

# 10 Głównych Zasad Stosowanych w Konstrukcji Detali z Tworzyw Sztucznych - Seria 10 Artukółów

Wykonane przez Jürgen Hasenauer, Dieter Küper, Jost E. Laumeyer and Ian Welsh

1. Porównanie materiałów
2. Dobór materiału
3. Grubości ścian
4. Wzmacnianie
5. Położenie wlewka
6. Wpływ konstrukcji na koszty
7. Technika łączenia - ogólnie
8. Technika łączenia - zgrzewanie
9. Tolerancje
10. Sprawdzanie konstrukcji

## 9. Tolerancje

### Utajony czynnik podwyższający koszty

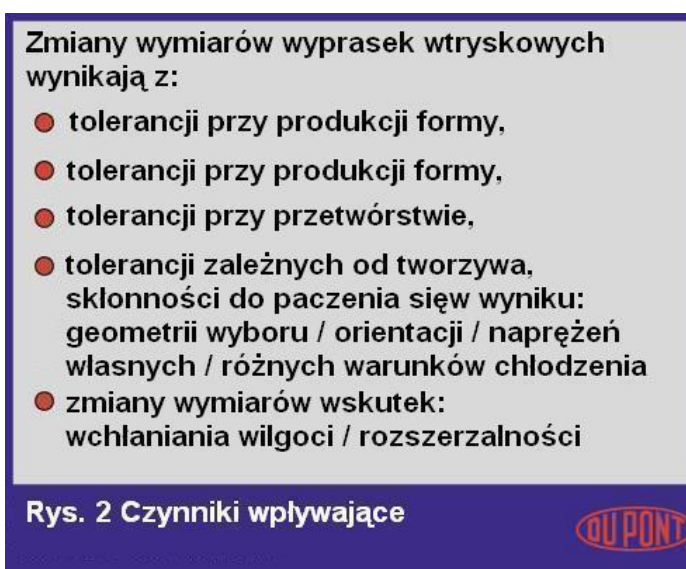
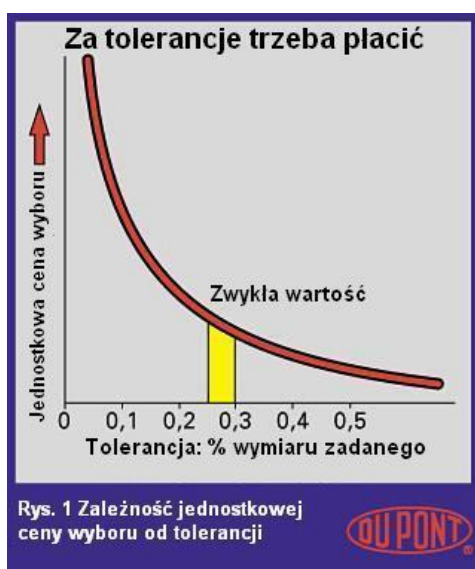
#### Tolerancje

Wyroby wtryskowe nie można produkować z tolerancjami identycznymi jak dla wyrobów produkowanych metodą obróbki wiórowej. Chociaż wszyscy o tym wiedzą, to jednak zdarza się, że wymagane są tolerancje niemożliwe do uzyskania lub uniemożliwiające ekonomiczną produkcję.

#### Tolerancje a skutki ekonomiczne

Ogólnie rozróżnia się trzy klasy jakości : wtrysk wyrobów ogólnego przeznaczenia, wtrysk wyrobów technicznych i wtrysk wyrobów precyzyjnych. W normie DIN 16901 określone są tolerancje ogólne oraz wymiary bezpośrednie z odchyłkami szeregu 1 i szeregu 2:

- Wtrysk "ogólny" wymaga niewielkich nakładów na kontrolę przy stosunkowo niedużej liczbie wyrobów wybrakowanych i krótkich czasach produkcji,
- Wtrysk techniczny wymaga już wyraźnie większych nakładów, ponieważ wymagania stawiane formie i procesowi technologicznemu są wyższe, a ponadto konieczna jest kontrola jakości, wskutek czego liczba wyrobów wybrakowanych może się zwiększyć,
- Trzecia klasa jakości, wtrysk precyzyjny, wymaga form precyzyjnych, optymalnych warunków produkcji i 100%-owego nadzorowania produkcji z ciągłą kontrolą jakości. Wpływa to na czasy cykli i (w związku z wyższymi nakładami na produkcję i kontrolę) na jednostkową cenę wyrobu.



