

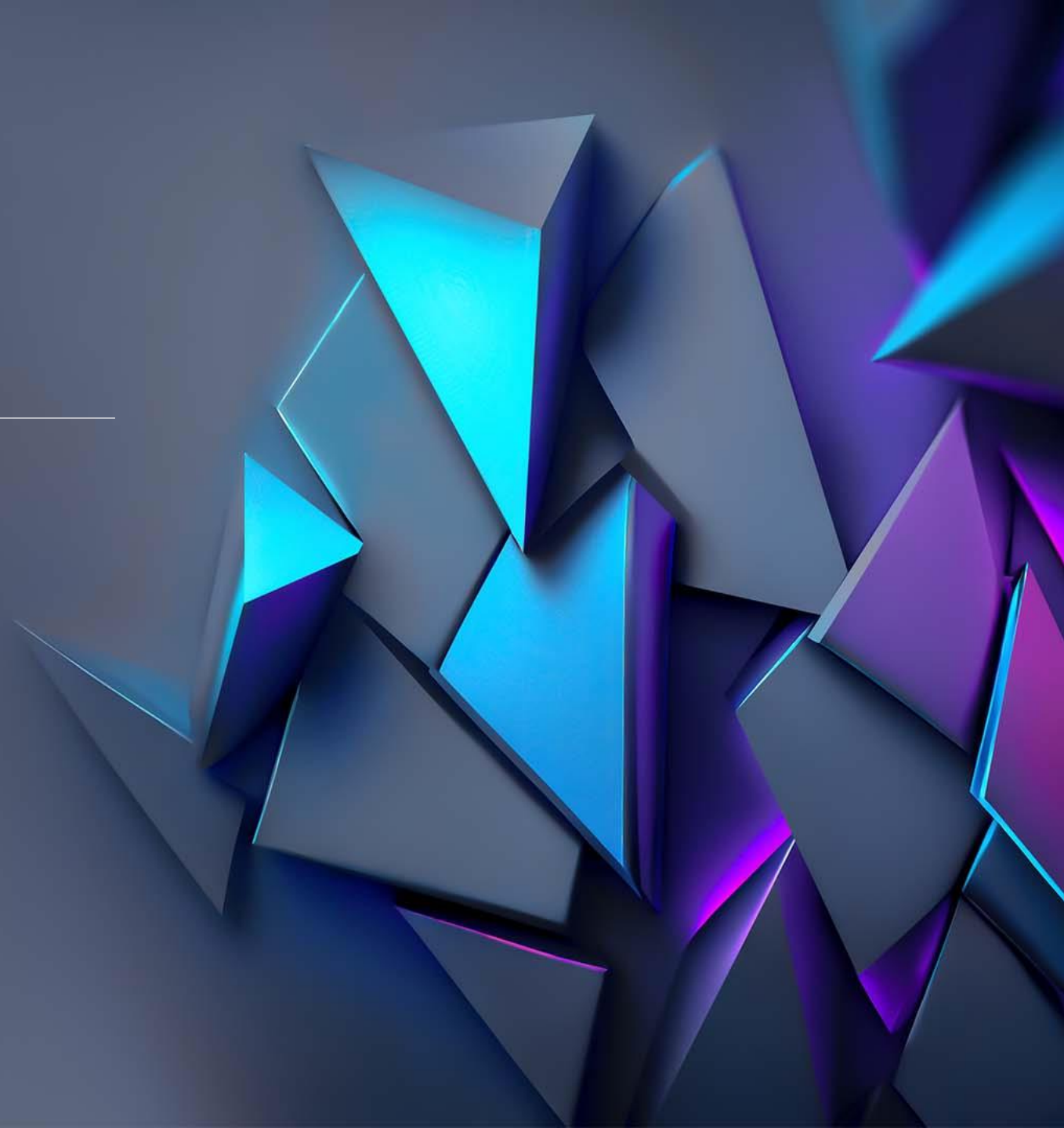
**mid** Moulding  
Innovation  
Day 2023


---

**TF Lab**

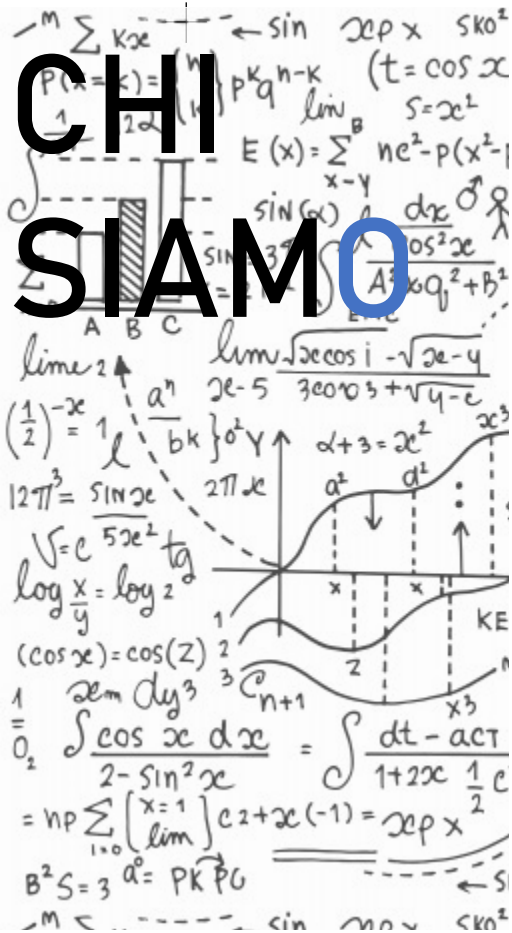
**Francesco Tonolli**

**Moldex3D**





# Simulazione e analisi della deformazione in uno schienale portante



Siamo una start-up nata nel 2016 con il chiaro intento di affrontare l'analisi, la progettazione, e lo sviluppo di progetti complessi legati al mondo della pressofusione ed iniezione di termoplastici in modo

**ANALITICO**

e

**METODOLOGICO**





Uniamo alla nostra trentennale

**esperienza**

nel mondo degli stampi e della  
manifattura con la moderna

**tecnologia**

Ed una modalità di approccio ai  
problemi di carattere

**scientifico/matematico.**

Insieme ci permettono di impostare  
e sviluppare i ns progetti in modo  
originale e determinato, trovando la  
miglior soluzione per i nostri Clienti.

**PROGETTAZIONE E CO-DESIGN**

PROGETTAZIONE STAMPI TRANCIA BAVE  
PROGETTAZIONE STAMPI PRESSOFUSIONE HPDC E AD  
INIEZIONE  
PROGETTAZIONE E CO-DESIGN

**SIMULAZIONE RIEMPIMENTO CAVITA' STAMPO**

SIMULAZIONI RIEMPIMENTO CAVITA' STAMPO PER  
PRESSOFUSIONE ED INIEZIONE MATERIALE PLASTICO

**DFM**

ANALISI DFM E INGEGNERIZZAZIONE

ANALISI FEM (agli elementi finiti)

SUPPORTO E CONSULENZA IN TUTTE LE FASI:  
INDUSTRIALIZZAZIONE, ANALISI FATTIBILITA',  
PROGETTAZIONE STAMPO, MANUTENZIONE STAMPO,  
COSTRUZIONE

**FEM**

**PRESSOFUSIONE E PLASTICA**

PROGETTAZIONE E COSTRUZIONE STAMPI PER  
PRESSOFUSIONE E PLASTICA

**REVERSE/ENGINEERING**

PROGETTAZIONE INVERSA PARTENDO DA UN  
PROTOTIPO

**PROCESS MANAGEMENT**

FORNITURA E VALIDAZIONE ATTREZZATURA STAMPO,  
DOCUMENTAZIONE ATTREZZATURA, TRANCIATURA. DOE



## Mission

**Analizzare ogni problematica che ci viene sottoposta con l'obiettivo di capirne la fisica che ne sta alla base per poter essere in grado di DOMINARE il processo.**

## Vision

**Affrontare la variabilità e volatilità del mercato attraverso strumenti analitici e con riferimenti metodologici chiari e ripetibili**

**Il nostro obiettivo è la  
piena soddisfazione del cliente.**

FILOSOFIA

FIA





Ci occupiamo quindi dello sviluppo di stampi complessi per prodotti complessi o comunque sui quali

**si hanno aspettative tecniche-qualitative e di produttività molto spinte**

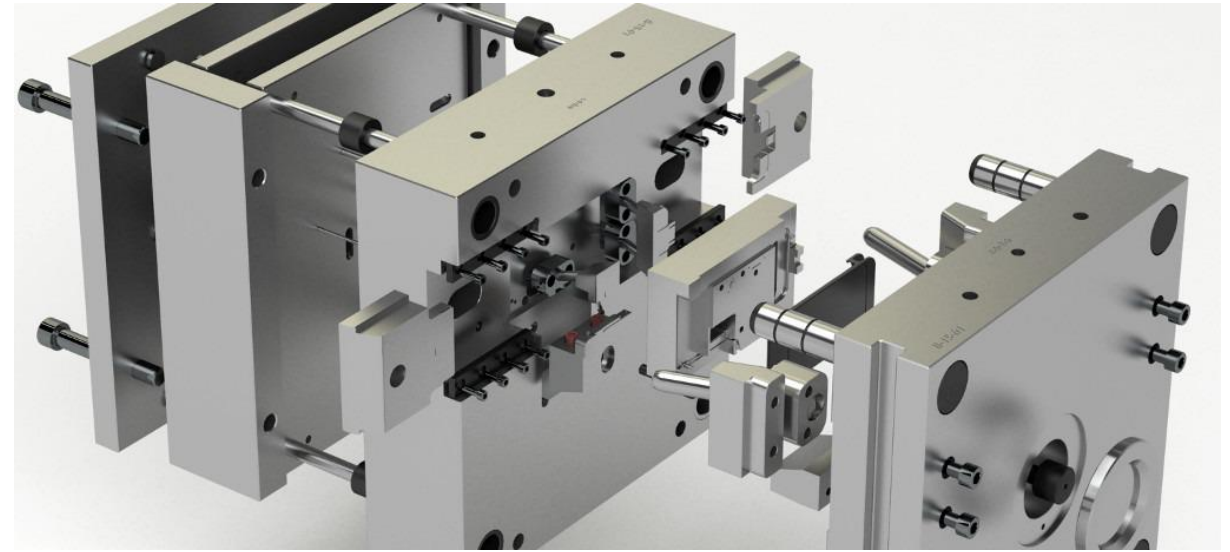
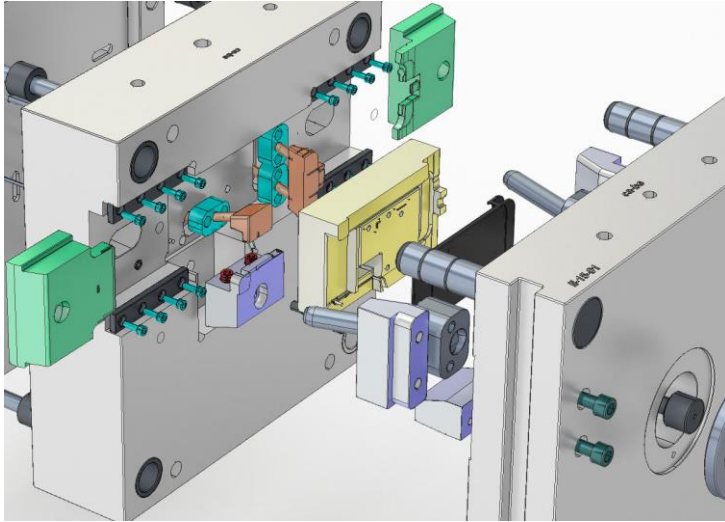
**Per il mondo della  
pressofusione**



**Per il mondo delle materie  
plastiche**



Seguiamo tutto lo sviluppo delle attrezzature introducendo aspetti caratterizzanti e proprietari sia dal punto di vista del design che della funzionalità dell'attrezzatura stessa.



