

# ISO 10303

Campus Arenberg  
Celestijnenlaan 300C  
B-3001 Leuven-Heverlee

Tel. +32-(0)16 32.25.91  
Fax. +32-(0)16 32.29.84



100 102 1015 - STEP

*Wetenschappelijk Ondersteuningsprogramma voor de Normalisatie,  
Deel II*

## *Industrialisatie van STEP in België*

Eindverslag

periode april '96 - april '98

Auteur: ir. A. Magera

Datum: 30 april 1998

## Inhoudstafel

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 1       | Inleiding .....   | 4  |
| 2       | Methodologie .....  | 7  |
| 2.1     | Gedetailleerde beschrijving van de verschillende taken. ....                | 7  |
| 2.1.1   | Taak 1: STEP gegevensuitwisseling.....                                      | 7  |
| 2.1.2   | Taak 2: Ontwikkeling van interfaces door toepassing van EXPRESS en SDAI.... | 10 |
| 2.1.3   | Taak 3: Internationale contacten en opzetten van belangengroep.....         | 11 |
| 3       | Resultaten.....   | 11 |
| 3.1     | Taak 1: STEP gegevensuitwisseling .....                                     | 11 |
| 3.1.1   | Test rally.....   | 11 |
| 3.1.2   | WTCM STEP Testronde .....   | 11 |
| 3.2     | Taak 2: Ontwikkeling van interfaces door toepassing van EXPRESS en SDAI     | 11 |
| 3.2.1   | EXPRESS en EXPRESS-G modellering .....                                      | 11 |
| 3.2.2   | SDAI.....   | 11 |
| 3.2.3   | Eerste fase: zoeken van gaten in plaatwerk.....                             | 11 |
| 3.2.4   | Tweede fase: Toepassing in matrijzenbouw.....                               | 11 |
| 3.2.5   | SDAI interfacing .....  | 11 |
| 3.2.5.1 | Situering van SDAI .....  | 11 |
| 3.2.5.2 | SDAI in detail .....  | 11 |
| 3.2.5.3 | SDAI-ontwikkelomgevingen.....   | 11 |
| 3.2.5.4 | SDAI Implementatie.....   | 11 |
| 3.3     | Taak 3: Internationale contacten en opzetten van belangengroep.....         | 11 |
| 3.3.1   | Consortium.....   | 11 |
| 3.3.2   | Seminaries en individuele sensibilisering .....                             | 11 |
| 3.3.3   | Deelname CAD/CAM Kortrijk.....  | 11 |
| 3.3.4   | Ondersteuning Benchmark DW Plastics.....                                    | 11 |
| 3.3.5   | Cursussen gevolgd bij ProSTEP.....  | 11 |
| 3.3.6   | Deelname aan STEP-forum bij BMW in Munchen.....                             | 11 |
| 3.3.7   | General Meeting of Members ProSTEP e.V.....                                 | 11 |
| 3.3.8   | Deelname meetings DiK Darmstadt .....                                       | 11 |
| 3.3.9   | PDM Conference Noordwijk (NL) & LA (USA).....                               | 11 |
| 4       | Besluiten en aanbevelingen .....  | 11 |
| 4.1     | Besluiten .....   | 11 |
| 4.2     | Aanbevelingen .....   | 11 |
| 5       | Synthese van het project 'Industrialisatie van STEP in België' .....        | 11 |
| 6       | Bijlagen .....  | 11 |
| 6.1     | Bijlagen vermeld in eindverslag.....  | 11 |
| 6.2     | Lijst van publicaties voortvloeiend uit het onderzoek .....                 | 11 |
| 6.3     | Referentielijst .....   | 11 |
| 6.4     | Overzicht van normen waarnaar verwezen wordt.....                           | 11 |
| 6.5     | Afkortingen.....  | 11 |

## Lijst van figuren

|   |    |
|---|----|
| Figuur 2.1: 'Inter system'-test.....  | 8  |
| Figuur 3.1: Deelnemers STEP rally 3 & 4 september 1996.....   | 11 |
| Figuur 3.2: Kleurencode voor de evaluatie van de STEP gegevensuitwisseling.....                               | 11 |
| Figuur 3.3: Gemiddelde resultaten WTCM STEP Benchmark .....   | 11 |
| Figuur 3.4: Evolutie van STEP processoren .....   | 11 |
| Figuur 3.5: Status van AP214 .....  | 11 |
| Figuur 3.6: Symbolen voor de evaluatie van de 'WTCM STEP Testronde' .....                                     | 11 |
| Figuur 3.7: Overzicht van de resultaten van de 'WTCM STEP Testronde' .....                                    | 11 |
| Figuur 3.8: Plaat met gat.....  | 11 |
| Figuur 3.9: Overzicht van de STEP technologie .....   | 11 |
| Figuur 3.10: Het EXPRESS model voor de IMES interface .....   | 11 |
| Figuur 3.11: De onderliggende EXPRESS definitie 'Coord3D' voor<br>3 dimensionale coördinaat-arrays. ....      | 11 |
| Figuur 3.12 : Concept van SDAI .....  | 11 |
| Figuur 3.13: Overzicht van de architectuur van een<br>SDAI ontwikkelingsomgeving (hier ST-Developer) .....    | 11 |
| Tabel 1: vergelijking tussen twee commerciële ontwikkelingsomgevingen<br>voor SDAI.....                       | 11 |
| Figuur 3.14: EXPRESS-G voorstelling van toepassingsschema.....  | 11 |
| Figuur 3.15: EXPRESS textuele voorstelling van het toepassingsschema .....                                    | 11 |
| Figuur 3.16: STEP-file die aangemaakt wordt in het<br>SDAI voorbeeldprogramma.....                            | 11 |
| Figuur 3.17: Opbouw van een SDAI programma .....  | 11 |
| Figuur 3.18: Creëer instance #10 of type ENTITY1<br>en vul de eenvoudige attributen in .....                  | 11 |
| Figuur 3.19: Schrijf de complexe attributen ns4 en ns5 van instance #10 .....                                 | 11 |
| Figuur 3.20: Creëer instance #20 van type entity2<br>en refereer er naar van in instance #10 .....            | 11 |
| Figuur 3.21: Voeg 3 elementen toe aan de lijst 'ns4' van instance 10<br>met iterator gebaseerde functies..... | 11 |
| Figuur 3.22: Creëer de complexe instance<br>#30=(ENTITY1() ENTITY2() ENTITY3()) .....                         | 11 |
| Figuur 3.23: Zoek de waarde van het attribuut 'ks1' van instance #10 .....                                    | 11 |
| Figuur 3.24: EXPRESS Textuele voorstelling van het toepassingsschema .....                                    | 11 |
| Figuur 3.25: EXPRESS-G voorstelling van het toepassingsschema.....  | 11 |
| Figuur 3.26: EXPRESS-entiteiten worden omgezet naar C-types .....   | 11 |
| Figuur 3.27: De definitie van een complexe entiteit .....   | 11 |
| Figuur 3.28: De vertaling van een SELECT-construct naar types in C .....                                      | 11 |
| Figuur 3.29: Prototypes van SDAI functies voor entity1 .....  | 11 |
| Figuur 3.30: Opbouw van een SDAI-toepassing met early binding.....  | 11 |
| Figuur 3.31: Creëren van een instance van entity1,<br>die naar een andere instance refereert .....            | 11 |
| Figuur 3.32: Creëren van een instance met een SELECT-construct .....  | 11 |
| Figuur 3.33: Aanmaken van een complexe instance .....   | 11 |
| Figuur 3.34: Inlezen van instances uit het SDAI model.....  | 11 |



## 1 Inleiding

Uit industriële contacten blijkt dat de nood aan EDI (Electronic Data Interchange) steeds groter wordt. Elektronische gegevensuitwisseling is niet meer weg te denken uit de huidige werkomgevingen van concurrent engineering. Het uitwisselen van CAD-bestanden (Computer Aided Design) neemt een belangrijk aandeel van dit elektronisch verkeer in. Partners in het productieproces gebruiken vaak niet-compatibele systemen, en toch moeten ze allen toegang hebben tot dezelfde bestanden. Bestanden in een neutraal formaat, dat elk systeem kan interpreteren zijn dan noodzakelijk. De nationale standaarden IGES (USA), SET (Frankrijk) en VDA-FS (Duitsland), beschrijven dergelijke neutrale formaten. Deze standaarden hebben echter hun beperkingen en de kwaliteit van het oorspronkelijke model gaat vaak verloren.

*STEP*, STandard for the Exchange of Product model data, is een nieuwe ISO-standaard in het domein van 'Product Data Technology' voor het uitwisselen en archiveren van productgegevens, en kan een oplossing brengen voor de gekende problemen van de huidige nationale standaarden.

Het doel van STEP werd gedefinieerd in 1984. Sindsdien heeft de ontwikkeling van STEP een sterke evolutie gekend en zijn een aantal bouwstenen ervan reeds ISO genormeerd (ISO 10303).

Niet alleen de ontwikkeling van STEP, maar ook de implementatie en industriële invoering ervan kregen hoe langer hoe meer aandacht. De automobiel- en vliegtuigindustrie zijn sterke voortrekkers geweest in het STEP denken, maar ook in andere sectoren kan de introductie van STEP de gegevensuitwisseling sterk verbeteren en zo de competentie van de verschillende ondernemingen, betrokken bij het volledige productieproces, versterken.

Ondanks het belang van STEP, waren in 1996 haar mogelijkheden onvoldoende gekend in de Belgische industrie. De trage ontwikkeling van de standaard heeft de verspreiding en acceptatie van de nieuwe standaard bovendien geen goed gedaan. Toch vroegen ondernemingen regelmatig naar concrete informatie rond efficiënte gegevensuitwisseling, en in dit kader, in het bijzonder naar de status van STEP.

Deze situatie gaf directe aanleiding tot het project 'Industrialisatie van STEP in België'.

Gebruik makend van de bestaande, commerciële pre- en postprocessors, werden:

- de huidige mogelijkheden van de gegevensuitwisseling via STEP nagegaan. Nadruk lag hierbij op twee belangrijke onderdelen van de standaard, aangewend in de mechanische sector: Application Protocols AP203 en AP214.
- Belgische bedrijven ondersteund in het gebruik en de implementatie van STEP.

Op deze manier wenste het WTCM de acceptatie en de implementatie van STEP in de Belgische industrie te versnellen. België kan zich echter niet isoleren van de ontwikkelingen die op wereldniveau gebeuren.



STEP is een internationale standaard en internationale interactie door een wereldwijde samenwerking en uitwisseling van ervaringen versnelt haar ontwikkeling en implementatie. De synergie tussen België en buitenlandse organisaties resulteert in een efficiënte evaluatie en ondersteuning van de praktische mogelijkheden van STEP. Binnen dit kader worden contacten gelegd met zowel Europese als niet-Europese organisaties.

Het project 'Industrialisatie van STEP in België' heeft twee grote doelstellingen.

**1. De opvolging van STEP voorbereiden en een actieve bijdrage leveren aan de nieuwe standaard.**

Dit project wil meewerken aan het ondersteunen van het BIN bij de STEP standaardisatie. Behalve het beheersen en het actief toepassen van STEP, moeten voor een actieve bijdrage van België de bestaande competenties en belangen verenigd worden, zodat:

- STEP normen op een grote schaal en sneller verspreid worden.
- STEP normen efficiënter worden toegepast.
- STEP beter tegemoet komt aan de marktbehoeften van de Belgische industrie door het groeperen en coördineren van de normalisatie-activiteiten.

**2. Kennis opbouw van STEP modellerings- en interfacingstechniek.**

Voor ontwikkelaars van geïntegreerde CAE-software (Computer Aided Engineering) en interne engineering afdelingen kan de toepassing van STEP als basis voor de ontwikkeling van gegevensmodellen en interfaces noodzakelijk zijn. Hiertoe moeten:

- de toepassingsmogelijkheden van EXPRESS als modelleringstaal aan de geïnteresseerde ondernemingen verduidelijkt worden.
- de toepassingsmogelijkheden en de methodologie van SDAI (Standard Data Acces Interface) bestudeerd worden.
- bestaande tools ter ondersteuning van STEP ontwikkelingen en productmodellering geëvalueerd worden.

Geïnteresseerde software ontwikkelaars kunnen hierdoor beroep doen op de basiskennis en de methodologie voor het ontwikkelen van STEP interfaces, indien de ontwikkelingen en implementaties op dit gebied ver genoeg gevorderd zijn.

Het project bereikt deze doelstellingen door:

- wetenschappelijk potentieel op te bouwen, ter ondersteuning van de normalisatiewerkzaamheden voor STEP vanuit de Belgische industrie.
- connecties op te bouwen met buitenlandse organisaties, gespecialiseerd in STEP. STEP is een internationale standaard en vraagt dus om samenwerking die de Belgische grenzen overschrijdt.
- de Belgische industrie op actieve wijze te sensibiliseren. Dit zowel door algemene acties als door individuele contacten met bedrijven.

## 2 Methodologie

### 2.1 Gedetailleerde beschrijving van de verschillende taken.

Het project bestaat uit drie grote taken.

- Taak 1: STEP gegevensuitwisseling
- Taak 2: Ontwikkeling van interfaces door toepassing van EXPRESS en SDAI
- Taak 3: Internationale contacten en opzetten van belangengroepen

Taak 1 en taak 2 kunnen relatief onafhankelijk van elkaar gedefinieerd en uitgevoerd worden. De uitvoering ervan hangt nauw samen met de praktische implementaties van de STEP standaard. We denken hier o.a. aan de evolutie van de ISO 10303 standaard, de beschikbaarheid van de nodige pre- en postprocessors en de kwaliteit van de tools, nodig voor de ontwikkelingen in taak 2. Taak 3 echter is, enerzijds een ondersteuning bij het uitvoeren van taak 1 en taak 2, en anderzijds belangrijk voor het welslagen van het project en de disseminatie naar alle belanghebbenden.

#### 2.1.1 Taak 1: STEP gegevensuitwisseling

Aan de hand van zorgvuldig geselecteerde testcases worden de huidige mogelijkheden van de Application Protocols AP203 en AP214 voor de uitwisseling van geometrische gegevens via STEP nagegaan. De nadruk ligt hier vooral op het evalueren van de kwaliteit van de beschikbare processoren.

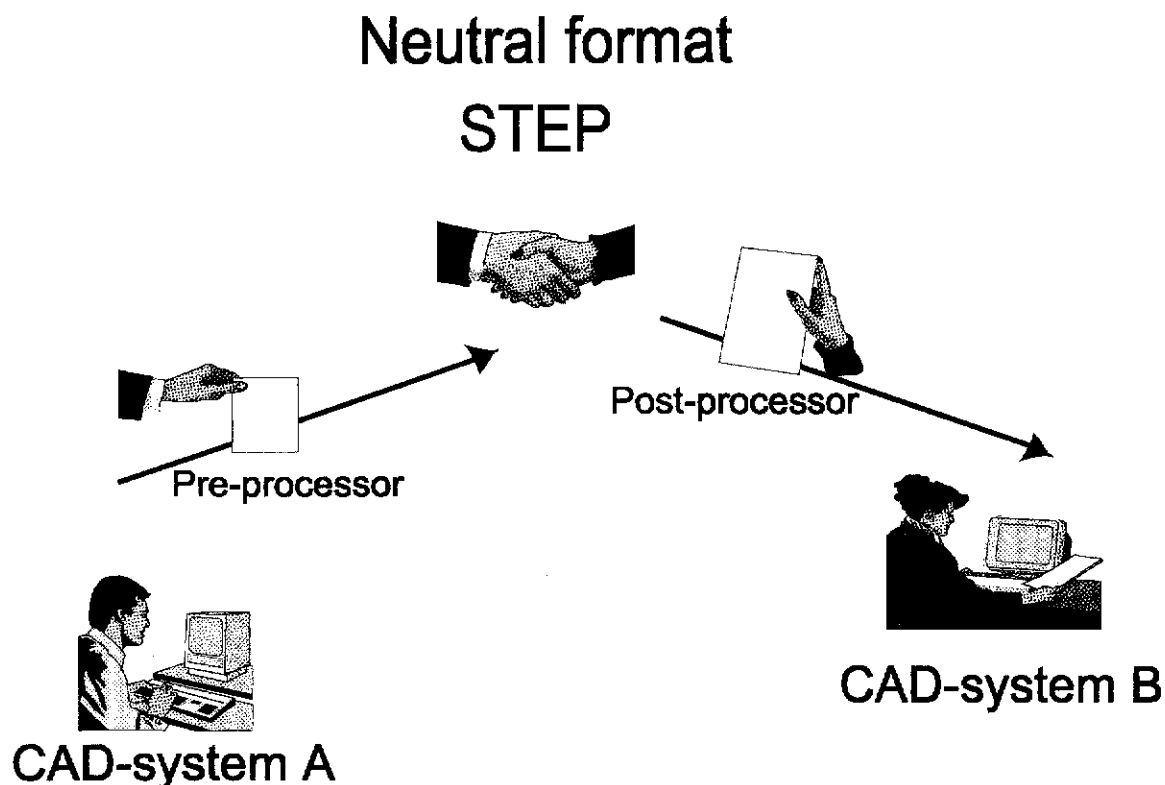
#### Application Protocol AP203 en AP214

STEP is een zeer groot geheel van normen die betrekking hebben op alle sectoren van de industrie: o.a. scheepsbouw, plaatwerk, komposiet- en metallische structuren, electronica, automobiel,... . Voor elk toepassingsdomein werd een afzonderlijke standaard of 'Application Protocol' voorzien, dat de beschrijving van de productgegevens definieert voor dat specifieke domein. Om na te gaan in welke mate STEP reeds industrieel toepasbaar is, is het weinig zinvol om de implementatie van STEP in al deze sectoren na te gaan. De doelgroep van het project is vooral de automobielsector. Hiervoor zijn vooral AP203 (ISO 10303-203: Configuration Controlled Design) en AP214 (ISO 10303-214: Core Data for Automotive Mechanical Design Processes) belangrijk.

## Testmethode

Een gangbare methode voor het testen van processoren voor gegevensuitwisseling via een neutraal formaat, is de 'inter system test'. Bij dergelijke testen wordt de geometrie uitgewisseld via STEP, zowel naar een tweede CAD-systeem als in een gesloten kringloop naar het origineel systeem. De nadruk ligt hierbij op de praktische gegevensoverdracht.

Figuur 2.1 geeft de 'inter system test'-methode weer voor het valideren van CAD/CAM-interface-software. Met de preprocessor van CAD-systeem A, wordt een STEP-file aangemaakt. De juistheid van deze STEP file wordt gecontroleerd met speciaal daarvoor ontwikkelde tools. De STEP file wordt dan via de postprocessor van CAD-systeem B terug in een CAD-model omgezet. Het is mogelijk dat het getransleerde model handmatig bijgewerkt moet worden. Handmatig bijwerken betekent: eventuele gaten in het oppervlak dichten, curves die niet goed aansluiten verbinden of van een 'surface model' een '3D solid' maken.



Figuur 2.1: 'Inter system'-test

Het WTCM is lid van de ProSTEP-associatie in Duitsland. Om de resultaten van de gegevensuitwisseling zo optimaal mogelijk te verwerken en te evalueren, werkt het WTCM samen met ProSTEP.



Het WTCM heeft twee maal een reeks testen uitgevoerd. Een Testrally in '96, die aanleiding gaf tot een Benchmark in '97 en een Testronde in '98. Beide reeksen kenden een iets andere aanpak, maar de objectieven bleven dezelfde. Hoofdstuk 3 gaat hier dieper op in.

Het testen van de gegevensuitwisseling kan beschreven worden door een vijftal fases:

### **1) Het vastleggen van de test cases en de evaluatiecriteria**

De test cases moeten representatief zijn voor het testen van de gegevensoverdracht. De gebruikte modellen, moeten dus voldoende STEP basisobjecten van het betreffende 'Application Protocol' bevatten. Bovendien, om een vergelijking te kunnen maken met de bestaande standaarden (IGES, VDA-FS,...) moeten de modellen eigenschappen hebben die moeilijkheden leveren bij de gegevensuitwisseling met deze nationale standaarden. Om een indruk te krijgen van de kwaliteit van de gegevensoverdracht, zijn consistente evaluatiecriteria nodig.

### **2) Uitvoering van de testen**

De modellen, weerhouden voor de test cases, worden uitgewisseld tussen verschillende CAD-systemen. De overgedragen modellen worden gecontroleerd op bruikbaarheid voor verdere toepassingen en op kwaliteit: oppervlaktemodel blijft oppervlaktemodel, volumetrisch model blijft volumetrisch model, model komt volledig door of niet, oppervlakte en volume van het model zijn correct, is het model eventueel manueel aan te passen, e.d.

Niet alleen de uitwisseling van gegevens is belangrijk, maar ook de manier waarop de gegevens tussen verschillende systemen uitgewisseld worden. Zowel de klassieke methoden zoals tape en diskette als overdracht via ftp (File Transfer Protocol) worden gebruikt. Internet wordt hier nog niet op grote schaal gebruikt gezien de snelheid van het Internet soms te wensen over laat en we dan niet meer spreken van efficiënte gegevensuitwisseling.

### **3) Evaluatie en samenvatting van de resultaten**

De resultaten van de testen worden gemeten aan de hand van de evaluatiecriteria uit de eerste fase. De bedoeling van de testreeksen, zoals ze door het WTCM georganiseerd werden, is een kwalitatief beeld te geven van de huidige mogelijkheden en een algemene conclusie te vormen. De resultaten van de omzettingen zijn immers sterk afhankelijk van o.a. de manier waarop het oorspronkelijke model werd aangemaakt, van de complexiteit en de grootte van de modellen en van de schaalverschillen in de modellen. Elk bedrijf heeft ook zijn eigen specifieke toepassingen en aard van modellen.

Een gedetailleerde toetsing aan de behoeften van de bedrijven vraagt meer specifieke testen tussen een bepaald bedrijf en één van zijn toeleveranciers bijvoorbeeld. De resultaten van dergelijke studie zijn echter niet representatief voor de volledige Belgische industrie.

#### 4) 'Business reengineering' op basis van STEP

De doelstelling van STEP gaat verder dan de uitwisseling van geometrische gegevens. Het initiële doel van STEP is, op termijn ook andere productgegevens uit de volledige levenscyclus van een product te beschrijven. Willen we volledig voldoen aan de STEP filosofie, zullen we dus ook oog moeten hebben voor de overdracht van andere dan geometrische gegevens. PDM of 'Product Data Management' beheerst de informatiestroom door de volledige onderneming. Productgegevens tussen de verschillende afdelingen van een onderneming uitwisselen via STEP, kan heel wat manueel werk besparen.

Steeds meer leveranciers van PDM systemen krijgen oog voor gegevensuitwisseling van STEP. Om op de hoogte te zijn van de mogelijkheden in dit domein, nam het WTCM deel aan twee conferenties van CIMdata. Bijlage A beschrijft de conclusies van deze conferenties.

Belangrijk is dus om de evolutie van STEP wereldwijd op de voet te volgen, de status van de standaard op elk ogenblik kennen en vooral op de hoogte te zijn van de evolutie van de STEP processoren. De interactie tussen PDM en STEP en richtlijnen voor het consequent toepassen en implementeren van STEP zijn topics die niet uit het oog verloren mogen worden.

#### 5) Disseminatie

De resultaten van de testen worden via publicaties, studiedagen en workshops aan de geïnteresseerden voorgesteld. Doel hierbij is STEP kenbaar te maken bij het grote publiek en via het aantonen van de voordelen van STEP, de Belgische ondernemingen te overtuigen van de implementatie ervan.

Niet alleen algemene informatievergaderingen, maar ook individuele sensibiliseringsacties komen aan bod. Bedrijven met specifieke problemen of met nood aan specifieke informatie, kunnen beroep doen op het WTCM.

##### 2.1.2 Taak 2: Ontwikkeling van interfaces door toepassing van EXPRESS en SDAI

De STEP technologie kan een basis vormen voor de ontwikkeling van gegevensmodellen en interfaces voor interne ontwikkelingen in een engineering-afdeling. Op basis van STEP en met behulp van bestaande toolkits, zou een interface ontwikkeld kunnen worden voor een applicatie in de praktijk. Een mogelijkheid zou kunnen zijn om met de deelnemende bedrijven uit te kijken naar

een praktische applicatie om vooral ook de toepasbaarheid en de flexibiliteit van dergelijke technieken te onderzoeken.

De bestaande toolkits waarvan hier sprake is, zijn software toolkits ter ondersteuning van modellering met EXPRESS en het ontwikkelen van een SDAI interface (Standard Data Acces Interface). Het ontwikkelen van dergelijke basishulpmiddelen voor het ondersteunen van STEP ontwikkelingen, liggen buiten het bestek van dit project. Zij zijn beschikbaar bij hierin gespecialiseerde firma's zoals o.a. ProSTEP GmbH in Duitsland en STEPtools Inc. in de USA.

Voor een onmiddellijke samenwerking met de bedrijfswereld aan te gaan, moeten eerst de manipulatiemogelijkheden en flexibiliteit van EXPRESS-modellering en SDAI-interfaces nagegaan worden.

Na het bestuderen en uitvoeren van een relatief eenvoudige test, waarbij kennis wordt opgebouwd rond deze problematiek, kan overgegaan worden op een zwaardere toepassing.

Onderwerp van deze eerste test is het zoeken van gaten in plaatwerk. Voor de resultaten verwijzen we naar paragraaf 3.2.3. Uit deze test bleek dat het modelleren in EXPRESS op deze manier zeer arbeidsintensief is.

Een alternatief voor SDAI is een zelf ontwikkelde API (Application Programmers Interface) tussen een toepassingsprogramma en gegevensbank.

Hiermee werd als tweede test geëxperimenteerd in een pakket voor matrijzenbouw. Voor de resultaten verwijzen we naar paragraaf 3.2.4.

Uit deze test konden we concluderen dat het ontwikkelen van dergelijke interface in de praktijk op twee manieren kan gebeuren. Ofwel ontwikkelt een specialist in EXPRESS en STEP een interface voor de toepassing van een klant en moet hij dus de bedrijfssituatie en de exacte vereisten van de klant bestuderen en kunnen vertalen naar een bruikbare oplossing. Een andere mogelijkheid bestaat erin dat de klant, die zijn situatie, reeds bestaande ontwikkelingen binnen het bedrijf en zijn vereisten zeer goed kent, STEP en EXPRESS gaat instuderen en zelf zijn eigen interface bouwt.

Beide alternatieven vragen echter veel studiewerk voor met de eigenlijke programmatuur begonnen kan worden.

Daarom en omdat een relevante, praktische implementatie in een onderneming onmogelijk is zonder voldoende kennis en ervaring in dit domein, hebben we de voorkeur gegeven aan een eerder theoretische studie van SDAI interfacing, voor de techniek effectief in een praktijkstudie te implementeren. Paragraaf 3.2.5 bespreekt de resultaten van deze studie.

Indien we deze manier van werken koppelen aan het projectvoorstel, kunnen we de voorbereiding en de eigenlijke studie als volgt in de voorgestelde fasen inpassen.

### 1) **Selectie en afbakening van de test case**

Om een relevante toepassing te kunnen ontwikkelen voor een onderneming, was eerst heel wat studiewerk nodig. De gekozen applicaties werden dus niet onmiddellijk gehaald uit de praktijk. Een eerste applicatie richtte zich dan ook naar een eenvoudige toepassing (het zoeken van gaten in plaatwerk), die uitgebreid werd naar een toepassing voor matrijzenbouw.

### 2) **Data modellering met behulp van EXPRESS**

Voor de toepassing in de matrijzenbouw werd een EXPRESS model opgesteld voor de productievoorbereiding. De gebruikte basistypes platen worden gebruikt als werkstukken en de verschillende types gaten als bewerkingsfeatures. Een grafische voorstelling van het model in EXPRESS-G werd opgesteld. De link met een kostenberekeningssysteem werd hier gelegd via een zelf ontwikkelde API, gebaseerd op SDAI.

Hierdoor werden de toepassingsmogelijkheden van EXPRESS als modelleringstaal geëvalueerd.

### 3) **Opbouw van een SDAI interface**

De opbouw van de SDAI interface is theoretisch bestudeerd en uitgevoerd. Hiervoor werden toolkits aangeschaft, die basiscomponenten bevatten voor dergelijke interface.

### 4) **Evaluatie**

Hierbij werd onderzocht welke vereisten een SDAI interface aan de architectuur van de softwaretoepassing stelt en op welke manieren een vlotte integratie verkregen kan worden.

### 5) **Disseminatie van de resultaten**

Slechts één onderneming bleek interesse te tonen in maart '98 voor het ontwikkelen van een STEP gebaseerde interface. Gezien het voorlopig beperkte succes van dergelijke ontwikkelingen, werd beslist om de geplande studiedag rond de toepassingsmogelijkheden van EXPRESS en SDAI te vervangen door activiteiten die voor het ogenblik primordiaal zijn. De praktische toepassing van STEP naar de eindgebruiker toe promoten, is nodig voordat zware toepassingen geïmplementeerd worden. STEP moet eerst gekend zijn, voor de industrie erop kan vertrouwen.

### 2.1.3 Taak 3: Internationale contacten en opzetten van belangengroep

Het succes van STEP hangt o.a. af van actieve participatie van eindgebruikers en CAD-leveranciers. Eindgebruikers geven hun wensen en noden in verband met gegevensuitwisseling te kennen, zodat CAD-ontwikkelaars hier zo efficiënt mogelijk op kunnen inspelen. STEP implementeren en ontwikkelen zonder feedback uit de internationale industriële wereld heeft weinig zin. De praktijk moet immers bepalen aan welke voorwaarden en mogelijkheden STEP moet voldoen om nuttig te zijn en te blijven.

Het WTCM speelt hier een sleutelrol op twee gebieden:

1. KMO's ondersteunen bij de uitbouw en implementatie van STEP door het coördineren van testen en het opzetten van pilootprojecten waar mogelijk.
2. Samenwerking met buitenlandse STEP centra of ondernemingen, actief op het gebied van STEP, is noodzakelijk om een internationaal karakter te geven aan de STEP-activiteiten. Uitwisseling van gegevens beperkt zich niet tot de Belgische markt, maar is een fenomeen dat wereldwijd voor moeilijkheden zorgt. Internationale samenwerking is dus cruciaal in het doorgeven en opbouwen van kennis, het naar voren brengen van inefficiënties en het oplossen ervan.

Het WTCM was in het verleden zeer actief op het gebied van standaardisatie. Voor het ondersteunen van STEP, heeft het WTCM een samenwerkingsovereenkomst gesloten met ProSTEP GmbH in Duitsland. Aan ProSTEP GmbH is een associatie verbonden die vandaag meer dan 190 leden telt uit 15 verschillende landen. Het WTCM is lid van deze associatie en neemt actief deel aan de georganiseerde activiteiten.

### 3 Resultaten

Waar hoofdstuk 2 beschrijft hoe het project 'Industrialisatie van STEP in België' werd uitgevoerd, geeft hoofdstuk 3 een overzicht van de resultaten.

#### 3.1 Taak 1: STEP gegevensuitwisseling

Zoals reeds vermeld in hoofdstuk 2, heeft het WTCM twee testreeksen uitgevoerd die hier nu uitvoeriger aan bod komen.

##### 3.1.1 Test rally

Het project 'Industrialisatie van STEP in België' richt zich vooral op het uitwisselen van geometrische gegevens. In dit kader werd op 3 en 4 september 1996 een STEP-rally georganiseerd. Deelnemers aan deze rally waren zowel eindgebruikers als CAD-leveranciers (cfr. figuur 3.1) en een vertegenwoordiging van ProSTEP GmbH in Duitsland. De eindgebruikers leverden CAD-modellen zoals zij ook in de praktijk gebruikt worden. De CAD-leveranciers gaven ondersteuning wat betreft hard- en software. ProSTEP heeft met zelf ontwikkelde tools de syntax van de STEP-files gecontroleerd.

#### **Eindgebruikers**

- *Alcatel Bell*
- *Bosal*
- *Lemmerz*
- *Overpelt Plascobel*
- *Philips Competence Center  
Plastics*
- *TechnoConsulting*
- *VCST*
- *Volvo Europa Truck*

#### **CAD - leveranciers**

- *Axis Rand (Pro/Engineer)*
- *Computervision (CADD5)*
- *EDS (Unigraphics)*
- *IBM (CATIA)*
- *Matra Datavision (STRIM)*
- *SAVACO (Solid Designer)*
- *SDRC (I-DEAS)*

Figuur 3.1: Deelnemers STEP rally 3 & 4 september 1996

Doelstelling van de rally was niet het testen van de kwaliteit van de processoren, maar wel nagaan of de huidige processoren reeds voldoende mogelijkheden bieden om industriële CAD-modellen tussen verschillende systemen via STEP uit te wisselen.

Om de kwaliteit van processoren te testen, zou elk systeem STEP-files moeten maken van dezelfde CAD-modellen. Bovendien zou de complexiteit van deze CAD-modellen bij elke test moeten stijgen.

De huidige capaciteit van de processoren nagaan kan door CAD-modellen, zoals ze in de praktijk gebruikt worden, uit te wisselen via STEP in een 'Inter system'-test, die reeds besproken werd in paragraaf 2.1.1. Deze manier van werken geeft een kwalitatief beeld van de mogelijkheden van de pre- en postprocessors van de verschillende systemen. Tijdens de 'Test rally' die aanleiding gaf tot de 'WTCM Benchmark' van juni '97, werden zowel AP203 als AP214 getest. Hieruit bleek dat er voor de geteste functionaliteiten geen noemenswaardig verschil bestaat tussen AP203 en AP214. AP14 heeft wel een aantal extra troeven, zoals: layers, kleuren en CSG (Constructive Solid Geometry). Zij geven bijkomende waarde aan de AP214-processoren.

De vijf fasen van de STEP gegevensuitwisseling werden voor deze testreeks als volgt ingevuld:

### 1) Het vastleggen van de test cases en de evaluatiecriteria

De deelnemende CAD-gebruikers, leverden industriële modellen, zoals ze gebruikt worden in hun onderneming. Een voordeel van praktijkmodellen is dat je ogenschijnlijk een directe link naar de realiteit legt. Nadelen van dergelijke modellen zijn de grote verschillen in opbouw en complexiteit van de modellen en de minderwaardige kwaliteit van sommige modellen. 'Garbage in, is garbage out'. Indien een model niet juist geconstrueerd werd of niet onmiddellijk in native formaat werd aangemaakt, maar wel aan de hand van de gegevens van een coördinaatmeetmachine bijvoorbeeld, zal het resulterende model na de STEP omzetting hoogstwaarschijnlijk ook niet correct zijn.

De resultaten van de omzettingen zijn dus uiteindelijk moeilijk te vergelijken. Wel krijgen we een beeld van de mogelijkheid van het omzetten van industriële modellen.

Hiermee werd dus rekening gehouden in de tweede testreeks: de WTCM STEP Testronde (cfr. paragraaf 3.1.2).

De evaluatiecriteria waren:

- blijft een oppervlaktemodel een oppervlaktemodel en zo ja komen alle oppervlakken door
- blijft een volumetrisch model een volumetrisch model
- oppervlakte van een model
- volume van een model

Op basis van de evaluatiecriteria en aan de hand van de kleuren- of cijfercode, weergegeven in figuur 3.2, werd een matrix (cfr. figuur 3.3) opgesteld die verduidelijkt wordt in de derde fase: 'evaluatie en samenvatting van de resultaten'.

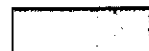
Volledig volumetrisch model (solid), volume kan berekend worden en is correct binnen 1% (4)



Onvolledig volumetrisch model, of het volume kan niet berekend worden, of verschilt meer dan 1% (3)



Alleen oppervlaktemodel (surface model), maar volledig, oppervlakte te berekenen (2)



Alleen dradenmodel (wireframe) of onvolledig oppervlaktemodel (1)



Geen of een leeg model gecreëerd (0)



Niet getest

\*

Figuur 3.2: Kleurencode voor de evaluatie van de STEP gegevensuitwisseling

## 2) Uitvoering van de testen

Gedurende twee dagen kwamen eindgebruikers en CAD-leveranciers samen bij het WTCM. Elk CAD-systeem werd in één netwerk gekoppeld, zodat de aangemaakte STEP bestanden via het netwerk in een ander systeem geïmporteerd konden worden. Elke STEP file werd gecontroleerd door een zelf ontwikkeld, nog niet gecommercialiseerd product van ProSTEP GmbH.

