



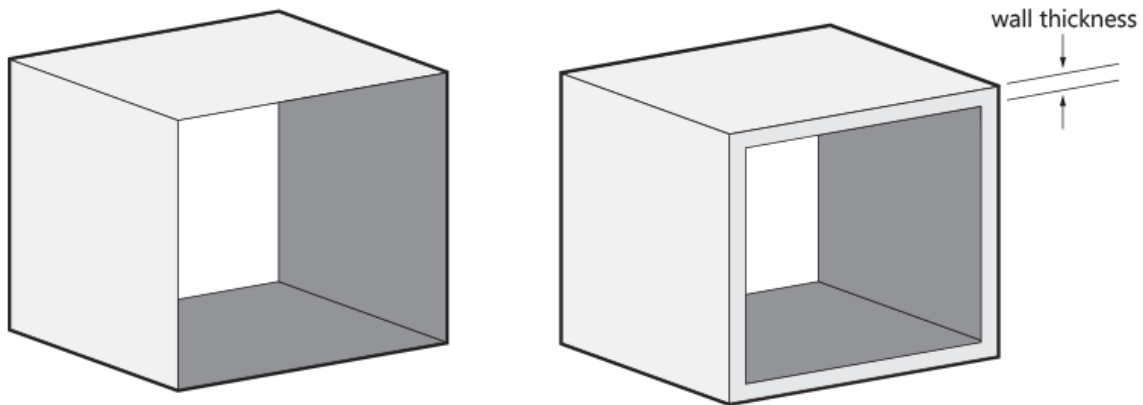
Ontwerp richtlijnen FDM/FFF

Zoals alle productiemethoden heeft Fused Deposition Modeling (FDM) enkele beperkingen en aandachtspunten voor wat er kan worden geprint. Dit artikel introduceert deze beperkingen en geeft aan waarop je moet letten in de ontwerpfase om de kwaliteit van een print te kunnen optimaliseren.

Onderwerp	Belangrijke ontwerpoverweging
Wanddikte	Minimale wanddikte 1 mm Pagina 2
Dimensionale nauwkeurigheid	$\pm 0,15\%$ met een ondergrens van $\pm 0,2$ mm Pagina 3
Verticale gaten	Voor kritische verticale gat diameters wordt boren na het printen aanbevolen als een hoge nauwkeurigheid gewenst is Pagina 3
Support	Beperk overhangende elementen met een grotere overhanghoek dan 45° Pagina 4
Hoeken	Zorg voor een afschuining van 45° of radius op aan alle randen die de bouwplaat raken Pagina 5
Verticale pinnen	Voor kleine verticale pinnen een kleine afronding toe aan de basis van de pin Pagina 6

Wanddikte

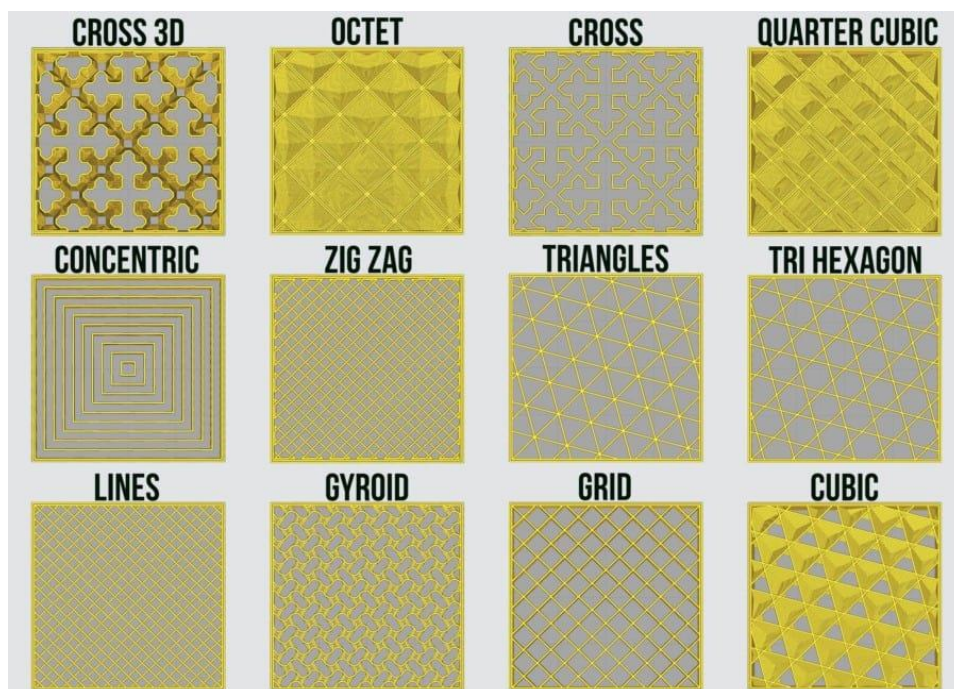
Bij 3D-printen verwijst wanddikte naar de afstand tussen het ene oppervlak van uw onderdeel en het tegenoverliggende pure oppervlak. Een onderdeel waar een doos van 250 x 250 x 300 mm in past, dient ontworpen te worden met een minimale wanddikte van 1 mm. De wanden van grotere onderdelen hebben een dikte van minimaal 1,2 mm nodig.