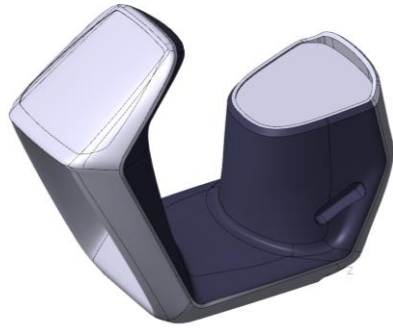
*Dal progetto*



*Alla realizzazione*

Parliamo di ugelli, movimenti servocontrollati, termoregolazione elettrica...

# WORK FLOW



La nostra attività si sviluppa soprattutto nell'intercettare le esigenze del cliente il più a monte possibile.

Partendo dall'idea, dal concept di design riusciamo poi ad ingegnerizzare il prodotto pensandolo in modo specifico per lo stampaggio per poi riuscire a prototiparlo ed infine produrlo.

Più a monte intercettiamo il cliente più riusciamo a fare (e far fare) delle scelte chiave nell'ottica di qualità/produttività





# SETTORI

- automotive sotto cofano - strutturali
- automotive interior car design
- ciclo e motociclo
- rubinetteria
- idrosanitaria
- elettrotecnica
- Illuminotecnica
- moda/lusso
- piccoli-grandi elettrodomestici
- casalinghi
- arredamento
- ....

La nostra attività è trasversale tra i più diversi settori con richieste differenti, specifiche differenti, attese qualitative differenti sul prodotto finito.

Diventa per noi fondamentale avere **strumenti analitici** su cui fare affidamento per la progettazione degli stampi che poi dovranno produrre con i requisiti richiesti.



**Clienti e mercati sempre diversi**

**Tempi ristretti di start-up delle attrezzature**

**Alte richieste qualitative e in termini di efficienza produttiva**

Diventa fondamentale avere uno strumento facile ed intuitivo  
integrabile nel workflow aziendale per **VIRTUALIZZARE IL PROCESSO**

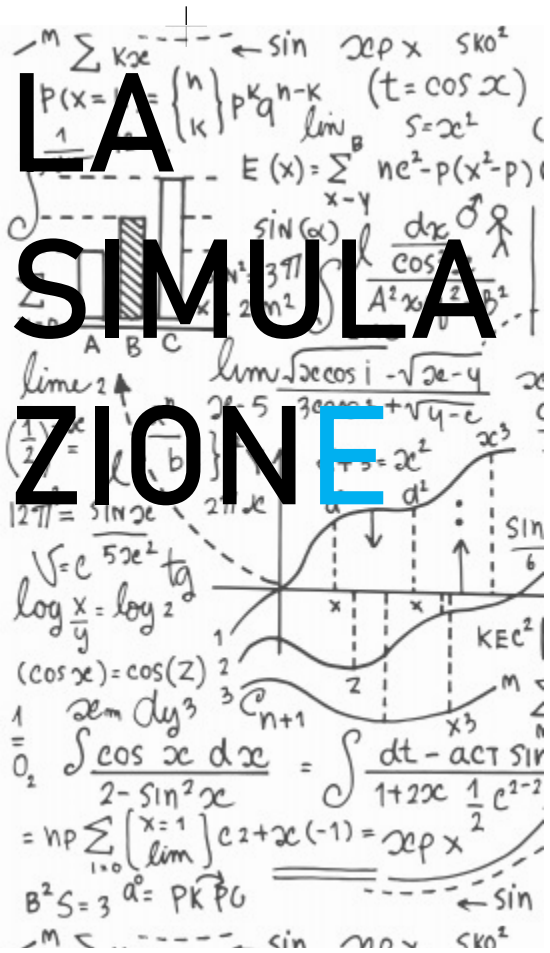
Da queste esigenze nascono le nostre due ***web application***



**VIRTUAL DIE CASTING**



**VIRTUAL INJECTION MOLDING**



- La simulazione di riempimento cavità stampo non è una novità. Magma nasce nel 1988, **Moldflow** addirittura nel 1978
- E' una pratica consolidata per attrezzature complesse/stampi che producono pezzi importanti. Molte aziende hanno personale dedicato altamente qualificato.
- Riteniamo possa dare un vantaggio sostanziale anche per i prodotti più 'poveri', con minor tiratura dove comunque le richieste del cliente sono comunque oramai importanti. L'efficienza, la qualità, l'essere green ormai sono pre requisiti essenziali di ogni prodotto.
- La simulazione di riempimento per essere vincente deve però diventare di semplice utilizzo, non richiedere il ricorso a software di complessa gestione.
- Non deve richiedere il ricorso a **PERSONALE FORTEMENTE QUALIFICATO**
- Deve potersi inserire agevolmente nel workflow di lavoro aziendale



## Il nostro è un approccio centrato su una risorsa fondamentale: **la risorsa umana**

- Noi ci rivolgiamo ai progettisti, ai tecnici di processo, agli stampisti agli stampatori ed ai uomini di fonderia. Tutte figure che hanno una forte specializzazione in un settore molto specifico
- Per loro è fondamentale ottenere dei risultati sul campo
- Per loro non è importante conoscere ed utilizzare software di simulazione complessi che richiedono una serie di tecnicismi ancor più articolati del loro campo specifico ed una formazione ad-hoc
- Per loro è importante poter avere uno strumento che gli consenta di fare delle analisi virtuali prima di costruire l'attrezzatura oppure dopo per poter intervenire con ragion veduta a risolvere delle problematiche oppure a migliorare determinati aspetti della produzione
- **Attraverso questi strumenti offriamo a queste figure una disintermediazione tra sw, ambiente virtuale e realtà quotidiana**



**AR**  
**REALTA'**  
**AUMENTATA**

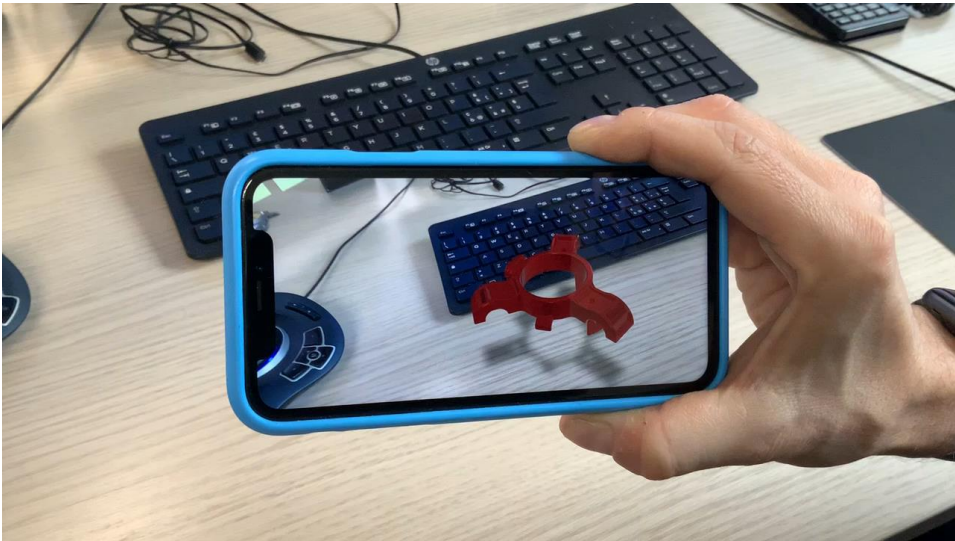
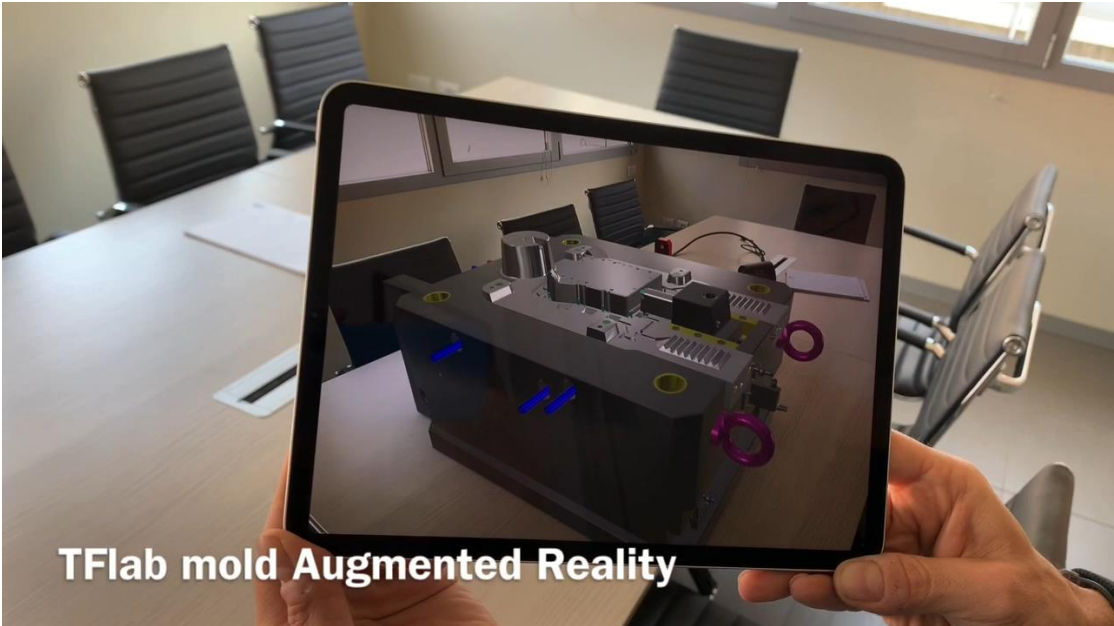
# AR - Augmented Reality