Het systeem op zich was niet slecht, alleen moest voor elk CAD-systeem de nodige hard- en software meegebracht worden, en moest een tijdelijk netwerk gelegd worden om alle systemen met elkaar te verbinden. Ook de verplaatsing van de deelnemers naar het WTCM vroeg een extra inspanning. Met deze feiten werd rekening gehouden tijdens de WTCM STEP Testronde, om de efficiëntie van de testen te verhogen.



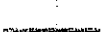



## 3) Evaluatie en samenvatting van de resultaten

Bijkomende testen waren nodig om de resultaten van de rally te verfijnen. De uiteindelijke resultaten werden gepresenteerd in het rapport 'WTCM STEP Benchmark van juni '97' (cfr. bijlage B).

Figuur 3.3 geeft een overzicht van de resultaten in matrixvorm.



| Source System  | Target System |       |       |          |        |        |
|----------------|---------------|-------|-------|----------|--------|--------|
|                | CADDS         | Catia | Pro/E | Solid D. | Unigr. | I-Deas |
| CADDS          | *             |       |       |          |        |        |
| Catia/Dassault |               |       |       |          |        |        |
| Pro-Engineer   | 2             |       |       |          |        |        |
| Solid Designer |               |       |       | *        |        |        |
| Unigraphics    |               |       |       |          |        |        |
| I-Deas         |               |       |       |          |        |        |

- 4  volledige solid, volume kan berekend worden en is correct binnen 1%
- 3  onvolledige solid, of het volume kan niet berekend worden, of verschilt meer dan 1%
- 2  alleen surface model, maar volledig, oppervlakte te berekenen
- 1  alleen wireframe of onvolledig surface model
- 0  geen of een leeg model gecreëerd
- \*  niet getest

Figuur 3.3: Gemiddelde resultaten WTCM STEP Benchmark

#### 4) 'Business reengineering' op basis van STEP

Met 'business reengineering', bedoelen we het optimaliseren van het ontwerp, het productieproces en de volledige informatiestroom, die door een onderneming of tussen verschillende ondernemingen loopt.

STEP als neutraal formaat speelt hierbij een sleutelrol. Eén van de objectieven van de 'Test rally' was dan ook praktische ervaring opdoen om in de mate van het mogelijke, richtlijnen op te stellen voor het consequent toepassen en implementeren van STEP gegevensuitwisseling.

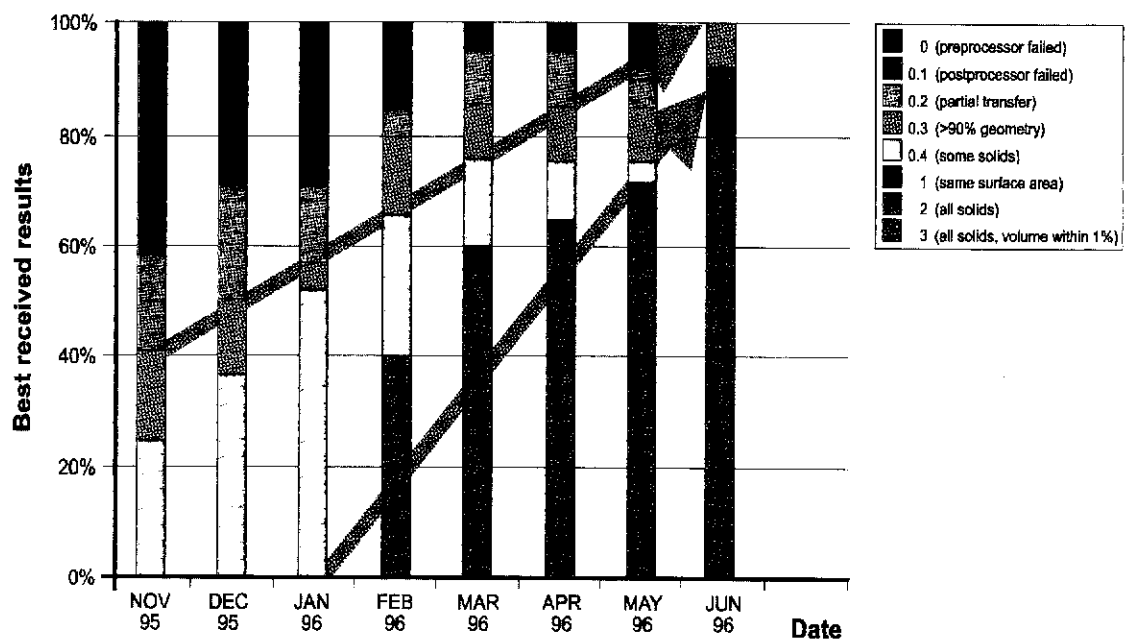
Deze 'Test rally' was een eerste en verkennende testreeks voor het WTCM en de deelnemers en de resultaten ervan kunnen slechts vergeleken worden met reeds uitgevoerde STEP testen bij andere instanties. Bovendien, gezien de continue evolutie van de STEP processoren (cfr. figuur 3.4) en de status van AP214 (cfr. figuur 3.5) op het ogenblik van de 'Test rally', is een definitieve richtlijn moeilijk te formuleren. Praktische tips en het aanleren van het 'STEP denken' waren wel mogelijk. Uiteindelijk bleek dat zeer veel onvolmaaktheden te maken hebben met nauwkeurigheid en het nog niet volledig afgestemd zijn van de STEP processoren onderling.

Het beter op elkaar afstemmen van de processoren is een taak voor de CAD-leveranciers. Feeling krijgen voor het begrip nauwkeurigheid en ermee leren denken is een factor die omvat zit in het begrip 'STEP denken'. Bij het uitwisselen van STEP files tussen twee systemen, is het belangrijk dat de

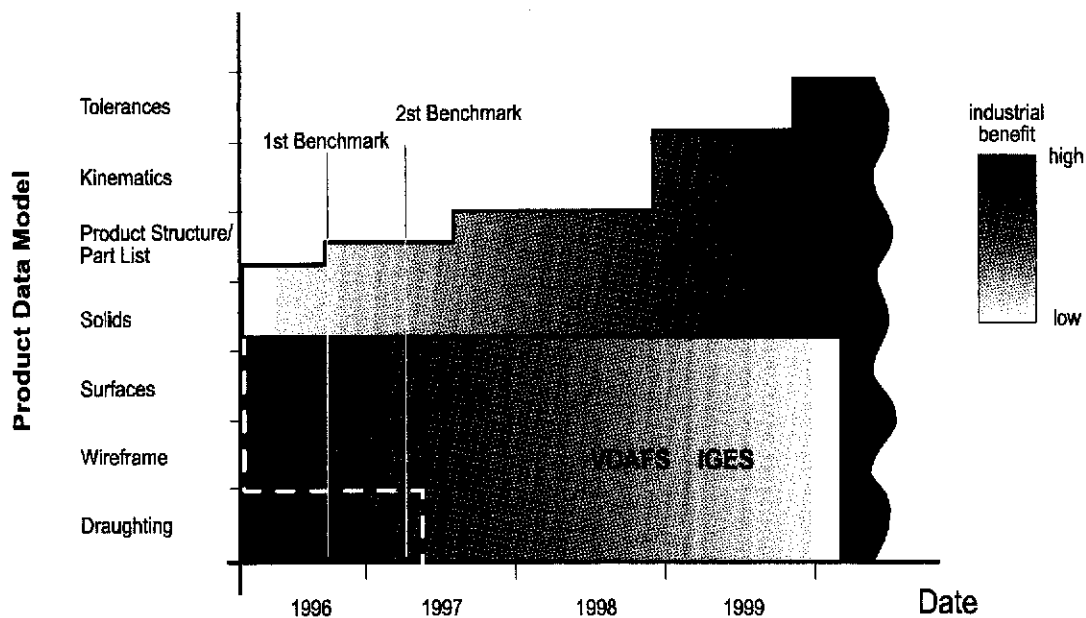
mogelijkheden en beperkingen van beide systemen op het gebied van nauwkeurigheid gekend zijn. Sommige systemen (bijvoorbeeld Unigraphics van Unigraphics Solutions) leveren een optie om STEP files met een bepaalde nauwkeurigheid uit te schrijven, andere systemen dan weer niet (bijvoorbeeld Catia van IBM/Dassault). Een systeem zoals Pro/Engineer van PTC, kent het begrip 'relatieve' en 'absolute' nauwkeurigheid. Daarbij komt nog dat een STEP file nooit met een hogere nauwkeurigheid in een systeem ingelezen kan worden, dan dat hij aangemaakt werd in het oorspronkelijke systeem.

Een maat voor de nauwkeurigheid in de STEP file wordt gegeven door de entiteit *UNCERTAINTY\_MEASURE\_WITH\_UNIT*. De waarde van deze entiteit kan eventueel aangepast worden in de STEP file zelf.

Een definitieve richtlijn is uit deze 'Test rally' niet gebleken. Een belangrijke conclusie is echter wel dat het opportuun is om niet zelfstandig, maar wereldwijd, de evolutie van STEP op de voet te volgen, de status van de standaard op elk ogenblik kennen en vooral op de hoogte zijn van de evolutie van de STEP processoren. Uitwisseling van praktische ervaring zowel tussen eindgebruikers onderling als van eindgebruikers naar CAD-leveranciers kunnen de snellere evolutie van STEP processoren alleen maar ten goede komen.



Figuur 3.4: Evolutie van STEP processoren



Figuur 3.5: Status van AP214

## 5) Disseminatie

De resultaten van WTCM STEP Benchmark van juni '97, die een logisch gevolg was van de 'Test rally', georganiseerd in september '96, werden in een document aan alle deelnemers en leden van het consortium gestuurd. Ook ondernemingen, die nog niet bij het consortium aangesloten waren of niet de kans hadden om deel te nemen aan de eerste testreeks, kregen een exemplaar.

Verder werden de resultaten van de 'Test rally' gebruikt in seminars voor o.a. CAD-gebruikers, voor toeleveranciers van de automobiellindustrie en voor individuele sensibilisering. Deze individuele sensibilisering zijn bezoeken, aan bedrijven met moeilijkheden in verband met gegevensuitwisseling.

Paragraaf 3.3.2 gaat hier verder op in geeft een volledig overzicht van seminars die het WTCM organiseerde of waaraan het WTCM meewerkte.

### 3.1.2 WTCM STEP Testronde

De 'WTCM STEP Testronde' volgde een iets ander concept dan de 'Test rally' waardoor op een efficiëntere manier gewerkt kon worden.

Het aantal modellen bleef beperkt tot drie zodat de resultaten onderling beter te vergelijken waren. De deelnemers voerden de testen in hun eigen onderneming uit en de bestanden werden, zoals in realiteit vaak gebeurt, via ftp (file transfer protocol) uitgewisseld.

De industriële interesse naar het gebruik van STEP is op een jaar tijd sterk toegenomen. Efficiënt uitwisselen van productgegevens speelt een steeds belangrijkere rol in het bedrijfsleven. In het proces van ontwerpfase tot eindproduct, zijn vaak verschillende partijen betrokken. Designers, ontwerpers van elektronische en mechanische componenten, kwaliteitscontroleurs (bvb. resultaten van CMM-metingen (coördinaatmeetmachine)), geautomatiseerde productie, enz., spelen allemaal een rol in het komen tot een eindproduct. Elk gebruiken ze hun eigen soft- en hardware, die het best voldoet om hun aandeel in het productieproces te voltooien. Om competitief te blijven heeft 'Concurrent Engineering' dus nood aan een uitwisselingsformaat dat elke betrokken partij kan hanteren en dat een manuele verbetering van de omgezette gegevens minimaliseert.

Ook bij het concept van 'Reverse Engineering', waarbij het uitgangspunt het product is en het resultaat een CAD-tekening, die bijvoorbeeld opgebouwd is aan de hand van CMM-meetpunten en die als basis kan dienen voor een nieuw product, is uitwisselen van productgegevens tussen meerdere software pakketten vaak nodig.

De nood aan een neutraal formaat, dat voldoet aan de behoeften van vandaag en morgen, is ingevuld door STEP. We haalden reeds aan dat door de druk van de industrie en door de nauwe samenwerking van CAD-leveranciers en gespecialiseerde STEP-organisaties, de performantie van de STEP-processoren de laatste twee jaren sterk geëvolueerd is.

Een groot deel van de onvolmaaktheden van de processoren moeten echter door het gebruik in de praktijk aan het licht komen. Praktische toepassingen brengen specifieke problemen naar voren.

Om gebruikers en CAD-leveranciers de gelegenheid te geven om delicate punten in de STEP-uitwisseling door te geven, werd de 'WTCM STEP Testronde' opgezet. In eerst instantie werd het 'Application Protocol' AP203 getest. AP203 is reeds een ISO-standaard en dus als geheel verder gevorderd dan het AP214.

## Deelnemers

Zowel gebruikers als CAD-leveranciers namen deel aan de 'WTCM STEP Testronde'.

- |                                  |                                       |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1) Techspace Aero, Milmort       | CADDS5 van Computervision             |
| 2) Bosal International, Lummen   | Catia van IBM/Dassault                |
| 3) SDRC, Capelle a/d IJssel (NL) | I-DEAS van SDRC                       |
| 4) Axis Rand, Louvain-la-Neuve   | Pro/Engineer van PTC                  |
| 5) Savaco, Kortrijk              | SolidDesigner van CoCreate            |
| 6) Alcatel Bell, Hoboken         | Unigraphics van Unigraphics Solutions |

Alle ondernemingen van het consortium kregen een uitnodiging om deel te nemen aan de 'Testronde'. In gezamenlijk overleg met de geïnteresseerden werden zes deelnemers weerhouden. Voor elk CAD-systeem een deelnemer. Unigraphics Solutions en Computervision voerden zelf geen testen uit, maar leverden de nodige support aan hun eindgebruikers.



## 1) Het vastleggen van de test cases en de evaluatiecriteria

WTCM bepaalde drie modellen: een surface model en twee solids. Deze modellen worden gedetailleerd beschreven in hoofdstuk 3 van bijlage C.

De modellen bevatten maar één soort geometrie, ofwel solids ofwel geometrisch gebonden, want AP203 ondersteunt geen layers en beide geometrieën kunnen dus niet afzonderlijk bekeken worden.

De evaluatiecriteria bleven dezelfde als voor de 'Test rally':

- blijft een oppervlaktemodel een oppervlaktemodel en zo ja komen alle oppervlakken door
- blijft een volumetrisch model een volumetrisch model
- oppervlakte van een model
- volume van een model

De voorstelling van de resultaten achteraf werd iets aangepast, zodat rekening gehouden kon worden met het percentage van het model dat correct werd omgezet.

Op basis van de evaluatiecriteria en aan de hand van de symbolen, weergegeven in figuur 3.6, werd een matrix (cfr. figuur3.7) opgesteld die verduidelijkt wordt in de derde fase: 'evaluatie en samenvatting van de resultaten'.

## Verklaring symbolen



Zwart geeft het percentage correct getransfereerde surfaces (voor het surface model 'Kegels') of solid (voor de solid models 'Koppel' en 'Steen') aan.



Zwart geruit betekent dat het resulterende model mits een kleine manuele ingreep, correct is.



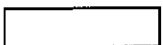
Grijs geruit betekent dat het resulterende model correct is, maar dat het systeem een warning gaf.



Een combinatie van zwart en grijs geruit, betekent dat er een warning verscheen én dat het resulterende model mits een kleine manuele aanpassing correct was.



Grijs betekent dat alleen de surfaces van het solid model doorkwamen.



Wit betekent een foutieve omzetting.

Bijvoorbeeld:



50 % van het model kwam als solid door  
25% van het model kwam slechts als surfaces door  
25% van het model ging verloren

Figuur 3.6: Symbolen voor de evaluatie van de 'WTCM STEP Testronde'

## 2) Uitvoering van de testen

Deze paragraaf beschrijft in het kort het praktische verloop van de testen. De gebruikers en CAD-leveranciers zorgden voor het aanmaken van de bestanden, zowel de geometrische, als de STEP bestanden. WTCM controleerde de juistheid van de uitgewisselde bestanden en nam de algemene coördinatie en de verwerking van de resultaten voor haar rekening.

- WTCM bepaalde drie modellen: een surface model en twee solids.
- De deelnemers, construeerden de drie modellen en exporteerden een STEP file volgens AP203.
- Eerste controle: Indien een model niet via STEP terug geïmporteerd kon worden in het oorspronkelijke systeem, werd dit model uitgesloten van de STEP Testronde. Geen enkel model moest om deze reden uitgesloten worden.
- Tweede controle: Het WTCM controleerde de STEP files op syntax, semantiek, structuur en eventueel topologie.
- Indien de STEP file goedgekeurd werd, stuurde het WTCM de files verder door naar de andere betrokken partijen.

De andere partijen importeerden elk de STEP files die door de andere systemen aangemaakt werden. De resultaten werden door het WTCM verwerkt en gepubliceerd in het rapport 'Resultaten van de WTCM STEP Testronde, april 1998' (cfr. bijlage C)

### 3) Evaluatie en samenvatting van de resultaten

Figuur 3.7 geeft het globale resultaat van de 'Testronde'. In tegenstelling tot de 'Test rally' (cfr. paragraaf 3.1.1), worden hier geen gemiddelde resultaten weergegeven. Elk systeem importeerde en exporteerde dezelfde modellen, zodat een directe vergelijking mogelijk was. Bijlage C geeft de volledige resultaten weer.

| Source                               |        | Target | CADDS5<br>Computervision | Catia<br>Dassault Systèmes | I-DEAS<br>SDRC | Pro/Engineer<br>PTC | SolidDesigner<br>CoCreate | Unigraphics<br>Unigraphics Solutions |
|--------------------------------------|--------|--------|--------------------------|----------------------------|----------------|---------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| CADDS5<br>Computervision             | Kegels |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Koppel |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Steen  |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| Catia<br>Dassault Systèmes           | Kegels |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Koppel |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Steen  |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| I-DEAS<br>SDRC                       | Kegels |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Koppel |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Steen  |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| Pro/Engineer<br>PTC                  | Kegels |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Koppel |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Steen  |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| SolidDesigner<br>CoCreate            | Kegels |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Koppel |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Steen  |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| Unigraphics<br>Unigraphics Solutions | Kegels |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Koppel |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Steen  |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |

Figuur 3.7: Overzicht van de resultaten van de 'WTCM STEP Testronde'

#### 4) 'Business reengineering op basis van STEP

De boodschap die we wensten mee te geven met de 'WTCM STEP Testronde' is de volgende.

De resultaten van deze WTCM STEP Testronde moeten voorzichtig geïnterpreteerd worden. We hebben getracht om een algemene indruk te presenteren van de kwaliteit van de huidige STEP processoren. De drie modellen die tijdens de WTCM STEP Testronde gebruikt werden, zijn echter niet voldoende representatief om de bestaande STEP processoren in hun volledigheid te evalueren. De grootte van de modellen, de manier waarop de modellen in praktijk worden aangemaakt (geconstrueerd in native formaat of aangemaakt a.h.v. CMM-meetpunten en via IGES geïmporteerd bijvoorbeeld), de combinatie van bepaalde complexiteiten e.d., kunnen een invloed hebben op het eindresultaat.

Refererend naar het schematisch overzicht van figuur 3.7, kunnen we vaststellen dat in 90 % van de testen, de modellen, mits eventueel enige aanpassing, correct geïmporteerd werden. Het zijn echter, zoals in alle ontwikkelingsprocessen, de laatste 10% die het meeste werk vragen.

De STEP processoren zijn de laatste twee jaren sterk geëvolueerd, maar ze moeten onderling nog verder op elkaar afgestemd worden. Hierin speelt de industrie een belangrijke rol. Het gebruik van de processoren zal immers de tekortkomingen in praktijk aantonen en een sterke bijdrage leveren tot de kwaliteitsverbetering van de processoren.

#### 5) Disseminatie

De resultaten van de WTCM STEP Testronde, werden begin april '98 verstuurd naar alle deelnemers en geïnteresseerde ondernemingen.

### 3.2 Taak 2: Ontwikkeling van interfaces door toepassing van EXPRESS en SDAI

#### 3.2.1 EXPRESS en EXPRESS-G modellering

EXPRESS is een textueel conceptuele schema-taal, gebaseerd op het entiteit-attriboot-relatie model. Het is de taal die gebruikt wordt om het normatieve gedeelte van alle informatiemodellen in STEP, zowel in de integrated resources als in de AP's, te specificeren. Hierdoor is EXPRESS de bron voor de definitie van vele implementatiemethoden. Twee van zijn hoofdvereisten zijn dat het zowel mens-leesbaar als computer-proceseerbaar is. Op deze manier komt EXPRESS overeen met een formele syntax en kan het door computer software geprocesseerd worden. Hoewel het oorspronkelijk ontwikkeld werd, specifiek voor het modelleren van engineering data, wint het aan terrein in vele industriële en academische projecten buiten STEP-activiteiten.





Het is *geen* methodologie en het is *geen* programmeertaal. EXPRESS bevat o.a. vele 'object-georiënteerde' features. Zo voorziet EXPRESS bijvoorbeeld zowel hiërarchieën als netwerken voor de voorstelling van beperkingen en de voorstelling van gegevensklassen.

EXPRESS richt zich naar de definitie van de entiteiten. Een entiteit wordt gedefinieerd aan de hand van zijn eigenschappen, die gekarakteriseerd worden door de specificatie van een domein, en de beperkingen op dat domein.

De entiteiten worden gedefinieerd met attributen: de karakteristieken die belangrijk zijn voor het begrijpen en gebruiken. Deze attributen worden voorgesteld door een eenvoudig data type (bvb. integer), of een ander entiteitstype. Een geometrisch punt kan bvb. gedefinieerd worden aan de hand van 3 reële getallen. De attributen krijgen namen die bijdragen tot de definitie van de entiteit. Zo kunnen de 3 reële getallen voor het geometrisch punt, x, y en z genoemd worden. Tussen de entiteit die gedefinieerd wordt en de attributen die het definiëren, ligt een relatie en op dezelfde manier bestaat er een relatie tussen het attribuut en zijn voorstelling.

### **Bouwstenen**

EXPRESS heeft zeven verklarende bouwstenen:

1. **schema**: om de data te structureren en te onderscheiden (gebruikt in geometrie bvb). Inter-schema referencing is mogelijk, waardoor een gemeenschappelijke bron (bvb. geometrie) onafhankelijk gedefinieerd kan worden en dan door verschillende andere schema's (piping en draughting bvb.) gebruikt kan worden.

#### **2. type**

3. **entiteit**: types en entiteiten worden gebruikt om data en hun onderlinge relaties te beschrijven. Zij kunnen gebruikt worden om de data-structuren in een CAE-systeem te creëren.

4. **constante**: PI, e (CONST\_E), FALSE, UNKNOWN, TRUE, SELF, ?

5. **functie**: bvb. acos, asin, exp, ...

6. **procedure**: remove, insert

7. **regel**: bvb. een hoek < 0

Deze laatste drie zijn algoritmische eenheden, om beperkingen op de data te kunnen specificeren.

EXPRESS-G is een formele grafische notatie om dataspecificaties, gedefinieerd in de EXPRESS-taal, weer te geven. EXPRESS-G ondersteunt enkel een gedeelte van EXPRESS. Gedefinieerd in een normatieve annex aan Part 11



(annex D) en gebruikt voor menselijke communicatie. Het voorziet bouwstenen voor het volgende:

1. schema en inter-schema links
2. entiteit en entiteit veralgemening
3. attribuut
4. relatie en cardinaliteit
5. type
6. multi-page referentie

EXPRESS-G voorziet geen support voor de specificatie van constraints, maar biedt wel een uniforme manier om bijvoorbeeld een interface te modelleren en te documenteren. Paragraaf 3.2.4 beschrijft een toepassing hierop. De implementatie van de standaard, al of niet gegenereerd door een EXPRESS-software, wordt beschreven door SDAI, een ander onderdeel van STEP (ISO 10303-22).

### 3.2.2 SDAI

SDAI is een functionele specificatie die als interface gebruikt kan worden tussen een toepassing en gegevens, gespecificeerd in een EXPRESS-schema. Functionele specificatie betekent dat de interface niet taalgebaseerd is (zoals SQL) maar wel dat de interface gespecificeerd wordt als 'function calls' die in een applicatie programma gebruikt kunnen worden. De bedoeling is om op een dynamische manier toegang te hebben tot data die in EXPRESS gedefinieerd zijn. Hiernaar wordt regelmatig gerefereerd als de 'application programmers' interface' (API). De gegevens worden opgeslaan in een file, working form (in-memory data structures) of een database. De opslagplaats kan verschillende modellen bevatten, de structuur van elk model wordt gedefinieerd door een enkel EXPRESS-schema.

SDAI betekent een standaard mechanisme, gedefinieerd in STEP om applicatie programma's toegang te verschaffen tot productgegevens. Deze productgegevens kunnen opgeslaan zijn in een gemeenschappelijke gegevensbank. Gezien het groot aantal gegevens, nodig om een product door zijn hele levenscyclus te beschrijven, is het noodzakelijk om rechtstreeks toegang te hebben tot de gegevens vanuit een gegevensbank.

SDAI isoleert de applicatie software (geschreven in computerprogrammeertaal) van het type onderliggende gegevensopslag (zowel op het gebied van hardware als software) en laat toe om het applicatie programma in eender welke specifieke programmeertaal te schrijven.

Paragraaf 3.2.5 komt uitgebreid terug op SDAI en haar implementatie.

### 3.2.3 Eerste fase: zoeken van gaten in plaatwerk

Een eerste test richt zich louter tot geometrische gegevens en de uitwisseling ervan. De bedoeling is om via een STEP-file gaten in plaatwerk te zoeken. Na bepalen van de afmetingen en na het localiseren van de gaten zou eventueel een koppeling gemaakt kunnen worden met een gereedschapsbeheersysteem en/of een kostenbepalingssysteem. Deze koppeling behoort echter niet tot de doelstelling van deze test.

In een eerste fase moet via EXPRESS een gat in een plaat gemodelleerd worden. Een tweede fase houdt het schrijven van een SDAI-interface in, waarbij de interface op zoek gaat naar de attributen die een gat bepalen en aan de hand hiervan een lijst kan aanleggen van de afmetingen en locaties van de gaten.

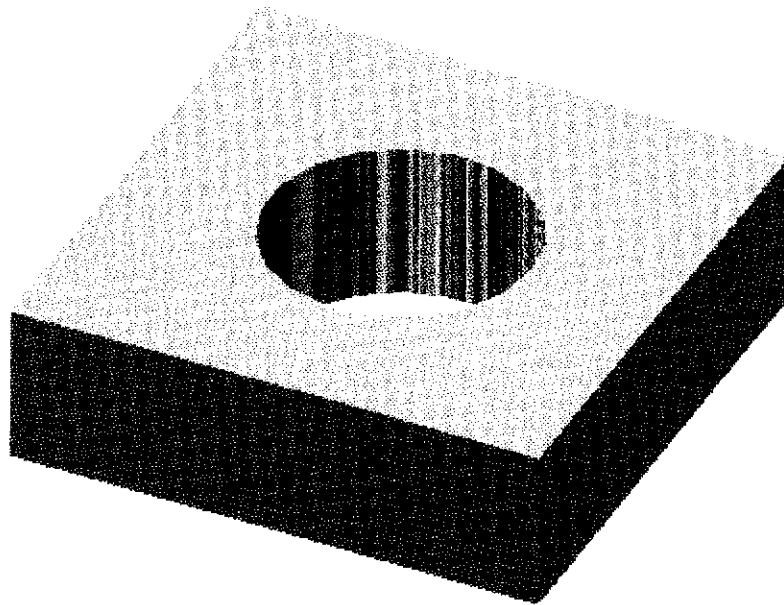
Een plaat van 10 x 10 x 3 mm is het voorwerp van deze test. Figuur 3.8 geeft deze plaat weer. Een STEP-file van de plaat vindt u in bijlage D.

De entiteiten 'circle' die in de STEP-file voorkomen maken deel uit van het gat in de plaat. Een zoekalgoritme dat deze 'circle'-attributen uit de file filtert, vindt u eveneens in bijlage D.

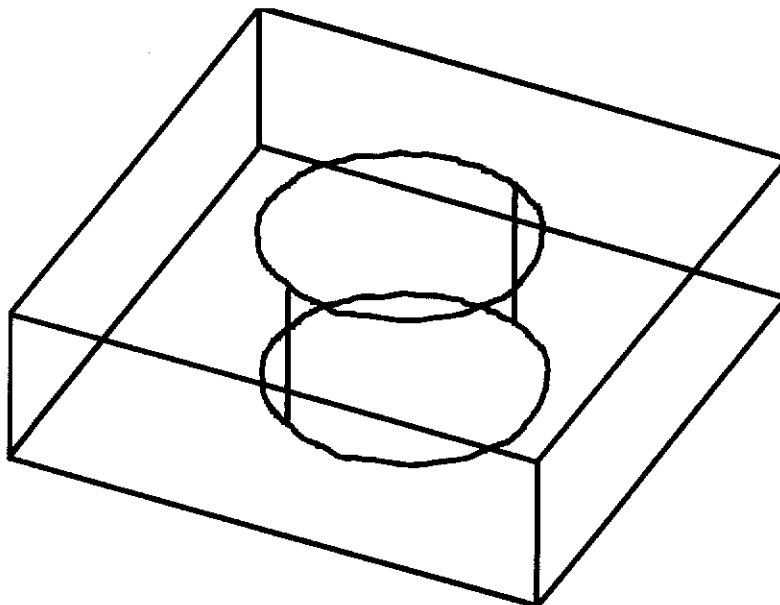
Een gat is meer dan een cirkel alleen. Een gat is een feature waaraan verschillende entiteiten verbonden zijn. De beschrijving van features is voorlopig echter uit de STEP-standaard gehaald. Het is dus niet mogelijk om rechtstreeks op een gat in een plaat te zoeken. De STEP-file moet bijgevolg uitgerafeld worden en er moet een schema opgesteld worden dat weergeeft hoe de verschillende entiteiten aan elkaar gekoppeld zijn. Aan de hand hiervan kan dan een EXPRESS-model opgebouwd worden. Een begin van dergelijk schema vindt u in bijlage D. Vertrekkende van de hoogste entiteit en rekening houdend met de relaties tussen de verschillende entiteiten, kan een boomstructuur opgesteld worden. Hieruit blijkt dat deze methode vrij complex is en tijdrovend, vooral wanneer de STEP-file groter wordt, zoals dit in de praktijk het geval is.

De EXPRESS-modellering, louter gericht op geometrie, blijkt zeer tijdrovend en weinig efficiënt.

3D solid



Wireframe model



Figuur 3.8: Plaat met gat

### 3.2.4 Tweede fase: Toepassing in matrijzenbouw

De toepassing in matrijzenbouw is het schrijven van een interface tussen het matrijzenontwerpsysteem IMES en een kostencalculatiesysteem.

In deze context biedt EXPRESS-(G) een uniforme manier om de interface te modelleren en te documenteren. Een belangrijker voordeel is de mogelijkheid om vanuit het EXPRESS schema van een matrijs op een automatische manier de implementatie van een interface te genereren. Zo bestaan er 'tools' die toelaten om, gegeven het EXPRESS schema, automatisch de interface code in C, C++ of een andere computertaal te genereren.

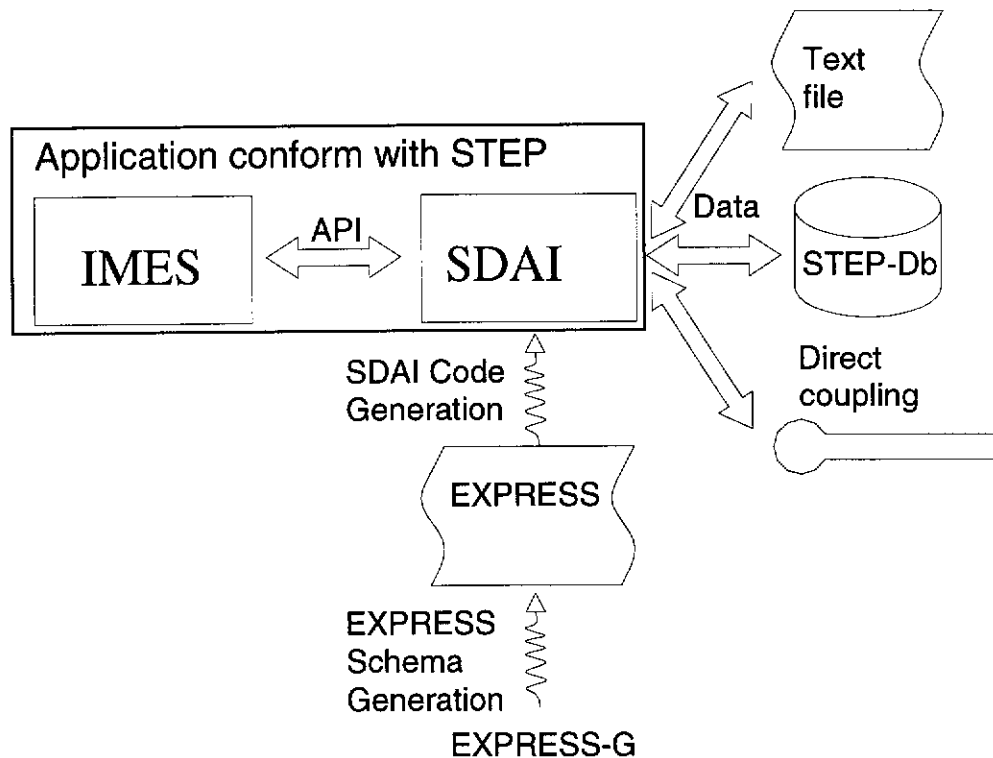
In deze fase van het project werd de software 'EXPREME' van Cadlab (Duitsland) gebruikt om voor de IMES interface een EXPRESS-G en EXPRESS model aan te maken. Het EXPRESS schema vindt u in bijlage E.

Het EXPRESS schema beschrijft het model gebruikt bij de IMES interface maar beschrijft nog geen fysisch uitwisselingsmechanisme. Hiervoor worden de STEP 'Implementation methods' gebruikt. De meest gebruikte implementatiemethode is het fysisch tekstformaat, beschreven in STEP onderdeel ISO 10303-21 'Clear text encoding of the exchange structure'. Daarnaast bestaan nog andere methoden nl. 'Active file exchange – software assisted', 'shared databases – relational and network database technologies', en 'intelligent knowledge-based systems', hoewel deze methoden nog niet volledig gestandaardiseerd zijn.

#### **Fysisch formaat van het tekstbestand**

In deze fase werd vooral ISO 10303-21 onderzocht, die een mapping beschrijft van EXPRESS model naar fysisch bestandsformaat in 'Wirth Syntax Notation' (taal om een syntax te beschrijven, vooral gebruikt bij programmeertalen). Het inlezen van een bestand, gebaseerd op ISO10303-21, gebeurt door het bestand te 'parsen'. 'Parsen' betekent dat het bestand letter voor letter geïnterpreteerd wordt en omgezet wordt naar gegevenselementen op een hoger niveau, nl. elementen zoals die beschreven worden in het EXPRESS schema. Een parser leest niet alleen een gegevenselement maar controleert ook de geldigheid van de ISO10303-21 syntax ('syntactical conformance' ), en de semantiek (nl. het bestand moet conform zijn aan het EXPRESS schema, 'schema conformance'). De standaard is geschreven in een tekstbestand wat de leesbaarheid bevordert. De standaard beschrijft zelfs mogelijkheden om een goede print-out bekomen. Nadelen van een tekstbestand tegenover binaire bestanden, zijn de grotere lengte van de bestanden en het intensieve parsen dat ermee gepaard gaat.

ISO 10303-22 (SDAI) beschrijft ook hoe applicaties het STEP bestand aanspreken, hetzij om erop te schrijven, hetzij om ervan te lezen. Figuur 3.9 geeft een overzicht van deze technologie.



