



# Ontwerp handleiding

Voor het (laten) printen van 3D modellen



# Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	2
1. Introductie voor het printen van 3D modellen .....	4
1.1. Inhoud .....	4
1.2. Denken in 3D .....	4
1.3. 3D tekensoftware .....	4
2. Planning .....	5
2.1. Het begrijpen van een goed model .....	5
2.2. Het .stl file formaat .....	5
2.2.1. Een korte geschiedenis.....	5
2.2.2. Formaat specificaties .....	5
2.2.3. Veel voorkomende problemen en de oplossingen.....	6
2.3 VMRL file formaat .....	9
2.4. Print grote.....	9
2.4.1. Kleinst printbare onderdelen .....	9
2.4.2. Details .....	10
2.4.3. Ondersteuning en sterkte.....	11
3. Software pakketten .....	11
3.1 3D Studio Max.....	12
3.2 ArcGIS.....	12
3.3 AutoCAD .....	12
3.4 CadKey.....	12
3.5 CATIA.....	12
3.6 Cosmos .....	13
3.7 Form Z.....	13
3.8 I-DEAS .....	13
3.9 Inventor .....	14
3.10 IronCAD .....	14
3.11 MagicsRP .....	14
3.12 Maya.....	14
3.13 Mechanical Desktop.....	15

3.14 Mimics ..... 15

3.15 Moldflow ..... 15

3.16 Pro/Engineer ..... 15

3.17 Rhinoceros ..... 16

3.18 RP-RasMol..... 16

3.19 SolidEdge ..... 16

3.20 Solidworks ..... 16

# 1. Introductie voor het printen van 3D modellen

Dit document helpt ontwerpers met het produceren van goede digitale 3D bestanden om op de Z-Corp 3D printers te kunnen printen.

3D modelleren wordt voornamelijk gebruikt voor visualisatie doeleinden. Het 3D printen van een model vereist "waterdicht" 3D bestand. Dat betekent dat alle oppervlakten goed op elkaar moeten passen en geen gaten of overlappingsen mogen bevatten. Als er bijvoorbeeld een kubus wordt getekend dan moeten alle zes zijden worden getekend zelfs als de kubus in andere geometrie steekt. Elk commando dat uitgevoerd wordt kan een aantal nieuwe oppervlakten of snijdende elementen creëren maar er moet worden gezorgd dat het model één solide object blijft.

Voor vele ontwerpers begint het creatieve proces met het maken van 2D tekeningen. Om hier een 3D tekening van te maken moeten deze 2D tekeningen als het ware worden overgetekend in een 3D programma. Als u al met zo'n 3D programma werkt dan heeft u al een goede basis om mee te beginnen en is 3D printen waarschijnlijk een kleine stap. Voor diegenen die nog niet met een 3D programma hebben gewerkt kan het lijken alsof het erg moeilijk is om een goed 3D model te kunnen produceren. Gelukkig is het proces om een 3D bestand te tekenen en te printen redelijk simpel en zal al vrij snel routine worden.

## 1.1. Inhoud

In deze handleiding gaan we het hebben over de eerste vereisten en handige tips die nodig zijn voor een ontwerper om 3D te kunnen printen. Het is verstandig om de hele handleiding te lezen omdat verschillende secties verschillende methoden uitleggen. De punten die worden uitgelegd in deze handleiding zijn alleen bedoeld om u op weg te helpen. Hoe meer u gaat werken met 3D programma's hoe meer u uw eigen stijl en methodes gaat ontwikkelen

Ook staan er handige tips in dit document voor het repareren van slechte .stl bestanden die veel voorkomen in de rapid prototyping industrie. Ook worden een aantal handige tips gegeven voor de softwareprogramma's die populair zijn in de ontwerpsector.

## 1.2. Denken in 3D

Het moeilijkste gedeelte van de overgang naar 3D en tegelijk ook grote voordeel is het begrip van de 3D ruimte en toepassing ervan in moderne 3D tekenprogramma's. Het kunnen maken van goede 2D tekeningen is een waardevolle vaardigheid maar betekent niet dat u gelijk in 3D kunt gaan tekenen. Het navigeren, manipuleren en oriënteren van modellen zal moeten gebeuren met wat meer voorbereiding en planning dan u gewend bent in 2D. Het grootste voordeel is dat u niet meer gelimiteerd wordt door een twee dimensionaal vlak en fouten kunnen moeilijker worden gemaakt omdat u een echt object aan het tekenen bent en geen aanzichten meer waar verschillen in kunnen ontstaan. Elementen die moeilijk zijn te begrijpen in 2D zijn nu gelijk goed te zien door simpelweg het model even te draaien.

## 1.3. 3D tekensoftware

Voor het printen op een 3D printer is een .stl of .wrl bestand nodig. Om zo'n bestand te kunnen produceren heeft u een 3D tekenprogramma nodig. De meeste programma's kunnen 2D geometrie (DXF, DWG, etc) importeren, dus meestal komt de keus van een programma neer op uw eigen voorkeur. De meeste 3D tekenprogramma's hebben vergelijkbare tekenfuncties en allemaal hebben ze wel een manier om bestanden te kunnen exporteren naar .stl of .wrl en zonet dan kan dit altijd gedaan worden met extra converteerprogramma's.