- Nuovo approccio alla visualizzazione
- Visualizzatore 3D integrato
- Con qualsiasi devices (telefono o tablet)
- In scala 1:1
- Per chiunque non disponga un CAD
- In reparto o per i commerciali
- Non richiede conoscenza specifiche



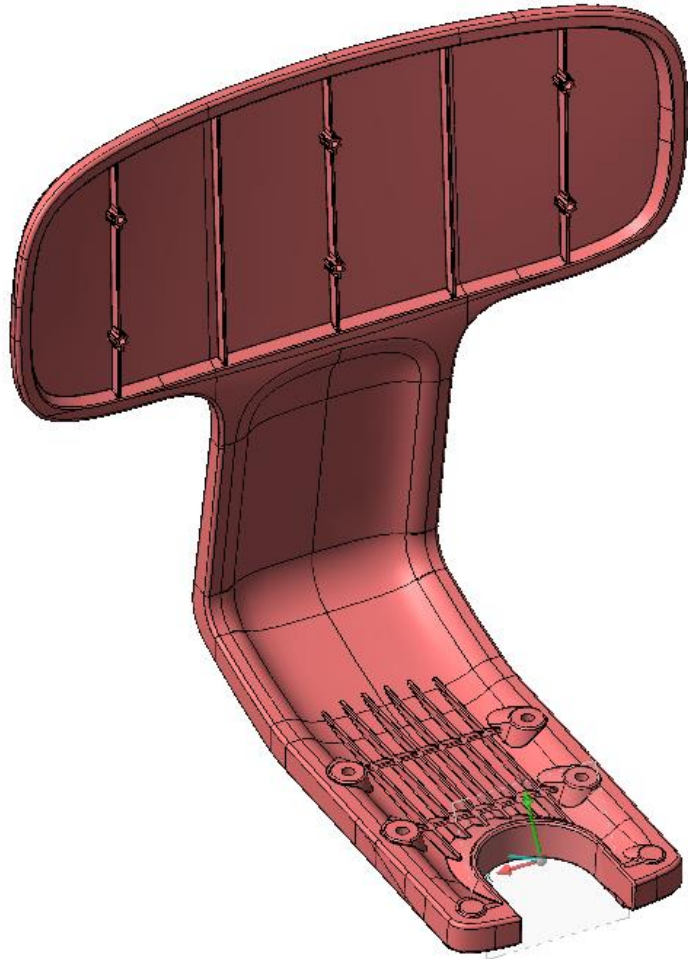
**AR**  
**REALTA' AUMENTATA**

$$P(x=k) = \binom{n}{k} p^k q^{n-k}$$
$$E(x) = np$$
$$D(x) = npq$$
$$y = \sqrt{2x}$$
$$A^2 + B^2 = C^2$$
$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$
$$\frac{d}{dx} \cos^2 x = -2 \cos x \sin x$$
$$12\pi^3 = \frac{\sin 2\alpha}{6}$$
$$V = e^{52e^2} \ln 2$$
$$\ln x = \log x$$





# Schienale sedia

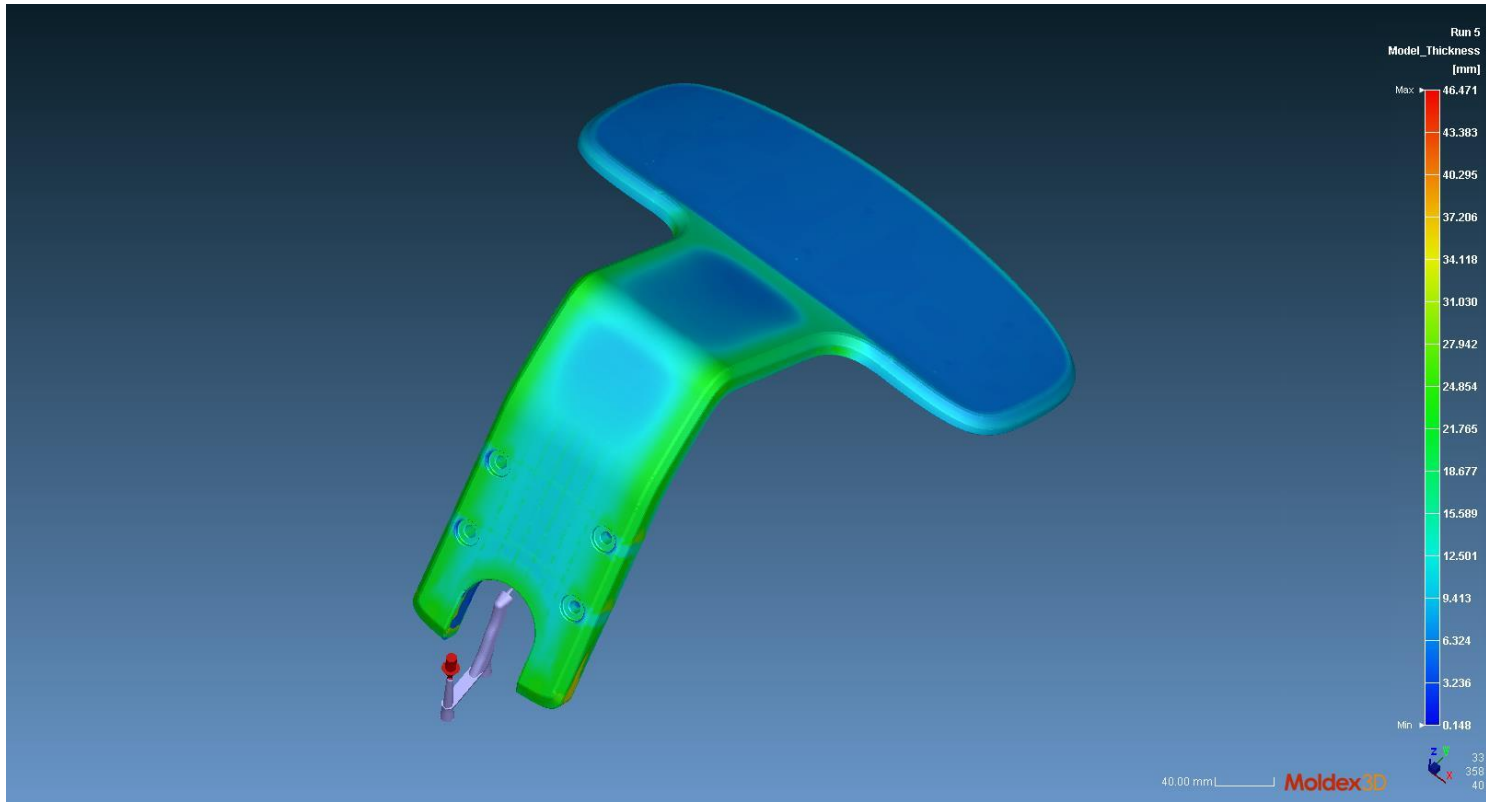


# Summary

Item Name	Item Data
Mesh File Name	model_Run9.mde
Material(Part)	PA66_AKROMIDA3GF3046_1.mtr
Process	TF20047S04_Schienale_simu_Run9_1.pro
Computation Parameter	TF20047S04_Schienale_simu09.cmx

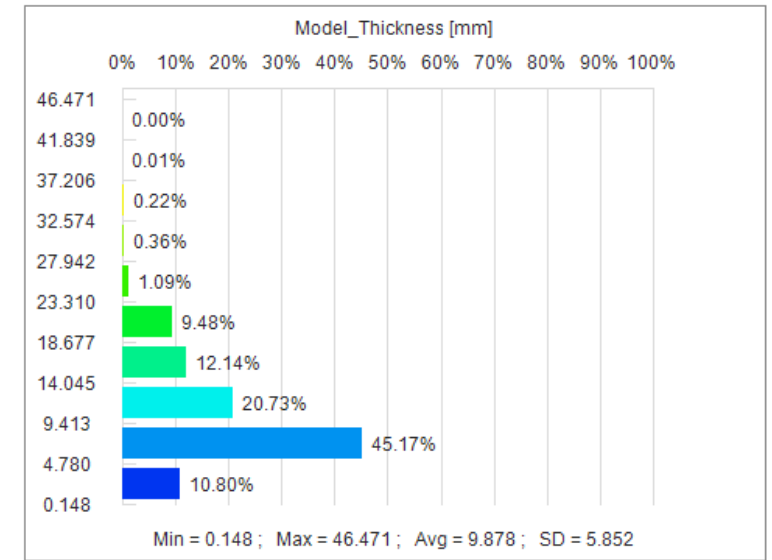


# Thickness



Thickness

## Histogram



Max Min

23,310

0.148



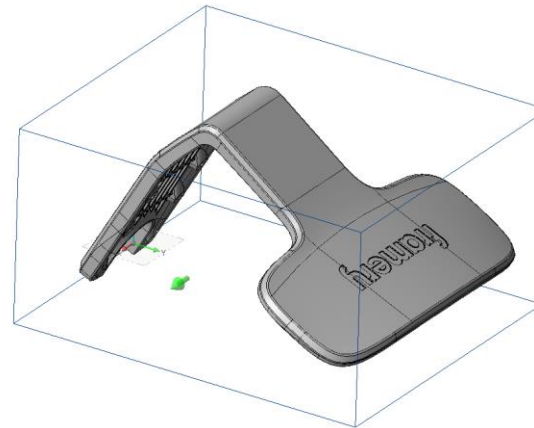
### LAYOUT STAMPATA

Disposizione impronta inclinata di 30° rispetto alla direzione apertura stampo.

