SCHOT	FU-SCHOT2	vlak	09	13500.0	[L**2]	17	Schot2	
34	SPEFU-VOETST	FU-VOETST	lijn	41	370.0	[L]	18	Oplegging	
28	SPEFU-GAT		punt	52					
29	SPEFU-GAT		punt	53					
30	SPEFU-GAT		punt	54					
31	SPEFU-GAT		punt	55					

ts_id	description	number	total	unit
00014	RHBK100*50*5	2	178000.0	[L**2]
00015	Bodemplaat	1	81400.0	[L**2]
00016	Schot	2	27000.0	[L**2]
00018	Oplegging	1	370.0	[L]
00019	Paalvoet-sts	1		

Vanuit de representatie in de vorm van twee referentielijnen en een gedetailleerde voetconstructie zijn vier verschillende representaties van het solid model afgeleid. Deze vier representaties zijn te zien in figuur 17.



figuur 17. Vier verschillende representaties van het solid model

In principe is het mogelijk vanuit de vier referentie representaties weer verschillende solid modellen te genereren. De mogelijkheden zijn wat dat betreft vrijwel onbegrensd, maar worden afgegrensd door het feitelijke gebruik.

3. CONCLUSIES EN EVALUATIE

Onder LEAFO's verstaan wij die objecten, die voor **hergebruik** in aanmerking komen en **parametriseerbaar** zijn. Aan een LEAFO wordt **niet** verder ontworpen. In termen van het GARM is een LEAFO een sub-klasse van de technische oplossingen en bestaat uit een **procedurele beschrijving**, een **generieke technische oplossing** die verwijst naar die procedure, en de uit beide te genereren of gegenereerde **specifieke technische oplossing**. Een LEAFO heeft niet één specifieke representatie maar kan verschillende representaties hebben afhankelijk van de functie van de afbeelding. Een LEAFO kan beschouwd worden als een **Bouw-feature**.

Bij een LEAFO is het mogelijk dat voor het bepalen van de 'eindtoestand' het nodig is dat beslissingen genomen worden of berekeningen gedaan worden. Er is nog sprake van een LEAFO als die berekening of beslissingen binnen één en hetzelfde systeem opgenomen zijn.

Het totaal aantal parameters en de eventuele structuur van die parameters moet beperkt zijn. Uit verdere proeven in de praktijk moet blijken waar de grens precies ligt en of daarvoor regels zijn op te stellen. Bij de opbouw van een LEAFO-bibliotheek wordt daarom aanbevolen te starten met objecten met een beperkte set parameters.

4. LITERATUUR

1. Onderzoek Representatiewijzen Feature Modelling
Deelrapport III-B-1
Maarten van Emmerik
B-87-599
14 september 1987
2. Reconciliation of design and manufacturing requirements for product description data using functional primitive part features
R-86-ANC/GM/PP-01.1
December 1986
I.D. Faux
CAM-I
3. The modeling of assemblies for design and manufacture
R-88-GM-02
February 1988
A. Wilson, I.D. Faux
CAM-I
4. General AEC Reference Model (GARM)
BI-88-150
Oktober 1988
Ir. W.F. Gielingh
5. Ontwikkeling van Productmodellen (Viaduct)
B-89-049
februari 1989
M.R. Boender, W.J. de Bruijn, J.M. Eijs, P. Kuiper, P.H. Willems
6. XPCL Manual (Part 1)
XPCL Reference Manual
BI-89-051
May 1989
Ir. R.P. Krom
7. ProMod 4.01 Reference Manual (1)
BI-89-137
August 1989
Ir. P. Kuiper
8. Prototype "Productmodel van een stalen sluisdeur"
RWS-publicatie
september 1989
ing W. Pronk, ing R. Jongkind, ing F.J.J.A. van Dam, ing J.S. Leendertz