En groot aantal ontwerpers werkt al met AutoCAD (in een van de vele vormen) en/of 3D Studio MAX/VIZ om hun ontwerpen mee te visualiseren en deze handleiding is gebaseerd op deze twee programma's. Andere tekenpakketten hebben over het algemeen vergelijkbare of zelfs dezelfde functies.

## 2. Planning

Het is belangrijk bij 3D printen dat er een goede planning is om een ontwerp zo efficiënt mogelijk te maken. Met een goede planning kan er veel tijd worden bespaard. Of je nu van te voren weet dat je een 3D model gaat printen of dat je een tekening, die gemaakt is om te renderen (wat heel veel voorkomt), aanpast. Een goede planning voorkomt dat je achteraf een .stl of .wrl file met veel fouten in het model moet gaan repareren.

### 2.1. Het begrijpen van een goed model

Het 3D model moet volledig "waterdicht" zijn zonder open oppervlakten of naden die niet aan elkaar zitten. Alle details moeten volledig zijn uitgewerkt en vastzitten aan de andere geometrie. "Trimmed surfaces" en "knitted surfaces" kunnen ook worden gebruikt zolang het model maar een gesloten oppervlak heeft. Er moet goed worden gekeken of alles aan elkaar vast zit en niet alleen maar op het oog heel dichtbij staat.

### 2.2. Het .stl file formaat

Het standaard rapid prototyping formaat is .stl bestand. Een .stl bestand bestaat uit een netwerk van kleine driehoekjes die samen het oppervlakte van het model opmaken. Om een model succesvol te printen moeten de driehoekjes precies aan elkaar grenzen zonder gaten of overlappingen. Het STL formaat is een standaard formaat dat door bijna alle CAD-pakketten (Computer Aided Design) geëxporteerd kan worden. Het aantal driehoekjes kan vaak ook worden bepaald. Hoe meer detail er nodig is, hoe meer driehoekjes er gebruikt moeten worden en dan zal het bestand groter worden. Als er een bocht gemaakt moet worden kan dat alleen door een aantal rechte lijnen te gebruiken, hoe meer lijnen je gebruikt hoe ronder de bocht wordt. Maar hoe fijner het model hoe groter het bestand wordt en hoe zwaarder het wordt voor de software om hem te bewerken. Meestal komen er bij het exporteren naar .stl een paar fouten in het model te zitten. Er is speciale software om fouten in .stl files te ontdekken en automatisch te repareren. Dit werkt niet bij grote fouten en deze zullen dan ook door een tekenaar met de hand moeten worden gecorrigeerd.

#### 2.2.1. Een korte geschiedenis

Stereolithography (.stl) bestanden zijn geïntroduceerd als een simpel formaat om informatie over 3D objecten in op te slaan. Het hoofd gebruik van het bestandstype is om fysieke prototypes te maken van computer gegenereerde modellen. Bijna alle moderne 3D pakketten kunnen .stl exporteren maar niet ieder pakket biedt hetzelfde aantal opties. Sommige pakketten laten je kiezen hoeveel driehoekjes (polygonen) er moeten worden gebruikt en sommige bieden alleen de optie om een naam aan het bestand te geven en of hij in ASCII of Binair formaat weggeschreven moet worden. Programma's die niet direct een .stl file kunnen exporteren kunnen vaak andere bekende formaten (DXF, 3DS, etc) exporteren die daarna weer makkelijk om zijn te zetten naar een .stl.

#### 2.2.2. Formaat specificaties

Er zijn twee soorten .stl bestanden: Binair en ASCII. Ze bevatten allebei dezelfde informatie maar ASCII formaat kan gelezen en gewijzigd worden met een gewone teksteditor en Binair bestaat uit computer code. In een .stl bestand staan alle polygonen apart beschreven. De coördinaten van de drie hoekpunten en de richting van het oppervlak (normals). Het STL formaat kan alleen informatie bevatten over het oppervlakte van een model. Entiteiten zoals punten, lijnen, krommingen, attributen, lagen en kleuren worden tijdens het exporteren genegeerd. In een STL bestand moet het object zich in het positieve kwadrant bevinden. Dit betekend dat er geen min getallen in de file kunnen voorkomen. Tegenwoordig maakt het niet meer uit want bijna alle 3D-pakketten kunnen de coördinaten compenseren zodat het object goed staat.

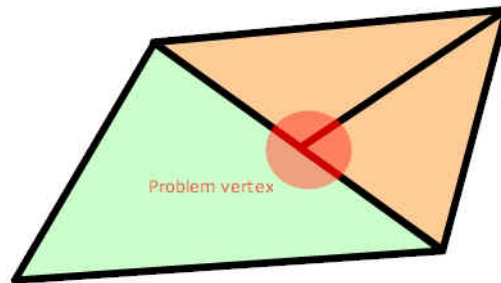
Er kan veel met het STL formaat maar dat is geen garantie op een goed bestand dat gelijk geprint kan worden. Er kunnen meerdere objecten in een STL bestand zitten en bij sommige software kan er zelf kleur worden meegegeven.