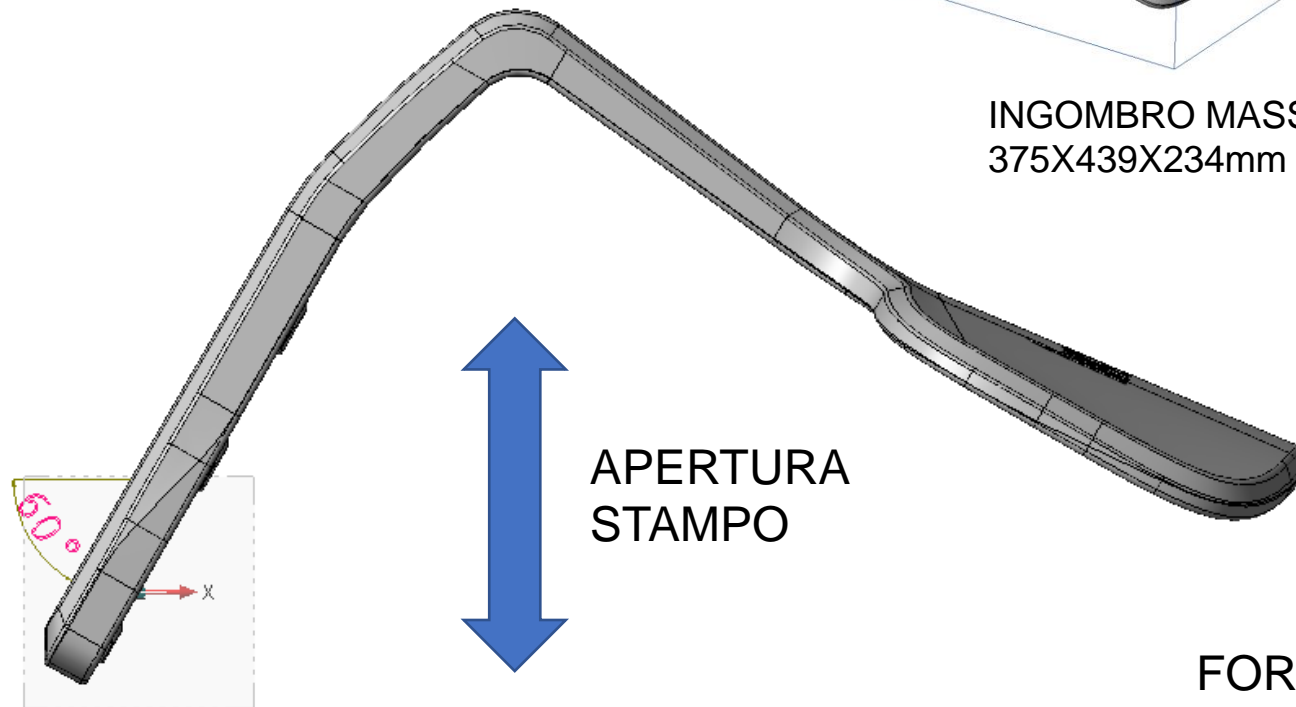
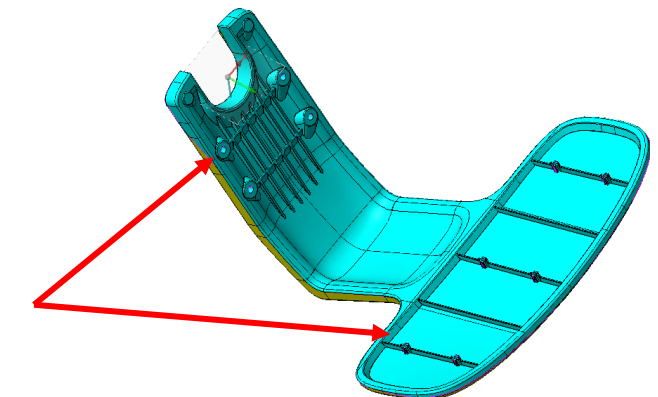
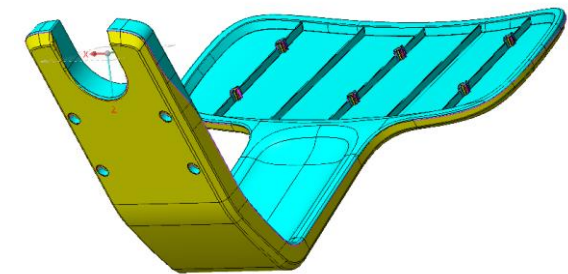
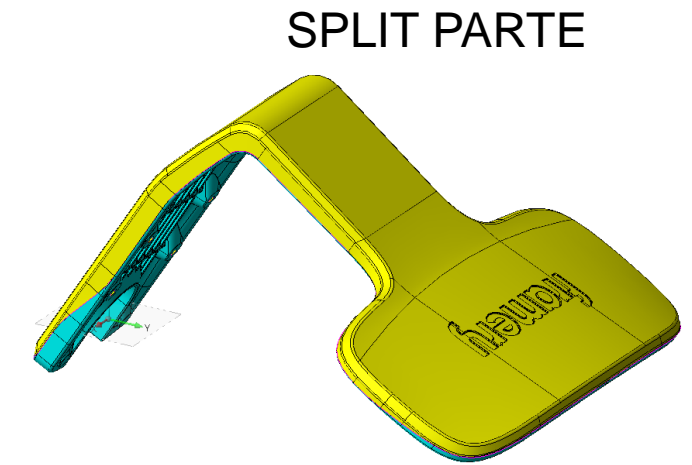
Volume pezzo freddo: 1 122cm<sup>3</sup>