# 10 Głównych Zasad Stosowanych w Konstrukcji Detali z Tworzyw Sztucznych - Seria 10 Artukółów

Wykonane przez Jürgen Hasenauer, Dieter Küper, Jost E. Laumeyer and Ian Welsh

Ponieważ konstruktor jest w dużej mierze odpowiedzialny za koszty wyrobu wtryskowego, więc powinien zapewnić ekonomiczne tolerancje wypraski. Dlatego też nie powinien przyjmować tolerancji tak wąskich, jak to możliwe, lecz jedynie tak małe, jak to niezbędne. Jako ekonomiczną wartość tolerancji produkcyjnej można by podać 0,25 - 0,3% wymiaru zadanego, jednak wartość tę należy sprawdzić pod kątem stawianych wymagań (rys. 1). Należy pamiętać, że dzięki swoim własnościom (duże wydłużenie i sprężystość) termoplasty nie wymagają tak wąskich tolerancji jak metale, które charakteryzują się dużą sztywnością, małym wydłużeniem i niewielką sprężystością.

## Czynniki wywierające wpływ na tolerancje

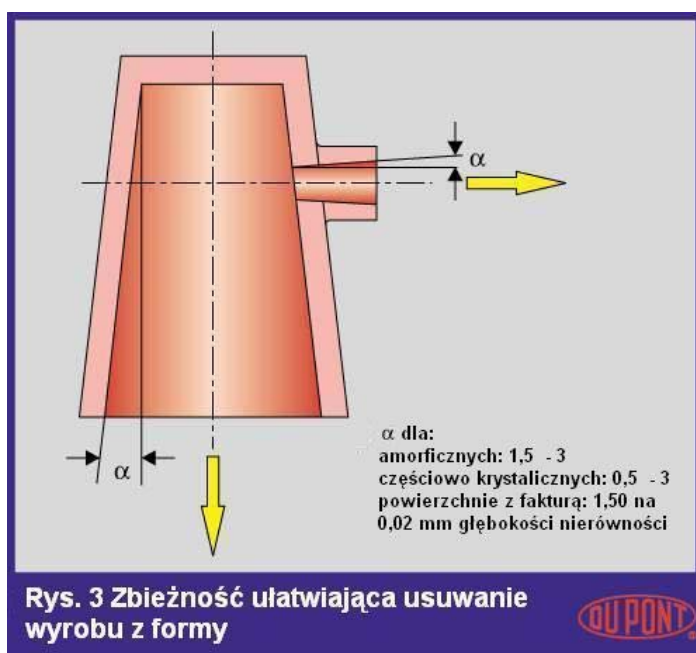
Aby świadomie unikać stosowania zbyt wąskich tolerancji dla wyrobów technicznych z tworzyw sztucznych, należy zrozumieć, jakie czynniki wywierają wpływ na dokładność wymiarową wypraski (rys. 2). Formę można wykonać w bardzo wąskim zakresie tolerancji. Konstruktor wyrobu nie powinien jednak zapominać, że dla zapewnienia łatwego usuwania wypraski z formy niezbędne są odpowiednie zbieżności (rys. 3).

Problematyczne staje się zachowanie tolerancji w przypadku różnych materiałów i różnych grubości ścian. Wielkość skurczu zależy od kierunku oraz od grubości ścian. Własność ta uwidacznia się szczególnie wyraźnie przy przetwórstwie tworzyw wzmocnionych włóknem szklanym. Różnica pomiędzy wzdłużną i poprzeczną orientacją włókna może być przyczyną istotnej różnicy skurczów, a następstwem tego jest rozrzut wymiarów. Ponadto wpływ na skurcz, a tym samym i na tolerancje, wywiera geometria wyrobu (rys. 4).

Przy produkcji skomplikowanych wyprasek o wąskich tolerancjach niezbędne jest wykonanie formy prototypowej, gdyż tylko wtedy można uzyskać dokładniejsze informacje o rzeczywistej wielkości skurczu i tendencji do wypaczeń.

## Tolerancja produkcyjna i tolerancja funkcjonowania

Należy pamiętać, że przy odbiorze obowiązuje tylko wymiar i tolerancja produkcyjna, różniące się zasadniczo od wymiaru i tolerancji użytkowej, ponieważ termoplasty reagują na wpływy otoczenia. Konstruktor wyrobu musi to uwzględnić w dokumentacji ofertowej. Pod względem niezawodności działania decydującą rolę odgrywają wahania rozszerzalności cieplnej, która często jest 10-krotnie większa od rozszerzalności metali (rys. 5), oraz np. dla poliamidów - bardzo wyraźna tendencja do pęcznienia wskutek wchłaniania wilgoci.