### 2.2.3. Veel voorkomende problemen en de oplossingen

In de volgende paar secties bespreken we veel voorkomende problemen en de oplossingen daarvoor.

#### Vertex-to-Vertex Regel

De meest voorkomende fout in STL bestanden is dat programma's zich niet houden aan de vertex-to-vertex regel. Een vertex is de rand van een polygoon (driehoek). De regel beschrijft dat twee aan elkaar grenzende polygoon dezelfde vertex moeten delen. In onderstaand voorbeeld betekent dat de onderste driehoek in tweeën moet worden gedeeld. Dit probleem veroorzaakt gaten in het model.



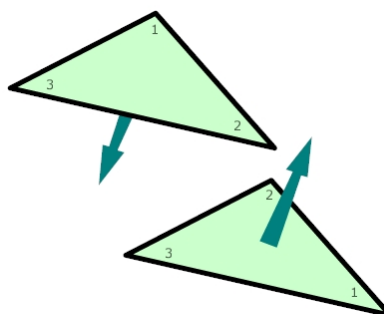
Probleem vertex

Oplossing:

Er zijn programma's die automatisch STL files kunnen repareren en meestal werkt dat, maar erg grote fouten zullen met de hand gerepareerd moeten worden. Het repareren werkt als volgt: eerst haal je een aantal polygoon weg en met de kale randen die je overhoud maak je nieuwe polygoon. Niet te veel polygoon weghalen want je moet wel randen hebben om de nieuwe polygoon aan te hangen. Dit blijf je herhalen totdat het gat dicht is. Met wat oefening is dit een vrij simpele reparatie.

#### Omgekeerde Normals

Een andere veel voorkomend probleem is verkeerd georiënteerde oppervlakten. In een surface model hebben alle polygoon maar één zijde. Vanaf de kant is de polygoon vaak niet te zien. Het is gemakkelijk om het door de war te halen met een gat in het model. Vaak komt dit door het met de hand manipuleren van de oppervlakte of omdat de software niet goed weet wat de buiten- of de binnenkant van een model is. Functies zoals unify normals, recalculate normals en Boolean willen dit probleem wel eens veroorzaken.



Omgekeerde normals

Oplossing:

Alle moderne 3D pakketten hebben functies om normals om te keren en vaak ook een functie om dit automatisch te doen (unify normals commando). Voor de meeste objecten zijn deze opdrachten

voldoende. Sommige objecten geven problemen, zoals objecten die zichzelf kruisen of gaten hebben. Als je met de hand polygonen aan gaat maken moet je je houden aan de tegen-de-klok-in regel. Dit betekent dat als je van de buiten kant naar een object kijkt je de hoekpunten tegen de klok in moet aanwijzen. Dit staat aangegeven op bovenstaand plaatje. Als er maar een paar omgedraaide polygonen in het object zitten is dit simpel te verhelpen maar bij meerdere fouten wordt het repareren een steeds grotere klus.

### Dubbele polygonen en meerdere randen

Dubbele polygonen en meerdere randen zijn precies wat de naam aangeeft. Deze fouten ontstaan daar waar, om een of andere reden, dubbele polygonen en randen aan hetzelfde object toebehoren. Als er een volledige kopie van een object aanwezig is dan is de oplossing simpel. Vind de kopie en verwijder deze en je houdt een intacte goede file over. Een andere mogelijkheid is dat er fragmenten van objecten in de buurt per ongeluk gegroepeerd zijn met het model en deze geven nu de dubbele polygonen fout.

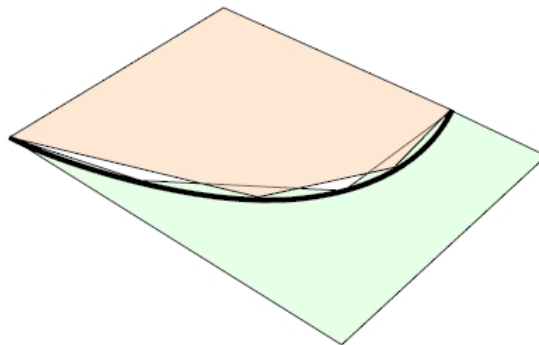
Oplossing:

Deze fouten zijn vaak gemakkelijk te verhelpen met geautomatiseerde reparatie software (Geomagic, 3D Studio MAX's .stl check modifier). Het met de hand oplossen van dit probleem is vaak een erg saai en tijdsverslindend werk. Het beste kun je naar het originele bestand gaan en dit zo grondig mogelijk schoon maken en dan opnieuw exporteren. Als handmatige reparatie de enige optie is dan zul je alle dubbele oppervlakten moeten opzoeken en verwijderen, hierna moeten alle elementen weer aan elkaar worden verbonden. Als dit wordt vergeten dan krijg je te maken met een van de andere fouten die beschreven staan in onderstaand stukje.

### Scheuren, gaten, pieken en open randen

Deze fouten zijn samen gegroepeerd omdat ze vaak dezelfde oorzaak hebben.