Figuur 1 Wanddikte

Te dikke muren zijn echter ook niet aan te raden, omdat ze meer materiaal gebruiken dan u nodig heeft en het risico lopen het onderdeel te vervormen. Heeft uw ontwerp wanddiktes groter dan 6 mm, dan vullen we de wanddikte met spaarzame constructies (infill). Dit helpt ons materiaal te besparen en de kans op kromtrekken te minimaliseren.

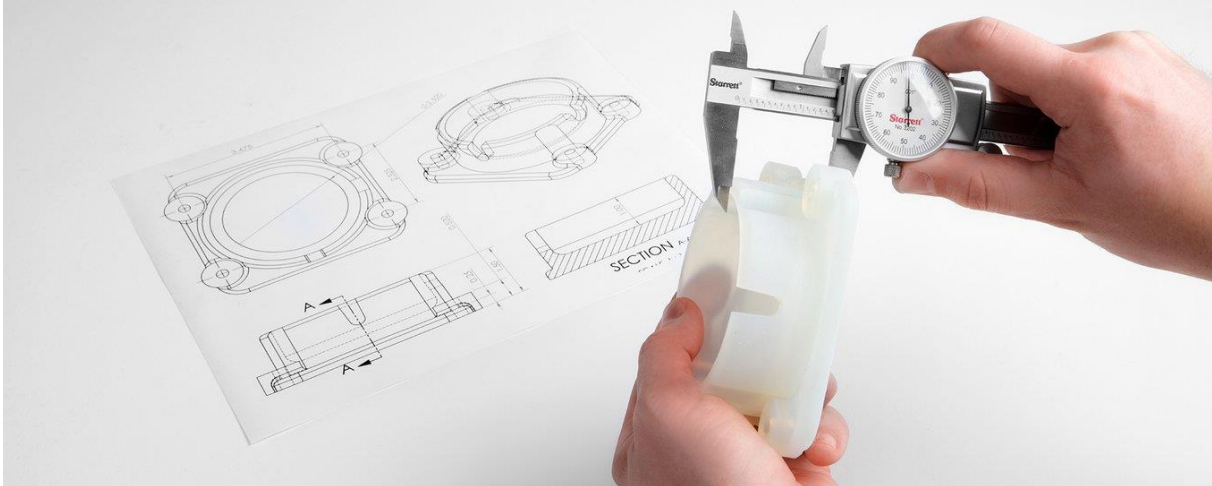
Belangrijke ontwerpoverweging: Zorg voor een minimale wanddikte van 1 mm.