Densità: 1,340 g/cm<sup>3</sup>

Peso pezzo: 1 503 g



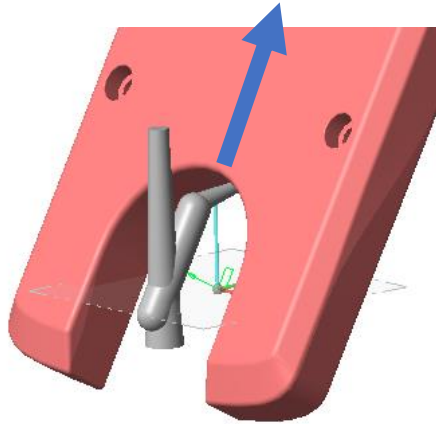
INGOMBRO MASSIMO  
375X439X234mm



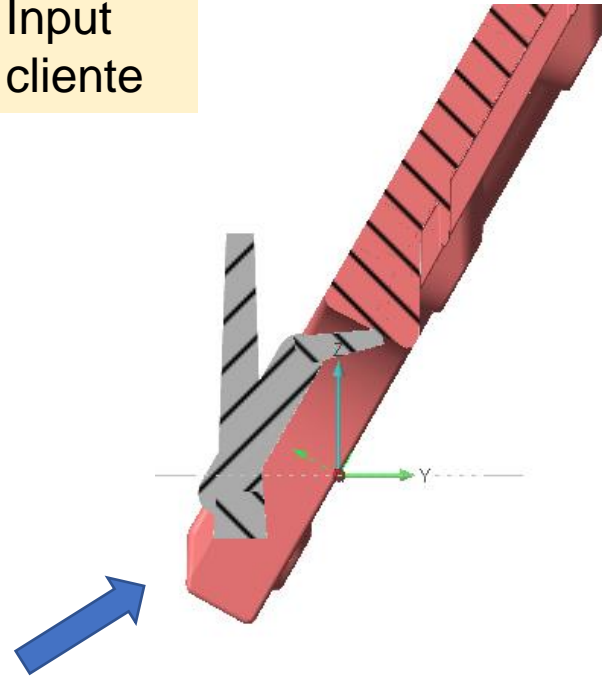
APERTURA  
STAMPO

FORI/POPPETTE  
DA MOVIMENTI

## JETTING



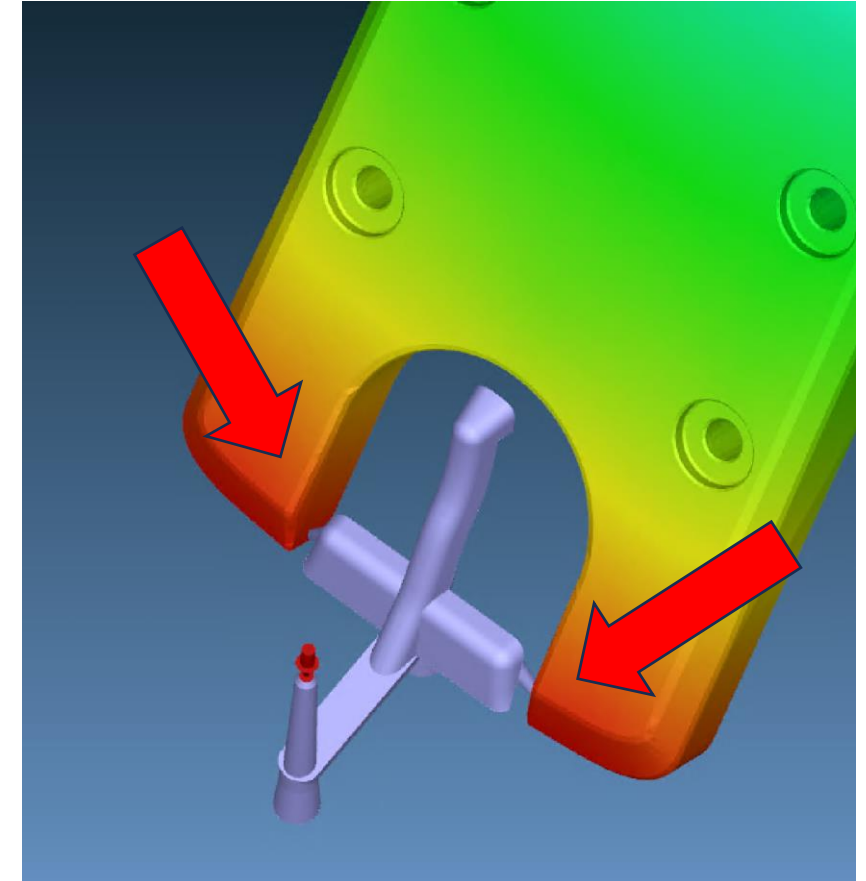
Input  
cliente



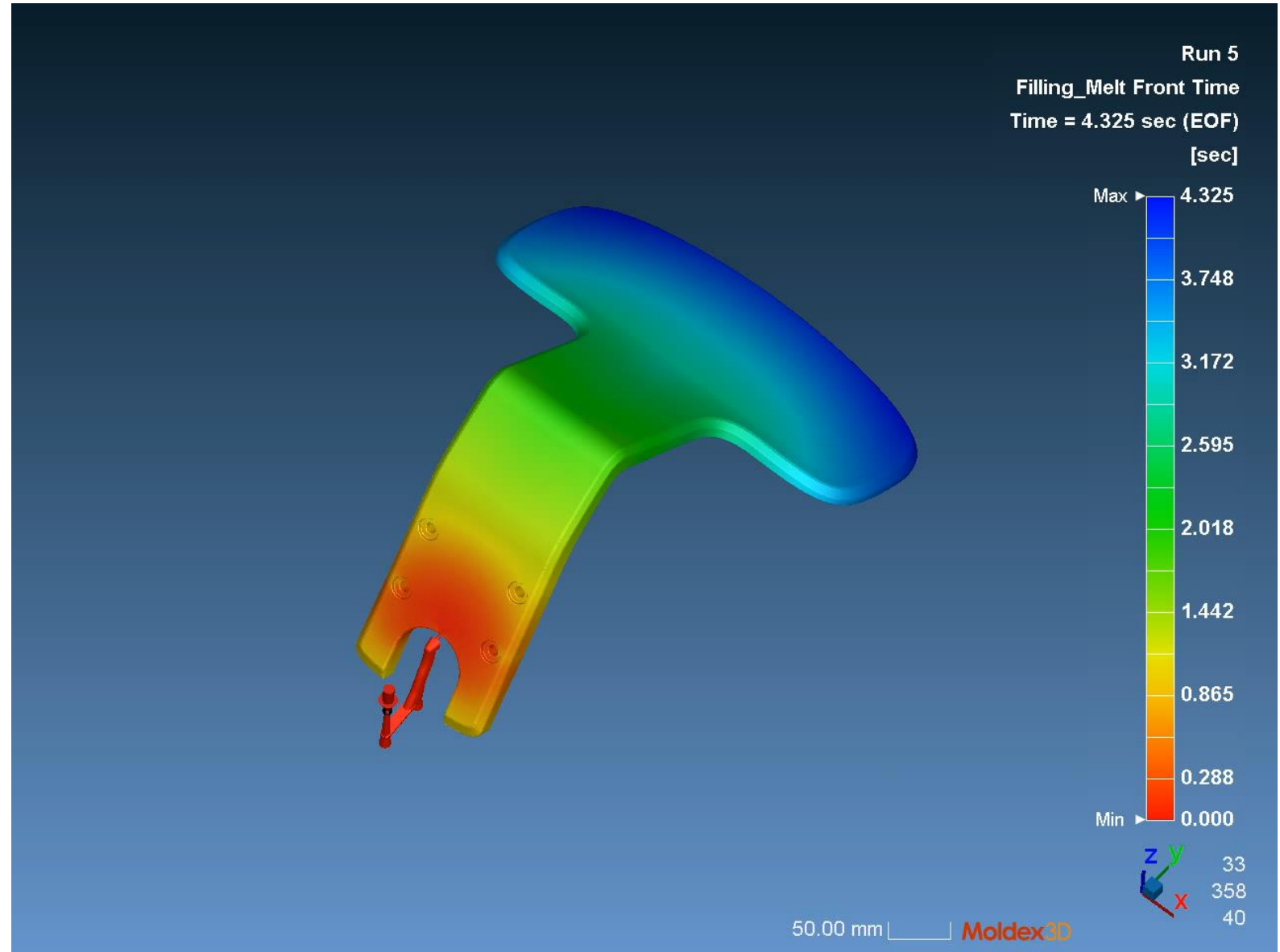
Per effetto dell'inclinazione del pezzo rispetto alla direzione di apertura stampo la sottomarina risulta praticamente orizzontale. Non si ritiene che questa sia una soluzione ottimale per la tranciatura della stessa sottomarina.

VENGONO MODELLATE 2  
INIEZIONI SOTTOMARINE AI  
LATI CON PREDISPOSIZIONE  
ATTACCO CENTRALE

## Layout Iniezione modellata



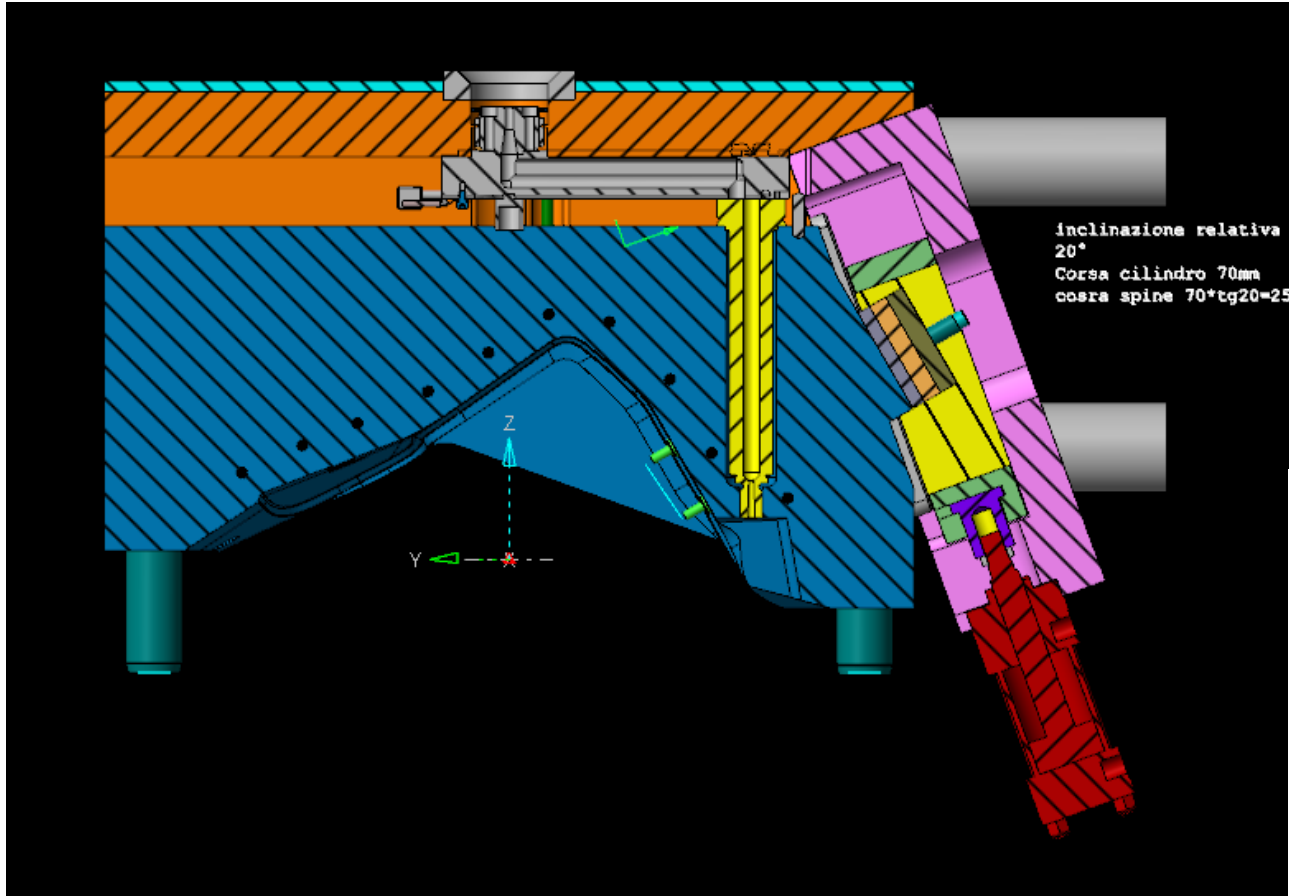
# JETTING







# LAYOUT STAMPO



Camera Thermoplay  
Interasse 220mm

Ugello FN d46

Seguono dettagli boccola.  
Chiedo conferma

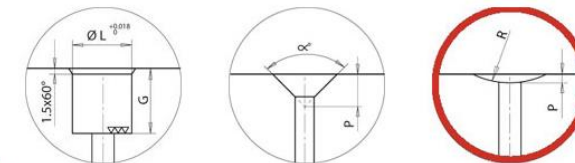
Tutti i campi segnati con un asterisco (\*) sono obbligatori