Spleten worden vaak veroorzaakt door het gebruik van B-spline oppervlakten (NURBS, Bezier patches, etc.) De randen van deze oppervlakten zijn vloeiende lijnen en als die worden aangesloten op rechte lijnen dan ontstaat er daartussen een spleet.



Scheuren langs een vloeiende lijn

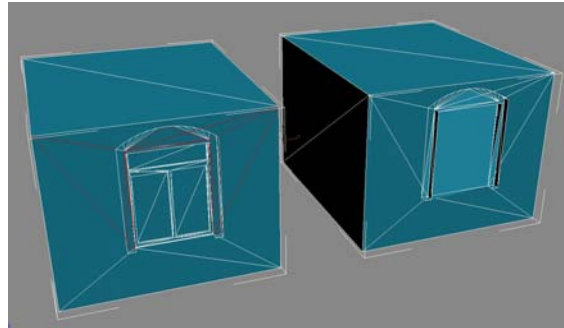
Gaten zijn bijna hetzelfde als spleten maar zijn zichtbaarder en vaak het gevolg van het fout gebruiken van de boolean functie of het vergeten of niet goed aansluiten van een eindoppervlak. Bij 3D scannen of puntwolk operaties zoals vaak gebruikt worden bij reverse-engineering. Gaten zijn precies wat de naam suggereert, missende polygonen in een oppervlakte dat voor de rest normaal is.

Pieken zijn een soort eilandjes van polygonen die aan de randen niet zijn aangesloten. Deze zijn vaak het gevolg van objecten die een groot gedeelte van hun schil missen. Ze vallen zo goed op dat reparatie meestal erg simpel is.

Open randen zijn de randen van scheuren, gaten en pieken die dus maar aan een polygoon vastzitten. Als er geen van deze oorzaken aanwezig zijn zijn ze het gevolg van het niet goed aan elkaar lassen van elementen na een reparatie.

Oplossing:

Bijna al deze fouten kunnen worden opgelost met het gebruik van een “capping” commando. Dit commando zoekt alle open randen op en zorgt dat ze vast zitten aan de rest van het object. Dit is een “dom” commando en kan er voor zorgen dat er rare geometrie wordt aangemaakt dus kijk goed uit bij het gebruik van deze opdracht. Sommige software programma’s (zoals Geomagic) kunnen bij het opbouwen van oppervlakten rekening houden met gebogen lijnen.



Links een raam met open randen  
Rechts het effect van het capping commando

Aangezien er honderden situaties zijn die deze fouten in kunnen produceren bieden we een simpele oplossing. Al deze fouten hebben open randen gemeen en dat kan worden gerepareerd met het “domme” capping commando. Dit verandert waarschijnlijk wel de oppervlakte van je object maar geeft je wel een waterdicht object. Nu kun je alle fouten die het capping commando heeft gemaakt herstellen en je object is goed en dit gaat een stuk sneller dan het opnieuw opbouwen van het model.

Het is ook mogelijk om deze fouten op te lossen door met de hand alle open randen af te gaan en te kijken waarom dat zo is en zelf geometrie te repareren of lassen. De omvang van deze methode wordt groter naarmate het model groter (meer polygonen) wordt. Er wordt aangeraden om vaak de integriteit van je model na te kijken zodat achteraf weinig moet worden gerepareerd.

### **Niet bestaande vlakken**

Het probleem van niet bestaande vlakken is geen kritiek probleem aangezien ze geen volume hebben en geen gaten veroorzaken. Dit betekent niet dat ze zomaar genegeerd kunnen worden. Ze nemen ruimte in het bestand in en kunnen fouten veroorzaken als ze worden geanalyseerd omdat ze wel tellen als een vlak. Bij het bewerken van een model kunnen ze ook moeilijkheden veroorzaken. Deze vlakken worden meestal veroorzaakt door verkeerde import/export instellingen of limitaties in de export module van het 3D pakket. Ook commando's zoals Boolean, optimalisatie of andere operaties die de gehele oppervlakte van een model bewerken kunnen deze fout veroorzaken.

Er zijn twee typen niet bestaande vlakken.



De drie punten van de polygoon liggen in een lijn of



de drie punten van de polygoon liggen in een punt.

De oorzaak is vaak dat de applicatie de vlakken afknipt op een verkeerde manier.

Oplossing:

Er is geen constructieve oplossing voor dit soort vlakken. Sommige programma's kunnen deze vlakken detecteren. De enige echte oplossing is het analyseren van de import/export instellingen en ervoor zorgen dat er geen informatie verloren gaat bij het vertalen naar andere bestands typen. Het bekijken van de instellingen voor tolerantie, eenheden en lassen kan ook wat voordeel opleveren.