Figuur 2 Opvulling in de vorm van spaarzame constructies (infill)

Dimensionale nauwkeurigheid

Fused Deposition Modeling (FDM) is een van de 3D-printprocessen (voor kunststoffen) met de hoogste maatnauwkeurigheid. Maatnauwkeurigheid heeft geen betrekking op de details van uw onderdeel, maar op de afwijking van de nominale maat. De standaardnauwkeurigheid die we bieden is $\pm 0,15\%$ met een ondergrens van $\pm 0,2$ mm.



Figuur 3 Dimensionale nauwkeurigheid

Belangrijke ontwerpoverweging: houd rekening met een standaardmaatnauwkeurigheid van $\pm 0,15\%$ met een ondergrens van $\pm 0,2$ mm.

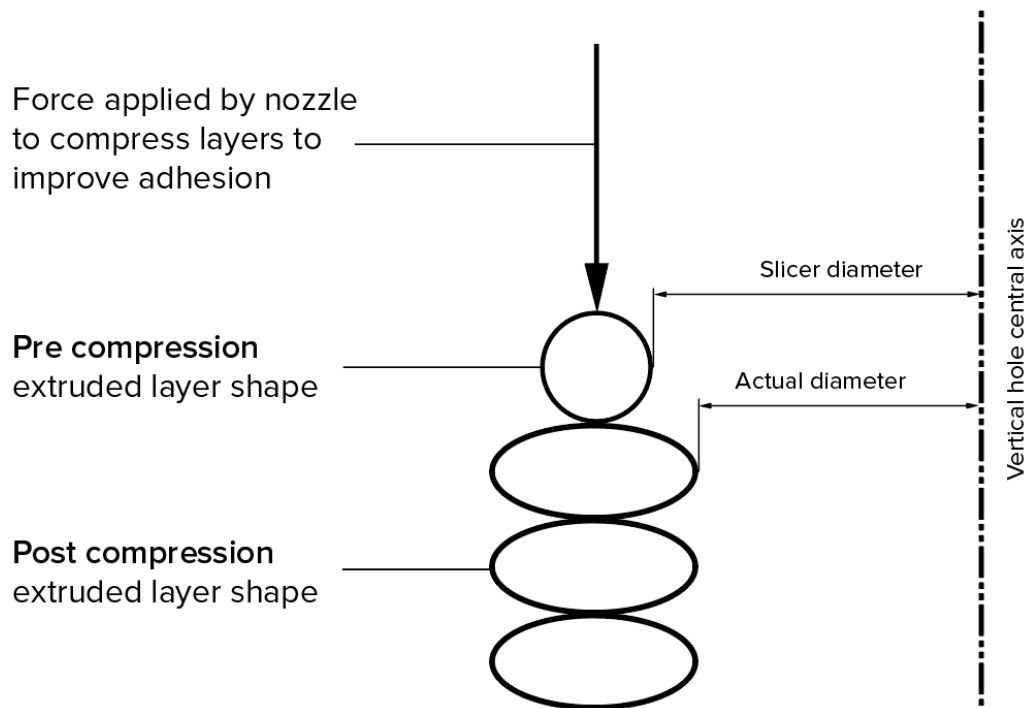
Verticale gaten

Fused Deposition Modeling (FDM) zal vaak gaten in de verticale as ondermaats printen. Het algemene proces voor het afdrukken van een gat diameter en de reden dat de diametervermindering optreedt, is:

Terwijl de printnozzle de omtrek van een gat in de verticale as afdrukt, drukt het de nieuw bedrukte laag samen op de bestaande bouwlagen om de hechting te verbeteren.

De compressiekracht van de printnozzle vervormt de geëxtrudeerde ronde laagvorm van een cirkel tot een bredere en vlakker vorm (zie Figuur 4).

Dit vergroot het contactoppervlak met de eerder bedrukte laag (verbetert de hechting) maar vergroot ook de breedte van het geëxtrudeerde segment. Het resultaat hiervan is een afname van de gat diameter. Dit kan met name een probleem zijn bij het printen van gaten met een kleine diameter, waar het effect groter is vanwege de verhouding van gat diameter tot de printnozzle diameter.



