

Produktkännedom

För en korrekt offert och vid order en optimal produkt fordras att en lämpligt utformad funktionsbeskrivning och en kravspecifikation följer med förfrågningsunderlaget – det ökar formsprutarens möjligheter till täckande produktkritik och träffsäker offert.

Vid ofullständigt underlag kan relevant produktkritik och en korrekt offert inte lämnas.

Formsprutaren måste ibland också få förbehålla sig rätten att i senare skede återkomma med uppdaterad produktkritik och uppdaterad offert då ny information eller nya förutsättningar framkommit.

CAD-underlag, ritningar, toleranser, måttsättning och uppmätning

Verktugsmakaren använder i dag **alltid** den tredimensionella filen "nufo" vid verktygstillverkningen.

WARNING! I 3D-underlag "nufo" finns normalt all geometri som behövs för verktygsframtagningen.

Trots detta förekommer oftast mängder av onödig måttsättning på 2D-ritning.

Grundregel - endast de funktionsmåttmått som skall mätas inför detaljens godkännande och de mått som skall mätas under löpande produktion tas med. Funktionsprovning ger ofta tillräckligt underlag för godkännande.

Osymmetriska toleranser medför att 3D-underlaget inte kan användas "rätt av" med påslag för krympfaktorn utan måste specialberedas vilket alltid medför alltid risk för misstag vid verktygsframtagningen – använd alltid +/- toleranser vid måttsättning eller lägg "nufo" mitt i den valda toleransen.

Om man använder parametriska CAD-program överensstämmer "nufo" och 2D förutsatt att 2D-ritning och "nufo" hänger samman.

I icke parametriska CAD-program är risken för misstag överhängande då 2D-ritningen här framställs separat och måste uppdateras varje gång "nufo" ändras.

Det gäller alltså att i offertförfrågan entydigt definiera vilket underlag som gäller – går vid oklarhet "nufo" före 2D-ritningsunderlag eller tvärtom.

Skarpa innerhörn bör alltid undvikas på plastdetaljer, hållfastheten kan drastiskt försämrans. När man konstruerar en detalj kan 3D-filen bli mycket stor och därmed svår att hantera om alla önskade radier tas med.

Konstruktörer utelämnar därför ofta radier för att underlätta konstruktionsarbetet med risk för att på färdig detalj få hållfasthetsproblem.

Om det av praktiska skäl inte går att konstruera in radierna skall de anges på 2D-ritningen med anmärkning om att de saknas i "nufo".

2D-ritning

Grundregel är att endast verkliga funktionskrav beskrivs eller måttsätts för verifiering eftersom all annan information finns i 3D-modellen.

På 2D-ritning skall däremot alltid anges om krav finns på att detaljen skall förses med forrumsmärkning, materialmärkning/återvinningsmärkning, artikelnummer, logo och datumfält. Detta bör dock inte markeras på ritning som absoluta krav avseende placering och textstorlek. Först då verktygets layout fastställts kan avgöras exakt vilken plats som finns tillgänglig i form av fria ytor på verktyget

Märkning, fotoetsning och slutlig polering bör inte utföras förrän måttriktiga detaljer tagits fram eftersom godstjocklek kan behöva ändras under intrimningsprocessen. På 2D-ritningen skall också alltid anges vilken ytfinish som önskas, till exempel fotoetsad, polerad eller putsad.

I vissa fall kan 3Dmodellen behöva kompenseras eftersom fotoetsning avverkar stål så att måtten ändras.

Ange även vilka ytor som önskas fria från partlinjer, ingöt och utstötarmärken.

Mätning

Att mäta plastdetaljer är besvärligt, detaljerna är ofta veka och likt tunnplåt- och gummidetaljer ostabila innan de spänts in i sin funktionsposition. Uppmätning av hållägen, ytor m.m. måste spegla detta – det går inte att mäta fritt i rymden.

Ofta behöves stödpunkter för fixtur och/eller referenspunkter för mätning konstrueras in i detaljen. Referenssystemet för uppmätning måste vara utformat så att detaljens uppläggning i t.ex. mätfixtur är stabil och klart definierad.

Toleranser

Våra vanliga ISO-toleranser är framtagna för metaller och kan **i princip aldrig** tillämpas för polymera material.

Det är viktigt att beakta att termoplast, som har hög brottöjning och elasticitet, sällan eller aldrig behöver så snäva toleranser som metallerna med deras höga styvhet och låga elasticitet. Det är också viktigt att fastställa om toleransen verkligen behövs för sammanfogning med andra komponenter eller om den behövs för funktionen eftersom den kommer att förändras med arbetsmiljön.