Figuur 3.9: Overzicht van de STEP technologie

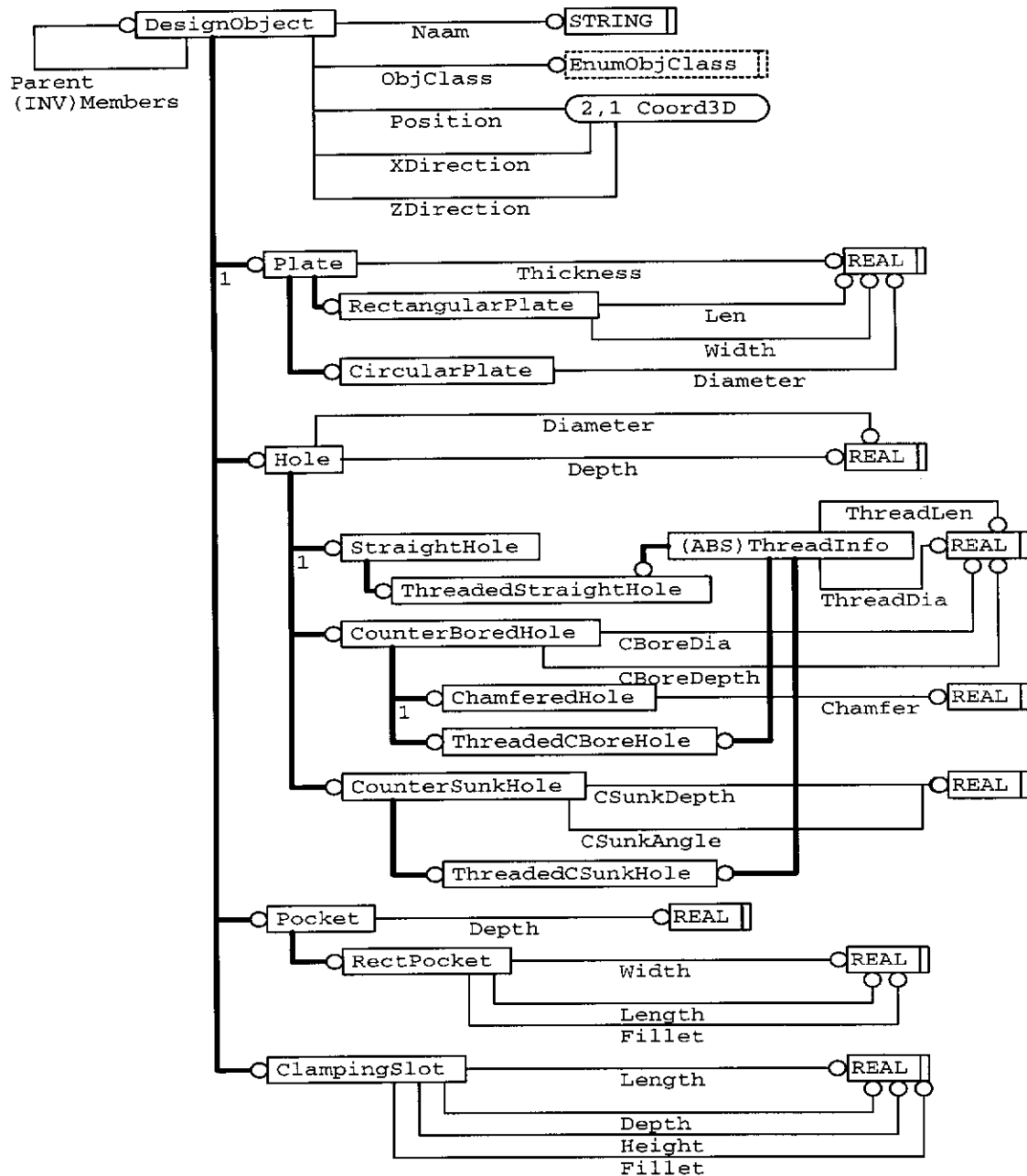
Bijlage E geeft een voorbeeld STEP exportbestand in fysisch tekstformaat ISO 10303-21.

Gebruik makende van de hierboven beschreven STEP standaarden EXPRESS en EXPRESS-G werd een model voor productievoorbereiding opgesteld. Figuur 3.10 en 3.11 geven dit model weer. Om de test case overzichtelijk te houden, werden het model beperkt tot basistypes platen als werkstukken en de verschillende types gaten als bewerkingsfeatures.

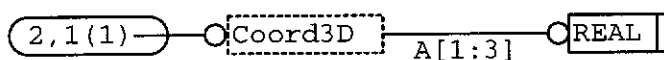
De modellering in STEP vertrekt vanuit een algemene entiteitstypes ('DesignObject' entiteit) waarvoor een hiërarchische vader-kind (parent-child) structuur bestaan. Bv. een entiteit plaat heeft meerder gaten als kinderen. Deze hiërarchie wordt in EXPRESS(-G) gemodelleerd via de Parent-relatie waarvoor ook een inverse relatie bestaat, nl. de Members (of ook kinderen genoemd). Een algemene entiteit ('DesignObject') heeft een aantal attributen, nl. een naam, een objectklasse ('ObjClass'), een positie en richting ('Position', 'Xdirection' en 'Zdirection'). De Y-richting wordt afgeleid uit het vectorieel product van de X- en Z-richting. Attributen worden in EXPRESS opnieuw gemodelleerd via relaties: een 'string attribute' relatie; een 'enumeratie' relatie met als mogelijkheden 'Assembly', 'Component' of 'Feature'; en een 'definitie' relatie nl. de definitie Coord3D die een array van 3 reële coördinaatgetallen beschrijft.

Vanuit deze algemene entiteit 'DesignObject' worden de types plaat ('Plate'), gat ('Hole'), kamer ('Pocket') en spiegleuven ('ClampingSlot') als afgeleide entiteitstypes gedefinieerd via een 'inheritence' of overervingsrelatie. Het symbool '1' slaat hier op het type overervingsrelatie nl. de 'One Of' overerving. De entiteiten 'Plate' en 'Hole' worden dan verder verfijnd in meer gespecialiseerde subtypes entiteiten. Elke van deze types hebben opnieuw attribuutrelaties, bv. 'Thickness' die de dikte van een plaat aangeven.

Getapte gaten worden gemodelleerd via een zogenaamd abstract type entiteit nl. het 'ThreadInfo' entiteitstype. Abstract wil zeggen dat er geen entiteiten voorkomen die direct geïnstantieerd worden vanuit dit type. Een getapte draad zonder gat heeft natuurlijk geen zin. Abstract betekent dus dat 'ThreadInfo' enkel kan voorkomen in combinatie met een gat. Als attribuutrelaties voor 'ThreadInfo' worden de tapdiepte ('ThreadLen') en de tapdiameter ('ThreadDia') opgegeven.



Figuur 3.10: Het EXPRESS model voor de IMES interface



Figuur 3.11: De onderliggende EXPRESS definitie 'Coord3D' voor 3 dimensionale coördinaat-arrays.



Kamers worden hier beperkt tot rechthoekige kamers met een optionele afronding op de hoeken. Algemene kamers met een vrij profiel zijn hier niet in gemodelleerd. Dit STEP-model uitbreiden tot kamers met vrij profiel is mogelijk door het model uit te breiden met een entiteitstype profiel. Een profiel kan dan gemodelleerd worden als een opeenvolging van twee-dimensionale lijnen en bogen.

## Besluit

Gezien voorlopig geen STEP Application Protocol feature-gegevensuitwisseling ondersteunt, moest een alternatief gevonden worden. Een deels gestandaardiseerde oplossing werd bekomen door zelf een 'neutraal' formaat te beschrijven van het productmodel voor productievoorbereiding en kostenschatting, zij het dan wel op STEP-technologie gebaseerd, nl. EXPRESS en EXPRESS-G. Deze uitwerking is daarom slechts deels gestandaardiseerd omdat de neutrale STEP 'Implementation methods' gebruikt worden. Hierbij is standaard:

De EXPRESS taal (ISO 10303-11),

Het fysische tekstformaat (ISO 10303-21)

Wat geen standaard is:

Het gegevensmodel beschreven in EXPRESS

De SDAI standaard werd onderzocht en diende als achtergrond voor de uiteindelijke implementatie van een testcase die IMES gegevens omzet naar fysisch tekstformaat. via een zelf ontwikkelde API.

### 3.2.5 SDAI interfacing

#### 3.2.5.1 Situering van SDAI

Het doel van de STEP standaard is een neutraal mechanisme te voorzien om productgegevens i.v.m. de hele levenscyclus van het product, uit te wisselen, onafhankelijk van de betrokken systemen (hardware, operating systemen, CAD-systemen, PDM-systemen, ...).

STEP definieert daartoe :

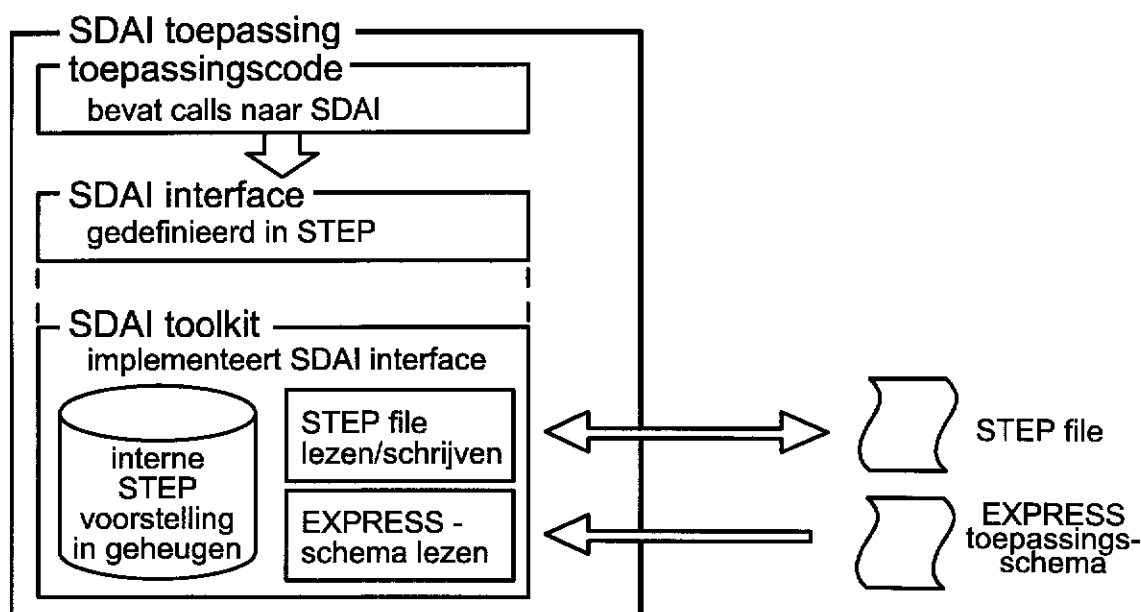
- *Description Methods*: hoe een uitwisselingsformaat voor gegevens moet gedefinieerd worden door middel van een EXPRESS-schema.
- *Implementation Methods*: hoe de gegevens op basis van dat EXPRESS-schema moeten uitgewisseld worden (bv. via een fysische STEP file).
- *Application Protocols*: hierin legt STEP de EXPRESS-schema's vast die moeten gevolgd worden om gegevens uit te wisselen in bepaalde

toepassingsdomeinen. Het AP214 bijvoorbeeld beschrijft hoe informatie moet uitgewisseld worden i.v.m. "Core Data for Automotive Mechanical Design Process".

Uitwisseling van informatie is alleen zinvol als alle betrokken systemen hetzelfde (neutrale) productmodel gebruiken voor deze uitwisseling, m.a.w. zich houden aan een door STEP opgelegd Application Protocol. Niets verbiedt echter dat bedrijven de methode die in STEP werd ontwikkeld, gebruiken voor het uitwisselen van gegevens volgens intern gedefinieerde formaten. In dit geval zal men wel de Description Methods en Implementation Methods van STEP volgen, maar a.h.w zijn eigen 'AP' opstellen.

Zoals hoger vermeld wordt er in de Implementation Methods beschreven hoe een fysieke STEP file die gegevens uitwisselt volgens een bepaald EXPRESS-schema, er moet uitzien. Om te voorkomen dat iedereen die een STEP uitwisseling wil doen, zelf software zou moeten schrijven om die file te schrijven en te parsen (in te lezen), werd er *Standard Data Access Interface* (SDAI) gedefinieerd.

SDAI is een specificatie van een interface die de toepassingsprogrammeur afschermt van het fysieke lezen en schrijven van STEP files. Het is een API (Application Programming Interface) waarvoor STEP de definitie vastlegt (in C-terminen: de prototypes van de functies), maar niet de implementatie. De markt biedt enkele omgevingen die toelaten van SDAI ontwikkelingen te doen. Deze omgevingen bevatten een implementatie van SDAI, d.w.z. een bibliotheek van functies.



Figuur 3.12 : Concept van SDAI

Figuur 3.12 toont hoe een SDAI toepassing conceptueel in elkaar zit. Het EXPRESS schema dat beschrijft hoe gegevens uitgewisseld worden door een SDAI toepassing, wordt het toepassingschema van dat programma genoemd.

### 3.2.5.2 SDAI in detail

#### 1) Language bindings

De STEP standaard beschrijft part 22 SDAI als een functionele specificatie, onafhankelijk van een programmeertaal. Elke operatie (functie of procedure) die in SDAI voorkomt, wordt beschreven door middel van zijn input- en outputparameters, en het gedrag van de operatie in kwestie. De standaard beschrijft ook het type van elke input- of outputparameter met EXPRESS.

De voorstelling van SDAI in een specifieke programmeertaal noemt men in STEP een *language binding*. Zulke language binding vertaalt de operaties van de functionele specificatie naar functies en subroutines in de programmeertaal. Verder beschrijft dergelijke binding hoe EXPRESS basistypes gemapt moeten worden op in de programmeertaal aanwezige basistypes. De volgende language bindings worden in STEP reeds beschreven:

- STEP part 23: SDAI C++ language binding
- STEP part 24: SDAI C language binding
- STEP part 26: IDL language binding to SDAI. IDL (Interface Description Language) is een taal om client-server interface te specificeren in een gedistribueerde CORBA client-server architectuur.
- STEP (partnummer nog niet gekend): SDAI Java binding

#### 2) Types van language bindings

Er zijn twee types van language binding voor een programmeertaal mogelijk: *late binding*, en *early binding*. In de twee volgende paragrafen wordt het onderscheid tussen deze twee bindingen uitgelegd. In paragraaf 3.2.5.4, SDAI Implementatie, wordt voor elk van deze bindingstypes een voorbeeld uitgewerkt.

##### 2.1) Late binding

Deze binding bestaat uit één set van functies die geschikt is voor het ontwikkelen van een toepassingsprogramma, onafhankelijk van het (EXPRESS) toepassingschema. Referenties naar specifieke EXPRESS constructs (entiteiten of types) moeten als inputparameters meegegeven worden aan de SDAI functies. Een late binding specificeert de set van SDAI operaties die beschikbaar moet gemaakt worden aan de programmeur, expliciet. Deze operaties en hun

parameters worden typisch "at run time" geëvalueerd om de functionaliteit van de operatie te kunnen uitvoeren.

Vb: Een operatie die 20 als waarde aan attribuut "diameter" van entiteit "cirkel1" van entiteitstype "cirkel" toekent, kan geschreven worden als SetValue(cirkel1, diameter, 20).

## 2.2) Early binding

Deze binding beschrijft de nodige mapping, algoritme of methode om een data access interface aan te maken die specifiek is voor een (EXPRESS) toepassingschema. De resulterende set van functies is enkel beschikbaar voor toepassingen die ontwikkeld worden gebaseerd op dat ene toepassingschema. Referenties naar specifieke EXPRESS constructs worden niet als inputparameters meegegeven aan SDAI functies, maar impliciet of expliciet in de namen van de functies of subroutines verwerkt. In tegenstelling tot late binding specificeert een early binding dus niet expliciet de volledige set van functies die beschikbaar is voor de toepassingsprogrammeur, omdat deze set afhankelijk is van het toepassingschema dat aan de basis ligt van de SDAI toepassing.

De SDAI functies die een specifieke toepassing kan gebruiken, worden typisch door de ontwikkelingsomgeving gegenereerd uit het toepassingschema. Deze functies en hun parameters worden vervolgens geëvalueerd tijdens het compileren van het toepassingsprogramma.

Vb: Een operatie die 20 als waarde aan attribuut "diameter" van entiteit "cirkel1" van entiteitstype "cirkel" toekent, kan geschreven worden als SetValueCirkelDiameter(cirkel1, 20).

### 3.2.5.3 SDAI-ontwikkelomgevingen

Om een software-ontwikkelaar toe te laten om STEP toepassingen te ontwikkelen volgens SDAI in een bepaalde programmeertaal, moet hij gebruik maken van een bibliotheek (library) die de SDAI functies implementeert.

Wereldwijd werden er al een groot aantal implementaties van SDAI ontwikkeld. Het merendeel van deze implementaties is het resultaat van een (al dan niet door de overheden gesubsidieerd) onderzoeksproject, waarvan de resultaten enkel intern binnen de deelnemende bedrijven geëxploiteerd worden. Slechts een klein deel van deze ontwikkelingen werd met succes gecommercialiseerd.

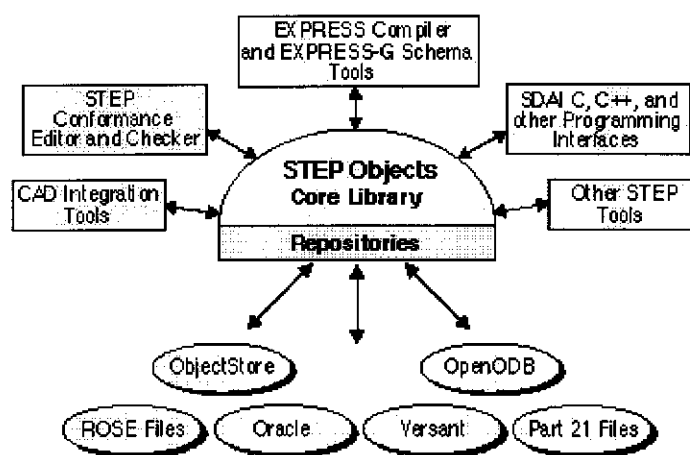
Zo biedt de markt nu twee belangrijke ontwikkelomgevingen met een SDAI bibliotheek, samen met een set van softwaregereedschappen die de ontwikkeling vereenvoudigen.

- **ST-Developer** van Step Tools Inc, een Amerikaans onderneming die software-tools ontwikkelt voor STEP-toepassingen
- **PSstep\_Caselib** van ProStep GmbH, een Duitse onderneming die oplossingen ontwikkelt in het gebied van "Product Data Technology".

Figuur 3.13 geeft een algemene architectuur van zulke ontwikkelingsomgeving. Centraal staat de bibliotheek die de SDAI standaard implementeert (Core Library in figuur 3.13). Deze bibliotheek laat toe vanuit zijn interne gegevensstructuur (Repository) STEP files te lezen en te schrijven, maar ook om op een transparante manier naar andere formaten te gaan zoals bijvoorbeeld databases.

De ontwikkelaar kan deze bibliotheek gebruiken via een aantal SDAI Programming interfaces (API's). Verder zijn er softwaregereedschappen om EXPRESS-schema's aan te maken en te testen, gereedschappen om STEP files te controleren, en nog een aantal extra's. ST-Developer bijvoorbeeld levert programma's mee om AutoCAD tekeningen om te zetten naar STEP files.

Deze omgevingen zijn beschikbaar op diverse platformen: verschillende Unix-en, maar ook win32 omgevingen.



Figuur 3.13: Overzicht van de architectuur van een SDAI ontwikkelingsomgeving (hier ST-Developer)

### Vergelijking tussen ST-Developer en PSstep\_Caselib

In het kader van dit onderzoek werd een vergelijking gemaakt tussen de ontwikkelingsomgevingen ST-Developer en PSstep\_Caselib. Hieruit bleek dat, wat betreft het ontwikkelingscomfort, ze beiden aan elkaar gewaagd zijn. Elk van

de omgevingen beschikt over een "workbench", een grafische ontwikkelingsomgeving voor de softwaregereedschappen. Tabel 1 synthetiseert de grote verschillen tussen beide. Elke omgeving ondersteunt een aantal language bindings zoals gedefinieerd in de standaard (SDAI), en heeft nog specifieke uitbreidingen op deze standaard die het ontwikkelen van een applicatie moeten vereenvoudigen. Bij ST-Developer zijn deze uitbreidingen gebaseerd op de ROSE C++ classes bibliotheek, bij PSstep\_Caselib hebben deze extensies de naam Prostep meegekregen.

| omgeving              | ST-Developer   | PSstep_Caselib   |
|-----------------------|--|--|
| <b>bindings</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• SDAI C late binding</li> <li>• ROSE C++ early en late binding</li> <li>• Java SDAI Early binding</li> <li>• Java ROSE Late binding</li> <li>• Tcl/SDAI</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• SDAI C late binding</li> <li>• C early binding</li> <li>• Prostep C late binding</li> </ul> |
| <b>output formaat</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• fysische STEP file</li> <li>• object-oriented databases,</li> <li>• relational databases</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• fysische STEP file</li> </ul>   |
| <b>omgeving</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• workbench voor Unix</li> <li>• plug-ins for Microsoft Visual Studio onder MS Windows</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• workbench voor Unix en MS Windows</li> </ul>  |

Tabel 1: vergelijking tussen twee commerciële ontwikkelingsomgevingen voor SDAI

In dit onderzoek werk geopteerd om de ontwikkelingen uit te voeren in PSstep\_Caselib van ProStep GmbH, omdat WTCM lid is van de ProSTEP vereniging en samenwerkt met ProSTEP in Duitsland.

#### 3.2.5.4 SDAI Implementatie

##### 1) Inleiding

Het schrijven van een toepassingsprogramma met SDAI bestaat uit twee stappen

- het opmaken van het EXPRESS-toepassingschema. Indien men een toepassing schrijft volgens een bestaand Application Protocol, vervalt deze taak.
- het programmeren van de toepassing

Het ontwikkelen van een eigen toepassingschema is alleen interessant als men een toepassing wil programmeren die enkel in de eigen bedrijfsomgeving draait. Van het ogenblik dat men met andere systemen gegevens wil uitwisselen, moet men de STEP standaard volgen, m.a.w. een of meerdere van de bestaande Application Protocols gebruiken.

Bovendien hebben we tijdens dit onderzoek vastgesteld dat het uitwerken van een eigen EXPRESS-schema voor een productmodel een zeer complexe en tijdrovende taak is. Vandaar werd besloten in het kader van taak 2 in dit onderzoek rond de ontwikkeling van een toepassing van SDAI de volgende werkwijze te volgen:

- het **aankopen en aanleren van een ontwikkelingsomgeving** om SDAI ontwikkelingen te doen. Zoals reeds vermeld werd gekozen voor PSstep\_Caselib van ProStep GmbH.
- het **uitwerken van een aantal voorbeelden** om een duidelijk inzicht te krijgen in de architectuur en de werking van SDAI. Aangezien de EXPRESS schema's van het AP zeer uitgebreid en niet eenvoudig te ontrafelen zijn, is gekozen voor eigen, zeer beperkte EXPRESS schema's zodat duidelijk de werkwijze van SDAI kan aangetoond worden. Twee voorbeelden werden uitgewerkt: één voor early binding en één voor late binding. Deze voorbeelden werden opgevat als tutorials voor personen die willen starten met SDAI ontwikkelingen.

De volgende paragrafen lichten, in grote lijnen, de concepten en mogelijkheden van SDAI programmering toe. Deze beschrijving gebeurt aan de hand van kleine stukjes programmacode uit de twee voorbeeldprogramma's. Uit deze stukjes code zijn alle niet-relevante lijnen programmacode verwijderd, zodat ze ook voor niet-programmeurs toch leesbaar worden. Zo zijn bijvoorbeeld declaraties en de behandeling van errors weggelaten.

In beide voorbeeldimplementaties wordt een (imaginair) product beschreven volgens een bepaald toepassingschema. Dit is het aanmaken van een *SDAI model*. Vervolgens wordt dit SDAI model weggeschreven naar een fysische STEP file. Diezelfde STEP file wordt daarop terug ingelezen in een nieuw SDAI model. Uit dit SDAI model worden vervolgens de entiteiten en attributen opgevraagd.

## 2) Late C binding voorbeeld implementatie

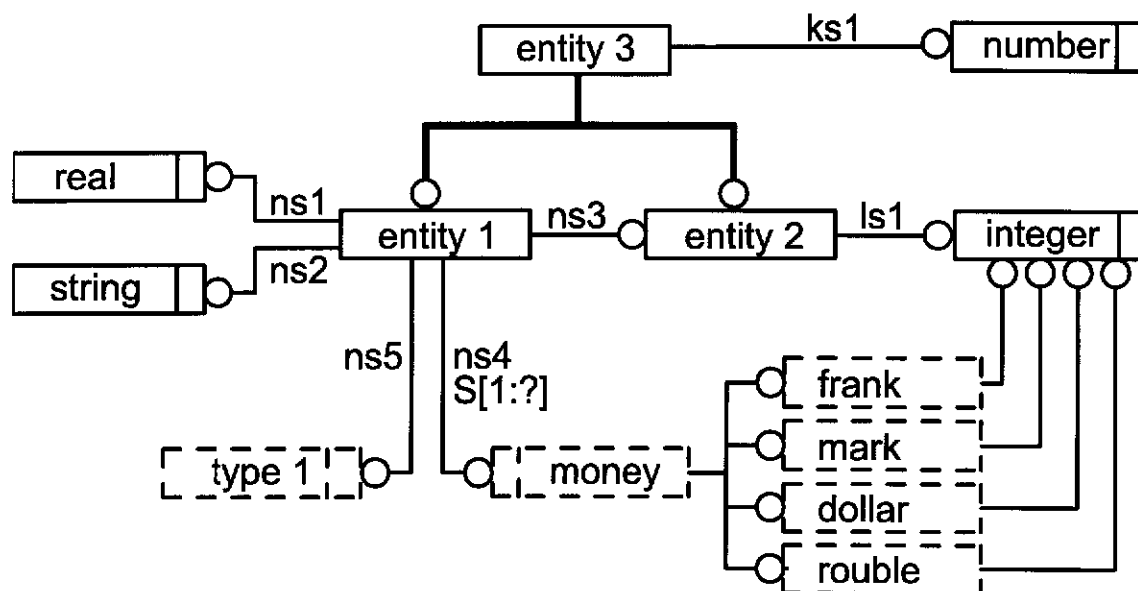
### 2.1) EXPRESS schema

Figuur 3.14 geeft de EXPRESS-G-voorstelling van dit schema. Zoals reeds gezegd werd dit klein, abstract schema opgesteld, los van de Application Protocols. Dit schema zou bijvoorbeeld een beschrijving kunnen zijn van een geldkoffer die bedragen in verschillende munten kan bevatten. Toch is dit schema complex genoeg om de werking van SDAI te doorgronden. Zo bevat het toepassingschema:



- een SELECT construct: een attribuut van een entiteit wordt beschreven, maar het type van dat attribuut is op voorhand nog niet bekend
- een ANDOR supertype: dit is een manier van overerving waarbij niet alleen een instantiatie kan gebeuren van elke klasse, maar ook een instantiatie van een combinatie van klassen. Dit concept, in EXPRESS "complex instance" genoemd, bestaat niet in de huidige objectgeoriënteerde programmeertalen zoals C++ of Delphi.

Figuur 3.15 geeft de textuele voorstelling van het toepassingschema dat figuur 3.14 grafisch weergeeft.



Figuur 3.14: EXPRESS-G voorstelling van toepassingschema

```

SCHEMA sdai_test_schema;
  TYPE type1 = enumeration OF (black, yellow, red);
  END_TYPE;
  TYPE mark = INTEGER;
  END_TYPE;
  TYPE dollar = INTEGER;
  END_TYPE;
  TYPE franc = INTEGER;
  END_TYPE;
  TYPE rouble = INTEGER;
  END_TYPE;
  TYPE money = SELECT (frank, mark, dollar, rouble);
  END_TYPE;
  ENTITY entity1 SUBTYPE OF (entity3);
  ns1 : REAL (2.5);
  ns2 : STRING;
  ns3 : entity2;
  ns4 : LIST [1:?] of money;

```



```

ns5 : type1;
END_ENTITY;
ENTITY entity2 SUBTYPE OF (entity3);
  ls1 : INTEGER;
END_ENTITY;
ENTITY entity3 SUPERTYPE OF (entity1 ANDOR entity2);
  ks1 : NUMBER;
END_ENTITY;
END_SCHEMA;

```

Figuur 3.15: EXPRESS textuele voorstelling van het toepassingschema

In dit voorbeeldprogramma wordt een SDAI model aangemaakt dat weggeschreven wordt in de fysische STEP file die getoond wordt in

Figuur 3.16.

```

#10=ENTITY1(13.0, 12.45, 'This is a string', #20,
  (ROUBLE(52), ROUBLE(51), ROUBLE(50), MARK(1),
  DOLLAR(10),.YELLOW.);
#20=ENTITY2 (13.14, 27193);
#30=(ENTITY1() ENTITY2() ENTITY3());

```

Figuur 3.16: STEP-file die aangemaakt wordt in het SDAI voorbeeldprogramma

## 2.2) Administratieve taken

Vooraleer men kan beginnen met het beschrijven van entiteiten en hun attributen in een SDAI-model, moet men een aantal “administratieve” taken vervullen. Figuur 3.173.17 illustreert dat de volgende taken uitgevoerd moeten worden:

- het **initialiseren van de bibliotheek**. De code van deze initialisatie hangt uiteraard af van de ontwikkelingsomgeving waarin de programmering gebeurt, en heeft eigenlijk niets met SDAI zelf te maken.
- het **inlezen van het toepassingschema**. Dit programma gebruikt late binding. Daarom moet bij het starten van het programma het te gebruiken toepassingschema opgeladen worden. De manier waarop dit gebeurt is eveneens eigen aan de ontwikkelomgeving.
- het **openen van een SDAI-sessie**. Een sessie bevat de operaties die gebeuren tussen het begin en het einde van het gebruik van een SDAI implementatie door een toepassing.
- het **openen van een repository**. Een repository is een “data storage facility”, en kan één of meerdere SDAI modellen bevatten. Uiteindelijk is het (een deel van) de repository die kan weggeschreven worden in een STEP file.

- het **openen van een SDAI-model**. Een SDAI model groepeert instanties van entiteiten. Elk SDAI model is gebaseerd op één EXPRESS toepassingschema. Anders gezegd, om gegevens van een product via STEP uit te wisselen, zullen alle gegevens van dat product omgezet worden in instanties van entiteiten in één SDAI-model. De repository waar dat ene SDAI model in zit kan dan weggeschreven worden naar een fysieke STEP file.

```

int main (int argc, char **argv)
{
  /*initialisatie van de ProSTEP SDAI bibliotheek */
  GN_INI(argv[1], &Rc);
  /* inlezen van het toepassingschema dat de applicatie gebruikt */
  GN_PAR(&occur, "GENUSEDEWFLIB", &return_type, cda_name, NULL, NULL,
    &Rc);
  /* Open de SDAI sessie */
  session = sdaiOpenSession ();
  /* Open een repository (of creëer ze als ze nog niet bestaat) */
  repository = sdaiOpenRepositoryBN(session, "repository2");
  /* Creëer een nieuw SDAI-model in de repository */
  model_id = sdaiCreateModelBN (repository, "SDAImodel",
    "sdai_test_schema");

  /* hier komt alle code om gegevens te lezen en te schrijven */

  /* beëindig de SDAI-model access*/
  sdaiEndModelAccess (model_id);
  /* sluit de repository */
  sdaiCloseRepository (repository);
  /* STEP File Formatter : schrijf een fysieke STEP file uit*/
  FF_001 ("SDAImodel", "repository2", "SDAItest.stp", &rcr);
  /* sluit de SDAI-sessie af */
  sdaiCloseSession (session);
  /* shutdown van de Prostep SDAI library */
  GN_SHD(&Rc);
  /* beëindig het programma */
  return (SUCCESS);
}

```

Figuur 3.17: Opbouw van een SDAI programma

### 2.3) Aanmaken van eenvoudige entiteiten

Figuur 3.18 toont hoe entiteiten aangemaakt worden in SDAI. Aangezien het om een 'late binding' gaat, krijgen de SDAI-functies de namen van de betrokken entiteiten mee als stringparameters. Dit is het geval voor de functies die eindigen op BN (By Name). Een alternatief hiervoor is eerst een SDAI referentie naar een entiteit (kortweg *ident* genoemd) op te vragen en die *ident* dan mee te geven als parameter. Dit is bijvoorbeeld gebeurd bij het invullen van attribuut 'ns2'.

```

/* Creëer instance #10 van type ENTITY 1 via sdaiCreateInstanceBN*/
instance_key1 = sdaiCreateInstanceBN(model_id, "ENTITY1");
/* schrijf de waarde van de attributen van instance #10*/
/* schrijf 1ste (overgeërfde) attribuut 'ks1' 'by name' */
type_descr = sdaiINTEGER;
int_value = 13;
sdaiPutAttrBN (instance_key1, "ks1", type_descr, int_value);
/* schrijf attribuut 'ns1' */
type_descr = sdaiREAL;
real_value = 12.45;
sdaiPutAttrBN (instance_key1, "ns1", type_descr, real_value);
/* schrijf attribuut 'ns2' via de attribuut-ident */
/* vraag de attribuut-ident op */
ns2 = sdaiGetAttrDefinitionBN ("sdai_test_schema", "entity1",
                               "ns2");
/* schrijf de waarde */
type_descr = sdaiSTRING;
sdaiPutAttr (instance_key1, ns2, type_descr, "This is a string");

```

Figuur 3.18: Creëer instance #10 of type ENTITY1 en vul de eenvoudige attributen in

Figuur 3.19 toont vervolgens hoe het attribuut 'ns4' van instance #10 wordt ingevuld. Dit attribuut is een lijst van waardes die van het type SELECT zijn. De lijst wordt hier ingevuld via de index in de lijst (Figuur 3.21 toont hoe dit ook met een iterator kan gebeuren). Vervolgens wordt attribuut 'ns5' ingevuld dat van het type ENUMERATED is.

```

/* schrijf het lijst-attribuut 'ns4' van instance #10 */
ns4_aggregate = sdaiCreateAggrBN (instance_key1, "ns4");
/* schrijf het 1ste element in de lijst via zijn index in de lijst*/
/* eerst wordt de waarde weggeschreven */
type_descr = sdaiINTEGER;
aggr_index = 1;
int_value = 1;
sdaiPutAggrByIndex (ns4_aggregate, aggr_index, type_descr, int_value);
/* vervolgens wordt de SELECT-type-padinformatie weggeschreven van
dit element */
/* creëer eerst de SELECT-type-padlijst voor het eerste element */
selectNames = sdaiCreateAggrTypePathByIndex (ns4_aggregate, aggr_index);
/* schrijf dan de SELECT type-padnaam (= 'mark') in deze lijst */
sdaiPutAggrByIndex (selectNames, 1L, sdaiSTRING, "mark");
/* 2de waarde in de lijst wegschrijven gebeurt indientiek
als hierboven */
/* ... */
/* schrijf het attribuut 'ns5' van instance #10 (ENUMERATION) */
type_descr = sdaiENUM;
sdaiPutAttrBN (instance_key1, "ns5", type_descr, "YELLOW");

```

Figuur 3.19: Schrijf de complexe attributen ns4 en ns5 van instance #10

Figuur 3.20 toont hoe, nadat instance #20 van het type entity2 is gecreëerd, het attribuut 'ns3' van instance #10 kan ingevuld worden met de referentie naar deze instance #20.

```

/* Creëer instance #20 van het type ENTITY2 met sdaiCreateInstance */
/* vraag de entity-type-ident van ENTITY2 op */
entity2 = sdaiGetEntity (model_id, "entity2");
/* creëer instance #20 */
instance_key2 = sdaiCreateInstance(model_id, entity2);
/* ... opvullen van attributen is hier weggelaten */
/* schrijf de referentie naar instance #20 als waarde van het 3de
attribuut van instance #10*/
type_descr = sdaiINSTANCE;
sdaiPutAttrBN (instance_key1, "ns3", type_descr, instance_key2);

```

Figuur 3.20: Creëer instance #20 van type entity2 en refereer er naar van in instance #10

Om een attribuut op te vullen dat bestaat uit meerdere elementen (list, array, bag,...), kan men ook werken met een iterator. Figuur 3.21 toont hoe met iteratorgebaseerde functies het lijst-attribuut 'ns4' van instance #10 kan aangevuld worden.

```

/* Creëer de iterator; hij is gepositioneerd vóór het eerste element*/
ns4_iterator = sdaiCreateIterator(ns4_aggregate);
/* positioneer de iterator pointer op het eerste element */
sdaiNext(ns4_iterator);
/* voeg drie nieuwe elementen toe in vooraan in de lijst,
namelijk : ROUBLE(50), ROUBLE(51) en ROUBLE(52) */
for(ns4_value = 50; ns4_value < 53; ns4_value++)
{
/* schrijf de integer waarde */
sdaiInsertBefore( ns4_iterator, sdaiINTEGER, ns4_value);
/* repositioneer de ns4_iterator */
sdaiPrevious (ns4_iterator);
/* schrijf de SELECT-type-padinformatie van het element */
selectNames = sdaiCreateAggrTypePathByItr (ns4_iterator);
sdaiPutAggrByIndex (selectNames, 1L, sdaiSTRING, "rouble");
} /* sluit de for */
/* delete iterator */
sdaiDeleteIterator(ns4_iterator);

```

Figuur 3.21: Voeg 3 elementen toe aan de lijst 'ns4' van instance 10 met iterator gebaseerde functies

#### 2.4) Aanmaken van een complexe instance

Zoals vermeld in paragraaf 2.1), EXPRESS schema, is het bestaan van complexe instances een concept dat nieuw is in het objectgeoriënteerd denken. Figuur 3.22 toont hoe zulk complexe instance wordt aangemaakt in SDAI door eerst een lijst te maken van zijn entiteiten, waarna de eigenlijke instance aangemaakt wordt aan de hand van die lijst. Merk op dat hier enkel de instance aangemaakt wordt, er worden geen attributen ingevuld.

```
/* creëer een Non Persistent List (NPL) met de bladentiteitstypes van  
de complexe instance */  
cplx_entity_type_list = sdaiCreateNPL ();  
/* vraag de twee entity-type-idents */  
entity1 = sdaiGetEntity (model_id, "entity1");  
entity2 = sdaiGetEntity (model_id, "entity2");  
/* plaats de beide idents in de lijst */  
sdaiAppend (cplx_entity_type_list, sdaiINSTANCE, entity1);  
sdaiAppend (cplx_entity_type_list, sdaiINSTANCE, entity2);  
/* maak instance #30 aan op basis van de lijst  
het entity type ENTITY3 wordt automatisch meegenomen  
omdat dat het supertype is van de types in de lijst */  
instance_key3 = sdaiCreateComplexInstance(model_id,  
cplx_entity_type_list);
```

Figuur 3.22: Creëer de complexe instance #30=(ENTITY1() ENTITY2()  
ENTITY3())

## 2.5) Andere functionaliteit

Het SDAI model is nu ingevuld en kan uitgeschreven worden in een fysische STEP file. De code voor dit uitschrijven werd reeds getoond in Figuur 3.17: Opbouw van een SDAI programma. De resulterende STEP file werd getoond in Figuur 3.16.