## 2.3 VMRL bestandsformaat

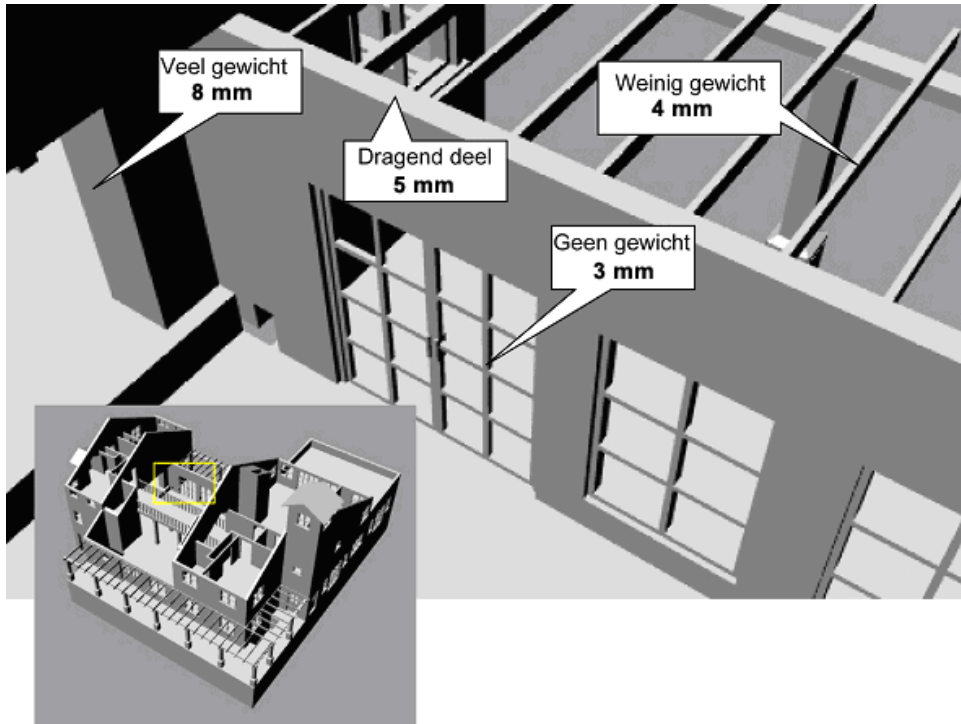
ZPrint is de software die de printer aanstuurt. Deze software kan naast STL files ook WRL (VMRL) bestanden importeren. Dit bestandsformaat kan gebruikt worden om kleuren en texturen op het model mee te exporteren. Voor de rest zijn alle fouten en reparaties hetzelfde als bij STL formaat.

## 2.4. Printgrote

Voordat een file gemaakt, gerepareerd of geherstructureerd word moet er goed gekeken worden naar de schaal van het te printen object. Deze schaal zal de minimale dikte bepalen die gebruikt kan worden voor de verschillende elementen in het model.

### 2.4.1. Kleinst printbare onderdelen

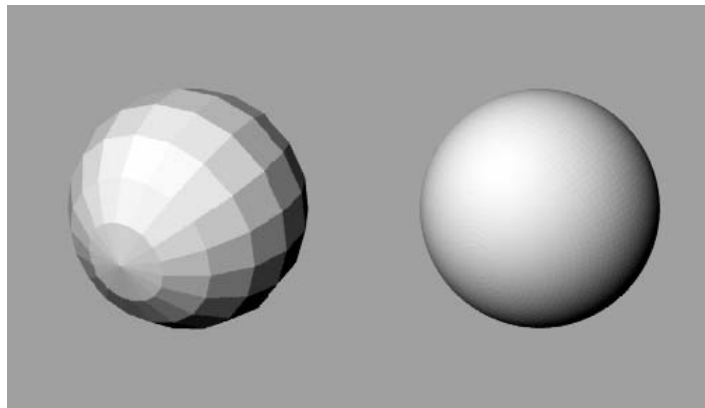
De waarden zullen verschillen per project, materiaal en printinstellingen. Een veilige minimale dikte voor objecten die een beetje gewicht moeten dragen is 1,25 mm. Voor delen die helemaal niets hoeven dragen is het minimum 0,5 mm. Delen die echt vastgepakt moeten kunnen worden of die veel gewicht van het model dragen moeten minimaal 3 mm zijn en als de krachten groter worden is 5 mm de gewenste dikte. Voorbeelden van dragende onderdelen zijn muren en kolommen en overhangende delen. Deze maten zijn minimaal en moeten alleen gebruikt worden als het echt nodig anders zijn grotere maten gewenst. Voor overhangende onderdelen kan er ook altijd een verwijderbare ondersteuning worden meegetekend zodat deze delen tijdens het nabehandelen stevig genoeg zijn en als ze behandeld zijn kan de tijdelijke constructie worden weggehaald. Met wat ervaring kom je er vanzelf achter wat kan en wat niet kan.



Voorbeelden van de verschillende maten

#### 2.4.2. Details

Als detail volledig worden ondersteund door een dikker deel van de constructie dan kan de minimale grote ook omlaag. Voor deze delen is de kleinst printbare dikte 0.2 mm. Deze delen moeten dan wel goed ondersteund worden want zodra er een deeltje uitsteekt dan breekt dit waarschijnlijk af. De 3D printer moet net als andere printers rekening houden met de resolutie, dus bij te kleine delen kan de printer het gewoonweg niet meer printen.