\*Selezionare la Boccola Iniezione



\*Ø B

\*Forma dell' appoggio dell' ugello pressa



Dimensioni Boccola Iniezione

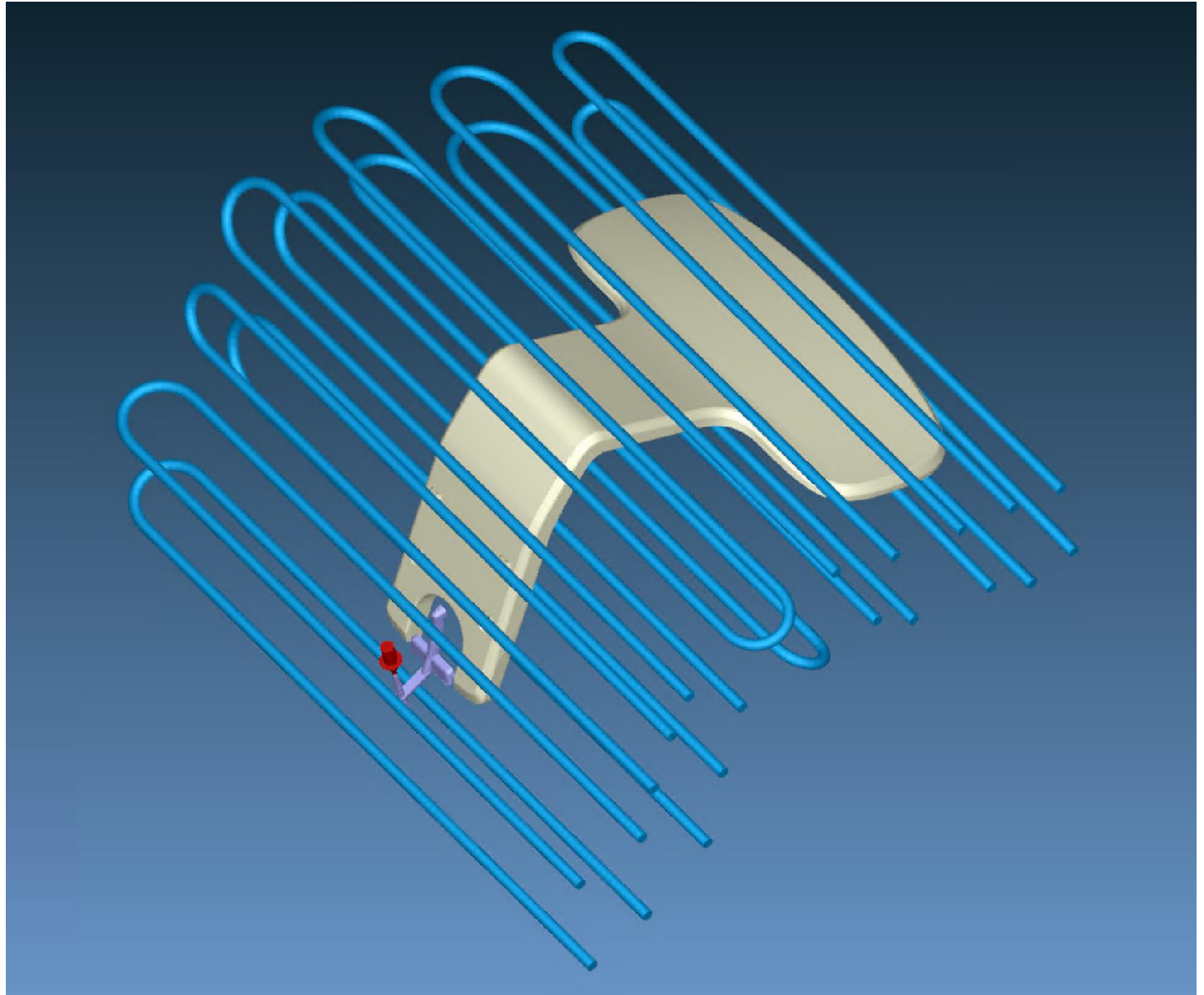
Boccola iniezione R=40x1 Ø=15 H=40



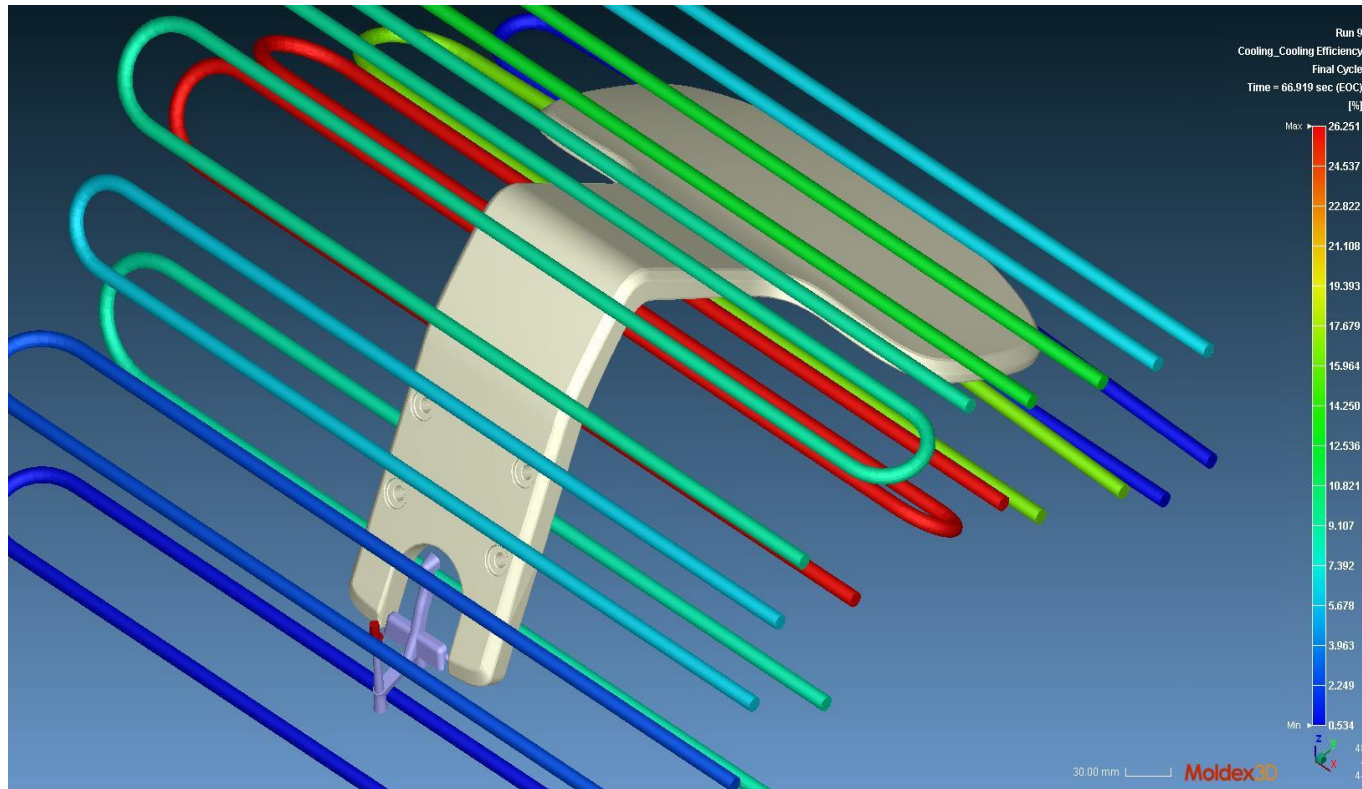
Altezza distanziale



## CIRCUITI DI RAFFREDDAMENTO



# Cooling\_Cooling Efficiency



**Lavoro:** indagare sulla fisica del processo per dominarlo

L'analisi è stata condotta su diversi RUN con diverse condizioni di raffreddamento.

Nello specifico si è provato a 'congelare' alcune zone rispetto ad altre per forzare le deformazioni.

Le analisi condotte hanno mostrato l'insensibilità del pezzo rispetto alle variazioni di temperatura

**Questo ci permette di affermare che la deformazione ottenuta è una 'caratteristica' della geometria piuttosto che dipendente da una condizione di processo**

# Summary - Process Condition

Filling	Item Data	Unit
Filling Time	13.5	sec
Melt Temperature	295	°C
Mold Temperature	70	°C
Max Injection Pressure	180	MPa
Injection Volume	1170.19	cc
Packing		
Packing Time	23.4	sec
Max Packing Pressure	180	MPa

Cooling	Item Data	Unit
Cooling Time	30	sec
Mold Open Time	5	sec
Ejection Temperature	222	°C
Air Temperature	25	°C
Cycle Time	71.9	sec

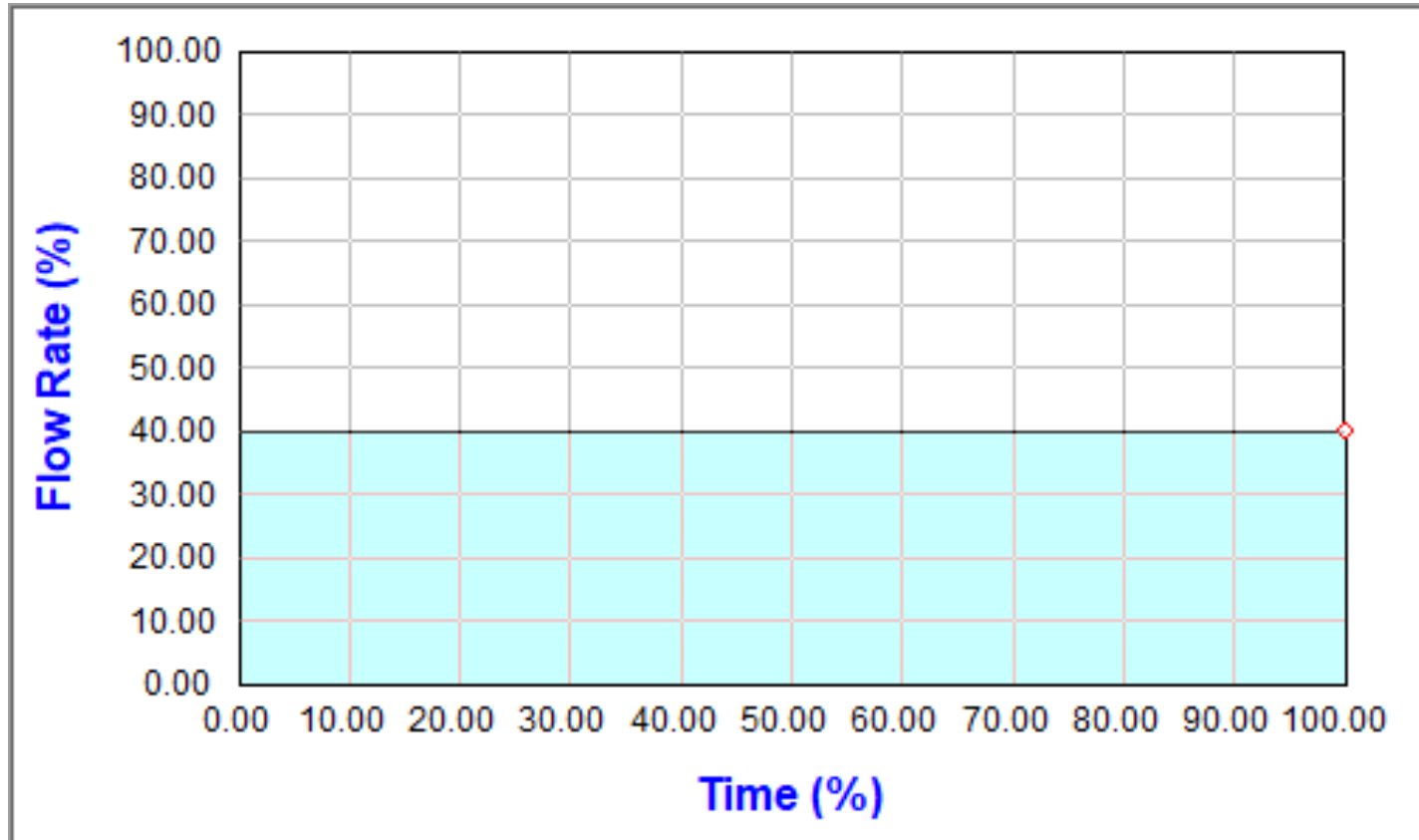


# Material

Item Name	Item Data	Unit
Polymer	PA66	
Grade Name	AKROMID A3 GF 30 4 6	
Producer	AKRO PLASTIC GmbH	
Ejection Temperature	222	°C
Freeze Temperature	242	°C
Glass Transition Temperature	251	°C