In de voorbeeldtoepassing worden ook nog de volgende functionaliteiten geïllustreerd:

- het inlezen van de STEP file in een nieuw SDAI model.
- het opvragen van entiteiten uit dit SDAI model op basis van een type.
- het opvragen van attributen van entiteiten, zowel eenvoudige als complexe attributen. Hier wordt opnieuw gebruik gemaakt van iterators.

De code die deze functionaliteit invult is zeer analoog aan wat hierboven reeds getoond werd. Figuur 3.23 toont bijvoorbeeld hoe de waarde van een attribuut van een instance kan opgevraagd worden.

```
/* vraag alle instances op van type ENTITY1 of zijn supertypes */
extentSet = sdaiGetEntityExtentBN (model_id, "entity1");
/* zoek de indent van instance #10 */
extentIterator = sdaiCreateIterator (extentSet);
boolIterator = sdaiNext(extentIterator);
while (boolIterator == sdaiTRUE)
{ sdaiGetAggrByIterator (extentIterator, sdaiINSTANCE,
                        &instance_key1);
  /* break uit while als instance van type entity1 gevonden is
   want er is maar één instance van dit type */
  if ((sdaiIsInstanceOfBN(instance_key1, "entity1")) == sdaiTRUE)
  { break; }
  boolIterator = sdaiNext(extentIterator);
}
/* geef real_value de waarde van attribuut 'ks1' van instance #10 */
type_descr = sdaiREAL;
sdaiGetAttrBN (instance_key1, "ks1", type_descr, &real_value);
```

Figuur 3.23: Zoek de waarde van het attribuut 'ks1' van instance #10

### 3) Early C binding voorbeeld implementatie

Het schrijven van een SDAI-toepassing met een early binding gebeurt altijd in drie stappen:

1. Het (EXPRESS) toepassingschema wordt opgesteld. Indien men een AP volgt, is deze stap niet relevant.
2. Op basis van het toepassingschema wordt de interface (= de API) aangemaakt die toelaat om een SDAI model te lezen en te schrijven. Deze stap komt, zoals in vorige paragrafen reeds werd aangehaald, niet voor bij het schrijven van een toepassing met late binding.
3. De toepassing zelf wordt geschreven met behulp van deze interface. De toepassing is dus afhankelijk van het toepassingschema, m.a.w. nadat het programma geschreven is, mag het toepassingschema niet meer veranderd worden.

#### 3.1) Het EXPRESS-schema

Figuur 3.24 toont het EXPRESS toepassingschema van dit voorbeeld, figuur 3.25 geeft de EXPRESS-G voorstelling van dit schema. Net zoals in het voorbeeld van de late binding, werd hier een klein, abstract schema opgesteld, los van bestaande Application Protocols.

Ook in dit schema zitten enkele moeilijkheden ingebouwd, nl een SELECT construct, een ENUMERATION, een attribuut dat refereert naar een andere instance en een ANDOR supertype dat complexe instances toelaat.

```

SCHEMA c_test;
  TYPE a = SELECT(int_t1, int_t2, real_t1);
  END_TYPE;
  TYPE int_t1 = INTEGER;
  END_TYPE;
  TYPE int_t2 = INTEGER;
  END_TYPE;
  TYPE real_t1 = REAL;
  END_TYPE;
  ENTITY pathentity;
    att_a : a;
  END_ENTITY;
  ENTITY entity1;
    ns1 : REAL (2.5);
    ns2 : STRING;
    ns3 : entity2;
    ns4 : LIST [1:?] of BAG of INTEGER;
    ns5 : type1;
  END_ENTITY;
  ENTITY entity2
    SUPERTYPE OF (entity3 ANDOR entity4);
    ls1 : OPTIONAL INTEGER;
  INVERSE

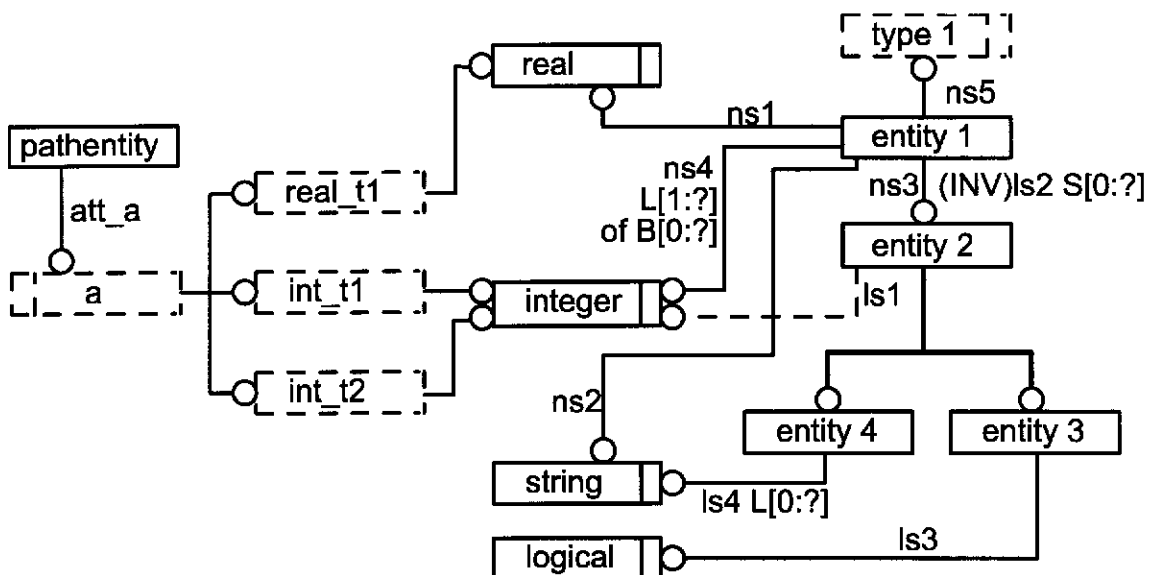
```

```

Is2 : SET OF entity1 FOR ns3;
END_ENTITY;
ENTITY entity3
  SUBTYPE OF (entity2);
  Is3 : LOGICAL;
END_ENTITY;
ENTITY entity4
  SUBTYPE OF (entity2);
  Is4 : LIST OF STRING;
END_ENTITY;
TYPE type1 = enumeration OF (yellow, black, red);
END_TYPE;
END_SCHEMA;

```

Figuur 3.24: EXPRESS Textuele voorstelling van het toepassingschema



Figuur 3.25: EXPRESS-G voorstelling van het toepassingschema

### 3.2) Het genereren van de interface

De ontwikkelingsomgeving maakt op basis van het toepassingschema de interface aan die door het toepassingsprogramma moet gebruikt worden. Het aanmaken van deze interface bestaat uit de volgende drie taken :

- het definiëren van de datastructuren,
- het definiëren van de functies,
- het implementeren van deze functies.



### 3.2.1) Datastructuren definiëren

Het toepassingschema wordt omgezet naar expliciete datastructuren in de programmeertaal die gebruikt wordt in de toepassing, in dit geval C. Voor elke entiteit of type wordt een overeenkomstig type (dat een structuur beschrijft) in C gedefinieerd. Om een SDAI-model aan te maken in het toepassingsprogramma, moeten deze C-structuren gecreëerd en ingevuld worden, waarna de instances in het SDAI-model met put-functies kunnen aangemaakt worden (zie verder).

Figuur 3.26 toont de structuur voor entity1. Elke entiteit in EXPRESS wordt omgezet naar een type dat een structuur beschrijft. Elk attribuut van een entiteit in EXPRESS komt overeen met een veld in deze structuur. Verder heeft elke C-structuur nog een extra veld, namelijk een id. Dit is de ident waarmee de instance gekend is in het SDAI-model.

Attributen die refereren naar een andere instance bestaan op hun beurt uit een speciale structuur waarmee zowel de referentie (pointer) zelf, als de unieke id van de instance zoals ze in het SDAI-model gekend is, kan bijgehouden worden.

```

/* definiëren van 'LIST of BAG of INTEGER'
   door array van array van integer */
typedef struct {
    int    n;
    ES_integer *list;
} ES_integer_list;
typedef struct {
    int    n;
    ES_integer_list *list;
} ES_integer_list_list;

/* definiëren van 'ENTITY entity1 ...' */
#define ENTITY1 32
typedef struct ES_entity1_REF {
    ES_id    _id;
    ES_real  ns1;
    ES_string ns2;
    /* referentie naar instance van entity2 */
    struct {
        union {
            ES_id    _id; /* ID in SDAI-model */
            struct ES_entity2_REF *p; /* pointer naar C-structuur */
        } ref;
        char sw; /* switch */
    } ns3;
    ES_integer_list_list ns4;
    ES_type1 ns5;
} ES_entity1;

```

Figuur 3.26: EXPRESS-entiteiten worden omgezet naar C-types

Figuur 3.27 toont hoe complexe entiteiten omgezet worden. Voor elke mogelijke combinatie van entiteiten wordt een apart type aangemaakt. De figuur toont de definitie van een type dat zowel entity3 is als entity4, als uiteraard ook entity2 omdat dit laatste het supertype is.

```
#define COMPL1 38
typedef struct ES_compl1_REF {
    ES_id _id;
    struct {
        ES_logic ls3;
    } entity3;
    struct {
        ES_integer ls1;
        ES_entity1_list ls2;
    } entity2;
    struct {
        ES_string_list ls4;
    } entity4;
} ES_compl1;
```

Figuur 3.27: De definitie van een complexe entiteit

Figuur 3.28 toont hoe een 'SELECT'-construct in EXPRESS vertaald wordt naar types in C. Hierbij wordt de 'SELECT' omgezet naar een structuur van enerzijds een union (met naam val) van de mogelijke types, en anderzijds een variabele (met naam tp) die aangeeft welke type er effectief gebruikt wordt. Om aan te kunnen geven welke type er gebruikt wordt, moet men naar een type kunnen verwijzen. Vandaar wordt voor elk type dat aangemaakt wordt op basis van het EXPRESS toepassingsschema, een nummer gedefinieerd. via een "#define ..."

```
/* definiëren van 'SELECT'-type ES_a */
#define INT_T1 -33 /* definitie van id van type */
typedef ES_integer ES_int_t1; /* definitie van het type */
#define INT_T2 -34 /* ... */
typedef ES_integer ES_int_t2;
#define REAL_T1 -35
typedef ES_real ES_real_t1;
#define A -32
typedef struct { /* definitie van de 'SELECT' */
    union { /* door union van mogelijke types */
        ES_int_t1 int_t1;
        ES_int_t2 int_t2;
        ES_real_t1 real_t1;
    } val;
    int tp; /* en de id van het gebruikte type */
} ES_a;
/* gebruik 'SELECT'-type ES_a in entiteit PATHENTITY */
#define PATHENTITY 36
typedef struct ES_pathentity_REF {
    ES_id _id;
    ES_a att_a;
} ES_pathentity;
```

Figuur 3.28: De vertaling van een SELECT-construct naar types in C

### 3.2.2) Functie prototypes definiëren

In een SDAI toepassing zijn er eigenlijk twee plaatsen waar gegevens bijgehouden worden:

- in **C-structuren**: in het toepassingsprogramma worden instances aangemaakt van de types die gegenereerd werden uit het EXPRESS-toepassingsschema zoals hoger bescheven.
- in het **SDAI-model**: dit is de informatie die bijgehouden wordt in de interne gegevensstructuur (repository) van de SDAI implementatie van de ontwikkelingsomgeving. Dit model wordt afgeschermd van de gebruiker met de SDAI functies. Het is dit model dat kan weggescheven worden naar een fysische STEP-file of dat kan ingelezen worden van zulke STEP-file.

De SDAI-functies die gegenereerd worden voor een early binding zorgen ervoor dat gegevens op een gemakkelijke manier kunnen doorgegeven worden tussen de C-structuren in het toepassingsprogramma enerzijds en het SDAI-model in de repository anderzijds.

Figuur 3.29 toont de prototypes van functies van een entiteit, in dit geval entity1. Merk op dat de naam van de entiteit expliciet verwerkt wordt in de naam van de functie. Voor elke entiteit zijn er vijf functies:

1. *put-entity*: (C -> SDAI) :wanneer men een C-structuur aanmaakt op basis van één van de types die aangemaakt werden op basis van het toepassingschema, en wanneer de velden van die structuur ingevuld zijn, kan men met een put-functie een instance aanmaken in het SDAI model die overeenkomt met de aangemaakte C-structuur.
2. *get-entity*: (SDAI -> C) deze functie werkt omgekeerd. Indien men een SDAI model ingelezen heeft kan men een C-structuur aanmaken en opvullen met de gegevens van een instance in dat SDAI-model, op voorwaarde dat men de ident van de instance kent.
3. *modify-entity*: men kan op basis van een variabele in C, een instance in het SDAI model aanpassen zodat de gegevens identiek worden aan de gegevens in de C-structuur.
4. *list-entity*: deze functie laat toe om alle informatie leesbaar uit te schrijven in een file.
5. *get-all-entities*: (SDAI -> C) met deze functie kan men alle instances in een SDAI model die van een gegeven type zijn, kopiëren naar C-structuren.

```

int ES_g_entity1( ES_entity1 *inst );           /* get */
int ES_p_entity1( ES_entity1 *inst );           /* put */
void ES_l_entity1( FILE *fp, ES_entity1 *inst ); /* list */
int ES_m_entity1( ES_entity1 *inst );           /* modify */
int ES_ag_entity1 ( long *num, struct ES_entity1_REF ***inst); /* get
                                                                all*/

```

Figuur 3.29: Prototypes van SDAI functies voor entity1

Naast deze functies definieert de early binding ook nog een aantal C-macro's die toelaten om op een transparante manier code te schrijven. Deze macro's zijn onafhankelijk van het toepassingsschema. Voorbeelden van deze macro's staan in figuur 3.31.

### 3.2.3) Het implementeren van deze functies

Vooraleer men met de functie-prototypes een toepassing kan schrijven, moeten deze functies ook een implementatie krijgen. De ontwikkelingsomgeving zal tijdens het aanmaken van de prototypes ook de implementatiecode aanmaken. Het volstaat vervolgens om deze implementatiecode te compileren tot een library, die dan met de toepassing moet gelinkt worden.

## 3.3) De toepassing

### 3.3.1) Administratieve taken

Figuur 3.30 toont de opbouw van het toepassingsprogramma. Net zoals met een late binding moeten er een aantal administratieve taken afgehandeld worden die ook afhankelijk zijn van de SDAI-ontwikkelingsomgeving.

```

int main (int argc, char **argv)
{
/* Initialisatie van de Early Binding Interface */
  Rc = ES_ini(config_file);
/* Creatie van een model m1 met naam "ESM_model"
gebaseerd op het toepassingsschema "c_test"
in repository "repository3" */
  Rc = ES_c_model("c_test", "ESM_model", "repository3", &m1);
/* Zet het actuele model */
  ES_act_model(m1);

/* hier komt alle code om gegevens te lezen en te schrijven */

/* sluit het model */
  ES_cl_model(m1);
/* sluit de interface af */
  ES_free_all();
  ES_end();
/* beëindig het programma */
  return(SUCCESS);
}

```

Figuur 3.30: Opbouw van een SDAI-toepassing met early binding

### 3.3.2) Aanmaken van een SDAI model

Het concept voor het aanmaken van een instance in het SDAI model wordt duidelijk geïllustreerd in de eerste lijnen van Figuur 3.31. Eerst wordt een C-structuur aangemaakt en opgevuld met de nodige informatie, en deze structuur wordt vervolgens als parameter meegegeven met een put-functie die de instance in het SDAI-model aanmaakt.

De volgende lijnen van Figuur 3.31 tonen hoe een instance aangemaakt wordt die verwijst naar een andere instance. Hiervoor maken we gebruik van het extra veld '\_id\_' in de C-structuur, dat opgevuld wordt bij het uitvoeren van de put-functie van die instance.

```

/* creëer instance #3 van type 'entity3'. Naar deze entiteit wordt
   verwezen in de nog te creëren instance #2 van type 'entity1' */
/* vul attributen in */
inst_3.ls1 = 27193;
inst_3.ls3 = ES_UNKNOWN;
/* creëer de instance in het SDAI-model*/
ES_p_entity3(&inst_3);
/* nu heeft inst_3._id de unieke identifier van de nieuw gecreëerde
   instance in het SDAI-model */
/* create_instance #2 van het type 'entity1'
   de attributen van instance #2 worden gezet op
   ns1 , ns2, ns3, ns4, ns5
   (12.45, 'String', #3, (1, 10, 100), .yellow.) */
inst_1.ns1 = 12.45;
inst_1.ns2 = "String";
/* Volgende macro plaatst in ns3 de referentie naar instance #3 */
ES_SETID(inst_1.ns3, inst_3._id);
/* Attribute ns4 */
/* Volgende macro alloceert 2 INTEGER Lists - de BAGs van de List */
ES_A_MALLOC(inst_1.ns4, 2);
/* Volgende macro alloceert een lijst van 3 integers in de eerste BAG*/
ES_A_MALLOC(inst_1.ns4.list[0], 3);
inst_1.ns4.list[0].list[0] = 1L;
inst_1.ns4.list[0].list[1] = 10L;
inst_1.ns4.list[0].list[2] = 100L;
/* Volgende macro alloceert een lijst van 2 integers in de tweede BAG */
ES_A_MALLOC(inst_1.ns4.list[1], 2);
inst_1.ns4.list[1].list[0] = 2L;
inst_1.ns4.list[1].list[1] = 20L;
/* Attribute ns5 */
inst_1.ns5 = "yellow";
/* Creëer de instance in het SDAI-model */
ES_p_entity1(&inst_1);

```

Figuur 3.31: Creëren van een instance van entity1, die naar een andere instance refereert

Figuur 3.32 toont hoe de waarde van een attribuut van dat in EXPRESS met een SELECT-construct beschreven wordt, wordt ingevuld.

```
/* creëer instance #1 of type "pathentity"*/
/* invullen van 'att_a' dat een SELECT is */
pathent.att_a.tp = INT_T1;
pathent.att_a.val.int_t1 = 3;
/* aanmaken van de instance in het SDAI-model*/
ES_p_pathentity(&pathent);
```

Figuur 3.32: Creëren van een instance met een SELECT-construct

Het aanmaken van een complexe instance verloopt analoog met het aanmaken van een gewone instance. Er is enkel een indirectie meer nodig zoals getoond in figuur 3.33.

```
/* create_instance #4 van compl1
deze instance is zowel entiteit2, entity3 als entity4
cfr. Figuur pagina 50 */
compl1.entity2.ls1 = NIL_INTEGER ;
compl1.entity3.ls3 = ES_TRUE;
compl1.entity4.ls4.n = 3;
compl1.entity4.ls4.list = strlist;
compl1.entity4.ls4.list[0] = "string2";
compl1.entity4.ls4.list[1] = "string2";
compl1.entity4.ls4.list[2] = "string3";
ES_p_compl1(&compl1);
```

Figuur 3.33: Aanmaken van een complexe instance

### 3.3.3) Het lezen van een SDAI model

Het halen van informatie uit een SDAI model gebeurt steeds met behulp van de get-all-functies, zoals getoond in figuur 3.34.

```
/* vraag alle instances op van type pathentity */
ES_ag_pathentity(&num, &pp_pathentity);
/* druk voor elke instance de info af */
for (ii = 0; ii < num; ii++)
    ES_l_pathentity(stdout, pp_pathentity[ii]);
```

Figuur 3.34: Inlezen van instances uit het SDAI model

#### 4) Evaluaties

Uit de voorbeeld implementaties kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- **Grondige kennis van het toepassingschema is vereist.** Het is onmogelijk om een SDAI-implementatie te maken zonder dat men een goed inzicht heeft in het toepassingschema dat men wil gebruiken. Indien men een AP wenst te volgen is deze inspanning des te groter, omdat AP's zeer uitgebreid zijn en niet eenvoudig te begrijpen.
- **errorhandling is primitief.** De lijnen code die de errorhandling verzekeren zijn met opzet uit de voorbeelden weggelaten. Deze errorhandling gebeurt op een primitieve manier, nl via controle van de returnstatus van SDAI functies. Omdat deze toch wel achterhaalde manier van coderen gevolgd wordt, kan de hoeveelheid errorhandling code gemakkelijk 50% van het totale toepassingsprogramma belopen.
- **opgelet voor het geheugenbeheer.** De programmertaal C houdt immers gevaren in voor fouten i.v.m. het geheugenbeheer. Vooral bij de early binding moet men goed uitkijken of nu de toepassingscode, dan wel de SDAI-functies geheugen moet alloceren of vrijgeven.
- **early binding is veiligst, maar weinig flexibel.** Omdat een early binding het toepassingschema vertaalt naar een interface met specifieke types en functies, kan de compiler gemakkelijker fouten in de code detecteren. De kans op runtime fouten is daardoor veel kleiner. Anderzijds is de programmeur gebonden aan het gebruik van die interface, en kan niets extra doen.
- **late binding is minst veilig, maar flexibel.** Vermits bij een late binding SDAI interface de code onafhankelijk geschreven wordt van het toepassingschema, kan de compiler zeer weinig controleren. Indien men dus bijvoorbeeld een verkeerde attribuutnaam doorgeeft als parameter, zal dit een runtime error geven, en dit in tegenstelling met de early binding waar de compiler een error zou signaleren. Het grote voordeel van late binding is dat de toepassing generisch kan geschreven worden: men hoeft in principe zelfs het toepassingschema niet te kennen, men kan runtime gaan opvragen wat de attributen zijn van een instance, en afhankelijk daarvan andere acties ondernemen.

### 3.3 Taak 3: Internationale contacten en opzetten van belangengroep

#### 3.3.1 Consortium

Vanaf de aanvang van het project werd een consortium van 22 leden opgericht, dat gedurende het volledige project openstond voor nieuwe leden. Het consortium verenigt eindgebruikers, CAD-leveranciers en ontwikkelaars van toepassingssoftware.

De participatie van eindgebruikers, ondersteunde de concrete toepasbaarheid van de resultaten. CAD-leveranciers en ontwikkelaars van toepassingssoftware leverden processoren en applicaties, die de gegevensuitwisseling via STEP mogelijk maken. Zij beschikken over de laatste nieuwe software-ontwikkelingen, waardoor de testreeksen zo relevant mogelijk konden verlopen.

De synergie tussen CAD-leveranciers en het WTCM levert een extra dienst naar de klanten van de CAD-leveranciers. Het WTCM heeft STEP kennis in huis, en kan de klanten van de CAD-leveranciers informeren en ondersteunen in het gebruik van STEP.

#### 1. Eindgebruikers

- ACE  
Apostelhuizen 26, 9000 Gent
- Alcatel Bell  
Berkenrodelei 33, 2660 Hoboken
- Bosal  
Dellestraat 20, 3560 Lummen
- Lemmerz  
Lageweg 392, 2660 Hoboken
- Overpelt Plascobel N.V.  
Fabrieksstraat 145, 3900 Overpelt
- Philips Competence Center Plastics  
Building SEH-2, P.O. Box 218, 5600 MD Eindhoven (Nederland)
- Picanol  
Polenlaan 3-7, 8900 Ieper
- Recticel  
Damstraat 2, 9230 Wetteren
- Soliver  
Groene-Herderstraat 18, 8800 Rumbeke
- Stevens N.V.  
Passstraat 1, 9100 Sint-Niklaas
- TechnoConsulting  
Wingepark 4, 3110 Rotselaar
- VCST Variabele Transmissie N.V.  
Groenstraat 60, 3800 Sint-Truiden
- Volvo Europa Truck  
Smalleheerweg 31, P.O. Box 10, 9041 Gent



## 2. CAD-leveranciers

- Axis  
Place de l'Université 16, 1348 Louvain-La-Neuve
- Computervision  
Excelsiorlaan 61, 1930 Zaventem
- EDS  
Fountain Plaza Belgicastraat 5, 1930 Zaventem
- IBM  
Victoria Reginalplantsoen 1, 1210 Brussel
- Matra Datavision Benelux  
I. Meyskensstraat 224, 1780 Wemmel
- Savaco  
Kennedypark 24, 8500 Kortrijk
- SDRC  
Marsh & McLennan Building, Rivium Quadrant 8, 2909 LC Capelle a/d IJssel (Nederland)

## 3. Ontwikkelaars van toepassingssoftware

- Bogimac Engineering N.V.  
Ernest Cambierlaan 97B, 1030 Brussel
- Vandebussche N.V.  
Kennedypark 16a, 8500 Kortrijk

### 3.3.2 Seminars en individuele sensibilisering

Om het consortium en andere Belgische ondernemingen op de hoogte te houden van de WTCM activiteiten rond STEP, organiseerde het WTCM regelmatig presentaties over STEP op specifieke seminars of op algemene vergaderingen van stuurgroepen voor industriële activiteiten. Naast deze algemene activiteiten, contacteerde het WTCM ook individuele bedrijven, geconfronteerd met problemen rond gegevensuitwisseling.

Uit deze contacten blijkt dat voor het ogenblik vooral naar STEP geïnformeerd wordt vanuit het standpunt van geometrische gegevensuitwisseling. Naast de individuele contacten, vindt u hieronder een overzicht van de verzorgde presentaties:

#### 1. Individuele contacten zijn o.a.:

S.A.B.C.A sa.  
Dhr. Jacques Saucin

Sonaca sa.  
Dhr. Hugues Langer

Philips Ind. Act.  
Dhr. D. De Roover

Reynaers Group  
Dhr. Erik Rasker

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Van Hoecke Automation N.V.<br>Dhr. Steven Van Cauwenberghe | KIHL<br>Ing. John Bijnens           |
| Hollandse Signaalapparaten BV (NL)<br>Ir. H.J.A. Wientjens | KIHA<br>Dhr. Freddy Ingels          |
| Bekaert Engineering<br>Dhr. Hendrik Raevens                | ERTA N.V.<br>Dhr. Jo De Craecker    |
| FPMs<br>Prof. Henri Blondeau                               | Materialise<br>Dhr. Fried Van Craen |

2. Het WTCM verzorgde presentaties op de volgende seminars of algemene vergaderingen:

**7 maart '96 METNET:**

Presentatie over STEP in het kader van een workshop (METNET, metaalverwerkende industrie in de Benelux, een twintigtal geselecteerde bedrijven). Een interessant contact was Inalfa NV.

**3 april '96 Opstartvergadering van het project:**

Op de vergadering werden een introductie over STEP en een overzicht van de STEP activiteiten op het WTCM voorgesteld. Eerste afspraken werden gemaakt over de praktische uitvoering van het project: interesse voor begeleidingscomité, confidentialiteit, opzetten van eerste test cases, eventuele samenwerking met ISAP-project (International STEP Automotive Project), enz. Voor het ISAP-project bleek in België voorlopig te weinig interesse.

**3 & 4 september '96 Opstartvergadering WTCM Test rally:**

Naast algemene projectinformatie werden tools van ProSTEP GmbH en meer specifiek de 'DXM Manager' voorgesteld. Een overzicht van de eerste resultaten van de STEP testen werd gegeven en besproken. Uit deze bespreking werd duidelijk dat de voorlopige resultaten door bijkomende testen verfijnd moesten worden.

**4 maart '97 Meeting STEP en informatiestromen in automobiel:**

Deze vergadering bracht de industriële stuurgroepen STEP en informatiestromen in de automobiellindustrie samen (vijfentwintigtal aanwezigen). In verband met STEP werd een korte inleiding gegeven over de mogelijkheden en het gebruik van STEP, voor de aanwezigen die niet met het onderwerp vertrouwd waren. De nadruk lag vooral op de tot dan toe bereikte resultaten van de STEP testen.

**6 maart '97 Seminarie SAVACO:**

Naar aanleiding van de voorstelling van een nieuw product van CoCreate organiseerde SAVACO, Kortrijk een organisatie voor klanten en prospecten (vijftigtal aanwezigen). Het WTCM gaf een algemeen overzicht van STEP en de WTCM activiteiten op dit gebied. De deelnemers aan het seminarie waren meestal niet bekend met STEP en een vijftal ondernemingen hebben achteraf

dan ook meer informatie gevraagd en een praktische test bij het WTCM laten uitvoeren om de toepasbaarheid van STEP in hun onderneming na te gaan.

### **13 maart '97 Meeting toeleveranciers aan automobieliindustrie:**

Een dertigtal toeleveranciers kwamen samen om ervaringen uit te wisselen rond de huidige moeilijkheden, die ontstaan door de druk vanuit de automobieliindustrie. Het efficiënt uitwisselen van gegevens wordt steeds belangrijker in de 'concurrent engineering' omgevingen. STEP kan hier een sleutelrol spelen en werd binnen dit kader ook voorgesteld aan de vergadering.

### **2 september '97 Stuurgroep SCK:**

Het SCK is het 'Studiecentrum voor Kernenergie'. Leden van de vergadering zijn o.a. betrokken bij het ontmantelen van kernreactoren en recyclage van materialen. Ook hier kan STEP op termijn een cruciale rol spelen. Niet alleen in de lange termijn archivering en uitwisseling van geometrische gegevens, maar ook in de uitwisseling van andere productgegevens. Uit deze vergadering volgden geen onmiddellijke contacten gezien de STEP processoren voor de uitwisseling van andere dan geometrische gegevens nog niet voldoende op punt stonden. Deze vergadering moet eerder beschouwd worden als een lange termijn investering.

### **7 oktober '97 Startvergadering WTCM STEP Testronde:**

Na het vastleggen van het test team, werden concrete afspraken gemaakt rond de manier van werken tijdens deze tweede grote testreeks, de uit te wisselen modellen, de evaluatiemethode, enz. Deelnemers kregen de gelegenheid om hun STEP ervaring uit te wisselen en kregen bijkomende informatie omtrent de laatste nieuwe ontwikkelingen op STEP gebied.

### **3.3.3 Deelname CAD/CAM Kortrijk**

1&3 okt '96: seminarie 'Gegevensuitwisseling via STEP: Mechanica, Status en praktijkgevallen'

Thema: In het kader van STEP werkt het WTCM samen met ProSTEP, een aantal eindgebruikers en CAD/CAM leveranciers voor het uittesten van de mogelijkheden van STEP voor de uitwisseling van CAD modellen (toen nog EDS met Unigraphics, IBM met CATIA, Axis/Rand met ProEngineer, SDRC met I-DEAS, CV met CADD5, Bogimac met AutoCAD).

De presentatie gaf een overzicht geven van de stand van zaken qua STEP-standaardisering en de mogelijkheden van deze standaard in praktijk. In de presentatie werd naar een aantal exposanten verwezen. Op CAD/CAM '96 kon ook bij het WTCM meer informatie verkregen worden.

CAD/CAM Kortrijk werd, zowel in '96 (1-3 oktober) als in '97 (30 september -2 oktober), gezien als een mogelijkheid om de CAD-gebruiker direct te benaderen met informatie rond STEP. Naast algemene informatie en sensibilisering, werden hier meer directe contacten gelegd voor mogelijke toekomstige samenwerking tussen het WTCM en bedrijven die nog niet in de STEP stuurgroep van het WTCM waren opgenomen.



Een vijftiental bedrijven waren spontaan geïnteresseerd in STEP. Er ging vooral vraag uit naar algemene informatie en naar concrete toepassingen als hoe kan ik STEP aanwenden tussen specifieke systemen. Ook de vraag naar het uitwisselen van PDM-gegevens via een neutraal formaat als STEP kwam een aantal keren terug.

### 3.3.4 Ondersteuning Benchmark DW Plastics

Het WTCM beschikt over een adviseerdienst die o.a. ondernemingen bijstaat bij de keuze van een CAD-systeem. Gezien een KMO vaak meer dan één klant of partner heeft bij de ontwikkeling van een product, moet hij vaak met verschillende systemen gegevens uitwisselen. In dergelijke omgevingen van concurrent engineering wordt efficiënte gegevensuitwisseling dan ook steeds belangrijker. Bij de keuze van een CAD-systeem hoort dus ook het nagaan van de mogelijkheden van gegevensuitwisseling via neutrale formaten. STEP kan een oplossing brengen, en is zeker voor het uitwisselen van volumetrische modellen voor het ogenblik het enige goed functionerende alternatief.

Aan DW Plastics, Bilzen gaf het WTCM in januari '98 informatie en een overzicht van de mogelijkheden van STEP.

### 3.3.5 Cursussen gevolgd bij ProSTEP

Niet alleen in het kader van de internationale samenwerking, maar ook om kennis, die reeds in onze buurlanden is, in huis te halen voor het welslagen van het project volgde het WTCM een aantal opleidingen bij ProSTEP.

21 januari '97: Cursus 'STEP - Überblick für Anwender'

24 januari '97: Cursus 'Produktdatenbeschreibung mit AP214'

4 december '97: Cursus 'Optimierung des CAD/CAM-Datenaustausches'

Bijlage F bevat de getuigschriften van de cursussen.

### 3.3.6 Deelname aan STEP-forum bij BMW in Munchen

Op donderdag 17 april 1997 organiseerde ProSTEP het STEP-forum in Munchen met als thema: 'Compatibele productgegevens, een noodzaak voor ontwikkelingspartners'.

Dit forum was belangrijk voor het WTCM omwille van de aanwezigheid van enkele honderden managers uit de automobielenindustrie en omwille van de behandelde problematiek, nl. welke gevolgen hebben de omwentelingen in de automobielenindustrie in de samenwerking tussen fabrikant en toeleveranciers, vooral wat het uitwisselen van productgegevens tijdens de ontwikkeling betreft. Dit thema is ook binnen de Belgische industrie zeer actueel.