Figuur 4 De variatie in het slicer-programma versus de werkelijke diameter van de verticale gaten in te wijten aan de compressie van het geëxtrudeerde profiel

Belangrijke ontwerpoverweging: als de diameter van het gat in de verticale as kritiek is, wordt aanbevolen om het te ondermaats af te drukken en vervolgens het gat op de juiste diameter te boren.

Support

Fused Deposition Modeling (FDM) vindt plaats op een platform. Aangezien onderdelen “in de lucht worden gebouwd”, moeten ze aan het ondersteunende platform worden bevestigd om te voorkomen dat ze instorten. Dit hulpstuk wordt "support" genoemd. Naast het op zijn plaats houden van het onderdeel, maakt het ook de constructie van overhangende elementen mogelijk. Nadat het bouwproces is voltooid, wordt de support handmatig verwijderd.

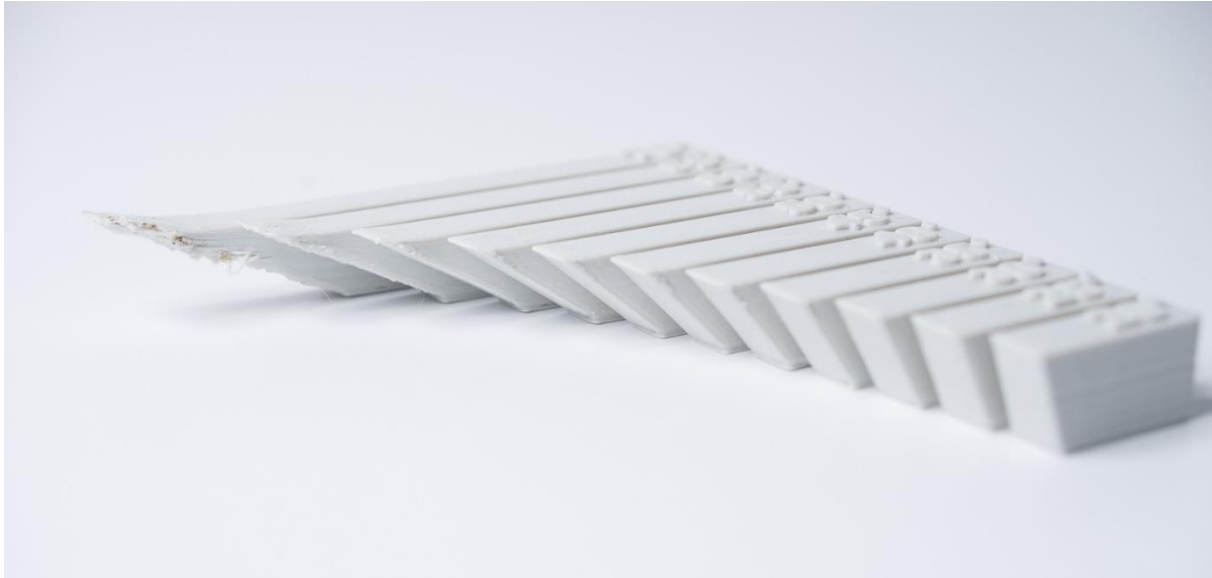


Figuur 5 Support voorbeelden bij overhangende elementen

Een overhang kan meestal worden geprint zonder kwaliteitsverlies tot 45 graden, afhankelijk van het materiaal. Bij 45 graden wordt de nieuw geprinte laag ondersteund door 50% van de vorige laag. Dit

zorgt voor voldoende ondersteuning en hechting om op te bouwen. Boven de 45 graden is ondersteuning nodig om ervoor te zorgen dat de nieuw geprinte laag niet naar beneden valt.

Een ander probleem dat zich voordoet bij een geprinte overhangen is omkrullen. De nieuw geprinte laag wordt steeds dunner aan de rand van de overhang, wat resulteert in differentiële afkoeling waardoor deze naar boven vervormt (zie Figuur 6).