Tyska toleransstandarderna DIN 16901 beskriver mycket bättre plastmaterialens möjligheter. Med standarden uppnås en överenskommelse mellan leverantör och beställare om vilka måttavvikelser produkterna får ha vid leveranstillfället.

Observera att ingenting sägs här om formgodsets krympning eller förändringar vid förhöjd temperatur, svällning i fuktig miljö, kemisk påverkan och heller ingenting om eventuella deformationer som kan uppkomma då detaljen belastas. Nivå C i denna standard är för vissa applikationer för fin att användas utan särskild genomgång. DIN 16901 motsvaras av SAAB 2024 och Volvo 5065.

Generellt gäller att formsprutaren inte utan särskild överenskommelse kan acceptera snävare toleranskrav än vad som rekommenderas i DIN 16901.

Modeller

I dag finns stora möjligheter att till förvånansvärt låg kostnad framställa modeller för att verifiera konstruktion, utseende och i viss mån även styvhet och hållfasthet.

Tekniken finns sedan flera år tillgänglig och leveranstiden för en modell ligger omkring en vecka. Allt som krävs är att detaljerna är ritade i 3D.

Att under konstruktionsfasen ta fram en eller flera prototyper är alltid att rekommendera även när det gäller enkla detaljer.

Ingöt

Ingötssystemets uppgift är att via ingötpunkterna leda smältan från maskinens cylinder in i formrummen. Då ingötssystemets utformning och ingötpunkternas placering i hög grad påverkar fyllnadsförloppet och därmed produktens kvalitet har dess utformning mycket stor betydelse.

Kännedom om detaljens funktion är av stor betydelse för att bestämma verktygets uppbyggnad och ingötssystemets utformning.

Krav på "**osynliga**" intagsrester, perfekt ytfinish och optimal formfyllnad går inte ihop. Oftast blir det en kompromiss med negativ inverkan på formriktighet m.m.

Vid intagsområdet uppkommer orientering och spänningskoncentration som måste beaktas hållfasthetsmässigt. I de flesta fall och i viss mån material beroende, uppstår ytdefekter kring intaget. Vid varje nytt projekt är bland de viktigaste besluten att tillsammans med kunden fastställa intagsplacering, utseende och acceptansnivåer.

Undvik stora plana ytor – de blir aldrig helt plana och alla ytfel framträder tydligt, speciellt om ytan skall ha högglans och det krävs mörka färger
Värsta fallet är stora högglansytor som skall vara svarta.
Lackering kan vara ett alternativ men ytans geometriska avvikelser kan ändå aldrig döljas.

Formfyllnadsanalys

I dag finns ett kraftfullt datoriserat verktyg – **formfyllnadsanalys** - som kan användas för att optimera ingötssystemet och finna bästa placering av ingötpunkten eller ingötpunkterna, välgjord CAD-modell i 3D är en förutsättning.

Man idag även med stor säkerhet förutsäga skevningar och vissa andra defekter.

Sammanflytningar och luftinneslutningar

Hål, urtag och godsfortunningar stör formfyllnadsförloppet. Principiellt gäller att vid varje hål bildas en **sammanflytning** en så kallad vällinje. Antal intag och deras placering kan i viss mån påverka sådana sammanflytningar men i stort sett måste de accepteras.

Sammanflytningar sänker lokalt materialets hållfasthet.

De syns som en tunn linje, vid mönstrade artiklar bildas ofta ett bredare matt fält. För material som har riktighetsberoende (anisotropiska) egenskaper kan sammanflytningsområdet få annan krympning.

Vid fiberfyllda material uppkommer kraftig orientering i sammanflytningen med konsekvenser på hållfasthet och dimensioner.

Luftinneslutningar ger likartade eller värre problem än sammanflytningar, det kan till och med uppstå hål eller bränmärken då den inneslutade luften komprimeras. (så kallad dieseffekt).

Antal intag och deras placering kan i viss mån påverka deras läge. Dimensionsförändringar på detaljen, införande av avluftningar i verktyget och flyttning av ingöt kan minimera eller helt eliminera problemet.

Viktigt - Med hjälp av formfyllnadsanalys kan luftinneslutningarna förutsägas och detaljen modifieras så att luften kan lämna verktyget på ett kontrollerat sätt.

Deformationer och formriktighet

I normalfallet tillverkas verktyget med 3D-underlaget som bas och korrigerat för antagen krympfaktor.

Om man förväntar sig måttjusteringar kan man komma överens med verktygsmakaren att man på vissa ytor lämnar kvar stål för att kunna justera efter provkörning.