De boodschap aan het einde van het forum luidde: 'De invoering van STEP, als internationale systeemonafhankelijke standaard, moet nu zo snel mogelijk volgen.'



Hieruit bleek eens te meer het belang van het project 'Industrialisatie van STEP in België'. Niet alleen het onderzoeken van de standaard, maar ook de sensibilisering en het continu opbouwen van kennis en het op de hoogte blijven van internationale evoluties zijn nodig om STEP binnen de Belgische industrie te brengen.

### 3.3.7 General Meeting of Members ProSTEP e.V.

Deze general meeting is de algemene ledenvergadering van de ProSTEP vereniging en vond plaats op vrijdag 18 april 1997. Als lid van ProSTEP e.V. en aansluitend op het STEP forum bij BMW, was het WTCM hier vertegenwoordigd. Op deze general meeting werd o.a. het algemene en financiële jaarverslag van de vereniging naar voren gebracht, evenals de stand van zaken in de verscheidene werkgroepen van de vereniging, de problematiek van PDM en STEP werd aangehaald, en verder werden nog een aantal afspraken binnen de vereniging verduidelijkt.

### 3.3.8 Deelname meetings DiK Darmstadt

In een drietal vergaderingen (19 september '97, 18 december '97 en 13 februari '98), nam het WTCM deel aan de voorbereiding van een technisch forum rond STEP ('Product Data Technology, facing the future'), dat georganiseerd wordt door Member Group 4 van de ProSTEP Association. Member Group 4 verenigt instituten en onderzoekscentra binnen de ProSTEP Association en het WTCM maakt deel uit van deze groep.

De bedoeling van dit forum is een meer technische en diepgaande benadering van gegevensuitwisseling via STEP naar voren brengen. De huidige mogelijkheden, evenals mogelijkheden die nog geoptimaliseerd kunnen worden zullen o.a. aan bod komen. Ook een debat tussen STEP-specialisten uit de automobiellindustrie staat op het programma. Dit internationale forum kan ook voor de Belgische industrie een vernieuwende bron van informatie zijn in meer concrete stappen naar het invoeren van STEP.

Het WTCM maakt deel uit van het programma comité en had daardoor ook directe toegang tot de papers die gepresenteerd zullen worden op het forum in juni '98. Enkele titels van de voordrachten die gehouden zullen worden zijn: Support for the Generation of consistency-preserving APIs for EXPRESS Models, Integrated Product and Process Modelling of Metal Forming Planning Processes using STEP, enz.

### 3.3.9 PDM Conference Noordwijk (NL) & LA (USA)

Het WTCM nam deel aan twee conferenties, georganiseerd door CIMdata. CIMdata is een internationale consulting & marktonderzoek onderneming die wereldwijd diensten aanbiedt aan eindgebruikers en leveranciers. De specialiteit van CIMdata zijn informatiesystemen en technologieën, gebruikt in productontwikkeling, vooral in de domeinen van STEP, CAD/CAM/CIM en PDM.





## 4 Besluiten en aanbevelingen

Hoofdstuk drie beschreef uitgebreid de directe resultaten van de verschillende fases in dit project. Naast deze resultaten hebben we tijdens het project heel wat bijkomende vaststellingen gedaan die inherent verbonden waren aan de uitvoering van de STEP activiteiten en de sensibilisering van de Belgische industrie. De volgende twee paragrafen geven een bondig schematisch overzicht van de besluiten die uit dit project volgen en de visie van het WTCM naar de toekomst toe.

### 4.1 Besluiten

- Concrete sensibilisering, het toepassen van STEP en het doorgeven van de resultaten, zij het door onderling ervaringen uit te wisselen of door te putten uit de ervaring van gespecialiseerde instanties in het buitenland of het WTCM in België, doet ondernemingen echter beseffen dat STEP het enige werkende alternatief is voor het uitwisselen van volumetrische modellen.
- Wie nood heeft aan een nieuwe oplossing en klaar wil zijn voor de nabije toekomst, investeert nu in STEP. In de huidige productie-omgeving, waar niet alleen 'concurrent engineering', maar ook 'cooperative competition' van kapitaal belang zijn, is communicatie een onmisbare schakel. Hoe vlotter de communicatie, de uitwisseling van gegevens, des te efficiënter verloopt de samenwerking.
- CAD-leveranciers doen zware inspanningen om de STEP-processoren steeds beter op elkaar af te stemmen.  
Ten gevolge van dit project 'Industrialisatie van STEP in België', werken CAD-leveranciers ondertussen actief mee aan het verspreiden van de STEP kennis. Dit houdt in dat zij via het WTCM hun klanten op de hoogte houden van de laatste ontwikkelingen en testresultaten.
- De eindgebruikers van het consortium, namen enthousiast deel aan de testen. Zij werkten mee aan de testreeksen, door het WTCM georganiseerd, of zij lieten testen uitvoeren door het WTCM met bedrijfsspecifieke ontwerpen om een beslissing te kunnen nemen rond het al dan niet invoeren van STEP in hun onderneming.
- We moeten echter voorzichtig zijn want niet iedereen is altijd even enthousiast. Het merendeel van de bedrijven is nog zeer voorzichtig en wenst wel op de hoogte te blijven van de laatste nieuwe ontwikkelingen, maar kijken liever nog even de kat uit de boom. In deze ondernemingen is STEP dus nog niet voldoende gekend en moet er nog heel wat sensibilisering en overtuiging gebeuren.

- STEP processoren zijn ofwel afzonderlijk te kopen modules (vb. Unigraphics van Unigraphics Solutions) of worden default met het CAD-pakket geleverd (vb. Pro/Engineer van PTC). Afzonderlijke processoren betekent natuurlijk een extra prijskaartje. Nu CAD-leveranciers inzien dat STEP in de markt ligt, gaat de prijs van een processor stijgen. Daarnaast worden de processoren ook steeds beter en vooral aan de afstemming van de processoren onderling wordt hard gewerkt.
- Naast al deze beschouwingen is en blijft ervaring onvervangbaar. Het uitvoeren van STEP testen of het experimenteren met nauwkeurigheden bevordert de kennis van de mogelijkheden en limieten van een STEP processor. Vaak optredende fouten hebben immers te maken met nauwkeurigheid of ongekende incompatibiliteiten tussen verschillende systemen.
- Het is echter door het actief gebruiken van STEP dat men leert 'STEP denken' en dat praktische problemen aan het licht komen. Hierbij moet wel rekening gehouden worden dat men niet kan blijven testen met synthetische modellen. De industrie moet aangespoord worden om pilootprojecten op te starten met hun collega's in productontwikkeling.
- In elk geval kunnen we stellen dat STEP in de lift zit. Ook ontwikkelaars van toepassingssoftware zoals voor 'Rapid Prototyping' of 'Reverse Engineering' beginnen STEP te bestuderen omdat dergelijke interfacing stilaan ook in hun toepassingen integreerbaar moet zijn.

De evolutie is er en gaat steeds sneller. STEP is wel een wereldwijde standaard en kan dus van heel wat aandacht genieten, maar dat betekent nog niet dat STEP ook daadwerkelijk productief ingezet kan worden.

STEP komt er niet omdat het een internationale standaard is, maar wel omdat STEP werkt.

#### 4.2 Aanbevelingen

Uit paragraaf 4.1 blijkt dat het belangrijk is om de bedrijven nog verder te informeren en te sensibiliseren om STEP aanvaardbaar te maken. Sommige bedrijven hebben reeds de stap gezet, maar eerder in een verkenningsfase. Productief gebruik van STEP is vandaag nog niet sterk ingeburgerd. Ook de internationale contacten mogen niet verloren gaan. Praktische ervaring bij het uitwisselen van geometrie via STEP is niet te onderschatten in het 'STEP denkproces'. Hoe meer ervaring, des te gemakkelijker en realistischer het gebruik van STEP wordt.

In dit kader en in het belang van het onderzoek kunnen we een aantal punten aanhalen die de ontwikkeling van STEP kunnen ondersteunen:

- De ondernemingen hebben nood aan concrete informatie. STEP sensibilisering door het informeren van de laatste nieuwe ontwikkelingen en vooral door de link te leggen naar de praktijk, is opportuun.





- Eens de drempel voor STEP verlaagd is, kunnen de ondernemingen gaan experimenteren met STEP. Continu ervaring opdoen hetzij door zelf bedrijfsspecifieke bestanden via STEP uit te wisselen, hetzij door ervaringen uit te wisselen met andere eindgebruikers van STEP in binnen- en buitenland. Ook de collectieve centra kunnen hierbij een belangrijke rol spelen door hun kennis ten dienste te stellen van de Belgische ondernemingen om eventuele capaciteitsproblemen in de ondernemingen op te vangen in het STEP leerproces.
- Concrete projecten opzetten tussen bedrijven die echt geïnteresseerd zijn zou hier een mogelijkheid kunnen zijn. Na de beslissing binnen de onderneming om STEP in huis te halen kan een testenreeks opgezet worden waarbij slechts twee CAD-systemen betrokken zijn. De mogelijkheden en limieten van dergelijke STEP uitwisseling kunnen dan aan de hand van concrete modellen bestudeerd worden.
- Een belangrijk voordeel van STEP ten opzichte van de huidige nationale standaarden is de mogelijkheid om ook andere dan geometrische productgegevens uit te wisselen. De mogelijkheden van archivering en uitwisseling van andere dan geometrische productgegevens mogen niet uit het oog verloren worden. Zij betekenen immers de kracht van STEP in 'concurrent engineering' omgevingen.

## 5 Synthese van het project 'Industrialisatie van STEP in België'

Uit industriële contacten blijkt dat de nood aan EDI (Electronic Data Interchange) steeds groter wordt. Elektronische gegevensuitwisseling is niet meer weg te denken uit de huidige werkomgevingen van concurrent engineering. Het uitwisselen van CAD-bestanden (Computer Aided Design) neemt een belangrijk aandeel van dit elektronisch verkeer in. Partners in het productieproces gebruiken vaak niet-compatibele systemen, en toch moeten ze allen toegang hebben tot dezelfde bestanden. Bestanden in een neutraal formaat, dat elk systeem kan interpreteren zijn dan noodzakelijk. De nationale standaarden IGES (USA), SET (Frankrijk) en VDA-FS (Duitsland), beschrijven dergelijke neutrale formaten. Deze standaarden hebben echter hun beperkingen en de kwaliteit van het oorspronkelijke model gaat vaak verloren.

STEP, STandard for the Exchange of Product model data, is een nieuwe ISO-standaard in het domein van 'Product Data Technology' voor het uitwisselen en archiveren van productgegevens, en kan een oplossing brengen voor de gekende problemen van de huidige nationale standaarden.

Niet alleen de ontwikkeling van STEP, maar ook de implementatie en industriële invoering ervan kregen hoe langer hoe meer aandacht. De automobiel- en vliegtuigindustrie zijn sterke voortrekkers geweest in het STEP denken, maar ook in andere sectoren kan de introductie van STEP de gegevensuitwisseling sterk verbeteren en zo de competentie van de verschillende ondernemingen, betrokken bij het volledige productieproces, versterken.

Ondanks het belang van STEP, waren in 1996 haar mogelijkheden onvoldoende gekend in de Belgische industrie. De trage ontwikkeling van de standaard heeft de verspreiding en acceptatie van de nieuwe standaard bovendien geen goed gedaan. Toch vroegen ondernemingen regelmatig naar concrete informatie rond efficiënte gegevensuitwisseling, en in dit kader, in het bijzonder naar de status van STEP.

Deze situatie gaf directe aanleiding tot het project 'Industrialisatie van STEP in België'.

Het project heeft twee grote doelstellingen die gerealiseerd werden in drie taken. De doelstellingen waren enerzijds 'de opvolging van STEP voorbereiden en een actieve bijdrage leveren aan de nieuwe standaard' en anderzijds 'kennis opbouwen van de STEP modellerings- en interfacingstechniek'.

Tijdens het uitvoeren van de eerste taak (STEP gegevensuitwisseling) bleek echter dat de STEP kennis in de Belgische ondernemingen zeer beperkt was en dat er nog steeds sceptisch naar STEP gekeken werd omdat de implementatie van de standaard lang op zich heeft laten wachten. Vooraleer over te gaan op toepassingen die niet alleen de mogelijkheden van STEP op geometrisch gebied, maar op het gebied van productgegevensuitwisseling in het algemeen ondersteunen, moest de Belgische industrie dus snel overtuigd worden van de toepasbaarheid van STEP. Concrete testen van geometrische gegevensuitwisseling bleken doeltreffend om de drempel van STEP naar de ondernemingen toe te verlagen. Bovendien was de praktische toepasbaarheid



van STEP in de Belgische industrie, het centrale thema van dit project. Het continu opdoen en uitwisselen van ervaring is noodzakelijk om aan dit thema tegemoet te komen, vandaar dat grote inspanningen geleverd werden in het kader van de geometrische gegevensuitwisseling.

Zoals reeds gezegd is de evolutie van STEP aanvankelijk niet zeer snel gegaan en heeft heel wat pessimisme tegenover de implementatie ervan doen ontstaan. STEP zou een oplossing brengen voor de huidige problemen met gegevensuitwisseling en de lange termijnarchivering, met verschillende honderden dollars per jaar aan besparingen tot gevolg. Het opstellen van de standaard en het goedkeuren ervan, hebben echter de nodige tijd gevegd. Het ontwikkelen van de processoren liep ook niet hard van stapel. CAD-leveranciers moeten immers een alternatief voorzien voor hun 'native' formaat waardoor de kans bestaat dat de verkoop van hun systemen daalt. De druk van de industrie is echter zo sterk gestegen, dat diegene die vandaag niet openstaat voor het ontdekken van STEP, morgen niet meer mee kan.

Concrete sensibilisering, het toepassen van STEP en het doorgeven van de resultaten, zij het door onderling ervaringen uit te wisselen of door te putten uit de ervaring van gespecialiseerde instanties in het buitenland of het WTCM in België, doet ondernemingen echter beseffen dat STEP het enige werkende alternatief is voor het uitwisselen van volumetrische modellen.

Wie nood heeft aan een nieuwe oplossing en klaar wil zijn voor de nabije toekomst, investeert nu in STEP. We gaan immers af op steeds gespecialiseerdere ondernemingen die zelf niet meer de capaciteit hebben om een product alleen te fabriceren. Vanaf het productidee, de ontwikkeling en het ontwerp tot afgewerkt product en steeds meer, ook tot en met de recyclage van het product, moeten ondernemingen beroep op elkaar doen. Bovendien is de klant steeds veeleisender. Producten moeten sneller beschikbaar zijn en aan de exacte vereisten van de klant voldoen. De concurrentiegrenzen vervagen en niet alleen komen steeds meer bedrijfsleiders tot de ontdekking dat samenwerken leidt tot efficiëntere productie, maar samenwerken wordt een absolute noodzaak om de markt te kunnen blijven bedienen.

In deze context, waar niet alleen 'concurrent engineering', maar ook 'cooperative competition' van kapitaal belang zijn, is communicatie een onmisbare schakel. Hoe vlotter de communicatie, de uitwisseling van gegevens, des te efficiënter verloopt de samenwerking. De druk vanuit de industrie is groot. Professor Martin Herzog, directeur van VDA, de vereniging van de Duitse automobiellindustrie, formuleerde op het BMW-forum op 17 april '97 in München de volgende conclusie: 'De invoering van STEP moet nu zo snel mogelijk volgen'.

Ook CAD-leveranciers zijn zich bewust van deze stelling en doen inspanningen om de STEP-processoren steeds beter op elkaar af te stemmen. Ten gevolge van dit project 'Industrialisatie van STEP in België', werken CAD-leveranciers in België ondertussen actief mee aan het verspreiden van de STEP kennis. Dit houdt in dat zij via het WTCM hun klanten op de hoogte houden van de laatste ontwikkelingen en testresultaten. Sommige CAD-leveranciers namen zelfs enthousiast deel aan de testreeksen.

Niet alleen de CAD-leveranciers, maar ook andere leden van het consortium, de eindgebruikers namen graag deel aan de testen. Zij werkten mee aan de testreeksen, door het WTCM georganiseerd, of zij lieten testen uitvoeren door het WTCM met bedrijfsspecifieke ontwerpen om een beslissing te kunnen nemen rond het al dan niet invoeren van STEP in hun onderneming.

We moeten echter voorzichtig zijn want niet iedereen is altijd even enthousiast. Het merendeel van de bedrijven is nog zeer voorzichtig en wenst wel op de hoogte te blijven van de laatste nieuwe ontwikkelingen, maar kijkt liever nog even de kat uit de boom. Dit heeft misschien ook te maken met het feit dat heel wat bedrijven nog niet met volumetrische modellen (solids) werken, maar vaak gebruik maken van oppervlaktemodellen en IGES als neutraal formaat. 'Ze kennen IGES en indien er iets mis loopt, kennen ze de oplossing'. IGES heeft echter het nadeel dat er verschillende dialecten van bestaan. De gegevensoverdracht is dus vaak niet zo ideaal.

In deze ondernemingen is STEP dus nog niet voldoende gekend en moet er nog heel wat sensibilisering en overtuiging gebeuren.

Niet alleen de 'gewoonte' van vele bedrijven, maar ook de kostprijs van STEP kan een drempel zijn.

STEP processoren zijn ofwel afzonderlijk te kopen modules (vb. Unigraphics van Unigraphics Solutions) of worden default met het CAD-pakket geleverd (vb. Pro/Engineer van PTC). Afzonderlijke processoren betekent natuurlijk een extra prijskaartje. Nu CAD-leveranciers inzien dat STEP in de markt ligt, gaat de prijs van een processor stijgen. Daarnaast worden de processoren ook steeds beter, en vooral aan de afstemming van de processoren onderling wordt hard gewerkt.

Naast al deze beschouwingen is en blijft ervaring onvervangbaar. Het uitvoeren van STEP testen of het experimenteren met nauwkeurigheden bevordert de kennis van de mogelijkheden en limieten van een STEP processor. Vaak optredende fouten hebben immers te maken met nauwkeurigheid of ongekende incompatibiliteiten tussen verschillende systemen. Het is echter door het actief gebruiken van STEP dat men leert 'STEP denken' en dat praktische problemen aan het licht komen. Hierbij moet wel rekening gehouden worden dat men niet kan blijven testen met synthetische modellen. De industrie moet aangespoord worden om pilootprojecten op te starten met hun collega's in productontwikkeling.

In elk geval kunnen we stellen dat STEP in de lift zit. Ook ontwikkelaars van toepassingssoftware zoals voor 'Rapid Prototyping' of 'Reverse Engineering' beginnen STEP te bestuderen omdat dergelijke interfacing stilaan ook in hun toepassingen integreerbaar moet zijn.

De evolutie is er en gaat steeds sneller. STEP is wel een wereldwijde standaard en kan dus van heel wat aandacht genieten, maar dat betekent nog niet dat STEP ook daadwerkelijk productief ingezet kan worden.

STEP komt er niet omdat het een internationale standaard is, maar wel omdat STEP werkt.



## 6 Bijlagen

### 6.1 Bijlagen vermeld in eindverslag

- A: Verslag van PDM Conferences CIMdata
- B: Report Benchmark juni '97
- C: Report Testronde april '98
- D: STEP file van gat in plaat, zoekalgoritme en EXPRESS schema
- E: STEP exportbestand en EXPRESS schema IMES matrijzentoepassing
- F: Kopie getuigschriften ProSTEP cursussen
- G: Kopie van publicaties

### 6.2 Lijst van publicaties voortvloeiend uit het onderzoek

#### **KVIV ledenblad, april 1996**

STEP is een strategische factor bij de productontwikkeling (cfr. bijlage G)

#### **Product Data Journal ProSTEP, juni 1996**

STEP Introduction into the Belgian industry (cfr. bijlage G)

#### **CAD/CAM Magazine, november 1996**

STEP op CAD/CAM Kortrijk '96, een eerste doorbraak voor volumetrische modellen (cfr. bijlage G)

#### **Resultaten WTCM STEP Benchmark, juni '97 (cfr. bijlage B)**

#### **Resultaten WTCM STEP Testronde, april '98 (cfr. bijlage C)**

### 6.3 Referentielijst

- [1] STEP, An Introduction (Jon Owen)  
Information Geometers Ltd, Winchester UK 1993  
ISBN 1-874728-04-6
- [2] STEP, Concepts fondamentaux (S. Arbouy, A. Bezos, A.-F. Cutting-Decelle, P. Diakonoff, P. Germain-Lacour, J.-P. Letouzey, C. Viel)  
AFNOR, Paris La Défense France 1994  
ISBN 2-12-486912-4

#### 6.4 Overzicht van normen waarnaar verwezen wordt

- [1] ISO 10303-11  
Industrial automation systems and integration - Product data representation and exchange - Part 11: Description Methods: the EXPRESS language reference manual.  
ISO, Genève Suisse 1994
- [2] ISO 10303-21  
Industrial automation systems and integration - Product data representation and exchange - Part 21: Implementation methods: Clear text encoding of the exchange structure  
ISO, Genève Suisse 1994
- [3] ISO/FDIS 10303-22  
Industrial automation systems and integration - Product data representation and exchange - Part 22: Implementation methods: Standard data access interface specification  
ISO, Genève Suisse 1994
- [4] ISO/DIS 10303-23  
Industrial automation systems and integration - Product data representation and exchange - Part 23: C++ programming language binding to the standard data access interface  
ISO, Genève Suisse 1994
- [5] ISO/CD 10303-24  
Industrial automation systems and integration - Product data representation and exchange - Part 24: Standard data access interface - C language late binding  
ISO, Genève Suisse 1994

#### 6.5 Afkortingen

AP 203: STEP Application Protocol 203 (ISO 10303-203):  
Configuration controlled design

AP 214: STEP Application Protocol 214 (ISO 10303-214):  
Core data for automotive design processes

CMM: Coördinaatmeetmachine

CSG: Constructive Solid Geometry:  
geometrisch model, waarbij het volumetrisch model gedefinieerd wordt als het resultaat van een opeenvolging van Booleaanse operaties op verschillende solid models.



FTP: File Transfer Protocol

IGES: Initial Graphics Exchange Specification:  
Amerikaans neutraal formaat voor gegevensuitwisseling

PDM: Product Data Management

SDAI: Standard Data Acces Interface

SET: Standard d'Echange et de Transfert:  
Frans neutraal formaat voor gegevensuitwisseling

SQL: Standard Query Language

STEP: STandard for the Exchange of Product model data

VDA: Verband Der Automobilindustrie (Duitsland)

VDA-FS: VDA Flächen Schnittstelle (Duitsland)  
Duits formaat voor gegevensuitwisseling

# BIJLAGE A



## **A. PDM Europe Conference CIMdata**

29 oktober - 1 november 1996, Noordwijk Nederland

## **en PDM USA Conference CIMdata**

24 - 25 april 1997, Los Angeles CA USA

CIMdata is een internationale onderneming voor consulting en marktonderzoek en levert wereldwijd service aan eindgebruikers en leveranciers. De expertise van CIMdata behelst vooral informatiesystemen en technologieën, gebruikt in productontwikkeling. De nadruk ligt vooral op PDM (Product Data Management), CAD (Computer Aided Design)/CAM (Computer Aided Manufacturing) /CIM (Computer Integrated Manufacturing), STEP (STandard for the Exchange of Product model data) en ERP (Enterprise Resource Planning)

Vooraf de expertise van CIMdata op het gebied van STEP en PDM en de synergie tussen beide is belangrijk voor het WTCM. STEP is niet alleen een middel om geometrische gegevens uit te wisselen maar ook om ze op te slaan en om andere dan geometrische gegevens te beschrijven. Vandaar dat het WTCM in het kader van het project 'Industrialisatie van STEP in België' deelnam aan beide conferenties.

Niet alleen de theoretische kennis die vergaard werd op de conferenties is van belang, maar ook het leggen van contacten met ondernemingen die sterk betrokken zijn bij de STEP problematiek, het onderscheid tussen de Amerikaanse en de Europese aanpak, het uitwisselen van ervaringen en het op de hoogte blijven van de laatste nieuwe implementaties waren een aanleiding voor het volgen van beide conferenties.

## **PDM en STEP**

STEP is de nieuwe internationale standaard voor het beschrijven van productinformatie met als doel deze productinformatie uit te wisselen. PDM is een beheersysteem om productinformatie gestructureerd op te slaan. PDM systemen werken met hetzij eigen, hetzij commercieel beschikbare DBMS (database management systems), waar zij de productinformatie in opslaan volgens hun eigen principes.

De combinatie STEP en PDM is relevant in de volgende drie gevallen:

- Uitwisseling van informatie tussen PDM systemen
- Uitwisselen van informatie met andere systemen, zoals o.a een MRP systeem
- Het visualiseren van CAD tekeningen die de gebruiker via PDM opvraagt

### 1.1. Uitwisseling van informatie tussen PDM systemen

De uitwisseling tussen twee PDM systemen onderling kwam bijna niet aan bod op de conferentie. Dit is ook niet onlogisch. De bedrijfsstrategie is er tot nu toe vaak op gericht om één enkel PDM systeem te implementeren over gans het bedrijf, zelfs indien het bedrijf meerdere vestigingen heeft.

Naar de toekomst toe, voorziet men echter implementaties waarbij verschillende PDM systemen naast elkaar gebruikt worden in een bedrijf. Deze PDM systemen zouden dan werken op één enkele gemeenschappelijke gegevensbank. In dit kader spreekt men van een STEP database om alle productinformatie in op te slaan. Deze toekomstvisie is echter enkel een visie, en het valt af te wachten of dit idee van een gemeenschappelijke STEP database zal aanslaan.

Problemen die zich op dit ogenblik voordoen i.v.m. uitwisselen van informatie worden blijkbaar met maatwerk opgelost, m.a.w. er wordt een eigen interface opgezet die werkt met een eigen formaat.

### 1.2. Uitwisselen van informatie met andere systemen, zoals o.a. een MRP systeem (Material Requirements Planning) of een ERP systeem (Engineering Requirements Planning)

De uitwisseling van gegevens tussen het PDM systeem en de andere systemen van een bedrijf, is een acuut probleem, waar elke firma die PDM implementeert, mee te maken krijgt, en dan gaat het vooral over gegevensuitwisseling met een MRP of ERP systeem.

Het uitwisselen van informatie tussen PDM systemen en andere systemen, gebeurt vooral voor productinformatie zoals BOM (Bill Of Material), stuklijsten, versie-informatie, enz. CAD tekeningen uitwisselen is in deze context niet echt een probleem, omdat CAD tekeningen opgeslagen worden in het PDM-systeem in hun specifiek formaat, zoals aangeleverd door de gebruiker van het CAD systeem. Indien de CAD bestanden lang bewaard moeten worden, kan STEP natuurlijk wel een hulpmiddel zijn. Op deze manier wordt vermeden dat de CAD tekeningen steeds geupdate moeten worden naar de nieuwe versies van het gebruikte CAD-systeem. Als daarenboven de CAD bestanden beschikbaar moeten zijn voor verschillende CAD systemen binnen het bedrijf, moeten de bestanden in een neutraal formaat beschikbaar zijn. Dit is natuurlijk CAD problematiek, maar hij hangt wel nauw samen met het beheer van documenten in het PDM systeem.

De uitwisseling van gegevens tussen het PDM systeem enerzijds en het ERP/MRP systeem anderzijds werd tijdens de conferenties uitvoerig behandeld. Een ERP/MRP systeem heeft immers een BOM nodig om de productie te kunnen plannen. Deze BOM wordt echter ook bijgehouden in het

PDM systeem. Theoretisch zijn er drie benaderingen om dit probleem op te lossen

- Geïntegreerde PDM en MRP/ERP
- PDM als onderdeel van MRP/ERP
- Interface tussen PDM en MRP/ERP

#### 1.1.1. Geïntegreerde PDM en MRP/ERP

In deze oplossing zijn beide toepassingen geïntegreerd, m.a.w. ze werken met een gemeenschappelijke database. Het grote voordeel van deze aanpak is dat er geen problemen zijn i.v.m. replicatie van gegevens, en dat uitbreidingssoftware eenvoudig te schrijven is omdat er maar één homogene bron is van informatie. Het nadeel is dat het in de realiteit onmogelijk is verschillende leveranciers tot een dusdanige samenwerking te bewegen dat er van integratie sprake is.

#### 1.1.2. PDM als onderdeel van MRP/ERP

Deze verder doorgetrokken integratie komt er op neer dat het MRP/ERP pakket functionaliteit gaat bieden om PDM te gaan doen, of omgekeerd, zodat de klant nog maar een pakket hoeft te implementeren om alle gewenste functionaliteit in huis te halen.

Inderdaad, op de conferentie werd meermaals aangehaald dat er een tendens is van de MRP/ERP leveranciers om hun pakketten uit te breiden met PDM functionaliteit. PDM systemen daarentegen zijn niet geneigd om MRP/ERP-functionaliteit te gaan aanbieden.

#### 1.1.3. Interface tussen PDM en MRP/ERP

Het grote voordeel van het communiceren via een interface is dat de pakketten onafhankelijk van elkaar kunnen blijven bestaan. Een interface opzetten kost bovendien minder inspanningen dan bijvoorbeeld een integratie te bewerkstelligen tussen twee pakketten. De problemen die moeten opgelost worden zijn:

- het verzekeren van integriteit van de gegevens, die zich nu op verschillende plaatsen tegelijkertijd bevinden.

- het bepalen van het formaat waarmee de gegevens gaan uitgewisseld worden

Het opstellen van een interfaceformaat kan natuurlijk via STEP. AP203 is mogelijk omdat dit protocol o.a. product categorieën, alternatieven, productstructuren met opties, alternatieven en substituten, en veranderingenbeheer ondersteunt.

Het enige PDM pakket dat tijdens de conferenties aanwezig was en een STEP processor aanbiedt is CADIM/EDB van Eigner & Partner.

### 1.3. Het visualiseren van CAD tekeningen die de gebruiker via PDM opvraagt

Een totaal ander aspect in het gebruik van een PDM systeem is het visualiseren van CAD bestanden. Deze visualisatie heeft in principe niets met de basisfunctionaliteit van een PDM systeem te maken, het kan beschouwd worden als een externe toepassing die in PDM geïntegreerd wordt omdat de gebruiker daar nood aan heeft.

Vele leveranciers die viewers op de markt brengen integreren ook hoe langer hoe meer STEP processoren in hun producten, zodat ze ook in staat zijn om tekeningen te visualiseren die in STEP formaat worden opgeslagen. Zowel het visualiseren volgens AP203 als volgens AP 214 krijgen aandacht.

## 2. Onderscheid Europese en Amerikaanse markt

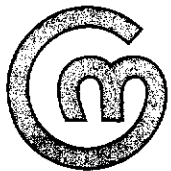
Europa en de Verenigde Staten ontwikkelen elk aan een ander onderdeel van de STEP standaard. Europa legt vooral de nadruk op AP214 en de Verenigde Staten op AP203. Een gevolg hiervan is natuurlijk dat beide continenten eerder geneigd zijn om 'hun' standaard te promoten. AP203 heeft als voordeel dat hij reeds ISO-genormeerd is. AP214 is dan weer veel uitgebreider en beschrijft niet alleen de ontwerpaspecten (inclusief CSG), maar ook andere productgegevens zoals o.a. kinematica, NC-gegevens (Numeric Control), productplanning, enz.

De Amerikanen doen ook op een andere manier zaken dan de Europeanen. Voor een Amerikaan tellen de resultaten van vandaag. Een Europeaan is meer geneigd om rekening te houden met de ontwikkelingen op termijn. Voor een Amerikaan moet ook alles er mooi en imposant uitzien. Een Europeaan wil vooral eerst inhoud en zal de omkadering op de tweede plaats zetten.

Dit verschil in cultuur weerspiegelde ook in de presentaties die op beide conferenties gepresenteerd werden. De Europese conferentie had meer diepgang en gaf een realistischere indruk.

In elk geval blijft de conclusie uit beide conferenties dezelfde.  
STEP wint aan terrein, niet alleen voor geometrische gegevensuitwisseling, maar ook voor de uitwisseling van niet-geometrische gegevens.  
Vooral dit laatste is een belangrijke troef van STEP ten opzichte van de andere neutrale formaten voor gegevensuitwisseling.  
STEP is dus niet meer weg te denken uit de informatiestroom van het productieproces uit de nabije toekomst.

# **BIJLAGE B**



WETENSCHAPPELIJK EN TECHNISCH CENTRUM VAN DE METAALVERWERKENDE BRANCHED

**WTCM**

# ISO 10303

Campus Arenberg  
Celestijnenlaan 300C  
B-3001 Leuven-Heverlee

Tel. +32-(0)16 32.25.91

Fax. +32-(0)16 32.29.84

## **Resultaten STEP Benchmark WTCM juni 1997**

Instelling erkend bij toepassing van de besluitwet van 30 januari 1947

Maatschappelijke zetel en administratie: Lakenweversstraat 21,B-1050 Brussel \* Tel +32-(0)2 510.24.38 \* G-Bank 210-0723013-27 \* BTW BE 406.606.380

# Inhoudstafel

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1. Inleiding                         | 3 |
| 2. Benchmark                         | 4 |
| 2.1. Opzet van de benchmark          | 4 |
| 2.2. Deelnemers STEP-rally           | 6 |
| 2.3. Interpretatie van de resultaten | 7 |
| 3. Overzicht van de resultaten       | 8 |
| 4. Verklarende woordenlijst          | 9 |





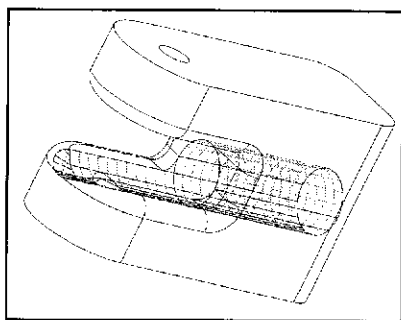
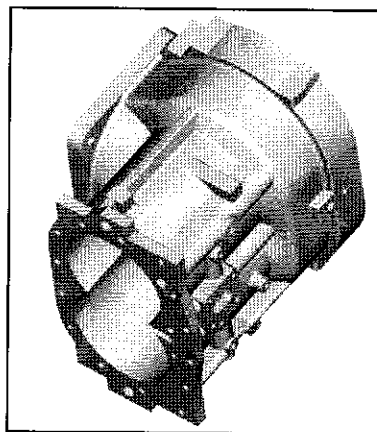
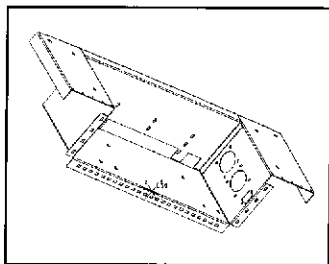
## 1. Inleiding

STEP, Standard for the Exchange of Product Model Data is de gangbare uitdrukking voor de reeks ISO 10303 - normen in het domein van "Product Data Technology" voor de uitwisseling en archivering van productgegevens. STEP is een neutraal formaat dat soft- en hardware onafhankelijk is, waardoor systemen vlotter met elkaar kunnen communiceren en gemeenschappelijke gegevens gemakkelijker toegankelijk zijn.

Het heterogene systeemaanbod (>100 CAD-systemen vandaag) en het cruciale belang van het opslaan en uitwisselen van gegevens tussen productontwikkeling, klanten en toeleveranciers, vragen om een verbeterde en gestandaardiseerde gegevensuitwisseling in de productketen.

Dergelijke standaardisatie van gegevensuitwisseling leidt tot een vlottere communicatie tussen business partners, een verkorting van de ontwikkelings- en implementatietijd van een ontwerp en kostenbesparingen.

Het WTCM is overtuigd van de toegevoegde waarde van STEP voor de industrie in de optimalisering van de productontwikkeling. Vanuit dit standpunt, organiseerde het WTCM een STEP-rally die bedrijven en CAD-leveranciers samenbracht, en die leidde tot een benchmark van een aantal voor het ogenblik beschikbare STEP-processoren.



## 2. Benchmark

### 2.1. Opzet van de benchmark

Vandaag de dag is er een verscheidenheid aan STEP-processoren beschikbaar. Vanuit mechanisch standpunt zijn vooral het AP203 en het AP214 van belang. De benchmark richt zich dan ook naar de STEP-processoren die deze 'Application Protocols' ondersteunen.