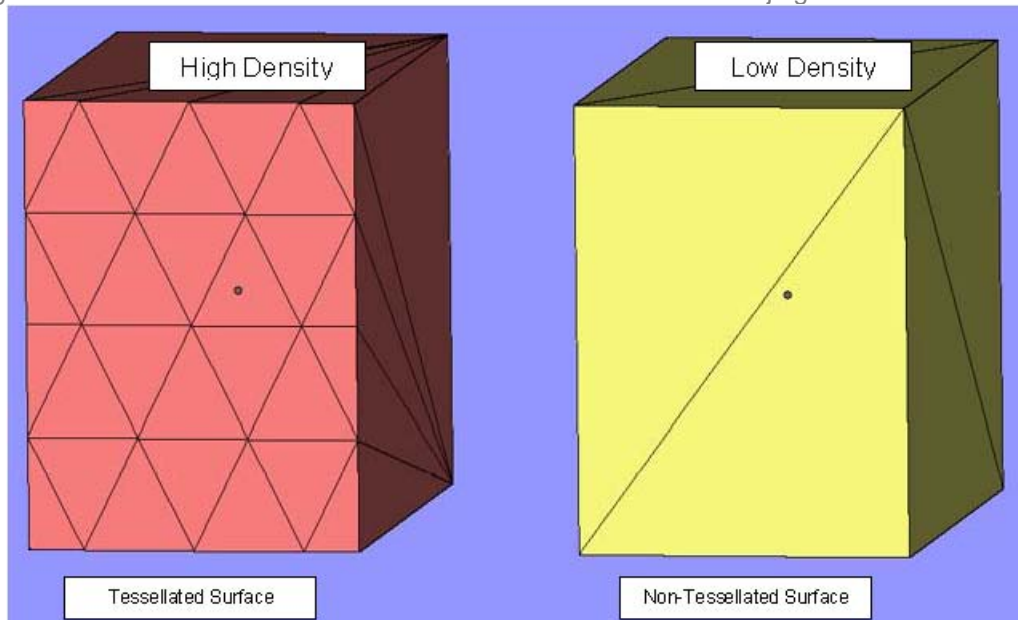


Oppervlakte detail

Bij het exporteren en creëren van objecten moet ook goed gekeken worden naar dichtheid van de polygonen. Op bovenstaand plaatje is goed te zien wat er gebeurt met gebogen oppervlakten als er te weinig polygonen worden gebruikt. Vaak is dit een instelling die gedaan kan worden tijdens het tekenen of tijdens het exporteren.

Er is ook een methode die “tessellating” heet en die in sommige gevallen met minder polygonen nodig

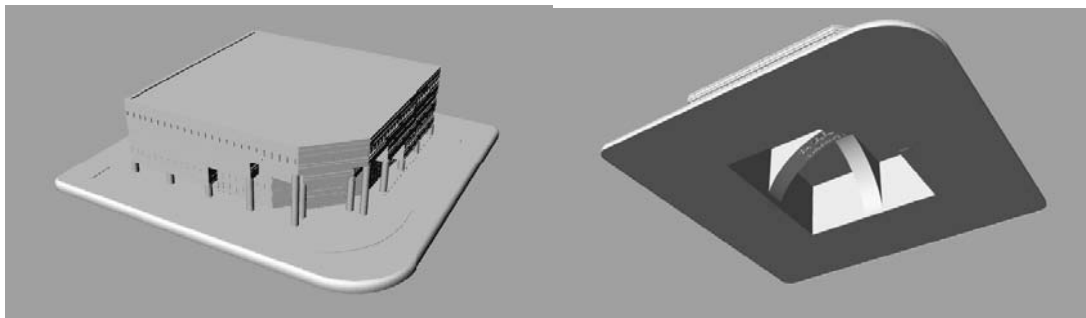
heeft om een vloeiend oppervlakte te maken. Bij rechte vlakken maakt het niet uit hoeveel polygonen er worden gebruikt zoals in onderstaand voorbeeld is te zien. Vlak is natuurlijk gewoon vlak.



Links: Tessellated oppervlakten Rechts: Normale polygonen

### 2.4.3. Ondersteuning en sterkte

Objecten die volledig solide worden geprint zijn natuurlijk het sterkst maar dat kost extra poeder en dat komt neer op meer kosten voor het model. In onderstaand voorbeeld zie je dat je een model kunt uithollen en zo poeder kunt besparen. In de meeste 3D programma's heet dit commando "Shell". Met dit commando mag je een wanddikte kiezen en de vlakken aanwijzen die open moeten worden en dan zorgt de software voor de rest.



Voorbeeld van een uitgehold gebouw

Ook moet er goed opgelet worden met holle ruimten. Na het printen zit hier poeder in en dit moet er natuurlijk wel uit kunnen. Er moet dus voor worden gezorgd dat grote holle ruimten een weg hebben om al het stof er uit te laten lopen. Als dit niet kan dan moet de holle ruimte solide gemaakt worden want onbehandeld poeder gedraagt zich als vloeistof en kan het model verzwakken in plaats van verstevigen.

## 3. Software pakketten

In dit hoofdstuk worden een aantal programma's beschreven die bestanden kunnen maken welke met de Z-corp 3D printer gemaakt kunnen worden.