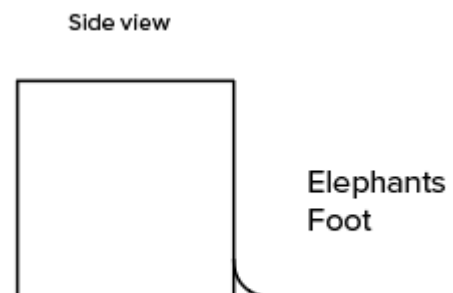
Figuur 6 Het effect van een toenemende overhanghoek (in stappen van 5 graden) op de afdrukkwaliteit. Max. weergegeven hoek is 70 graden.

Belangrijke ontwerpoverweging: Beperk in je ontwerp overhangende elementen met een grotere overhanghoek dan 45 graden. Bij grotere overhanghoeken en uitsteeklengtes zal support nodig zijn. Op deze oppervlakken zullen markeringen achterblijven na het verwijderen van het support materiaal, tenzij de oppervlaktes worden nabewerkt.

Hoeken

Omdat het printnozzle in FDM rond is, hebben hoeken en randen een straal die gelijk is aan de grootte van het mondstuk. Dit betekent dat deze kenmerken nooit perfect vierkant zullen zijn.

Voor scherpe randen en hoeken zijn vooral de eerste lagen van een print belangrijk. Zoals bij "Verticale gaten" is besproken, wordt elke laag op de vorige laag samengedrukt om de hechting te verbeteren. Bij de eerste laag zorgt dit voor een overvloed aan materiaal die vaak een "Elephants Foot" wordt genoemd. Dit kan invloed hebben op de mogelijkheid om FDM-onderdelen te monteren, aangezien deze flare buiten de opgegeven afmetingen uitsteekt.



Figuur 7 Zijaanzicht van het kenmerk van de "Elephants Foot" dat kan voorkomen op de basislagen van een FDM-print

Een ander probleem dat vaak voorkomt met betrekking tot de eerste printlaag van een FDM-print is kromtrekken. De basislaag is de eerste laag die moet worden geprint en koelt af terwijl de andere hete lagen erop worden geprint. Dit veroorzaakt differentiële koeling en kan ertoe leiden dat de basislaag opkrult wanneer deze krimpt en samentrekt.

De toevoeging van een afschuining of radius langs de randen van het onderdeel dat in contact is met de bouwplaat zal de impact van deze problemen verminderen. Dit zal ook helpen bij het verwijderen van het onderdeel van de bouwplaat zodra de print is voltooid.

Belangrijke ontwerpoverweging: wanneer afmetingen van cruciaal belang zijn voor de functie van het onderdeel, zorg dan voor een afschuining van 45 ° of radius op aan alle randen die de bouwplaat raken.

Verticale pinnen

Verticale pinnen worden vaak in FDM geprint wanneer assemblage van onderdelen of uitlijning vereist is. Aangezien deze functies vaak functioneel zijn, is het belangrijk om de vereiste voor het FDM printen van verticale pinnen te begrijpen.

Grote pinnen (met een diameter groter dan 5 mm) worden geprint met een wanden en opvulling (infill), waardoor een sterke verbinding met de rest van de afdruk ontstaat. Pennen met een kleinere diameter (met een diameter minder dan 5 mm) kunnen alleen worden geprint zonder opvulling. Hierdoor ontstaat er een discontinuïteit tussen de rest van de print en de pin, wat resulteert in een zwakke verbinding die kan breken. In het ergste geval worden kleine pinnen helemaal niet geprint omdat er niet genoeg materiaal is om de nieuw geprinte lagen aan te laten hechten.



Figuur 8 Print van verticale pinnen met afnemende diameter (van 25 tot 5 mm) die illustreert dat de bovenste diameter van de print te klein wordt om nauwkeurig af te drukken.

Belangrijke ontwerpoverweging: als je ontwerp pinnen bevat met een diameter kleiner dan 5 mm, voeg dan een kleine afronding toe aan de basis van de pin. Als de functie cruciaal is, overweeg dan om een gat in het ontwerp op de locatie van de pin op te nemen, boor het gat op de juiste maat en steek een standaardpin.