De beschikbare AP214-processoren zijn voor het ogenblik:

| <u>Systeem</u>       | <u>CAD-leverancier</u> |
|----------------------|------------------------|
| CADDS                | Computervision         |
| CATIA                | IBM/Dassault           |
| CATIA                | debis Systemhaus       |
| EUCLID QUANTUM       | Matra Datavision       |
| I-DEAS Master Series | SDRC                   |
| I-EMS                | Intergraph             |
| Pro-Engineer         | PTC                    |
| ROBCAD               | Tecnomatix             |
| Solid Designer       | CoCreate Software      |
| Syrko                | Mercedes-Benz          |
| Unigraphics          | EDS                    |

Doelstelling van de benchmark was niet het testen van de kwaliteit van de processoren, maar wel nagaan of de huidige processoren reeds voldoende mogelijkheden bieden om industriële CAD-modellen tussen verschillende systemen via STEP uit te wisselen. Om de kwaliteit van processoren te testen, zou elk systeem STEP-files moeten maken van dezelfde CAD-modellen. Bovendien zou de complexiteit van deze CAD-modellen bij elke test moeten stijgen.

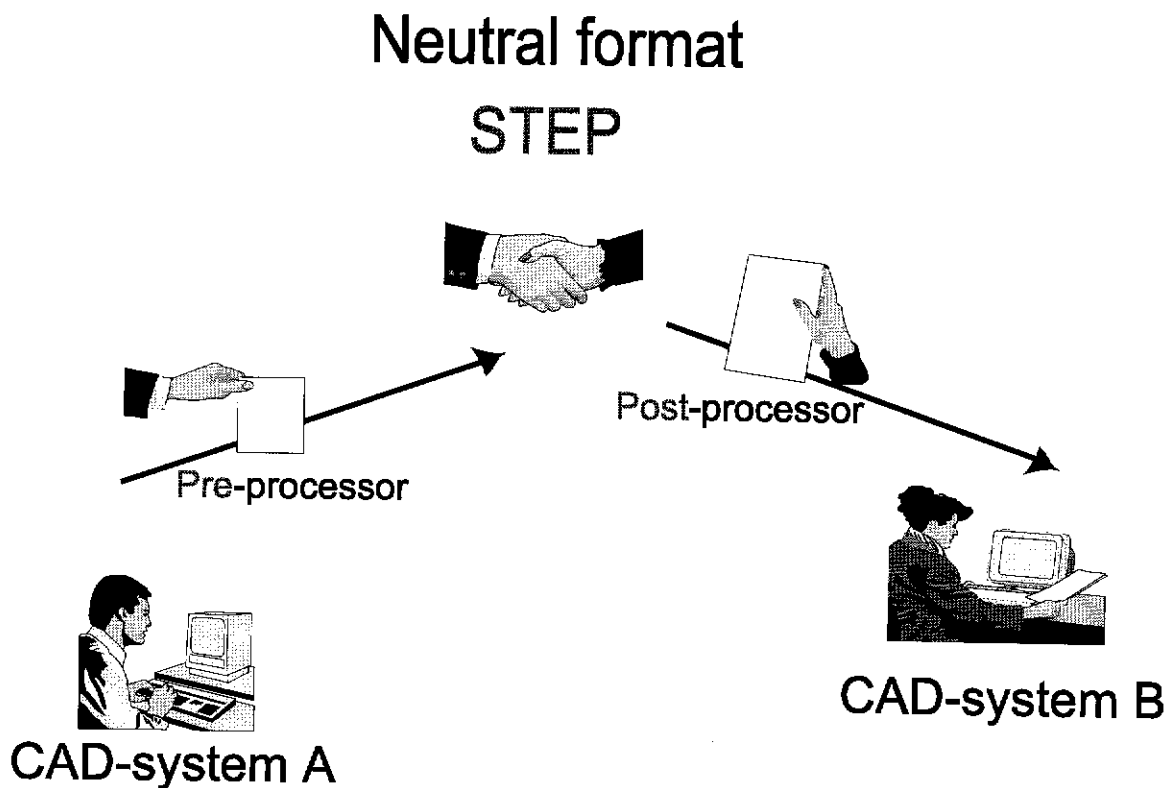


De huidige capaciteit van de processoren nagaan, kan door CAD-modellen, zoals ze in de praktijk gebruikt worden, uit te wisselen via STEP in een 'Inter system'-test. Deze manier van werken geeft een *kwalitatief* beeld van de mogelijkheden van de pre- en postprocessors van de verschillende systemen.

Enkele voorbeelden van geteste CAD-modellen zijn: spuitgietproducten zoals een haardroger of een telefoon, rotorhuizen, onderdelen van voertuigen zoals uitlaatpijpen en velgen, enz.

### 'Inter system'-test

Figuur 2.1 geeft een methode weer voor het valideren van CAD/CAM-interface-software. Met de preprocessor van CAD-systeem A, wordt een STEP-file aangemaakt, die dan via de postprocessor van CAD-systeem B terug in een CAD-model wordt omgezet. Het is mogelijk dat het getransleerde model handmatig bijgewerkt moet worden. Handmatig bijwerken betekent: eventuele gaten in het oppervlak dichten, curves die niet goed aansluiten verbinden of van een 'surface model' een '3D solid' maken.



figuur 2.1.: 'Inter system'- test

## 2.2. Deelnemers STEP-rally

De participatie van eindgebruikers in de benchmark, was van cruciaal belang voor de concrete toepasbaarheid van de resultaten. Zij leverden de nodige test-cases die toelieten om de praktische bruikbaarheid van de huidige STEP-processoren na te gaan.

CAD-leveranciers en ontwikkelaars van toepassingssoftware zijn onmisbaar voor de ontwikkeling en de implementatie van STEP. Zij leverden de processoren en applicaties die de gegevensuitwisseling op basis van STEP mogelijk maken. Zij zijn op de hoogte van de laatste nieuwe ontwikkelingen en stelden ons in staat de testen zo up-to-date mogelijk uit te voeren.

Deelnemers aan de STEP-rally waren acht eindgebruikers en zeven CAD-leveranciers:

### 1. Eindgebruikers

- Alcatel Bell  
Berkenrodelei 33, 2660 Hoboken
- Bosal  
Dellestraat 20, 3560 Lummen
- Lemmerz  
Lageweg 392, 2660 Hoboken
- Overpelt Plascobel N.V.  
Fabrieksstraat 145, 3900 Overpelt
- Philips Competence Center Plastics  
Building SEH-2, P.O. Box 218, 5600 MD Eindhoven (Nederland)
- TechnoConsulting  
Wingepark 4, 3110 Rotselaar
- VCST Variabele Transmissie N.V.  
Groenstraat 60, 3800 Sint-Truiden
- Volvo Europa Truck  
Smalleheerweg 31, P.O. Box 10, 9041 Gent



## 2. CAD-leveranciers

- Axis (ProEngineer)  
Place de l'Université 16, 1348 Louvain-La-Neuve
- Computervision (CADD5)  
Excelsiorlaan 61, 1930 Zaventem
- EDS (Unigraphics)  
Fountain Plaza Belgicastraat 5, 1930 Zaventem
- IBM (CATIA)  
Victoria Reginalplantsoen 1, 1210 Brussel
- Matra Datavision Benelux (STRIM)  
I. Meyskensstraat 224, 1780 Wemmel
- Savaco (Solid Designer)  
Kennedypark 24, 8500 Kortrijk
- SDRC (I-DEAS)  
Marsh & McLennan Building, Rivium Quadrant 8, 2909 LC Capelle a/d IJssel (Nederland)

### 2.3. Interpretatie van de resultaten

De resultaten vermeld in dit rapport, moeten met enige omzichtigheid geïnterpreteerd worden. Gezien het groot aantal verschillende modellen van 3D solids dat gebruikt werd, geeft de volgende paragraaf slechts de gemiddelde resultaten weer van de verschillende testen.







Belangrijk hierbij is rekening houden met de complexiteit van het oorspronkelijk model en de nauwkeurigheid waarmee de modellen aangemaakt en ingelezen werden.



### 3. Overzicht van de resultaten

Figuur 3.1. geeft de gemiddelde resultaten weer van de benchmark. De kleuren- en streepjescode geeft een kwalitatief beeld van de mogelijkheden van geometrische gegevensuitwisseling via de huidige STEP-processoren.

| Source System  | Target System |       |       |          |        |        |
|----------------|---------------|-------|-------|----------|--------|--------|
|                | CADDS         | Catia | Pro/E | Solid D. | Unigr. | I-Deas |
| CADDS          | *             | 4     | 4     | 4        | 4      | 4      |
| Catia/Dassault | 3             | 4     | 4     | 4        | 3      | 1      |
| Pro-Engineer   | 2             | 4     | 4     | 4        | 4      | 3      |
| Solid Designer | 1             | 4     | 4     | *        | 4      | 4      |
| Unigraphics    | 3             | 4     | 3     | 4        | 4      | 3      |
| I-Deas         | 3             | 4     | 4     | 4        | 4      | 4      |

- 4  volledige solid, volume kan berekend worden en is correct binnen 1%
- 3  onvolledige solid, of het volume kan niet berekend worden, of verschilt meer dan 1%
- 2  alleen surface model, maar volledig, oppervlakte te berekenen
- 1  alleen wireframe of onvolledig surface model
- 0  geen of een leeg model gecreëerd
- \*  niet getest

figuur 3.1.: Overzicht gemiddelde resultaten benchmark



## 4. Verklarende woordenlijst

Deze paragraaf geeft een korte beschrijving van enkele terminologieën die in dit rapport voorkomen.

### Applicatie Protocol

STEP definieert een zeer groot aantal basiselementen, maar een STEP-processor is vaak gebouwd voor een specifiek toepassingsgebied. Dit toepassingsgebied heeft alleen een deel van alle mogelijke basiselementen nodig, maar heeft mogelijk nood aan specifieke definities over hoe de uitgewisselde data geïnterpreteerd moeten worden binnen de context van de toepassing. Dergelijke definitie die bepaalt welke basiselementen gebruikt moeten worden en hoe ze geïnterpreteerd moeten worden, heet een 'Applicatie Protocol'.

- AP203 'Configuration controlled manufacturing and design'  
Specificeert hoe geometrische (wirfame, surfaces en solids) en organisatorische (bvb. goedkeuring, classificatie, assemblies,...) data gecombineerd moeten worden. AP203 is reeds een internationale standaard en gebruikt in sectoren als vliegtuigindustrie en het U.S. leger.
- AP214 'Core data for automotive design processes'  
In dit AP zijn geometrie en organisatorische data vervat, evenals productgegevens uit andere gebieden (bvb. draughting en voorstelling, kinematica, materiaaleigenschappen, oppervlaktekwaliteiten,...). AP214 bevat de basiselementen die vooral in de automobielindustrie gebruikt worden.

### Nauwkeurigheid

De tolerantie bij het modelleren in de verschillende CAD-systemen kan sterk uiteenlopend zijn. Sommige systemen zijn gebaseerd op hoog precisie wiskundige voorstellingen, andere zijn zodanig ontworpen dat zij werken met eerder onnauwkeurig gedefinieerde geometrie; sommige gebruiken dezelfde modelleernauwkeurigheid over het hele model, terwijl andere verschillende nauwkeurigheden binnen één en hetzelfde model toelaten. De STEP-postprocessor zou dus een brug moeten kunnen zijn tussen deze verschillende concepten.

Een solid wordt beschreven door haar geometrie en topologie:

- geometrie elementen de wiskundige voorstelling van de oppervlakken en curves weergeven.
- topologie elementen die beschrijven hoe de geometrie elementen in elkaar passen (bvb. oriëntatie van normalen, aansluitende vlakken,...).



Een van de cruciale aspecten voor het succesvol uitwisselen van gegevens, is het niveau waarop geometrie en topologie op elkaar afgestemd zijn: als twee oppervlakken *topologisch* buren zijn, wat is dan de afstand tussen beide?





# BIJLAGE C



WETENSCHAPPELIJK EN TECHNISCH BUREAU VAN DE METAALVERWERKINGE PLANDEN

WTCM

# ISO 10303

Campus Arenberg  
Celestijnenlaan 300C  
B-3001 Leuven-Heverlee

Tel. +32-(0)16 32.25.91  
Fax. +32-(0)16 32.29.84



## *Resultaten WTCM STEP Testronde April 1998*

Instelling erkend bij toepassing van de besluitwet van 30 januari 1947

Maatschappelijke zetel en administratie: Lakenweversstraat 21, B-1050 Brussel \* Tel +32-(0)2 510.24.38 \* G-Bank 210-0723013-27 \* BTW BE 406.606.380

Hartelijk dank aan alle deelnemers voor de extra inspanningen  
die de WTCM STEP Testronde vroeg!

7 april 1998

ir. Ariane Magera



# Inhoudstafel

|   |    |
|---|----|
| 1. Inleiding .....  | 5  |
| 2. Verloop van de WTCM STEP Testronde .....               | 6  |
| 2.1. Opzet van de Testronde .....                         | 6  |
| 2.2. Deelnemers .....                                     | 6  |
| 2.3. Procedure .....                                      | 7  |
| 3. Beschrijving van de modellen .....                     | 8  |
| 3.1. Surface model 'Kegels' .....                         | 8  |
| 3.2. Solid model 'Koppel' .....                           | 9  |
| 3.3. Solid model 'Steen' .....                            | 10 |
| 4. Resultaten .....                                       | 11 |
| 4.1. Verklaring symbolen .....                            | 11 |
| 4.2. Overzicht voor het surface model 'Kegels' .....      | 12 |
| 4.3. Overzicht voor het solid model 'Koppel' .....        | 12 |
| 4.4. Overzicht voor het solid model 'Steen' .....         | 13 |
| 5. CADD55 (Computervision) .....                          | 14 |
| 5.1. Configuratie .....                                   | 14 |
| 5.2. Algemene beschrijving van de processoren .....       | 14 |
| 5.3. Preprocessor .....                                   | 14 |
| 5.4. Postprocessor .....                                  | 14 |
| 5.5. Verwerking van de STEP files door CADD55 .....       | 15 |
| 6. Catia (Dassault Systèmes) .....                        | 16 |
| 6.1. Configuratie .....                                   | 16 |
| 6.2. Preprocessor .....                                   | 16 |
| 6.3. Postprocessor .....                                  | 16 |
| 6.4. Verwerking van de STEP files door Catia .....        | 17 |
| 7. I-DEAS (SDRC) .....                                    | 18 |
| 7.1. Configuratie .....                                   | 18 |
| 7.2. Preprocessor .....                                   | 18 |
| 7.3. Postprocessor .....                                  | 18 |
| 7.4. Verwerking van de STEP files door I-DEAS .....       | 19 |
| 8. Pro/Engineer (PTC) .....                               | 20 |
| 8.1. Configuratie .....                                   | 20 |
| 8.2. Algemene informatie over de processoren .....        | 20 |
| 8.3. Preprocessor .....                                   | 20 |
| 8.4. Postprocessor .....                                  | 21 |
| 8.5. Verwerking van de STEP files door Pro/Engineer ..... | 22 |



|   |    |
|---|----|
| 9. SolidDesigner (CoCreate).....                          | 24 |
| 9.1. Configuratie .....                                   | 24 |
| 9.2. Algemene informatie over de processoren .....        | 24 |
| 9.3. Preprocessor .....                                   | 24 |
| 9.4. Postprocessor .....                                  | 25 |
| 9.5. Verwerking van de STEP files door SolidDesigner..... | 25 |
| 10. Unigraphics (Unigraphics Solutions) .....             | 27 |
| 10.1. Configuratie .....                                  | 27 |
| 10.2. Algemene informatie over de processoren .....       | 27 |
| 10.3. Preprocessor .....                                  | 27 |
| 10.4. Postprocessor.....                                  | 28 |
| 10.5. Verwerken van de resultaten door Unigraphics .....  | 28 |
| 11. Overzicht.....  | 29 |
| 11.1. Resultaten op één pagina .....                      | 29 |
| 11.2. Besluit.....  | 30 |
| Appendix.....   | 31 |



## 1. Inleiding

STEP, Standard for the Exchange of Product Model Data is de gangbare uitdrukking voor de reeks ISO 10303 - normen in het domein van "Product Data Technology" voor de uitwisseling en archivering van productgegevens. STEP is een neutraal formaat dat soft- en hardware onafhankelijk is, waardoor systemen vlotter met elkaar kunnen communiceren en gemeenschappelijke gegevens gemakkelijker toegankelijk zijn.

De toegevoegde waarde van STEP in de optimalisering van de productontwikkeling is niet te onderschatten. STEP is het enige alternatief voor het uitwisselen van volumetrische CAD-modellen en het uitwisselen van productgegevens in hetzelfde formaat, gedurende de volledige productlevenscyclus. Zelfs bij de recyclage van een product is gegevensuitwisseling via STEP tussen producent en recyclagebedrijf denkbaar.

Daarom, wenst het WTCM, vanuit haar positie als dienstverlenende organisatie naar de Belgische industrie, o.a. op de hoogte te blijven van de continue evolutie en de laatste nieuwe ontwikkelingen rond STEP.

Begin '96 startte het WTCM een project: 'Industrialisatie van STEP in België.' STEP leek toen voor velen nog een verre realiteit. Vandaag experimenteren meer en meer ondernemingen met de nieuwe standaard, vooral voor het uitwisselen van CAD-gegevens.

Deze evolutie in het industrieel gebruik van STEP voor het uitwisselen van geometrische gegevens gaf aanleiding tot de WTCM STEP Testronde.

Zowel CAD-gebruikers als leveranciers werden uitgenodigd om deel te nemen aan deze Testronde, die leidde tot de resultaten, voorgesteld in dit rapport.



## 2. Verloop van de WTCM STEP Testronde

### 2.1. Opzet van de Testronde

Efficiënt uitwisselen van productgegevens speelt een steeds belangrijkere rol in het bedrijfsleven. In het proces van ontwerpfase tot eindproduct, zijn vaak verschillende partijen betrokken. Designers, ontwerpers van elektronische en mechanische componenten, kwaliteitscontroleurs (bvb. resultaten van CMM-metingen), geautomatiseerde productie, enz., spelen allemaal een rol in het komen tot een eindproduct. Elk gebruiken ze hun eigen soft- en hardware, die het best voldoet om hun aandeel in het productieproces te voltooien. Om competitief te blijven heeft 'Concurrent Engineering' dus nood aan een uitwisselingsformaat dat elke betrokken partij kan hanteren en dat een manuele verbetering van de omgezette gegevens minimaliseert.

Ook bij het concept van 'Reverse Engineering', waarbij het uitgangspunt het product is en het resultaat een CAD-tekening, die bijvoorbeeld opgebouwd is aan de hand van CMM-meetpunten en die als basis kan dienen voor een nieuw product, is uitwisselen van productgegevens tussen meerdere software pakketten vaak nodig. De nood aan een neutraal formaat, dat voldoet aan de behoeften van vandaag en morgen, is ingevuld door STEP. Door de druk van de industrie en door de nauwe samenwerking van CAD-leveranciers en gespecialiseerde STEP-organisaties, is de performantie van de STEP-processoren de laatste twee jaren sterk geëvolueerd.

Een groot deel van de onvolmaaktheden van de processoren moeten echter door het gebruik in de praktijk aan het licht komen. Praktische toepassingen brengen specifieke problemen naar voren.

Om gebruikers en CAD-leveranciers de gelegenheid te geven om delicate punten in de STEP-uitwisseling door te geven, werd de WTCM STEP Testronde opgezet. In eerst instantie werd het 'Application Protocol'

AP203 getest. AP203 is reeds een ISO-standaard en dus als geheel verder gevorderd dan het AP214.

### 2.2. Deelnemers

Zowel gebruikers als CAD-leveranciers namen deel aan de WTCM STEP Testronde.

- |                                  |                                       |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1) Techspace Aero, Milmort       | CADDS5 van Computervision             |
| 2) Bosal International, Lummen   | Catia van IBM/Dassault                |
| 3) SDRC, Capelle a/d IJssel (NL) | I-DEAS van SDRC                       |
| 4) Axis Rand, Louvain-la-Neuve   | Pro/Engineer van PTC                  |
| 5) Savaco, Kortrijk              | SolidDesigner van CoCreate            |
| 6) Alcatel Bell, Hoboken         | Unigraphics van Unigraphics Solutions |



### 2.3. Procedure

Deze paragraaf beschrijft in het kort het praktische verloop van de testen. De gebruikers en CAD-leveranciers zorgden voor het aanmaken van de bestanden. WTCM controleerde de juistheid van de uitgewisselde bestanden en nam de algemene coördinatie en de verwerking van de resultaten voor haar rekening.

- WTCM bepaalde drie modellen: een surface model en twee solids. Deze modellen worden gedetailleerd beschreven in hoofdstuk 3.  
De modellen bevatten maar één soort geometrie, ofwel solids ofwel geometrisch gebonden, want AP203 ondersteunt geen layers en beide geometrieën kunnen dus niet afzonderlijk bekeken worden.
- De deelnemers, construeerden de drie modellen en exporteerden een STEP file volgens AP203.
- Eerste controle: Indien een model niet via STEP terug geïmporteerd kon worden in het oorspronkelijke systeem, werd dit model uitgesloten van de STEP Testronde. Geen enkel model moest om deze reden uitgesloten worden.
- Tweede controle: Het WTCM controleerde de STEP files op syntax, semantiek, structuur en eventueel topologie.
- Indien de STEP file goedgekeurd werd, stuurde het WTCM de files verder door naar de andere betrokken partijen.
- De andere partijen importeerden elk de STEP files die door de andere systemen aangemaakt werden. De resultaten werden door het WTCM verwerkt en in dit document gepubliceerd.





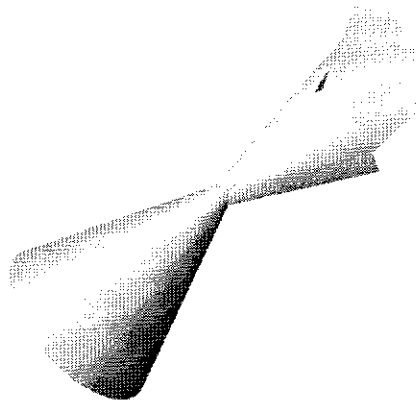
### 3. Beschrijving van de modellen

In deze WTCM STEP Testronde, werd geopteerd voor synthetische modellen die voldoende eigenschappen hebben die moeilijkheden zouden kunnen genereren bij het uitwisselen van de CAD-gegevens tussen de deelnemende systemen.

Drie modellen werden gebruikt als basis voor het uitwisselen van de geometrische gegevens: één oppervlaktemodel en twee volumetrische modellen. Een assembly werd voorlopig niet getest omdat twee van de zes systemen, namelijk CADD5 van Computervision en I-DEAS van SDRC) voor STEP nog geen assemblies ondersteunen.

#### 3.1. Surface model 'Kegels'

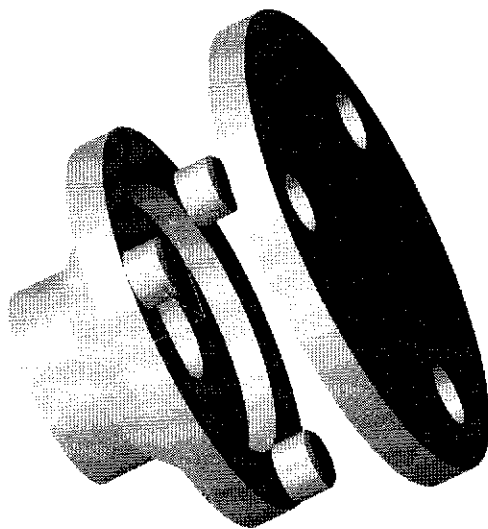
Figuur 3.1 toont het surface model. Dit model bevat twee conische oppervlakken en een regeloppervlak, een driehoekig gat dat tegelijkertijd door één van de kegeloppervlakken en het regeloppervlak gaat.



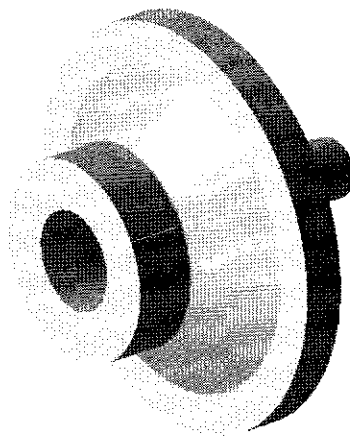
Figuur 3.1: Voorstelling van surface model 'Kegels'

### 3.2. Solid model 'Koppel'

Figuur 3.2 toont het eerste solid model. Dit model bestaat uit twee solids maar is géén assembly. De diameter van de boorgaten in de vrouwelijke solid is slechts 0,05 mm groter dan de diameter van de voetjes van de mannelijke solid (cfr. figuur 3.3). Dit model bevat een conisch gedeelte, afrondingen en afschuiningen.



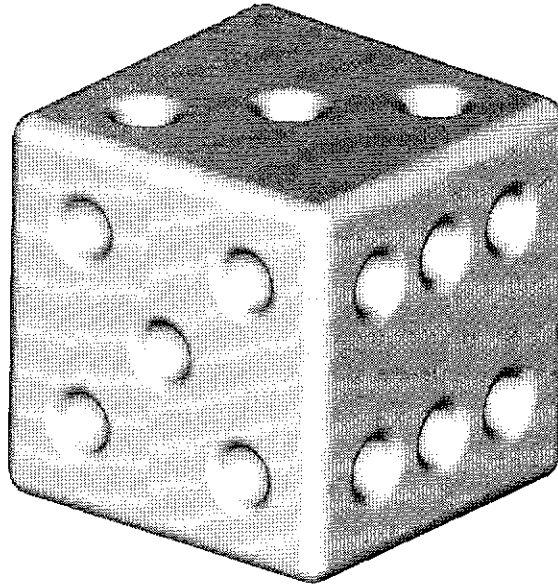
Figuur 3.2: Voorstelling van het solid model 'Koppel' (geen assembly)



Figuur 3.3: Voorstelling van het mannelijk gedeelte van de koppeling

### 3.3. Solid model 'Steen'

Figuur 3.4 geeft het tweede solid model weer. Dit model is een dobbelsteen, geconstrueerd vertrekkende van een kubus waarvan halve bollen werden afgetrokken. Afrondingen liggen op de ribben van de kubus en de randen van de gaten.



Figuur 3.4: Voorstelling van het solid model 'Steen'

## 4. Resultaten

Een overzicht van de resultaten vindt u hieronder in tabelvorm. De drie vooropgestelde modellen werden in elk deelnemend systeem ontworpen en omgezet in een STEP file. De STEP file kon steeds succesvol geïmporteerd worden in het oorspronkelijke systeem. Geen enkel model werd dus voor evaluatie uitgesloten.

Per model bestaat er een tabel waarvan de linkse kolom de systemen bevat die de STEP file aanmaken of exporteren (Source). De bovenste rij bevat de systemen die de STEP file inlezen of importeren (Target). De kwaliteit van de uitwisselingen wordt grafisch weergegeven door balkjes waarvan u de verklaring hieronder vindt.

### 4.1. Verklaring symbolen



Zwart geeft het percentage correct getransfereerde surfaces (voor het surface model 'Kegels') of solid (voor de solid models 'Koppel' en 'Steen') aan.



Zwart geruit betekent dat het resulterende model mits een kleine manuele ingreep, correct is.



Grijs geruit betekent dat het resulterende model correct is, maar dat het systeem een warning gaf.



Een combinatie van zwart en grijs geruit, betekent dat er een warning verscheen én dat het resulterende model mits een kleine manuele aanpassing correct was.



Grijs betekent dat alleen de surfaces van het solid model doorkwamen.



Wit betekent een foutieve omzetting.

Bijvoorbeeld:



50 % van het model kwam als solid door  
 25% van het model kwam slechts als surfaces door  
 25% van het model ging verloren

4.2. Overzicht voor het surface model 'Kegels'

| Target                               | CADDS5<br>Computervision | Catia<br>Dassault Systèmes | I-DEAS<br>SDRC | Pro/Engineer<br>PTC | SolidDesigner<br>CoCreate | Unigraphics<br>Unigraphics Solutions |
|--------------------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------|---------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Source                               | CADDS5<br>Computervision | Catia<br>Dassault Systèmes | I-DEAS<br>SDRC | Pro/Engineer<br>PTC | SolidDesigner<br>CoCreate | Unigraphics<br>Unigraphics Solutions |
| CADDS5<br>Computervision             |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| Catia<br>Dassault Systèmes           |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| I-DEAS<br>SDRC                       |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| Pro/Engineer<br>PTC                  |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| SolidDesigner<br>CoCreate            |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| Unigraphics<br>Unigraphics Solutions |                          |                            |                |                     |                           |                                      |

4.3. Overzicht voor het solid model 'Koppel'

Opmerking: Het symbool wordt hier uitzonderlijk gebruikt omdat het oorspronkelijke Pro/Engineer model een assembly is en zowel de processoren van CADDS5 als van I-DEAS Master Series geen assemblies ondersteunen.

| Target                               | CADDS5<br>Computervision | Catia<br>Dassault Systèmes | I-DEAS<br>SDRC | Pro/Engineer<br>PTC | SolidDesigner<br>CoCreate | Unigraphics<br>Unigraphics Solutions |
|--------------------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------|---------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Source                               | CADDS5<br>Computervision | Catia<br>Dassault Systèmes | I-DEAS<br>SDRC | Pro/Engineer<br>PTC | SolidDesigner<br>CoCreate | Unigraphics<br>Unigraphics Solutions |
| CADDS5<br>Computervision             |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| Catia<br>Dassault Systèmes           |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| I-DEAS<br>SDRC                       |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| Pro/Engineer<br>PTC                  |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| SolidDesigner<br>CoCreate            |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| Unigraphics<br>Unigraphics Solutions |                          |                            |                |                     |                           |                                      |

4.4. Overzicht voor het solid model 'Steen'

| Target                               | CADDS5<br>Computervision | Catia<br>Dassault Systèmes | I-DEAS<br>SDRC | Pro/Engineer<br>PTC | SolidDesigner<br>CoCreate | Unigraphics<br>Unigraphics Solutions |
|--------------------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------|---------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Source                               | CADDS5<br>Computervision | Catia<br>Dassault Systèmes | I-DEAS<br>SDRC | Pro/Engineer<br>PTC | SolidDesigner<br>CoCreate | Unigraphics<br>Unigraphics Solutions |
| CADDS5<br>Computervision             |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| Catia<br>Dassault Systèmes           |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| I-DEAS<br>SDRC                       |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| Pro/Engineer<br>PTC                  |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| SolidDesigner<br>CoCreate            |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| Unigraphics<br>Unigraphics Solutions |                          |                            |                |                     |                           |                                      |

## 5. CADD5 (Computervision)

### 5.1. Configuratie

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| CAD Systeem           | Cadds5 rev 7.1 |
| Platform en OS        | HP HPUX10.20   |
| Naam van de processor | AP203 v3.1     |

### 5.2. Algemene beschrijving van de processoren

De STEP processoren van Computervision werken in batch. Dit betekent dat zij buiten CADD5 om in een normale 'shell' omgeving draaien.

### 5.3. Preprocessor

De preprocessor wordt gestart met het commando *putap203 <config-file>*. De configuratie file bevat de nodige informatie.

De '*pnt\_tol*' parameter bepaalt welke waarde in de STEP file (UNCERTAINTY\_MEASURE\_WITH\_UNIT entiteit met de naam *distance\_accuracy\_value*) wordt geschreven als aanduiding van de nauwkeurigheid. Andere STEP processoren zouden deze waarde kunnen interpreteren als de nauwkeurigheid van het CADD5-model. De gebruiker moet er zich dus van vergewissen dat deze parameter zo ingesteld wordt dat hij de nauwkeurigheid van het CADD5-model weergeeft.

De processor creëert ook een log file die o.a. de parameterinstellingen, een lijst van de vertaalde CADD5-entiteiten, eventuele foutboodschappen en een overzicht van de berekeningstijd weergeeft.

### 5.4. Postprocessor

Net zoals voor de preprocessor bestaat er voor de postprocessor een commando *getap203 <config-file>* om de postprocessor te starten.

Ook hier wordt een log file gecreëerd die dezelfde informatie bevat als de log file van de preprocessor.



## 5.5. Verwerking van de STEP files door CADD55

### CADD55 (Computervision)

- Surface model 'Kegels': OK
- Solid model 'Koppel': De afrondingen aan de pennen van het mannelijk deel, sluiten niet volledig aan met andere vlakken. Manueel de vlakken samenvoegen (1 bewerking) resulteert in een solid.
- Solid model 'Steen': De afrondingen op de hoekpunten van de kubus zijn niet steeds correct. Manueel hertrimmen van de zijvlakken en nadien de oppervlakken terug aan elkaar naaien resulteert in een solid.

Opm: Assemblies worden niet ondersteund door CADD55 (Computervision)

### CATIA (Dassault Systèmes)

- Surface model 'Kegels': OK
- Solid model 'Koppel': OK
- Solid model 'Steen': De ogen van de dobbelsteen zijn niet correct getrimd. Manueel hertrimmen en opnieuw aan elkaar naaien van de oppervlakken resulteert in een solid.

### I-DEAS (SDRC)

- Surface model 'Kegels': OK
- Solid model 'Koppel': OK
- Solid model 'Steen': OK

### Pro/Engineer (PTC)

- Surface model 'Kegels': Het regeloppervlak onderaan is verkeerd getrimd. Untrimmen en nadien hertrimmen van het oppervlak lost het probleem op.
- Solid model 'Koppel': CADD55 ondersteunt geen assemblies en het oorspronkelijke Pro/Engineer model is een assembly.
- Solid model 'Steen': OK

### SolidDesigner (CoCreate)

- Surface model 'Kegels': Niet alle oppervlakken komen perfect door.
- Solid model 'Koppel': Enkel het vrouwelijk gedeelte van de koppeling wordt getransfereerd. Nochtans is het oorspronkelijke SolidDesigner model geen assembly.
- Solid model 'Steen': De ogen van de dobbelsteen zijn niet correct getrimd. Manueel hertrimmen en opnieuw aan elkaar naaien van de oppervlakken resulteert in een solid.

### Unigraphics (Unigraphics Solutions)

- Surface model 'Kegels': Niet alle surfaces komen perfect door.
- Solid model 'Koppel': Het vrouwelijk gedeelte is een surface model.
- Solid model 'Steen': Afrondingen op de hoekpunten van de kubus zijn som niet correct. Manueel hertrimmen van de oppervlakken en nadien de surfaces terug aan elkaar naaien resulteert in een solid.





## 6. Catia (Dassault Systèmes)

### 6.1. Configuratie

|                       |                               |
|-----------------------|-------------------------------|
| CAD Systeem           | CATIA V4.1.8 Refresh 1        |
| Platform en OS        | IBM (43P-133), AIX 4.1.4      |
| Naam van de processor | CATIA.STEP AP203 IBM/Dassault |

### 6.2. Preprocessor

De Dassault STEP preprocessor CATSTP van Catia, kan lopen via de CATUTIL utility box. De preprocessor kan ook lopen in batch mode. Hij ondersteunt solids, surfaces, wireframes en assemblies. Catia ondersteunt twee soorten solids: SOLM (faceted B-reps in STEP) en SOLIDE (manifold B-reps in STEP). De solids voor deze Testronde werden gedefinieerd als SOLIDE.

De CATSTP processor heeft geen bepaalde opties die ingesteld kunnen worden. Hij creëert wel een log file die aanduidt welke Catia-elementen omgezet werden in STEP-entiteiten en een overzicht van de getransfereerde entiteiten weergeeft.

### 6.3. Postprocessor

De STPCAT postprocessor loopt op dezelfde manier als de preprocessor. Hij kan echter wel op voorhand geconfigureerd worden in de locale USRENV.dcls file met de volgende twee opties:

- stpcat.EXACT\_SOLIDS\_CREATION = TRUE
- stpcat.TOPOLOGY\_HEALING = TRUE

De eerste optie zorgt ervoor dat de solids getransfereerd worden naar Catia SOLIDE-elementen in plaats van louter volumes. De tweede optie probeert het model topologisch te herstellen, wat vaak een zeer positieve invloed op de resultaten heeft.