Flera faktorer bl.a. ribbor eller olika godstjocklek påverkar detaljens skevning. Ribbor som avviker från detaljens godstjocklek t.ex. tunna ribbor i syfte att minska sjunkning kan orsaka deformation genom att de krymper annorlunda än detaljen i övrigt. I regel behöver ribborna dessutom släppning vilket ytterligare kan öka deformation/skevning.

Graden av skevning är dessutom materialberoende

Genom att många plastmaterial krymper olika längs och tvärs flytriktningen påverkas krympning och deformation också av intagets placering. Olika fyllmedel har här mycket stor inverkan som inte kan förutsägas annat än genom praktiska prov med ev. efterföljande trimningsrundor.

Toleranser för ytors formriktighet måste därför vara anpassade till den enskilda detaljens utformning.

Formriktigheten är bättre hos amorfa material än hos delkristallina och kristallina

Ribbor som avviker från den generella godstjockleken kan medföra störande skevning.

På lådformade detaljer buktar väggarna gärna inåt speciellt om det finns olika väggstjocklek

Tunn vägg krymper mindre än tjock. Väggen blir därför "för lång".

Vinkeln mellan väggarna minskar, man säger att hörnet faller ihop.

Beteendet är materialberoende men tendensen finns hos alla material!

Alla dessa reaktioner är större hos kristallina och delkristallina än på amorfa material – detta betyder att det är lättare att få en formriktig detalj om man kan använda amorfa material.

Utstötning

För produktivitet och verktygsfunktion spelar utstötningen/avformningen mycket stor roll.

Det är viktigt att detaljen stöts ut med så jämnt fördelade krafter som möjligt så att detaljen inte spricker eller deformeras.

Detaljens släppningsvinklar har stor betydelse för behovet av utstötning.

En ogynnsamt utformad utstötning kan också medföra att detaljen spricker när den används genom att det uppkommit spänningar eller mikrosprickor.

För att bestämma verktygets uppbyggnad fordras även här kännedom om detaljens funktion och om de krav som ställs på den.

Sjunkningar och ytdefekter

Vid väggar, ribbor, skruvtorn, snäppen etc. som ansluter till synlig yta finns alltid risk för sjunkningar eller ytdefekter.

En bra tumregel är att anslutande gods skall vara 50% eller mindre av den synliga ytans godstjocklek för att inte ge sjunkningar.

Vid mönstrade ytor kan ytdefekter uppkomma även om rekommendationen följs. Sådana s.k. termiska effekter varierar med mönster och plastmaterial.

För optimal formfyllnad och bästa hållfasthet skall alla godstjocklekar vara lika och alla hörn vara rundade.

Frakter – ungefärliga tider och priser

Inom Sverige är tiden för frakten ett par dagar och kostar 500 till 5000 kr

Att ta hem verktyg från Portugal tar minst en vecka och kostar mellan 3000 och 15000 kr

Att ta hem verktyg med sjöfrakt från Kina tar c:a fem veckor och kostar mellan 5000 och 25000 kr.

I nödfall kan man tvingas flyga hem verktyg från Kina, det tar då en knapp vecka och kostar 35 till 70 kr per kg plus terminalkostnader, tull och lokal frakt.

När det gäller mycket små verktyg kan dock flygfrakt vara ett alternativ på grund av att man sparar mycket tid.

Ett par råd

När man konstruerar en plastdetalj gäller det att väga samman en mängd för konstruktören ofta okända faktorer för att han skall få den produkt han önskar.

Det är lämpligt att redan under förstudierna kontakta materialleverantör, fristående specialist eller tilltänkt leverantör för diskussion omkring materialval och produktens och verktygets slutliga utformning. Genom att ta dessa kontakter tidigt kan man få en bättre plastprodukt snabbare, till lägre kostnad och oftast med en klart lägre verktygsinvestering

Välj kompetent leverantör så tidigt som möjligt, arbeta med budgetofferter och lägg beställning av verktyget tidigt, på så sätt undviker man att plastprodukten blir orsak till förseningar i projektet.

Litteraturförslag

Plaster - Materialval och materialdata

Producera I Plast

Industrilitteratur AB

Box 345 SE-64123 Katrineholm

e-mail info@industrilitteratur.se tel. +460150-133 30 FAX 0150-524 21 (kundtjänst)

Konstruera i Plast

Polyinvent AB

Backa Bergögata 16

422 46 HISINGS BACKA

we@polyinvent.se tel. +46-(0)31-522201 fax :+46-(0)31-522205 Email:

Tidskrift

Plastforum nordica

Box 601

251 06 HELSINGBORG

plastforum.nordica@mentoronline.se Tel: +46(0)42-490 19 00 Fax: 042-490 19 99