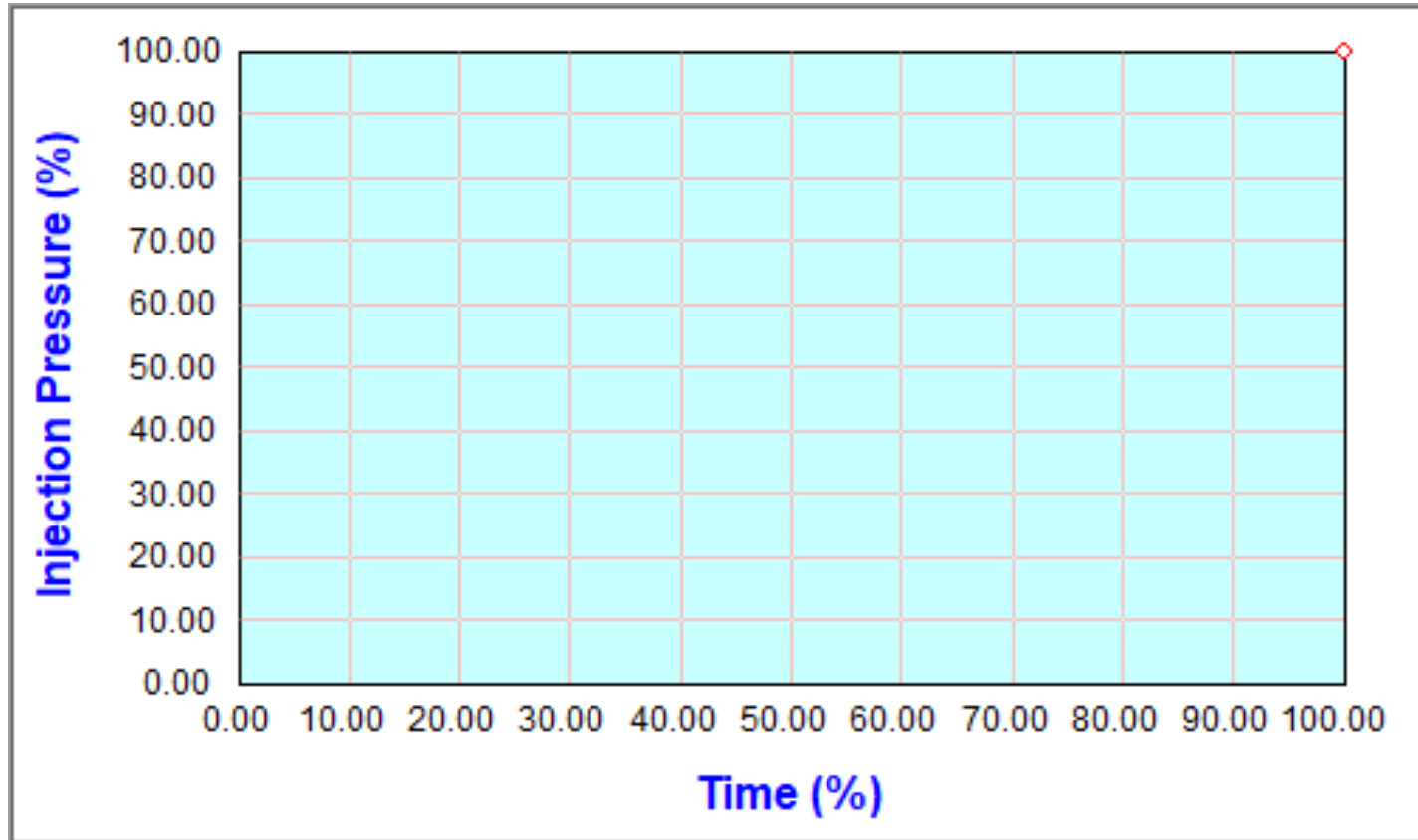
Item Name	Item Data	Unit
Melt Temperature (minimum)	280	°C
Melt Temperature (normal)	295	°C
Melt Temperature (maximum)	310	°C
Melt Temperature Range	280~310	°C
Mold Temperature (minimum)	60	°C
Mold Temperature (normal)	70	°C
Mold Temperature (maximum)	80	°C
Mold Temperature Range	60~80	°C

# Process - Flow Rate Profile



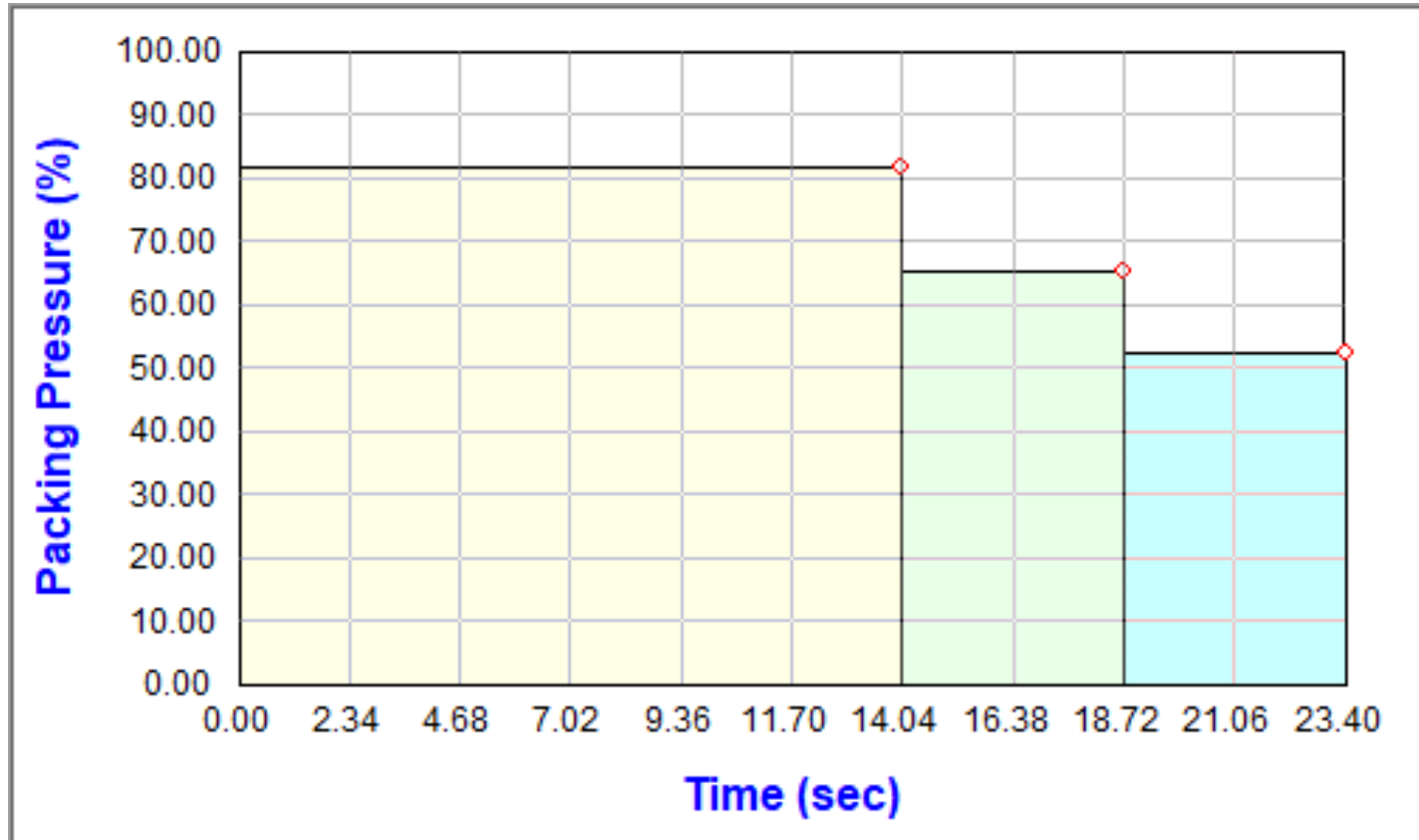
Section		Section-1
Time (%)	0	100
Flow Rate (%)	40.05	40.05

# Process - Injection Pressure Profile



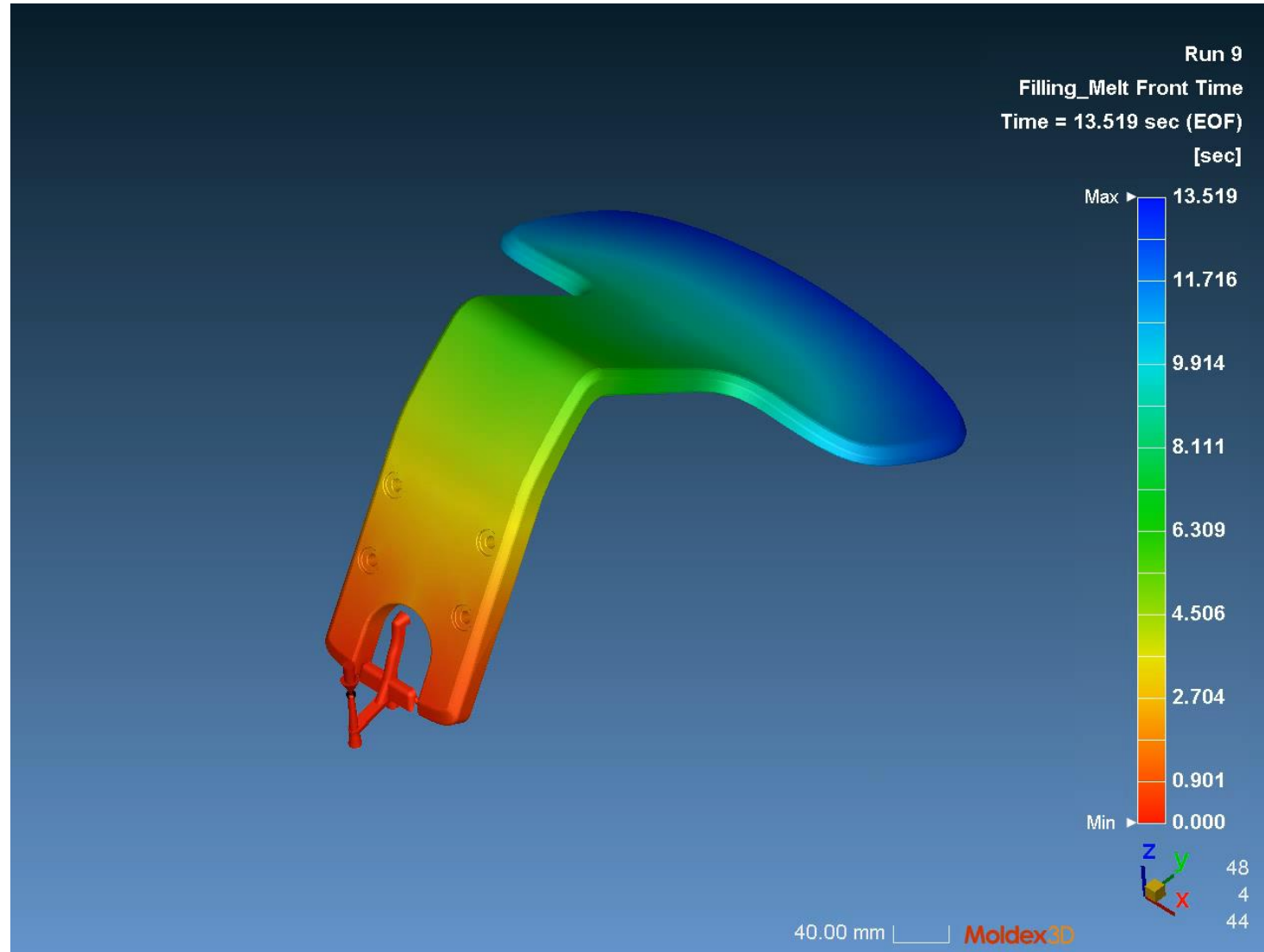
Section		Section-1
Time (%)	0	100
Injection Pressure (%)	100	100

# Process - Packing Pressure Profile



Section		Section-1	Section-2	Section-3
Time (sec)	0	14.04	18.72	23.4
Packing Pressure (%)	81.9677	81.9677	65.5742	52.4594