De STPCAT processor kan ook meerdere STEP files tegelijkertijd omzetten. Er moet een waarde ingegeven worden voor de 'identical curve tolerance'. Deze waarde bepaalt de dimensie die het Catia model uiteindelijk zal hebben. Zo betekent 0.1 (default) bijvoorbeeld dat de dimensie van de ruimte 10 meter bedraagt. Deze waarde veranderen, kan een impact hebben op de resultaten van de translatie.



#### 6.4. Verwerking van de STEP files door Catia

##### CADDS5 (Computervision)

- Surface model 'Kegels': OK
- Solid model 'Koppel': OK
- Solid model 'Steen': OK

##### Catia (Dassault Systèmes)

- Surface model 'Kegels': OK
- Solid model 'Koppel': OK
- Solid model 'Steen': OK

##### I-DEAS (SDRC)

- Surface model 'Kegels': OK
- Solid model 'Koppel': 3 advanced faces werden niet getransfereerd. Dit heeft als gevolg dat het vrouwelijke gedeelte slechts een surface model is. Het mannelijk gedeelte komt echter wel goed door.
- Solid model 'Steen': OK

##### Pro/Engineer (PTC)

- Surface model 'Kegels': OK
- Solid model 'Koppel': OK
- Solid model 'Steen': OK

##### SolidDesigner (CoCreate)

- Surface model 'Kegels': OK
- Solid model 'Koppel': Execution Failed
- Solid model 'Steen': OK

##### Unigraphics (Unigraphics Solutions)

- Surface model 'Kegels': OK
- Solid model 'Koppel': OK
- Solid model 'Steen': OK



## 7. I-DEAS (SDRC)

### 7.1. Configuratie

|                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| CAD Systeem           | I-DEAS Master Series 5 |
| Platform en OS        | HP 9000/780 HPUX 10.20 |
| Naam van de processor | I-DEAS Master Series 5 |

### 7.2. Preprocessor

De STEP preprocessor wordt geactiveerd vanuit het menu File/Export. Het gewenste STEP 'Application Protocol' kan gekozen worden (AP203 of AP214). Na het selecteren van het gewenste model, beschikt de gebruiker over de volgende opties:

- **Edit user attributes**, laat toe om organisatorische data weg te schrijven.
- **STEP representation**, laat toe te definiëren hoe bepaalde aspecten van het model in de STEP file voorgesteld moeten worden.
- **File name** is voorzien om een naam te geven aan de STEP file die gegenereerd wordt.

Meestal wordt een log file gecreëerd met dezelfde naam als de STEP file, maar met de extensie *.opr*. De log file bevat o.a. algemene configuratie parameters, toleranties, export configuratie parameters die aangeven hoe het model in STEP voorgesteld moet worden, een overzicht van de I-DEAS Master Series part/entity en een overzicht van de STEP file entiteiten.

### 7.3. Postprocessor

Ook hier kan weer gekozen worden voor een bepaald Application Protocol (AP203, AP214). De postprocessor wordt opgestart vanuit het menu File/Import. De naam van de STEP file die geïmporteerd moet worden, moet ingegeven worden.

Automatisch wordt een log file gecreëerd zoals bij de preprocessor maar ditmaal met een extensie *.ipr*. De log file bevat informatie zoals: een tijdsaanduiding, algemene configuratie parameters (zoals het gebruikte Application Protocol), toleranties, foutmeldingen gedurende het lezen van de STEP file, foutmeldingen tijdens het converteren van de STEP file, een overzicht van de herstellende geometrie en topologie met een verwijzing naar de STEP entiteiten en een overzicht van de I-DEAS Master Series part/entity.

Er zijn geen bijkomende opties, zoals toleranties bijvoorbeeld, die het interpreteren van de STEP gegevens zouden kunnen beïnvloeden.

Er zijn wel mogelijkheden om solids te repareren zoals niet gesloten solids aan elkaar naaien.



## 7.4. Verwerking van de STEP files door I-DEAS

### CADDS5 (Computervision)

- Surface model 'Kegels': Referentie punten en lijnen komen mee in het I-DEAS model en worden omgezet in Points en Curves. De oppervlakken worden wel mee getransfereerd, maar er komt een extra klein volume mee.
- Solid model 'Koppel': OK
- Solid model 'Steen': OK

### Catia (Dassault Systèmes)

- Surface model 'Kegels': Foutmelding bij het importeren van de STEP file: 'Part Number contains invalid characters' -- > Er wordt een mogelijkheid geboden om dit te veranderen. Alle referentielijnen en -punten zijn meegekomen in het model.
- Solid model 'Koppel': Foutmelding bij het importeren van de STEP file: 'Part Number contains invalid characters' -- > Er wordt een mogelijkheid geboden om dit te veranderen. Slechts na een 'stitch' opdracht (aan elkaar naaien) van het geïmporteerde model, wordt het model een solid.
- Solid model 'Steen': Foutmelding bij het importeren van de STEP file: 'Part Number contains invalid characters' -- > Er wordt een mogelijkheid geboden om dit te veranderen. Slechts na een 'stitch' opdracht (aan elkaar naaien) van het geïmporteerde model, wordt het model een solid.

### Pro/Engineer (PTC)

- Surface model 'Kegels': Na 'stitch' opdracht op het geïmporteerde model vormen de halve kegels één geheel.
- Solid model 'Koppel': Hertrimmen en een 'stitch' opdracht resulteert in een solid.
- Solid model 'Steen': Het geïmporteerde model is een surface model dat na een 'stitch' opdracht een solid wordt.

### SolidDesigner (CoCreate)

- Surface model 'Kegels': De twee curves die in het model zitten zijn zeer klein. Niet de volledige oppervlakte wordt getransfereerd.
- Solid model 'Koppel': OK
- Solid model 'Steen': OK

### Unigraphics (Unigraphics Solutions)

- Surface model 'Kegels': Het model is niet goed getrimd. De aansluiting tussen kegel- en regeloppervlak is niet correct.
- Solid model 'Koppel': OK
- Solid model 'Steen': Het geïmporteerde model is een surface model. Zelfs na een 'stitch' opdracht blijven er bij een aantal ogen in de dobbelsteen nog steeds 'Free Edges'.



## 8. Pro/Engineer (PTC)

### 8.1. Configuratie

|                       |                                      |
|-----------------------|--------------------------------------|
| CAD Systeem           | Pro/ENGINEER release 18 - build 9736 |
| Platform en OS        | Windows NT 4.0 - Intel Pentium       |
| Naam van de processor | Pro/STEP Interface                   |

### 8.2. Algemene informatie over de processoren

De STEP interface van Pro/Engineer is geïntegreerd in het Pro/Engineer CAD-systeem. De processoren lopen in actieve mode, maar kunnen ook via Pro/Batch opgestart worden. De STEP interface ondersteunt solids, surfaces, en wireframes en dit zowel op part als op assembly niveau.

Pro/Engineer kent twee nauwkeurigheden. Bij 'relative accuracy', berekent Pro/Engineer de nauwkeurigheid ten opzichte van de grootste afmeting in het model. Dit betekent dat de afmetingen van het kleinste element, zoals een edge, dat gecreëerd kan worden, afhangen van de omvang van het volledige model. Bij 'absolute accuracy', wordt er een vaste limiet ingegeven voor de afmetingen van de kleinste edges, zodat deze gegarandeerd blijven, onafhankelijk van de omvang van het model.

Indien men gebruik wenst te maken van de 'absolute accuracy', moet in de 'config.pro' file, die algemene configuratie parameters bevat, de uitdrukking

*enable\_absolute\_accuracy yes*

toegevoegd worden. Voor het uitwisselen van gegevens, wordt meestal 'absolute accuracy' aangeraden.

### 8.3. Preprocessor

Default exporteert Pro/Engineer AP203 STEP files. In de configuratie file *config.pro* kan het gewenste Application Protocol echter specifiek aangeduid worden.

|                           |                 |            |
|---------------------------|-----------------|------------|
| <i>step_export_format</i> | <i>AP203_IS</i> | voor AP203 |
| <i>step_export_format</i> | <i>AP214_CD</i> | voor AP214 |

Voor deze STEP Testronde werden een aantal instellingen, die betrekking hebben op de STEP output aan de *config.pro* file toegevoegd:



|                              |          |
|------------------------------|----------|
| STEP_EXPORT_FORMAT           | AP203_IS |
| INTF_OUT_BLANKED_ENTITIES    | YES      |
| INTF_OUT_AS_BEZIER           | NO       |
| INTF_OUT_AUTO_LAYER_IDS      | NO       |
| INTF_OUT_BLANKED_ENTITIES    | YES      |
| INTF_OUT_LAYER_RENAME_TABLE  |          |
| INTF_OUT_MAX_BSPL_DEGREE     | 3        |
| INTF3D_OUT_DEFAULT_OPTION    | SOLID    |
| INTF3D_OUT_EXTEND_SURFACE    | YES      |
| INTF3D_OUT_SURFACE_DEVIATION | .0001    |

De STEP preprocessor start via het menu *Mode/Part/Interface/Export/STEP*. STEP files kunnen op vijf verschillende manieren geëxporteerd worden:

- Wireframe
- Surfaces
- Solid
- Shell
- Dtm curves

In deze Testronde werden de solid models uitgeschreven via de 'Solid' optie. Het surface model werd uitgeschreven via de 'Shell' optie. Deze laatste schrijft *manifold\_surface\_shape\_representations*. De 'Surfaces' optie kon niet gebruikt worden, omdat deze optie de STEP entiteit *bounded\_surface\_curve* creëert, die bij STEP processoren van andere CAD-systemen bijna niet gekend is.

De preprocessor schrijft ook een log file waarin o.a. een STEP file header, een overzicht van de gecreëerde entiteiten, eventuele foutmeldingen en de berekeningstijd vermeld staan.

#### 8.4. Postprocessor

De postprocessor start in het menu *Mode/Part/Import/STEP in*. Assemblies behoorden niet tot het objectief van deze WTCM STEP Testronde, maar zij kunnen via het menu *Mode/Assembly/Import/STEP in*, geïmporteerd worden.

De postprocessor genereert een model dat uit één enkel feature bestaat dat geen parameters meer heeft. STEP geeft immers geen parameters mee door.

De log file die gecreëerd wordt bevat o.a. een STEP file header, een overzicht van de getransfereerde entiteiten, eventuele foutmeldingen en de berekeningstijd.

Het resultaat van het importeren van de STEP file, kan afhangen van de nauwkeurigheidinstelling van Pro/Engineer, relatief of absoluut (cfr. paragraaf 8.2). Indien modellen geïmporteerd moeten worden, waarvan de nauwkeurigheid niet valt binnen de bandbreedte die de relatieve nauwkeurigheid toelaat, kan best een absolute nauwkeurigheid ingesteld worden.

## 8.5. Verwerking van de STEP files door Pro/Engineer

### CADDS5 (Computervision)

- Surface model 'Kegels': OK
- Solid model 'Koppel': OK
- Solid model 'Steen': OK

### Catia (Dassault Systèmes)

- Surface model 'Kegels': OK met Warning i.v.m. model naam:  
The problems encountered during STEP import pre-processing:  
-----  
Entity 32 (PRODUCT): Character not allowed in Pro/E model name was changed to ' \_ '
- Solid model 'Koppel': OK met Warning i.v.m. model naam:  
The problems encountered during STEP import pre-processing:  
-----  
Entity 32 (PRODUCT): Character not allowed in Pro/E model name was changed to ' \_ '
- Solid model 'Steen': OK met Warning i.v.m. model naam:  
The problems encountered during STEP import pre-processing:  
-----  
Entity 32 (PRODUCT): Character not allowed in Pro/E model name was changed to ' \_ '

### I-DEAS (SDRC)

- Surface model 'Kegels': OK met Warning  
The problems encountered during STEP import pre-processing:  
-----  
Entity 8 (PRODUCT): Blank model names are not allowed. PRODUCT\_71 is used.
- Solid model 'Koppel': OK met Warning  
The problems encountered during STEP import pre-processing:  
-----  
Entity 8 (PRODUCT): Blank model names are not allowed. PRODUCT\_71 is used.
- Solid model 'Steen': OK met Warning  
The problems encountered during STEP import pre-processing:  
-----  
Entity 8 (PRODUCT): Blank model names are not allowed. PRODUCT\_71 is used.

### Pro/Engineer (PTC)

- Surface model 'Kegels': OK
- Solid model 'Koppel': OK
- Solid model 'Steen': OK



## SolidDesigner (CoCreate)

- Surface model 'Kegels': OK met Warnings & Problems

The problems encountered during STEP import pre-processing:

-----  
Entity 11190 (PRODUCT): Character not allowed in Pro/E model name was changed to '\_'

The processing problems and warnings:

-----  
Entity 7490, B\_SPLINE\_SURFACE\_WITH\_KNOTS : not processed

Entity 7610, ADVANCED\_FACE : not processed

Entity 11090, OPEN\_SHELL : topology pair(s) skipped.

Een nauwkeurighedsprobleem treedt op bij het inlezen met de standaardnauwkeurigheid: 'The import geometry contains small edge(s) and imprecise vertices. These small edges may cause inaccuracies and problems with later features.'

Deze boodschap verdwijnt na inlezen met de hoogste nauwkeurigheid.

- Solid model 'Koppel': OK met Warning

The problems encountered during STEP import pre-processing:

-----  
Entity 5630 (PRODUCT): Character not allowed in Pro/E model name was changed to '\_'

Entity 30150 (PRODUCT): Character not allowed in Pro/E model name was changed to '\_'

The processing problems and warnings:

-----  
Entity 30050, CLOSED\_SHELL : topology pair(s) skipped.

- Solid model 'Steen': OK met Warning

The problems encountered during STEP import pre-processing:

-----  
Entity 65150 (PRODUCT): Character not allowed in Pro/E model name was changed to '\_'

## Unigraphics (Unigraphics Solutions)

- Surface model 'Kegels': OK
- Solid model 'Koppel': OK
- Solid model 'Steen': OK





## 9. SolidDesigner (CoCreate)

### 9.1. Configuratie

|                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| CAD Systeem           | SolidDesigner 5.11 |
| Platform en OS        | Windows NT 4.0     |
| Naam van de processor | AP203              |

### 9.2. Algemene informatie over de processoren

De STEP processoren van SolidDesigner draaien interactief vanuit SolidDesigner zelf. De processoren activeren kan via de user interface, door te cliken op *FILES/MODULES/STEP*.

Zolang de STEP processor werkt, toont een indicator de vooruitgang van de translatie. Zowel de preprocessor als de postprocessor creëren log files met o.a. de begin- en eindtijd van de berekeningen, het gebruikte schema, de 'distance accuracy value' (en minimale edge lengte voor het exporteren) en een overzicht van de getransfereerde geometrie en topologie.

### 9.3. Preprocessor

De volgende opties zijn mogelijk:

**Geometry Options** die zowel analytische geometrie als vrije vorm geometrie of vrije vorm geometrie als NURBS uitgedrukt toelaten.

*Mixed*: zowel analytische als vrije vorm geometrie worden geëxporteerd (default)

*NURBS*: analytische geometrie wordt omgezet in NURBS geometrie

**Shape Representation** laat toe een solid als solid model (default) of als surface model te exporteren.

*BREP* gebruikt de boundary representation mode om de STEP file te genereren.

*Surface* gebruikt de shell-based surface mode om de STEP file te genereren.

**Application Protocol** laat de keuze toe tussen AP214 (default) en AP203

**Log File** is de naam van de log file die de STEP translatie documenteert.

**Load Config** geeft de naam van de configuratie file, gebruikt om de STEP file te genereren.



## 9.4. Postprocessor

Een aantal instellingen zijn mogelijk:

**Options** verandert het gedrag van het systeem in het geval van topologie-problemen.

*Connect* on (default)/off

*Check Part* minimale check van het model on (default)/off

**Accuracy** laat toe de nauwkeurigheid te bepalen waarmee het ingelezen model gegenereerd moet worden.

**Custom** laat toe een nauwkeurigheidswaarde in te geven tussen 1.0E-2mm en 1.0E-6mm, waarbij 1.0E-6mm de maximale (en default) nauwkeurigheid is.

**File Accu** geeft aan dat de nauwkeurigheid van de STEP file gebruikt moet worden (default).

Tijdens het proces wordt de kwaliteit van het geïmporteerde model geanalyseerd. Als er een tegenstrijdigheid tussen de ingestelde nauwkeurigheidswaarde en de resultaten van de analyse wordt gedetecteerd (bijvoorbeeld gaten die groter zijn dan de nauwkeurigheid toelaat), informeert SolidDesigner de gebruiker via een extra window en stelt SolidDesigner een nieuwe nauwkeurigheidswaarde voor, voor het importeren van de STEP file.

## 9.5. Verwerking van de STEP files door SolidDesigner

### CADDS5 (Computervision)

- Surface model 'Kegels': Het model is corrupt als het wordt ingelezen met de nauwkeurigheid van de STEP file (UNCERTAINTY\_MEASURE\_WITH\_UNIT, 1.0E-5).  
Inlezen met 'distance accuracy' 1.0E-3 geeft een volledig surface model.
- Solid model 'Koppel': Het model is corrupt als het wordt ingelezen met de nauwkeurigheid van de STEP file (UNCERTAINTY\_MEASURE\_WITH\_UNIT, 1.0E-5).  
Inlezen met 'distance accuracy' 1.0E-3 geeft een volledig surface model.
- Solid model 'Steen': Het model is corrupt als het wordt ingelezen met de nauwkeurigheid van de STEP file (UNCERTAINTY\_MEASURE\_WITH\_UNIT, 1.0E-5).  
Inlezen met 'distance accuracy' 1.0E-3 geeft een volledig surface model.



**Catia (Dassault Systèmes)**

- Surface model 'Kegels': Foutmelding: 'L'analyse du fichier STEP ne s'est pas poursuivie normalement.'
- Solid model 'Koppel': Het mannelijk gedeelte komt zonder problemen door en is een solid. Het vrouwelijk gedeelte is corrupt en niet verbeterbaar.
- Solid model 'Steen': OK

**I-DEAS (SDRC)**

- Surface model 'Kegels': Eén oppervlak heeft de verkeerde richting. Na de operatie 'inversion de surface' is het model correct.
- Solid model 'Koppel': OK
- Solid model 'Steen': Het model is corrupt als het wordt ingelezen met de nauwkeurigheid van de STEP file (UNCERTAINTY\_MEASURE\_WITH\_UNIT, 1.0E-2).  
Inlezen met 'distance accuracy' 1.0E-3 geeft een volledig solid model.

**Pro/Engineer (PTC)**

- Surface model 'Kegels': Verschillende foutmeldingen: 'Sortie de la routine d'action'. Eén kegel kan gerecupereerd worden.
- Solid model 'Koppel': OK
- Solid model 'Steen': OK

**SolidDesigner (CoCreate)**

- Surface model 'Kegels': OK
- Solid model 'Koppel': OK
- Solid model 'Steen': OK

**Unigraphics (Unigraphics Solutions)**

- Surface model 'Kegels': OK
- Solid model 'Koppel': OK
- Solid model 'Steen': OK



## 10. Unigraphics (Unigraphics Solutions)

### 10.1. Configuratie

|                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| CAD Systeem           | Unigraphics 12.0      |
| Platform en OS        | HP 735/715 HPUX 10.20 |
| Naam van de processor | STEP AP203            |

### 10.2. Algemene informatie over de processoren

De Unigraphics STEP processoren kunnen gestart worden in een menu, direct vanuit een Unigraphics sessie, of kunnen in batch mode lopen.

De pre- en de postprocessor worden opgestart vanuit hetzelfde menu, waarbij de translaterichting 'UG to STEP' of 'STEP to UG' gekozen moet worden.

Beide processoren kunnen verschillende bestanden terzelfdertijd verwerken.

### 10.3. Preprocessor

De translaterichting moet gezet worden op 'UG to STEP'. Nadien kunnen nog andere parameters en opties ingesteld worden, zoals:

- Translation Control/Modules: Het type data dat verwerkt moet worden kan gekozen worden (Product Data, Wireframe, Surfaces, Solids). Voor het surface model werd deze optie op 'Product Data,Surfaces' gezet en voor de solid modellen op 'Product Data,Solids'.
- Translation Control/Options/Face-Edge B-Spline Approx Tol.: stelt de nauwkeurigheid in, die gebruikt wordt wanneer de processor surface types moet benaderen, die niet in STEP solids voorkomen (zoals *offset\_surfaces*), door B-spline surfaces. De default waarde (0.0000000101 meters) kan leiden tot zeer grote STEP files. In dat geval wordt beter een groter getal ingevoerd.
- Translation Control/Options/Surface output type: bepaalt het type van het STEP surface model dat geëxporteerd wordt: geometrisch of topologisch gebonden.

De preprocessor creëert een log file met o.a. de part name, STEP header informatie en een overzicht van de gecreëerde entiteiten.

## 10.4. Postprocessor

De translaterichting moet gezet worden op 'STEP to UG'.  
Ook hier kan via de optie Translation Control/Modules een keuze gemaakt worden van het type data dat verwerkt moet worden.

De gecreëerde log file bevat o.a. de naam van de STEP file, de inhoud van de STEP file header, een overzicht van de gevonden elementen in de STEP file, eventuele foutmeldingen en een overzicht van de aangemaakte Unigraphics-entiteiten.

## 10.5. Verwerken van de resultaten door Unigraphics

### CADDS5 (Computervision)

- Surface model 'Kegels': OK
- Solid model 'Koppel': OK
- Solid model 'Steen': OK

### Catia (Dassault Systèmes)

- Surface model 'Kegels': OK
- Solid model 'Koppel': OK
- Solid model 'Steen': OK

### I-DEAS (SDRC)

- Surface model 'Kegels': Alleen het regeloppervlak komt door en niet de kegeloppervlakken. Foutmelding: 'Unable to create SPcurve from 3Dcurve'.
- Solid model 'Koppel': OK
- Solid model 'Steen': OK

### Pro/Engineer (PTC)

- Surface model 'Kegels': OK
- Solid model 'Koppel': OK
- Solid model 'Steen': OK

### SolidDesigner (CoCreate)

- Surface model 'Kegels': OK
- Solid model 'Koppel': OK, Unigraphics maakt twee verschillende part files aan, één file met het mannelijk gedeelte en een andere file met het vrouwelijke gedeelte. Beide files bevatten correcte solids.
- Solid model 'Steen': OK

### Unigraphics (Unigraphics Solutions)

- Surface model 'Kegels': OK
- Solid model 'Koppel': OK
- Solid model 'Steen': OK



# 11. Overzicht

## 11.1. Resultaten op één pagina

| Source                               |        | Target | CADDS5<br>Computervision | Catia<br>Dassault Systèmes | I-DEAS<br>SDRC | Pro/Engineer<br>PTC | SolidDesigner<br>CoCreate | Unigraphics<br>Unigraphics Solutions |
|--------------------------------------|--------|--------|--------------------------|----------------------------|----------------|---------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| CADDS5<br>Computervision             | Kegels |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Koppel |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Steen  |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| Catia<br>Dassault Systèmes           | Kegels |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Koppel |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Steen  |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| I-DEAS<br>SDRC                       | Kegels |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Koppel |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Steen  |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| Pro/Engineer<br>PTC                  | Kegels |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Koppel |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Steen  |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| SolidDesigner<br>CoCreate            | Kegels |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Koppel |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Steen  |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
| Unigraphics<br>Unigraphics Solutions | Kegels |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Koppel |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |
|                                      | Steen  |        |                          |                            |                |                     |                           |                                      |



## 11.2. Besluit

De Belgische industrie toont een toenemende interesse naar de implementatie van STEP voor het uitwisselen van productgegevens. Om deze implementatie zo efficiënt mogelijk te laten verlopen, is het nodig de industriële toepasbaarheid van STEP op de voet te volgen. Dit was dan ook de belangrijkste aanleiding voor deze WTCM STEP Testronde.

In praktijk is, voor het ogenblik, de implementatie voor de uitwisseling van geometrische gegevens, in het bijzonder via AP203 en AP 214, het verst gevorderd. Voor deze Testronde werd geopteerd voor AP203. In tegenstelling tot AP214 is AP203 reeds ISO-genormeerd\*.

De resultaten van deze WTCM STEP Testronde moeten voorzichtig geïnterpreteerd worden. We hebben getracht om een algemene indruk te presenteren van de kwaliteit van de huidige STEP processoren. De drie modellen die tijdens de WTCM STEP Testronde gebruikt werden, zijn echter niet voldoende representatief om de bestaande STEP processoren in hun volledigheid te evalueren. De grootte van de modellen, de manier waarop de modellen in praktijk worden aangemaakt (geconstrueerd in native formaat of aangemaakt a.h.v. CMM-meetpunten en via IGES geïmporteerd bijvoorbeeld), de combinatie van bepaalde complexiteiten e.d., kunnen een invloed hebben op het eindresultaat.

Refererend naar het schematisch overzicht op pagina 29, kunnen we vaststellen dat in 90 % van de testen, de modellen, mits eventueel enige aanpassing, correct geïmporteerd werden. Het zijn echter, zoals in alle ontwikkelingsprocessen, de laatste 10% die het meeste werk vragen.

De STEP processoren zijn de laatste twee jaren sterk geëvolueerd, maar ze moeten onderling nog verder op elkaar afgestemd worden. Hierin speelt de industrie een belangrijke rol. Het gebruik van de processoren zal immers de tekortkomingen in praktijk aantonen en een sterke bijdrage leveren tot de kwaliteitsverbetering van de processoren.

---

\* Dit neemt niet weg dat AP214 niet in aanmerking zou kunnen komen voor een Testronde. Integendeel, de mogelijkheden die AP214 extra biedt, zoals: layers, kleuren en CSG-geometrie (Constructive Solid Geometry), geven bijkomende waarde aan de AP214-processoren. Naast geometrische gegevens, beschrijft AP214 ook andere productgegevens, waarvoor de implementatie en de ISO-normering echter nog niet volledig voltooid is.



## Appendix

### Overzicht van de afkortingen

AP203: Application Protocol 203: Configuration controlled design  
AP214: Application Protocol 214: Core data for automotive design processes

CSG: Constructive Solid Geometry

FTP: File Transfer Protocol

STEP: STandard for the Exchange of Product model data (ISO 10303)  
Neutraal formaat voor het uitwisselen van productgegevens, beschreven in een reeks van ISO-standaarden. Enkele van deze standaarden zijn de 'Application Protocols'. Ze beschrijven de gegevensuitwisseling binnen specifieke toepassingsdomeinen. Zo wordt AP203 (application protocol 203 of ISO 10303-203) vooral aangewend in de vliegtuigindustrie terwijl AP214 vooral gebruikt wordt in de automobiellindustrie.





**BIJLAGE D**

## D.1. STEP file van gat in plaat

```
ISO-10303-21;
HEADER;
/*-----
 * Exchange File generated by ST-DEVELOPER v1.4
 * Conforms to ISO 10303-21
 */
FILE_DESCRIPTION ((' ', '1');
FILE_NAME ('gatplaat', '1997-01-23T10:11:51+01:00', (' ', ' '),
'ST-DEVELOPER v1.4', 'EDS - UNIGRAPHICS 11.1', ' ');
FILE_SCHEMA (('CONFIG_CONTROL_DESIGN'));
ENDSEC;

DATA;
#10 = (
  LENGTH_UNIT ()
  NAMED_UNIT (*)
  SI_UNIT (.MILLI., .METRE.));
#20 = (
  NAMED_UNIT (*)
  PLANE_ANGLE_UNIT ()
  SI_UNIT ($, .RADIAN.));
#30 = PLANE_ANGLE_MEASURE_WITH_UNIT
(PLANE_ANGLE_MEASURE (0.0174532925), #20);
#40 = DIMENSIONAL_EXPONENTS (0., 0., 0., 0., 0., 0., 0.);
#50 = (
  CONVERSION_BASED_UNIT ('DEGREE', #30)
  NAMED_UNIT (#40)
  PLANE_ANGLE_UNIT ());
#60 = (
  NAMED_UNIT (*)
  SI_UNIT ($, .STERADIAN.)
  SOLID_ANGLE_UNIT ());
#70 = UNCERTAINTY_MEASURE_WITH_UNIT (LENGTH_MEASURE (2.E-
05), #10,
'DISTANCE_ACCURACY_VALUE', 'Maximum Tolerance applied to model');
#80 = (
  GEOMETRIC_REPRESENTATION_CONTEXT (3)
  GLOBAL_UNCERTAINTY_ASSIGNED_CONTEXT ((#70))
  GLOBAL_UNIT_ASSIGNED_CONTEXT ((#10, #50, #60))
  REPRESENTATION_CONTEXT ('gatplaat',
'TOP_LEVEL_ASSEMBLY_PART' ));
#90 = CARTESIAN_POINT (" (0., 0., 0.));
#100 = DIRECTION (" (0., 0., 1.));
#110 = DIRECTION (" (1., 0., 0.));
#120 = AXIS2_PLACEMENT_3D (" #90, #100, #110);
#130 = CARTESIAN_POINT (" (5., 0., 7.5));
#140 = VERTEX_POINT (" #130);
#150 = CARTESIAN_POINT (" (5., 3., 7.5));
```

#160 = VERTEX\_POINT (" , #150);  
#170 = CARTESIAN\_POINT (" , (0., 0., 10.));  
#180 = VERTEX\_POINT (" , #170);  
#190 = CARTESIAN\_POINT (" , (0., 3., 10.));  
#200 = VERTEX\_POINT (" , #190);  
#210 = CARTESIAN\_POINT (" , (10., 3., 10.));  
#220 = VERTEX\_POINT (" , #210);  
#230 = CARTESIAN\_POINT (" , (10., 0., 10.));  
#240 = VERTEX\_POINT (" , #230);  
#250 = CARTESIAN\_POINT (" , (10., 3., 0.));  
#260 = VERTEX\_POINT (" , #250);  
#270 = CARTESIAN\_POINT (" , (0., 3., 0.));  
#280 = VERTEX\_POINT (" , #270);  
#290 = CARTESIAN\_POINT (" , (0., 0., 0.));  
#300 = VERTEX\_POINT (" , #290);  
#310 = CARTESIAN\_POINT (" , (10., 0., 0.));  
#320 = VERTEX\_POINT (" , #310);  
#330 = CARTESIAN\_POINT (" , (5., 0., 10.));  
#340 = DIRECTION (" , (-1., 0., 0.));  
#350 = VECTOR (" , #340, 1.);  
#360 = LINE (" , #330, #350);  
#370 = EDGE\_CURVE (" , #240, #180, #360, .T.);  
#380 = CARTESIAN\_POINT (" , (0., 1.5, 10.));  
#390 = DIRECTION (" , (0., 1., 0.));  
#400 = VECTOR (" , #390, 1.);  
#410 = LINE (" , #380, #400);  
#420 = EDGE\_CURVE (" , #180, #200, #410, .T.);  
#430 = CARTESIAN\_POINT (" , (5., 3., 10.));  
#440 = DIRECTION (" , (1., 0., 0.));  
#450 = VECTOR (" , #440, 1.);  
#460 = LINE (" , #430, #450);  
#470 = EDGE\_CURVE (" , #200, #220, #460, .T.);  
#480 = CARTESIAN\_POINT (" , (10., 1.5, 10.));  
#490 = DIRECTION (" , (0., -1., 0.));  
#500 = VECTOR (" , #490, 1.);  
#510 = LINE (" , #480, #500);  
#520 = EDGE\_CURVE (" , #220, #240, #510, .T.);  
#530 = CARTESIAN\_POINT (" , (0., 0., 0.));  
#540 = DIRECTION (" , (0., 0., 1.));  
#550 = VECTOR (" , #540, 1.);  
#560 = LINE (" , #530, #550);  
#570 = EDGE\_CURVE (" , #300, #180, #560, .T.);  
#580 = CARTESIAN\_POINT (" , (0., 3., 0.));  
#590 = DIRECTION (" , (0., 0., 1.));  
#600 = VECTOR (" , #590, 1.);  
#610 = LINE (" , #580, #600);  
#620 = EDGE\_CURVE (" , #280, #200, #610, .T.);  
#630 = CARTESIAN\_POINT (" , (10., 3., 0.));  
#640 = DIRECTION (" , (0., 0., 1.));  
#650 = VECTOR (" , #640, 1.);

```
#660 = LINE (" , #630, #650);
#670 = EDGE_CURVE (" , #260, #220, #660, .T.);
#680 = CARTESIAN_POINT (" , (10., 0., 0.));
#690 = DIRECTION (" , (0., 0., 1.));
#700 = VECTOR (" , #690, 1.);
#710 = LINE (" , #680, #700);
#720 = EDGE_CURVE (" , #320, #240, #710, .T.);
#730 = CARTESIAN_POINT (" , (10., 1.5, 0.));
#740 = DIRECTION (" , (0., 1., 0.));
#750 = VECTOR (" , #740, 1.);
#760 = LINE (" , #730, #750);
#770 = EDGE_CURVE (" , #320, #260, #760, .T.);
#780 = CARTESIAN_POINT (" , (5., 3., 0.));
#790 = DIRECTION (" , (-1., 0., 0.));
#800 = VECTOR (" , #790, 1.);
#810 = LINE (" , #780, #800);
#820 = EDGE_CURVE (" , #260, #280, #810, .T.);
#830 = CARTESIAN_POINT (" , (0., 1.5, 0.));
#840 = DIRECTION (" , (0., -1., 0.));
#850 = VECTOR (" , #840, 1.);
#860 = LINE (" , #830, #850);
#870 = EDGE_CURVE (" , #280, #300, #860, .T.);
#880 = CARTESIAN_POINT (" , (5., 0., 0.));
#890 = DIRECTION (" , (1., 0., 0.));
#900 = VECTOR (" , #890, 1.);
#910 = LINE (" , #880, #900);
#920 = EDGE_CURVE (" , #300, #320, #910, .T.);
#930 = CARTESIAN_POINT (" , (5., 3., 5.));
#940 = DIRECTION (" , (0., 1., 0.));
#950 = DIRECTION (" , (0., 0., 1.));
#960 = AXIS2_PLACEMENT_3D (" , #930, #940, #950);
#970 = CIRCLE (" , #960, 2.5);
#980 = EDGE_CURVE (" , #160, #160, #970, .T.);
#990 = CARTESIAN_POINT (" , (5., 0., 5.));
#1000 = DIRECTION (" , (0., 1., 0.));
#1010 = DIRECTION (" , (0., 0., 1.));
#1020 = AXIS2_PLACEMENT_3D (" , #990, #1000, #1010);
#1030 = CIRCLE (" , #1020, 2.5);
#1040 = EDGE_CURVE (" , #140, #140, #1030, .T.);
#1050 = ORIENTED_EDGE (" , * , * , #370, .F.);
#1060 = ORIENTED_EDGE (" , * , * , #520, .F.);
#1070 = ORIENTED_EDGE (" , * , * , #470, .F.);
#1080 = ORIENTED_EDGE (" , * , * , #420, .F.);
#1090 = EDGE_LOOP (" , (#1050, #1060, #1070, #1080));
#1100 = FACE_BOUND (" , #1090, .T.);
#1110 = CARTESIAN_POINT (" , (5., 1.5, 10.));
#1120 = DIRECTION (" , (0., 0., 1.));
#1130 = DIRECTION (" , (1., 0., 0.));
#1140 = AXIS2_PLACEMENT_3D (" , #1110, #1120, #1130);
#1150 = PLANE (" , #1140);
```