# 10 Głównych Zasad Stosowanych w Konstrukcji Detali z Tworzyw Sztucznych - Seria 10 Artukółów

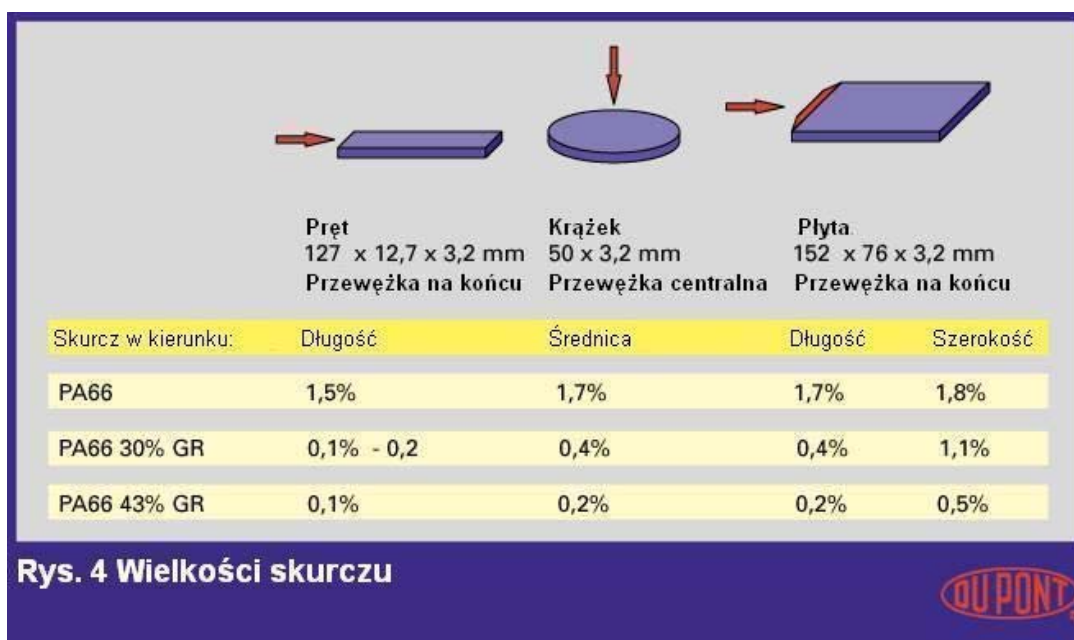
Wykonane przez Jürgen Hasenauer, Dieter Küper, Jost E. Laumeyer and Ian Welsh

W przypadku tworzyw częściowo krystalicznych należy ponadto uwzględniać skurcz wtórny, który przede wszystkim w zależności od warunków wtrysku powoduje późniejsze zmiany wymiarów wyrobów. Kontrola wymiarów nie należy prowadzić bezpośrednio po usunięciu wypraski z formy. Norma DIN 16901 zaleca wykonywanie pierwszego pomiaru dopiero po upływie 16 godzin w warunkach normalnych (23°C, wilgotność powietrza 50%) lub po odpowiedniej obróbce stabilizacyjnej.

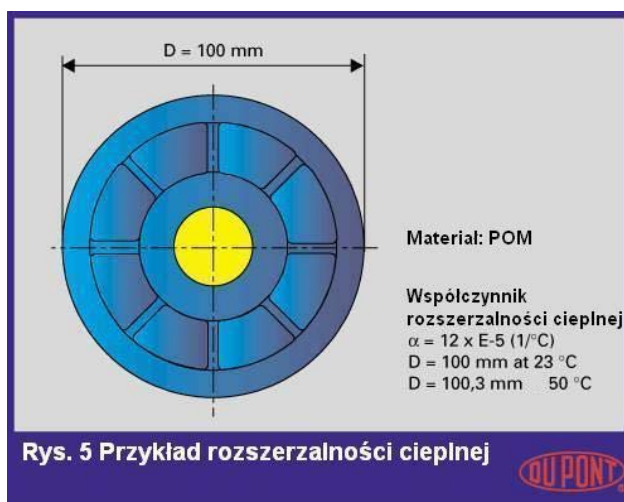
## Zalecenia

Jako punkt wyjścia przy ustalaniu warunków ekonomicznej produkcji wyrobów można przyjmować tolerancje według normy DIN 16901. Nowoczesne wtryskarki pozwalają jednakże na znaczne zawężenie podanych tam wartości tolerancji.

Poszczególne gałęzie przemysłu opracowały specjalne tabele tolerancji dla precyzyjnych wyrobów wtryskowych, ponieważ ustalenia normy DIN 16901 są w tym zakresie niewystarczające. Jeżeli wymagane są wąskie tolerancje, to zawsze należy przedyskutować z producentem wyrobów wtryskowych lub dostawcą surowców problem, czy z punktu widzenia ograniczeń technologii produkcji możliwe jest dotrzymanie takich tolerancji i czy produkcja tak wąsko tolerowanych wyrobów będzie ekonomiczna (rys. 6).



Rys. 4 Wielkości skurczu



Rys. 5 Przykład rozszerzalności cieplnej

- Skurcz wtórny termoplastów częściowo krystalicznych jest znacznie wyższy niż termoplastów amorficznych
- Termoplasty wzmocnione mają różne skurcze w kierunku wzdłużnym i poprzecznym do kierunku orientacji włókna szklanego
- Duże grubości ścian są przyczyną zapadnięć, odchyłek wymiarowych i wypaczeń
- Kształt wypraski i warunki przetwórstwa są często czynnikami decydującymi o możliwości dotrzymania wymaganych tolerancji
- Ciepło i wilgoć powodują zmiany wymiarów, co należy uwzględnić przy rozpatrywaniu tolerancji użytkowych

Rys. 6 Zależności