### 3.1 3D Studio Max

3D Studio Max is een animatie pakket met zeer diepgaande functionaliteit ontworpen om productie te versnellen. 3DS Max is het leidende pakket als het aankomt op 3D animatie voor computerspellen, ontwerp visualisatie en visuele effecten

Kan rechtstreeks VRML bestanden produceren

### 3.2 ArcGIS

ArcGIS software producten zijn gemaakt om u geografische informatie (GIS) te kunnen laten produceren, analyseren en publiceren.

Kan rechtstreeks VRML bestanden produceren

#### Extra informatie:

In ZPrint zal de optie "Make solid" nog gebruikt moeten worden omdat ArcGIS geen solide objecten kan maken zoals gebouwen. De 3D analyst extensie versie 9.0 of hoger is nodig.

### 3.3 AutoCAD

AutoCAD is a 3D CAD software pakket dat in veel industriële en architectonische bedrijven gebruikt wordt.

Kan VRML en STL bestanden produceren.

#### Export instellingen

##### STL

Om een STL file te produceren moet het object getekend zijn als een 3D solid en niet als surface model.

1. Type (in de command prompt): FACETRES
2. Zet facetres tussen 1 en 10 (10 is het beste)
3. Type (in de command prompt): STLOUT
4. Selecteer de objecten die geëxporteerd moeten worden.
5. Selecteer: Y voor Binair file formaat

#### Extra informatie:

AutoCAD kan zelf geen VMRL exporteren. Daar is een invoegtoepassing voor nodig die hier te verkrijgen is: <http://www.xanadu.cz/en/vrmlout.asp#ACAD>. Er is een demonstratie versie verkrijgbaar en de volledige versie kost +/- €180,-.

### 3.4 CadKey

CadKey is een windows gebaseerd tekenprogramma dat ingenieurs in staat stelt 3D modellen te maken.

Kan rechtstreeks VRML en STL files produceren.

### 3.5 CATIA

CATIA is een 3D pakket dat veel in de industriële sector word gebruikt.

Kan rechtstreeks VRML en STL files produceren.

#### Export instellingen

## STL

1. Selecteer STL het commando
2. Zet "Maximum Sag" op 0.0125 mm of 0.0003 inches
3. Selecteer de onderdelen die geëxporteerd moeten worden en kies "Yes"
4. Selecteer Export
5. Type een filenaam en exporteer.

### Extra informatie:

Als het STL model gemaakt is als solid dan gaat alles wel goed maar er kunnen problemen ontstaan als het model gemaakt is uit aan elkaar geplakte oppervlakten. Om dit te corrigeren kunt u de toolbox van CATIA gebruiken om het model te analyseren.

## 3.6 Cosmos

Cosmos is een krachtig, gemakkelijk te gebruiken ontwerp, analyseer en optimalisatie invoegtoepassing voor o.a. Solidworks.

Kan rechtstreeks VRML files produceren.

### Export instellingen

#### VMRL

1. Klik met rechter muisknop op "plot file"
2. Kies Save As
3. Selecteer de VRML output optie
4. Type een filenaam in
5. Kick Save

## 3.7 Form Z

Form Z is een programma om 3D objecten en omgevingen te ontwerpen.

Kan rechtstreeks VRML en STL files produceren.

## 3.8 I-DEAS

I-DEAS is een pakket dat erg veel in de automobiel industrie en werktuigbouw wordt gebruikt

Kan rechtstreeks VRML en STL files produceren.

### Export instellingen

#### STL

1. Selecteer de Export optie in het File menu
2. Kies het bestand
4. Selecteer Prototype Device en dan SLA500.dat
5. Zet absolute facet deviation op 0.000390
6. Selecteer binair

### Extra informatie:

Om goede replicatie te krijgen van belangrijke gekromde oppervlakten moet ISOLINE DENSITY onder het APPEARANCE icoon op 3 worden gezet voor elke oppervlakte voordat er wordt geëxporteerd.

### 3.9 Inventor

Inventor is een 3D CAD pakket dat veel word gebruikt in de industriële sector en de architectuur.

Kan VRML en STL files produceren.

#### Export instellingen

STL

1. Selecteer: Save Copy As
2. Selecteer: STL
3. Selecteer Options Menu: Set To High
4. Typ filenaam
5. Opslaan

#### Extra informatie:

Inventor kan zelf geen VMRL exporteren. Daar is een invoegtoepassing voor nodig die hier te verkrijgen is: <http://www.xanadu.cz/en/vrmlout.asp#AI>. Er is een demonstratie versie verkrijgbaar en de volledige versie kost ongeveer €100,-.

In Inventor zijn er meerdere manieren om kleur toe te kennen aan een object. Als de kleuren op "Diffused" worden gezet worden ze mee geëxporteerd naar de VMRL file.

### 3.10 IronCAD

IronCAD is een pakket dat erg veel in de automobiel industrie en werktuigbouw word gebruikt.

Kan rechtstreeks VRML en STL files produceren.

#### Export instellingen

STL

1. Klik met de rechter muisknop op het te printen onderdeel
2. Kies Part Properties Selecteer het tabblad Rendering
3. Zet Facet Surface Smoothing op: 150
4. Selecteer File: Export
5. Selecteer: STL

### 3.11 MagicsRP

MagicsRP is een pakket om STL en PLY files te repareren.