#1160 = ADVANCED\_FACE (" (#1100), #1150, .T.);  
#1170 = ORIENTED\_EDGE (" \*, \*, #1040, .T.);  
#1180 = EDGE\_LOOP (" (#1170));  
#1190 = FACE\_BOUND (" #1180, .T.);  
#1200 = ORIENTED\_EDGE (" \*, \*, #720, .T.);  
#1210 = ORIENTED\_EDGE (" \*, \*, #370, .T.);  
#1220 = ORIENTED\_EDGE (" \*, \*, #570, .F.);  
#1230 = ORIENTED\_EDGE (" \*, \*, #920, .T.);  
#1240 = EDGE\_LOOP (" (#1200, #1210, #1220, #1230));  
#1250 = FACE\_BOUND (" #1240, .T.);  
#1260 = CARTESIAN\_POINT (" (5., 0., 0.));  
#1270 = DIRECTION (" (0., -1., 0.));  
#1280 = DIRECTION (" (0., 0., -1.));  
#1290 = AXIS2\_PLACEMENT\_3D (" #1260, #1270, #1280);  
#1300 = PLANE (" #1290);  
#1310 = ADVANCED\_FACE (" (#1190, #1250), #1300, .T.);  
#1320 = ORIENTED\_EDGE (" \*, \*, #570, .T.);  
#1330 = ORIENTED\_EDGE (" \*, \*, #420, .T.);  
#1340 = ORIENTED\_EDGE (" \*, \*, #620, .F.);  
#1350 = ORIENTED\_EDGE (" \*, \*, #870, .T.);  
#1360 = EDGE\_LOOP (" (#1320, #1330, #1340, #1350));  
#1370 = FACE\_BOUND (" #1360, .T.);  
#1380 = CARTESIAN\_POINT (" (0., 1.5, 0.));  
#1390 = DIRECTION (" (-1., 0., 0.));  
#1400 = DIRECTION (" (0., 0., 1.));  
#1410 = AXIS2\_PLACEMENT\_3D (" #1380, #1390, #1400);  
#1420 = PLANE (" #1410);  
#1430 = ADVANCED\_FACE (" (#1370), #1420, .T.);  
#1440 = ORIENTED\_EDGE (" \*, \*, #980, .F.);  
#1450 = EDGE\_LOOP (" (#1440));  
#1460 = FACE\_BOUND (" #1450, .T.);  
#1470 = ORIENTED\_EDGE (" \*, \*, #620, .T.);  
#1480 = ORIENTED\_EDGE (" \*, \*, #470, .T.);  
#1490 = ORIENTED\_EDGE (" \*, \*, #670, .F.);  
#1500 = ORIENTED\_EDGE (" \*, \*, #820, .T.);  
#1510 = EDGE\_LOOP (" (#1470, #1480, #1490, #1500));  
#1520 = FACE\_BOUND (" #1510, .T.);  
#1530 = CARTESIAN\_POINT (" (5., 3., 0.));  
#1540 = DIRECTION (" (0., 1., 0.));  
#1550 = DIRECTION (" (0., 0., 1.));  
#1560 = AXIS2\_PLACEMENT\_3D (" #1530, #1540, #1550);  
#1570 = PLANE (" #1560);  
#1580 = ADVANCED\_FACE (" (#1460, #1520), #1570, .T.);  
#1590 = ORIENTED\_EDGE (" \*, \*, #770, .F.);  
#1600 = ORIENTED\_EDGE (" \*, \*, #920, .F.);  
#1610 = ORIENTED\_EDGE (" \*, \*, #870, .F.);  
#1620 = ORIENTED\_EDGE (" \*, \*, #820, .F.);  
#1630 = EDGE\_LOOP (" (#1590, #1600, #1610, #1620));  
#1640 = FACE\_BOUND (" #1630, .T.);  
#1650 = CARTESIAN\_POINT (" (5., 1.5, 0.));

```

#1660 = DIRECTION (" (0., 0., -1.));
#1670 = DIRECTION (" (-1., 0., 0.));
#1680 = AXIS2_PLACEMENT_3D (" #1650, #1660, #1670);
#1690 = PLANE (" #1680);
#1700 = ADVANCED_FACE (" (#1640), #1690, .T.);
#1710 = ORIENTED_EDGE (" *, *, #770, .T.);
#1720 = ORIENTED_EDGE (" *, *, #670, .T.);
#1730 = ORIENTED_EDGE (" *, *, #520, .T.);
#1740 = ORIENTED_EDGE (" *, *, #720, .F.);
#1750 = EDGE_LOOP (" (#1710, #1720, #1730, #1740));
#1760 = FACE_BOUND (" #1750, .T.);
#1770 = CARTESIAN_POINT (" (10., 1.5, 0.));
#1780 = DIRECTION (" (1., 0., 0.));
#1790 = DIRECTION (" (0., 0., -1.));
#1800 = AXIS2_PLACEMENT_3D (" #1770, #1780, #1790);
#1810 = PLANE (" #1800);
#1820 = ADVANCED_FACE (" (#1760), #1810, .T.);
#1830 = ORIENTED_EDGE (" *, *, #980, .T.);
#1840 = EDGE_LOOP (" (#1830));
#1850 = FACE_BOUND (" #1840, .T.);
#1860 = ORIENTED_EDGE (" *, *, #1040, .F.);
#1870 = EDGE_LOOP (" (#1860));
#1880 = FACE_BOUND (" #1870, .T.);
#1890 = CARTESIAN_POINT (" (5., 0., 5.));
#1900 = DIRECTION (" (0., 1., 0.));
#1910 = DIRECTION (" (0., 0., 1.));
#1920 = AXIS2_PLACEMENT_3D (" #1890, #1900, #1910);
#1930 = CYLINDRICAL_SURFACE (" #1920, 2.5);
#1940 = ADVANCED_FACE (" (#1850, #1880), #1930, .F.);
#1950 = CLOSED_SHELL (" (#1160, #1310, #1430, #1580, #1700, #1820,
#1940));
#1960 = MANIFOLD_SOLID_BREP (" #1950);
#1970 = ADVANCED_BREP_SHAPE_REPRESENTATION (" (#1960, #120),
#80);
#1980 = APPLICATION_CONTEXT (' ');
#1990 = APPLICATION_PROTOCOL_DEFINITION ('INTERNATIONAL
STANDARD',
'config_control_design', 1994, #1980);
#2000 = MECHANICAL_CONTEXT (' ', #1980, 'mechanical');
#2010 = PRODUCT_CATEGORY ('part', ' ');
#2020 = PRODUCT_CATEGORY (' ', " ");
#2030 = PRODUCT_CATEGORY_RELATIONSHIP (' ', ' ', #2010, #2020);
#2040 = PRODUCT (' ', ' ', ' ', (#2000));
#2050 = PRODUCT_RELATED_PRODUCT_CATEGORY (' ', " ", (#2040));
#2060 = PRODUCT_CATEGORY_RELATIONSHIP (" ", " ", #2020, #2050);
#2070 =
PRODUCT_DEFINITION_FORMATION_WITH_SPECIFIED_SOURCE (' ', ' ',
#2040,
.NOT_KNOWN.);
#2080 = DESIGN_CONTEXT (" ", #1980, 'design');

```

#2090 = PRODUCT\_DEFINITION ('', '#2070, #2080);  
#2100 = PRODUCT\_DEFINITION\_SHAPE ('', '#2090);  
#2110 = SHAPE\_DEFINITION\_REPRESENTATION (#2100, #1970);  
#2120 = PERSON ('', ('', \$, \$);  
#2130 = ORGANIZATION (\$, ''');  
#2140 = PERSON\_AND\_ORGANIZATION (#2120, #2130);  
#2150 = PERSON\_AND\_ORGANIZATION\_ROLE ('creator');  
#2160 = CC\_DESIGN\_PERSON\_AND\_ORGANIZATION\_ASSIGNMENT  
(#2140, #2150, (#2090,  
#2070));  
#2170 = ORGANIZATION (\$, ''');  
#2180 = PERSON\_AND\_ORGANIZATION (#2120, #2170);  
#2190 = PERSON\_AND\_ORGANIZATION\_ROLE ('design\_owner');  
#2200 = CC\_DESIGN\_PERSON\_AND\_ORGANIZATION\_ASSIGNMENT  
(#2180, #2190, (#2040));  
#2210 = ORGANIZATION (\$, ''');  
#2220 = PERSON\_AND\_ORGANIZATION (#2120, #2210);  
#2230 = PERSON\_AND\_ORGANIZATION\_ROLE ('design\_supplier');  
#2240 = CC\_DESIGN\_PERSON\_AND\_ORGANIZATION\_ASSIGNMENT  
(#2220, #2230, (#2070));  
#2250 = CALENDAR\_DATE (0, 0, 0);  
#2260 = COORDINATED\_UNIVERSAL\_TIME\_OFFSET (0, 0, \$);  
#2270 = LOCAL\_TIME (0, 0, 0., #2260);  
#2280 = DATE\_AND\_TIME (#2250, #2270);  
#2290 = DATE\_TIME\_ROLE ('creation\_date');  
#2300 = CC\_DESIGN\_DATE\_AND\_TIME\_ASSIGNMENT (#2280, #2290,  
#2090));  
#2310 = SECURITY\_CLASSIFICATION\_LEVEL ('');  
#2320 = SECURITY\_CLASSIFICATION ('', #2310);  
#2330 = CC\_DESIGN\_SECURITY\_CLASSIFICATION (#2320, (#2070));  
#2340 = ORGANIZATION (\$, ''');  
#2350 = PERSON\_AND\_ORGANIZATION (#2120, #2340);  
#2360 = PERSON\_AND\_ORGANIZATION\_ROLE ('classification\_officer');  
#2370 = CC\_DESIGN\_PERSON\_AND\_ORGANIZATION\_ASSIGNMENT  
(#2350, #2360, (#2320));  
#2380 = CALENDAR\_DATE (0, 0, 0);  
#2390 = COORDINATED\_UNIVERSAL\_TIME\_OFFSET (0, 0, \$);  
#2400 = LOCAL\_TIME (0, 0, 0., #2390);  
#2410 = DATE\_AND\_TIME (#2380, #2400);  
#2420 = DATE\_TIME\_ROLE ('classification\_date');  
#2430 = CC\_DESIGN\_DATE\_AND\_TIME\_ASSIGNMENT (#2410, #2420,  
#2320));  
#2440 = ORGANIZATION (\$, ''');  
#2450 = PERSON\_AND\_ORGANIZATION (#2120, #2440);  
#2460 = APPROVAL\_STATUS ('');  
#2470 = APPROVAL (#2460, '');  
#2480 = CALENDAR\_DATE (0, 0, 0);  
#2490 = COORDINATED\_UNIVERSAL\_TIME\_OFFSET (0, 0, \$);  
#2500 = LOCAL\_TIME (0, 0, 0., #2490);  
#2510 = DATE\_AND\_TIME (#2480, #2500);

#2520 = APPROVAL\_DATE\_TIME (#2510, #2470);  
#2530 = APPROVAL\_ROLE ('APPROVER');  
#2540 = APPROVAL\_PERSON\_ORGANIZATION (#2450, #2470, #2530);  
#2550 = CC\_DESIGN\_APPROVAL (#2470, (#2090));  
#2560 = ORGANIZATION (\$, '', '');  
#2570 = PERSON\_AND\_ORGANIZATION (#2120, #2560);  
#2580 = APPROVAL\_STATUS ('');  
#2590 = APPROVAL (#2580, '');  
#2600 = CALENDAR\_DATE (0, 0, 0);  
#2610 = COORDINATED\_UNIVERSAL\_TIME\_OFFSET (0, 0, \$);  
#2620 = LOCAL\_TIME (0, 0, 0., #2610);  
#2630 = DATE\_AND\_TIME (#2600, #2620);  
#2640 = APPROVAL\_DATE\_TIME (#2630, #2590);  
#2650 = APPROVAL\_ROLE ('APPROVER');  
#2660 = APPROVAL\_PERSON\_ORGANIZATION (#2570, #2590, #2650);  
#2670 = CC\_DESIGN\_APPROVAL (#2590, (#2070));  
#2680 = ORGANIZATION (\$, '', '');  
#2690 = PERSON\_AND\_ORGANIZATION (#2120, #2680);  
#2700 = APPROVAL\_STATUS ('');  
#2710 = APPROVAL (#2700, '');  
#2720 = CALENDAR\_DATE (0, 0, 0);  
#2730 = COORDINATED\_UNIVERSAL\_TIME\_OFFSET (0, 0, \$);  
#2740 = LOCAL\_TIME (0, 0, 0., #2730);  
#2750 = DATE\_AND\_TIME (#2720, #2740);  
#2760 = APPROVAL\_DATE\_TIME (#2750, #2710);  
#2770 = APPROVAL\_ROLE ('APPROVER');  
#2780 = APPROVAL\_PERSON\_ORGANIZATION (#2690, #2710, #2770);  
#2790 = CC\_DESIGN\_APPROVAL (#2710, (#2320));  
ENDSEC;  
END-ISO-10303-21;



## D.2. Zoekalgoritme

```
#!/usr/bin/perl
print "Name of the step-file: ";
$filename = <STDIN>;
open(INPUT_FILE, "<$filename");
while (<INPUT_FILE>) {
    ($nummer, $descript) = split(/ = /);
    if ($descript)
    {
        $lnum1 = $lnum2; $ljin1 = $ljin2;
        $lnum2 = $lnum3; $ljin2 = $ljin3;
        $lnum3 = $lnum4; $ljin3 = $ljin4;
        $lnum4 = $lnum5; $ljin4 = $ljin5;
        $lnum5 = $nummer; $ljin5 = $descript;
    }
    if (substr($descript,0,6) eq "CIRCLE")
    {
        print "\n";
        print "$nummer = $descript";
        print "$lnum4 = $ljin4";
        print "$lnum1 = $ljin1";
        print "$lnum3 = $ljin3";
        print "$lnum2 = $ljin2";
        print "\n";
    }
}
close(INPUT_FILE);
exit 0;
```

## D.3. Uitgerafelde STEP file

```

#239=SHAPE_DEFINITION_REPRESENTATION(#238,#230);
#230=ADVANCED_BREP_SHAPE_REPRESENTATION(",(#224),#229);
#224=MANIFOLD_SOLID_BREP(",#223);
#223=CLOSED_SHELL(",(#116,#132,#152,#165,#184,#196,#210,#222));
#152=ADVANCED_FACE(",(#145,#151),#137,.T.);
#151=FACE_BOUND(",#150,.F.);
#150=EDGE_LOOP(",(#147,#149));
#149=ORIENTED_EDGE("*,*,#148,.T.);
#147=ORIENTED_EDGE("*,*,#146,.T.);
#202=ORIENTED_EDGE("*,*,#146,.F.);
#146=EDGE_CURVE(",#95,#96,#41,.T.);
#95=VERTEX_POINT(",#93);
#93=CARTESIAN_POINT(",(7.5E0,0.E0,5.E0));
#96=VERTEX_POINT(",#94);
#94=CARTESIAN_POINT(",(2.5E0,0.E0,5.E0));

#41=CIRCLE(",#40,2.5E0);
#40=AXIS2_PLACEMENT_3D(",#37,#38,#39);
#37=CARTESIAN_POINT(",(5.E0,0.E0,5.E0));
#38=DIRECTION(",(0.E0,-1.E0,0.E0));
#39=DIRECTION(",(1.E0,0.E0,0.E0));

#46=CIRCLE(",#45,2.5E0);
#45=AXIS2_PLACEMENT_3D(",#42,#43,#44);
#42=CARTESIAN_POINT(",(5.E0,0.E0,5.E0));
#43=DIRECTION(",(0.E0,-1.E0,0.E0));
#44=DIRECTION(",-1.E0,0.E0,0.E0));

#59=CIRCLE(",#58,2.5E0);
#58=AXIS2_PLACEMENT_3D(",#55,#56,#57);
#55=CARTESIAN_POINT(",(5.E0,3.E0,5.E0));
#56=DIRECTION(",(0.E0,-1.E0,0.E0));

```

```
#57=DIRECTION(",(1.E0,0.E0,0.E0));  
  
#64=CIRCLE(",#63,2.5E0);  
    #63=AXIS2_PLACEMENT_3D(",#60,#61,#62);  
    #60=CARTESIAN_POINT(",(5.E0,3.E0,5.E0));  
    #61=DIRECTION(",(0.E0,-1.E0,0.E0));  
    #62=DIRECTION(",-1.E0,0.E0,0.E0));
```

# BIJLAGE E

## E.1. Voorbeeld van STEP export bestand, gegenereerd met de IMES STEP generator (ISO 10303-Part 21)

```
ISO-10303-21;
HEADER;
FILE_DESCRIPTION(('IMES Feature information'), '1');
FILE_NAME('test.stp', 1997-09-26 T09:19:26',
  (' '), ('WTCM', 'Belgium'),
  (' '),
  'IMES Design Support System',
  'not approved for release',
  FILE_SCHEMA('IMES'))
ENDSEC;
DATA;
#1 = RECTANGULARPLATE($, 'Plate1', Component,
  (-246.33364, 99.27107, 0.00000),
  (1.00000, 0.00000, 0.00000),
  (0.00000, 0.00000, 1.00000),
  30.00000, 200.00000, 150.00000, (#2, #3, #4, #5, #6, #7, #8));
#2 = STRAIGHTHOLE(#1, 'Hole1', Feature,
  (-191.33364, 19.27107, 30.00000),
  (0.00000, -1.00000, 0.00000),
  (0.00000, 0.00000, -1.00000),
  30.00000, 20.00000, ());
#3 = STRAIGHTHOLE(#1, 'Hole2', Feature,
  (-301.33364, 19.27107, 30.00000),
  (-1.00000, 0.00000, 0.00000),
  (0.00000, 0.00000, -1.00000),
  30.00000, 20.00000, ());
#4 = STRAIGHTHOLE(#1, 'Hole3', Feature,
  (-301.33364, 179.27107, 30.00000),
  (0.00000, 1.00000, 0.00000),
  (0.00000, 0.00000, -1.00000),
  30.00000, 20.00000, ());
#5 = STRAIGHTHOLE(#1, 'Hole4', Feature,
  (-191.33364, 179.27107, 30.00000),
  (1.00000, 0.00000, 0.00000),
  (0.00000, 0.00000, -1.00000),
  30.00000, 20.00000, ());
#6 = COUNTERBOREDHOLE(#1, 'CBoreHole1', Feature,
  (-246.33364, 9.27107, 30.00000),
  (-1.00000, 0.00000, 0.00000),
  (0.00000, 0.00000, -1.00000),
  30.00000, 5.00000, 10.00000, 10.00000, ());
#7 = COUNTERBOREDHOLE(#1, 'CBoreHole2', Feature,
  (-246.33364, 189.27107, 30.00000),
  (1.00000, 0.00000, 0.00000),
  (0.00000, 0.00000, -1.00000),
  30.00000, 5.00000, 10.00000, 10.00000, ());
#8 = DESIGNOBJECT(#1, 'Pocket', Feature,
  (-246.33364, 99.27107, 30.00000),
  (-1.00000, 0.00000, 0.00000),
  (0.00000, 0.00000, -1.00000),
  (#9, #10, #11, #13));
#9 = DESIGNOBJECT(#8, 'Question', Feature,
  (-242.15364, 109.27107, 25.00000),
  (1.00000, 0.00000, 0.00000),
  (0.00000, 0.00000, -1.00000),
  ());
```

```
#10 = STRAIGHTHOLE(#8, 'QuestionHole', Feature,  
    (-246.33364, 119.27107, 25.00000),  
    (1.00000, 0.00000, 0.00000),  
    (0.00000, 0.00000, -1.00000),  
    25.00000, 15.00000, ());  
#11 = DESIGNOBJECT(#8, 'RectPocket', Feature,  
    (-246.33364, 141.77107, 25.00000),  
    (-1.00000, 0.00000, 0.00000),  
    (0.00000, 0.00000, -1.00000),  
    (#12));  
#12 = DESIGNOBJECT(#11, 'RectPocket', Feature,  
    (-246.33364, 144.27107, 10.00000),  
    (-1.00000, 0.00000, 0.00000),  
    (0.00000, 0.00000, -1.00000),  
    ());  
#13 = STRAIGHTHOLE(#8, 'InclinedHole', Feature,  
    (-216.33364, 99.27107, 25.00000),  
    (0.00000, 1.00000, 0.00000),  
    (0.00000, 0.00000, -1.00000),  
    50.00000, 5.00000, ());  
ENDSEC;  
END-ISO-10303-21;
```

## E.2. EXPRESS schema voor de IMES gegevensuitwisseling.

SCHEMA IMES;

```
TYPE EnumObjClass = ENUMERATION OF
  (Assembly,Component,Feature);
END_TYPE;
```

```
TYPE Coord3D =
  ARRAY[1:3] OF REAL;
END_TYPE;
```

```
ENTITY DesignObject SUPERTYPE OF
  (ONEOF (Hole, Plate, Pocket, ClampingSlot));
  Parent      : DesignObject;
  Naam        : STRING;
  ObjClass    : EnumObjClass;
  Position    : Coord3D;
  XDirection  : Coord3D;
  ZDirection  : Coord3D;
INVERSE
  Members : DesignObject FOR Parent ;
END_ENTITY; -- DesignObject
```

```
ENTITY Plate SUPERTYPE OF
  (CircularPlate ANDOR RectangularPlate) SUBTYPE OF (DesignObject);
  Thickness   : REAL;
END_ENTITY; -- Plate
```

```
ENTITY RectangularPlate SUBTYPE OF (Plate);
  Len         : REAL;
  Width       : REAL;
END_ENTITY; -- RectangularPlate
```

```
ENTITY CircularPlate SUBTYPE OF (Plate);
  Diameter    : REAL;
END_ENTITY; -- CircularPlate
```

```
ENTITY Hole SUPERTYPE OF
  (ONEOF (StraightHole, CounterBoredHole, CounterSunkHole)) SUBTYPE OF
  (DesignObject);
  Depth       : REAL;
  Diameter    : REAL;
END_ENTITY; -- Hole
```

```
ENTITY ThreadInfo ABSTRACT SUPERTYPE OF
  (ThreadedStraightHole ANDOR ThreadedCBoreHole ANDOR ThreadedCSunkHole);
  ThreadLen   : REAL;
  ThreadDia   : REAL;
END_ENTITY; -- ThreadInfo
```

```
ENTITY CounterBoredHole SUPERTYPE OF
  (ONEOF (ChamferedHole, ThreadedCBoreHole)) SUBTYPE OF (Hole);
  CBoreDepth : REAL;
  CBoreDia   : REAL;
END_ENTITY; -- CounterBoredHole
```

```
ENTITY StraightHole SUPERTYPE OF
  (ThreadedStraightHole) SUBTYPE OF (Hole);
END_ENTITY; -- StraightHole
```

ENTITY ChamferedHole SUBTYPE OF (CounterBoredHole);  
Chamfer : REAL;  
END\_ENTITY; -- ChamferedHole

ENTITY CounterSunkHole SUPERTYPE OF  
(ThreadedCSunkHole) SUBTYPE OF (Hole);  
CSunkDepth : REAL;  
CSunkAngle : REAL;  
END\_ENTITY; -- CounterSunkHole

ENTITY ThreadedStraightHole SUBTYPE OF (StraightHole, ThreadInfo);  
END\_ENTITY; -- ThreadedStraightHole

ENTITY ThreadedCBoreHole SUBTYPE OF (CounterBoredHole, ThreadInfo);  
END\_ENTITY; -- ThreadedCBoreHole

ENTITY ThreadedCSunkHole SUBTYPE OF (CounterSunkHole, ThreadInfo);  
END\_ENTITY; -- ThreadedCSunkHole

ENTITY Pocket SUPERTYPE OF  
(RectPocket) SUBTYPE OF (DesignObject);  
Depth : REAL;  
END\_ENTITY; -- Pocket

ENTITY RectPocket SUBTYPE OF (Pocket);  
Width : REAL;  
Length : REAL;  
Fillet : REAL;  
END\_ENTITY; -- RectPocket

ENTITY ClampingSlot SUBTYPE OF (DesignObject);  
Length : REAL;  
Depth : REAL;  
Height : REAL;  
Fillet : REAL;  
END\_ENTITY; -- ClampingSlot

END\_SCHEMA; -- IMES



# BIJLAGE F

# HAUS DER TECHNIK E.V.

Außeninstitut der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen  
Kooperationspartner der Universität - GHS Essen, der Westfälischen Wilhelms-  
Universität Münster und der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn



## B E S C H E I N I G U N G

**Frau Ariane Magera**

hat beim Haus der Technik e.V., Essen, am 21.01.1997

an der Veranstaltung

**STEP - Überblick für Anwender**

teilgenommen.

Essen , den 27.01.1997 / Reg.-Nr. 138919

Professor Dr.-Ing. E. Steinmetz  
(Geschäftsführendes Vorstandsmitglied)



**ProSTEP**  
PRODUKTDATEN  
TECHNOLOGIE  
G M B H

## Teilnahmebestätigung

Frau Ariane Magera

hat die Schulung Optimierung des CAD/CAM-Daten-  
austausches

unter der Leitung von Bettina Neuhof

am 04.12.1997 besucht.

In der Schulung wurden vermittelt:

### **Einführung**

Datenaustauschvarianten (Native, neutrale oder Direkt-Schnittstellen);

Ursachen für Datenaustauschprobleme;

### **Verbesserungsmöglichkeiten**

Abhilfemaßnahmen;

Präventivmaßnahmen;

Einführung in die neue Schnittstelle STEP;

Verfahren zum Prozessortest;

Automatisierungsmöglichkeiten;

### **Praktische Übungen**

Praxisbeispiele;

Vorführung der Softwarelösungen.

04.12.1997

Darmstadt, den \_\_\_\_\_

ProSTEP Produktdatentechnologie GmbH

**ProSTEP**

Produktdatentechnologie GmbH

Bettina-Neuhof-Straße 15

64293 Darmstadt

Tel.: 061 51 - 92 87 - 0

FAX: 061 51 - 92 87 - 26

# BIJLAGE G

# STEP-introduction into the Belgian Industry

Pieter Kesteloot, WTCM Heverlee

This article gives an overview of STEP activities within Belgium. It illustrates how a small country, with a large number of SME's copes with the introduction of STEP. WTCM has set-up a collaboration between a collective research centre, end-users and software vendors. Together they will try to speed-up the introduction process of STEP in Belgium.

## Why a collective research centre in a small country invests in STEP :

WTCM is a collective research centre for the Belgian Metalworking Industry. WTCM has more than 2000 member companies, including a lot of SME's supplying directly or indirectly towards the Automotive and Aerospace industry. In the recent past WTCM has been more and more confronted with member companies encountering problems in the area of data exchange. The quality of data exchange represents a key technology to cover growing requirements on quality, time, flexibility and integration of development processes.

Although the importance of STEP and its application possibilities are well recognised, the standard is insufficiently known within the Belgian industry. As a result, the participation of Belgian enterprises towards STEP-activities and the introduction of STEP is minimal. Missing the right time and the knowledge to introduce STEP may be risky in a highly competitive global market.

Therefore, WTCM took up STEP and Product Data Technology as a major strategic domain in 1994 and started to build-up a local knowledge centre for Product Data Technology to : promote STEP, co-ordinate the introduction of STEP, set-up a high level of co-operation between Belgian companies, provide training and technical support, in-

itiate and co-ordinate projects and set-up international co-operation. In 1994 WTCM already signed a partnership agreement with ProSTEP to represent ProSTEP in Belgium.

## After a slow start, STEP projects are currently progressing at full speed :

Without participation of the end-users STEP can not succeed. However, most companies, especially SMEs are not able to provide the requested resources to set-up and perform STEP-tests. It took WTCM almost 2 years and a lot of promotion, training-sessions and STEP-work-shops to bring companies together and set-up projects with sufficient resources to perform STEP tests on a larger scale. After a relative slow start, the acceptance of STEP-projects by the Belgian government has accelerated the introduction process of STEP into industry and will allow to contribute more actively in the development of STEP in the near future.

To conduct the projects, an open consortium has been composed out of end-user companies, CAD-vendors and a research centre. WTCM coordinates the

projects and provides the manpower for the execution of the pilot projects. End-users steer the project, deliver the test-cases and evaluate the results of the pilot projects. CAD-vendors support the data-exchange and provide the STEP-processors. The next paragraphs will give an overview of the two STEP projects that are currently introduced. WTCM is the only partner which gets a contribution by the Belgian government. In total these projects sum-up to 6 man-years of resources for WTCM.

The pilot project, **Industrialization of STEP in Belgium** started on April 1st 1996 and aims to support the promotion and the introduction of STEP in Belgium. It consists of three major tasks :

- **Promotion for data exchange with STEP :**

In this project the capabilities of the STEP-standards for geometry exchange will be evaluated by pilot projects in data exchange with the Application Protocols 203 and 214. A comparison will be made with results in data exchange using the current standards (IGES, VDA-FS and DXF).

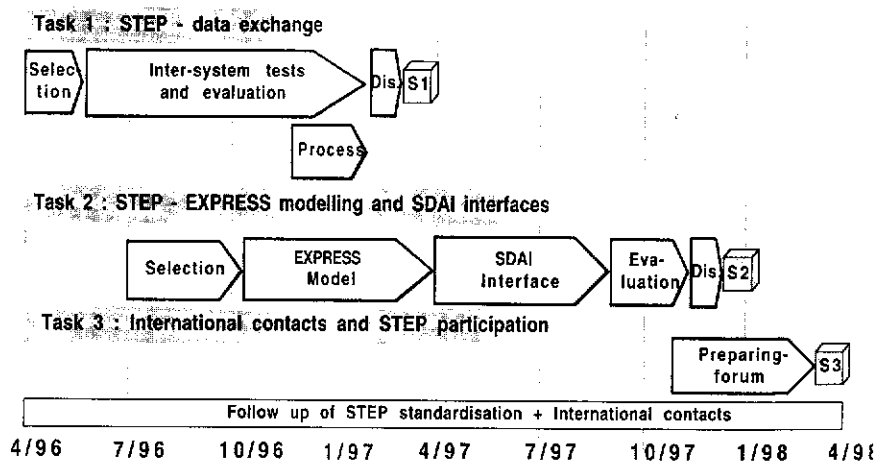


Fig. 1: Industrialisation of STEP in Belgium

- Interface development on the basis of EXPRESS and SDAI :**  
 For developers of integrated CAE application softwares the STEP technology can provide a basis for the development of data models and the interfaces towards other systems. On the basis of STEP technology and using the existing PROSTEP-toolkits a STEP interface will be developed for an application selected among the participating partners. This development aims to demonstrate the applicability and flexibility of STEP-technology as basis of interface development.
- Preparation of an active participation in STEP-activities:**  
 Training has been given to the participating partners and the first inter-system tests have already been performed. In the near future STEP pilot projects will be launched. At the end of the projects results will be published and disseminated towards industry. The figure below gives an overview of the project planning.

The project "Evaluation and contribution towards STEP AP 214" will eval-

uate in a number of test-cases the applicability of AP 214 and aims to contribute to the fine-tuning of AP 214. Besides the knowledge build up and active use of STEP, an active participation of Belgian companies in STEP requires that competence and interests of enterprises will be brought together, so that :

- STEP standards can be distributed on a wider scale,
- STEP standards will be applied more effectively,
- by grouping and co-ordinating the STEP-activities, STEP will support better towards the requirements of the members of WTCM and to the Belgian enterprises.

The applicability of AP214 will be evaluated in 3 phases : geometry, geometry and configuration management, other aspects of mechanical design. This project will run over two years.

### Collaboration with ProSTEP is needed :

A succesful collaboration with STEP-fore runners in the surrounding countries is necessary to avoid overlap of

work and a use the available manpower as efficient as possible. Therefore from the start WTCM has chosen to highly co-operate with PROSTEP. WTCM is a member of the ProSTEP Association, participates in the ISAP project and is willing to contribute in the near future to several workgroups of the ProSTEP association : introduction of STEP into industry, Quality and Testing and administrative product Data.

WTCM has some manpower, but more important a lot of enthusiastic end-user companies to offer. Most of them are SMEs, suppliers towards the automotive sector. Companies encountering data exchange problems with Belgian companies and willing to evaluate STEP as an alternative way to solve them, may always contact WTCM for support in setting-up data exchange tests.

### Current partners in the STEP-projects :

Alcatel Bell, Bogimac, Bosal, Overpelt Plascobel, Picanol, Recticel, Soliver, TechnoConsulting, Vandenbussche, VCST, Volvo Europa Truck, Axis-Rand (Pro/Engineer), Bogimac (Autocad), Computervision (CADD5), EDS (Unigraphics), IBM (CATIA), SDRC (Ideas Master Series)

### Contact Adress :

Pieter Kesteloot  
 WTCM / CRIF Mechanical  
 Department  
 Celestijnenlaan 300 C  
 B-3001 Heverlee  
 Email :  
 pieter.kesteloot@wtcm.kuleuven.ac.be  
 Fax: 0032 - 16 32 2984  
 Tel: 0032 - 16 32 2753

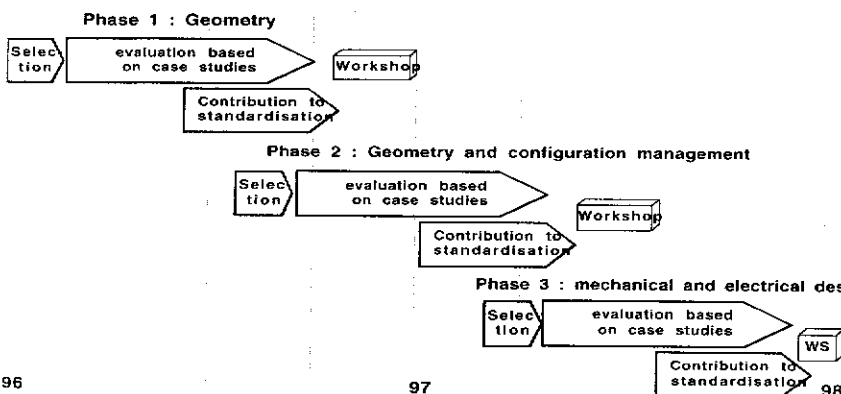


Fig. 2: Evaluation and contribution towards STEP AP214

# STEP op CAD/CAM Kortrijk '96 een eerste doorbraak voor volumetrische modellen

In een vorige bijdrage, "STEP van strategisch belang voor de onderneming CAD/CAM Benelux", werd ingegaan op de algemene ontwikkeling en het belang van STEP. De ontevredenheid over de bestaande 3D-uitwisselingsstandaarden was de aanleiding om in 1984 met de ontwikkeling van ISO 10303-STEP te starten. Deze bijdrage geeft een overzicht van de mogelijkheden voor het uitwisselen van CAD/CAM gegevens en geeft aan in welke mate STEP de bestaande formaten vervangt.

Voor de mechanische toepassingen zijn voornamelijk application protocol AP 203 (vanuit vliegtuigindustrie) en AP 214 (vanuit automobiellindustrie) belangrijk. Een AP beschrijft volgens uniforme methoden welke gegevens noodzakelijk zijn in een specifiek toepassingsdomein. Beide AP's verschillen slechts in de details voor het uitwisselen van de CAD-geometrie van produktmodellen. Daar waar de ontwikkeling van de STEP beschrijving voor geometrie in AP 203 en AP 214 reeds geruime tijd afgerond is, is de introductie ervan vooral afhankelijk van de beschikbaarheid

van kwalitatief hoogstaande processors.

Pilootprojecten bij de bedrijven en benchmarks toonden aan dat de kwaliteit van de STEP processoren voor volumetrische modellen in de laatste 6 maanden sterk gestegen is. Tussen een aantal CAD/CAM systemen worden repetitief goede resultaten verkregen zodat volumetrische modellen probleemloos kunnen uitgewisseld worden. Op basis van deze resultaten gebruiken een aantal leidinggevende bedrijven nu reeds STEP in produktie. In de automobielsector heeft GM als eerste het opstarten van STEP aangekondigd voor de uitwisseling van CAD-gegevens met zijn toeleveranciers.

Deze goede resultaten zijn echter nog niet tussen alle CAD-systemen mogelijk. Tolerantieproblemen veroorzaakt door een verschil in modelleernauwkeurigheid bij de verschillende CAD-systemen of een nog niet optimale processorkwaliteit zijn de voornaamste oorzaken. Hierdoor is het aan te raden om via een kleine test na te gaan of voor Uw bedrijf STEP nu reeds een oplossing biedt voor het uit-

wisselen van volumetrische modellen.

Alhoewel STEP tekeningen, draad-, oppervlakte- en volumetrische modellen omvat, spitste de ontwikkeling van processoren zich voornamelijk toe op dat domein dat men de huidige standaarden niet gerealiseerd kan worden: de volumetrische modellen. Voor draadmodellen en tekeningen is de ontwikkeling van processoren nog in een opstartfase. De huidige formaten, IGES, VDA-FS, SET en DXF, zijn voor dit toepassingsdomein tot hertoe de enige oplossing en zullen nog geruime tijd toegepast worden. Afhankelijk van de snelheid van ontwikkeling zal STEP ook hier in de toekomst een alternatief bieden.

enn41

**P. Kesteloot, WTCM Heverlee**

**Infokaart Doc. 11**