Kan PLY en STL files produceren.

#### Extra informatie:

Bestanden moeten helemaal gerepareerd zijn voordat er geëxporteerd wordt.

### 3.12 Maya

Maya is een pakket om 3D objecten mee te modelleren en te animeren.

Kan rechtstreeks VRML files produceren.

#### Export instellingen

VMRL

Als je in Maya naar de custom polygon option gaat kun je daar kiezen voor "highlight border edges". Als het model helemaal goed is zonder scheuren en gaten dan zie je geen gekleurde randen en dat het model dus goed is. Als je wel randen ziet moeten deze eerst gedicht worden voordat er wordt geëxporteerd.

### 3.13 Mechanical Desktop

Mechanical Desktop is een 3D CAD pakket dat gebruikt wordt om mechanische machines 3D te tekenen.

Kan STL files produceren.

#### Export instellingen

STL

1. Gebruik het AMSTLOUT commando om STL files te exporteren.
2. De volgende commando's kunnen worden gebruikt om de kwaliteit van je model goed te maken.

a. Angular Tolerance – Dit is de maximale hoek tussen twee polygonen, als je dit getal kleiner maakt worden krommingen soepeler .

b. Aspect Ratio – Dit commando verandert de verhouding tussen de breedte en hoogte van de polygonen. Een getal van een betekend dat de breedte net zo groot is als de lengte. Standaard staat deze op nul (zodat deze optie wordt genegeerd) en dat is ook de instelling die we aanraden.

c. Surface Tolerance – Deze instelling geeft de grootste afstand weer tussen de rand van een polygoon en de echte geometrie. Zet deze tussen de 0005" en .0125 mm.

d. Vertex Spacing – Deze optie staat voor de lengte van de polygoon randen. Standaard staat deze op nul (zodat deze optie wordt genegeerd) en dat is ook de instelling die we aanraden.

### 3.14 Mimics

Mimics vertaalt CT of MRI scan data in een printbaar 3D model.

Kan VRML en STL files produceren (allebei monochroom).

#### Export instellingen

STL en VMRL

Meestal is het het beste om CT scan data te gebruiken voor bot en MRI scan data voor weefsel.

1. Selecteer STL in het File menu.
2. Selecteer de mask(s) om te exporteren.
3. Selecteer het bestands formaat (STL of VRML).
4. Klik Add en dan Next.
5. Selecteer export preferences.
6. Klik Finish.

### 3.15 Moldflow

Moldflow is een programma om eindige elementen te berekenen van injection molding

Kan rechtstreeks VRML files produceren.

### 3.16 Pro/Engineer

Pro/Engineer is een 3D CAD pakket om de vorm en functie van een product te laten zien.

Kan rechtstreeks VRML en STL files produceren.

### **Export instellingen**

STL

1. Selecteer de Export (of Save a Copy) optie in het file menu.
2. Selecteer het Model.
3. Zet het type op STL.
4. Zet de chord height op 0. de waarde word veranderd in minimal toelaatbare waarde
5. Zet Angle Control op 1.
6. Type een filenaam.
7. Klik op OK.

### **Extra informatie:**

ZPrint kan VRML 1.0 bestanden importeren maar geen VRML 2.0 bestanden geëxporteerd uit Pro/E.

## **3.17 Rhinoceros**

Rhinoceros kan NURBS curven, oppervlakten, en solids maken, wijzigen, analyseren en vertalen.

Kan rechtstreeks VRML en STL files produceren.

### **Export instellingen**

STL

STL exporteren met de optie Binary

VMRL

VMRL exporteren als VMRL 2.0.

## **3.18 RP-RasMol**

RP-RasMol kan moleculen genereren en exporteren.

Kan PLY en STL files produceren.

## **3.19 SolidEdge**

Inventor is een 3D CAD pakket dat veel word gebruikt in de industriële sector.

Kan VRML en STL files produceren.

### **Export instellingen**

STL

1. Selecteer de Save As optie in het File menu.
2. Zet het Save As type op STL.
3. Selecteer dan Options.
4. Zet de Conversion Tolerance tussende 0.001in en 0.0254mm.
5. Zet de Surface Plane Angle op 45.00.
6. Selecteer Save.

## **3.20 Solidworks**

Inventor is een 3D CAD pakket dat veel word gebruikt in de industriële sector.

Kan VRML en STL files produceren.

## Export instellingen

### STL

1. Selecteer de Save As optie in het File menu.
2. Zet het Save As type op STL.
3. Selecteer dan Options.
- 3.Zet Resolution block op Fine en klik dan OK.
4. Klik Save.

### VRML

1. Selecteer Tools, Options in het hoofd menu
2. Selecteer de Document Properties tab
3. Klik op Image Quality
4. Bij de tekst “shaded and draft quality HLR/HLV resolution block” moet je het knopje helemaal naar rechts slepen
5. Selecteer OK
6. Selecteer Save As in het File menu
7. In het “Save as type” menu moet je VMRL uit de lijst selecteren
8. Selecteer Save