# Filling\_Melt Front Time

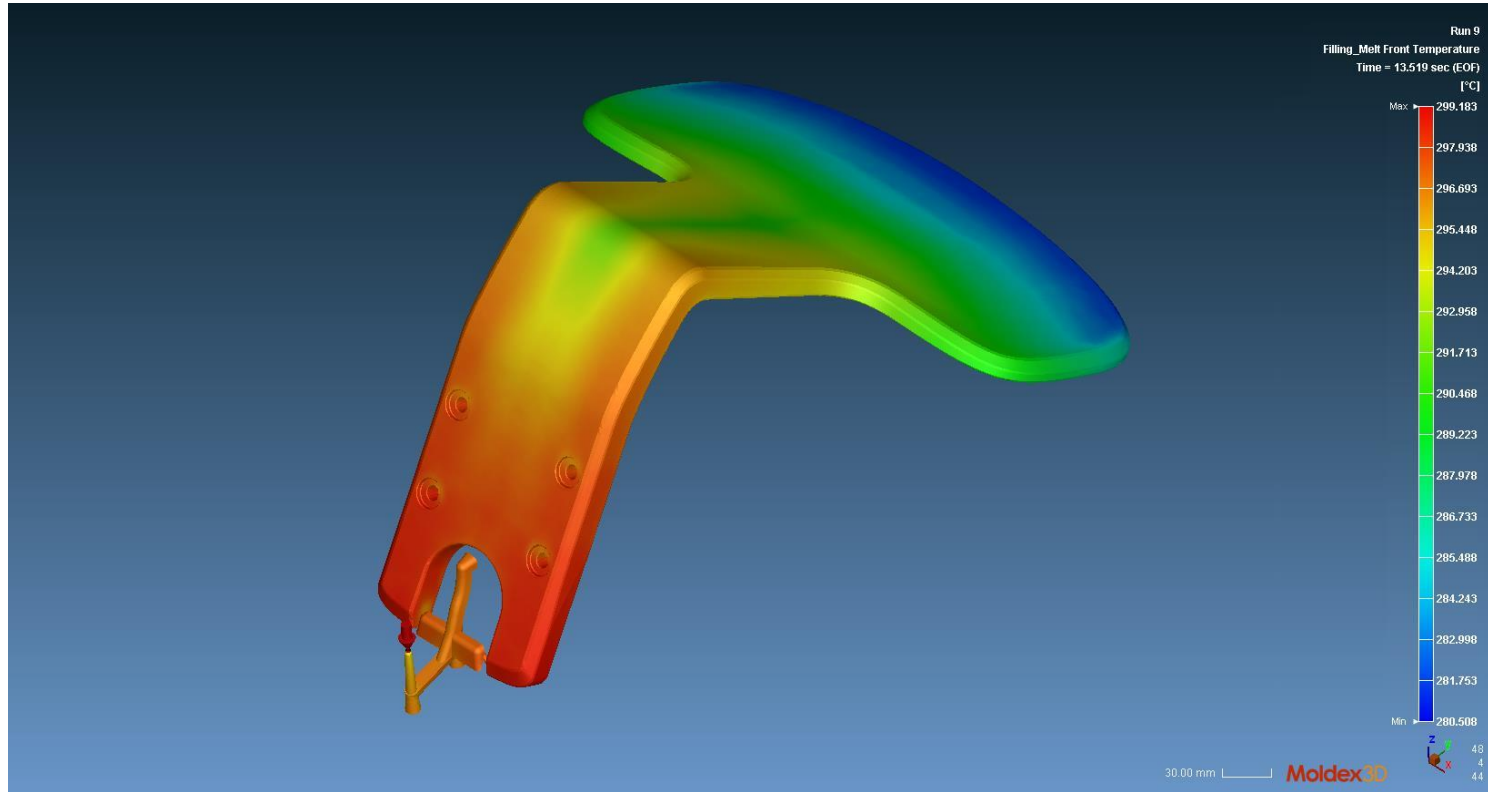




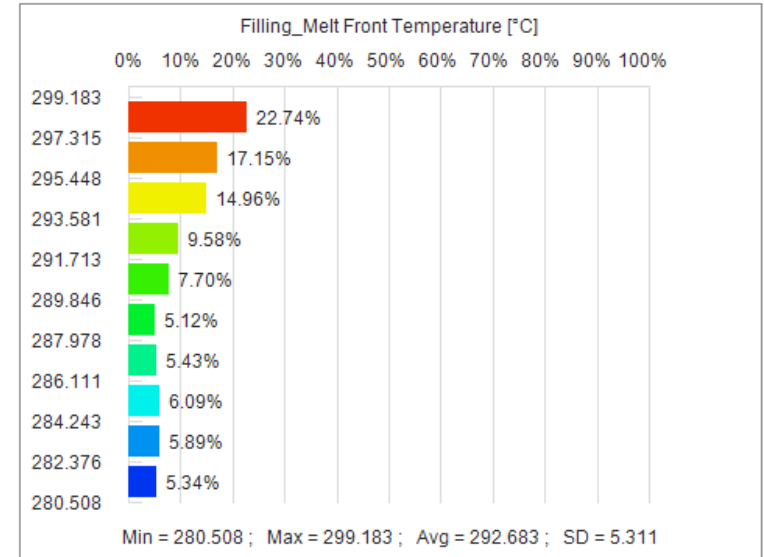
Passiamo ora rapidamente in rassegna alcune grandezze che, per filling e packing, possono dare informazioni interessanti sulle deformazioni:

- differenziali di pressione
- differenziali di temperatura
- densità
- ritiri volumetrici

# Filling\_Melt Front Temperature



## Histogram



Max	Min
-----	-----

299.183

280.508

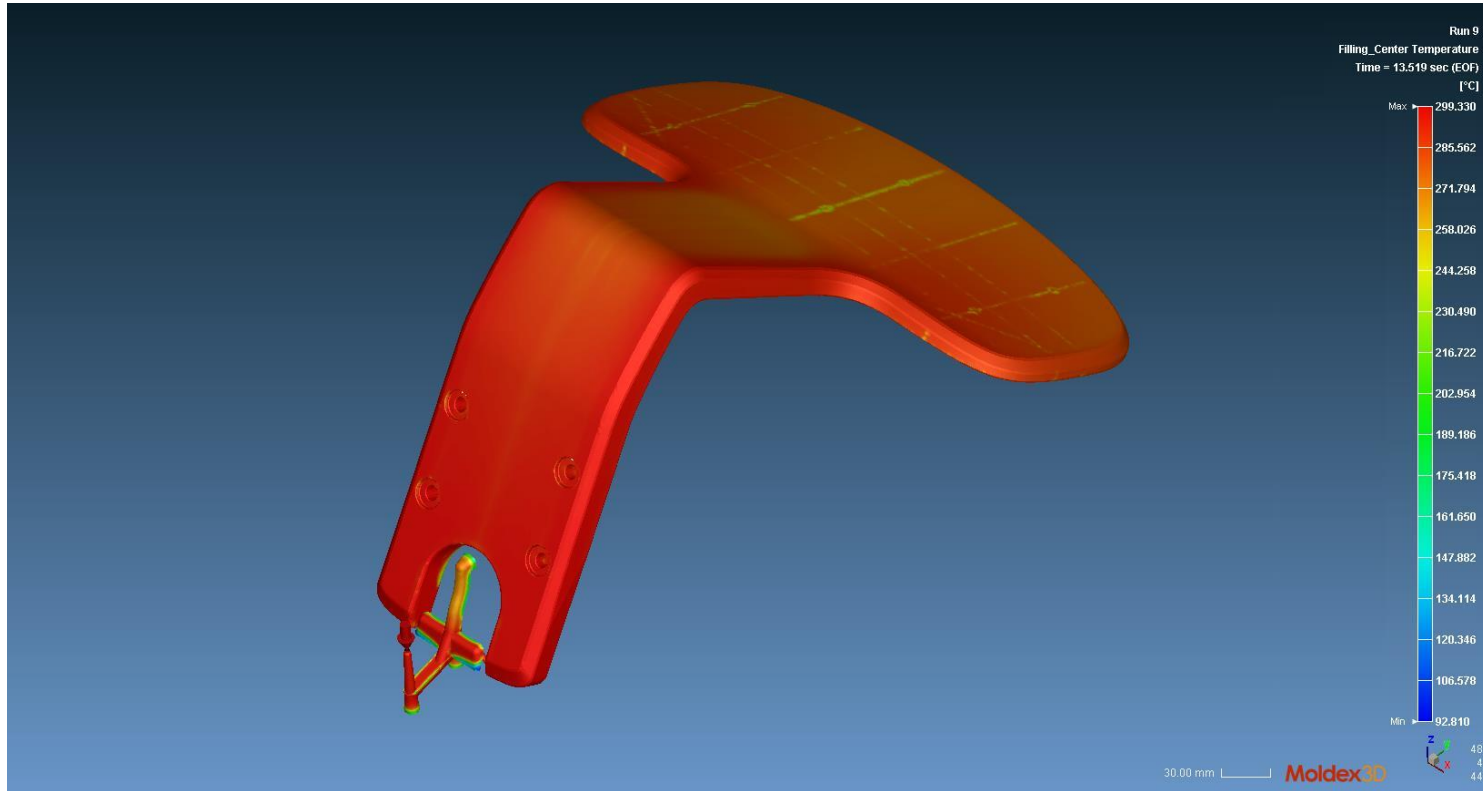
Avg	SD
-----	----

292.683

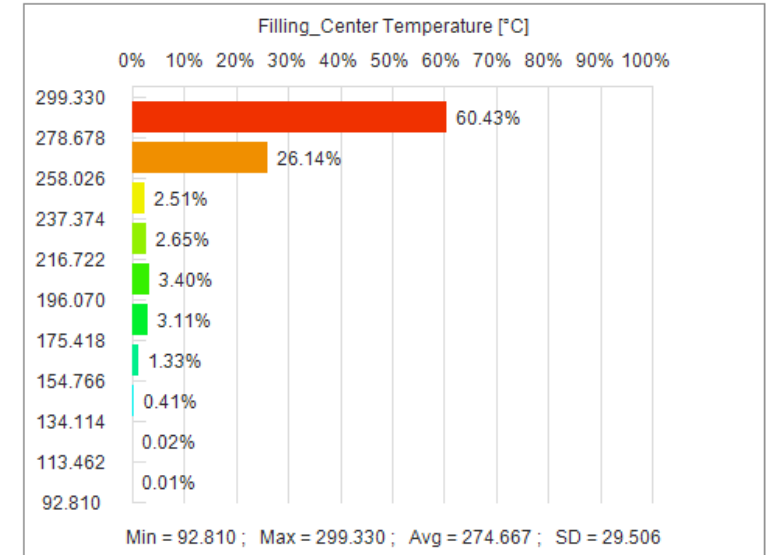
5.311

Melt front temperature is the temperature value of the plastic melt as it reaches the given point. This value indicates how heat is conveyed and dissipated during the molding phases.

# Filling\_Center Temperature



## Histogram



Max	Min
-----	-----

299.330

92.810

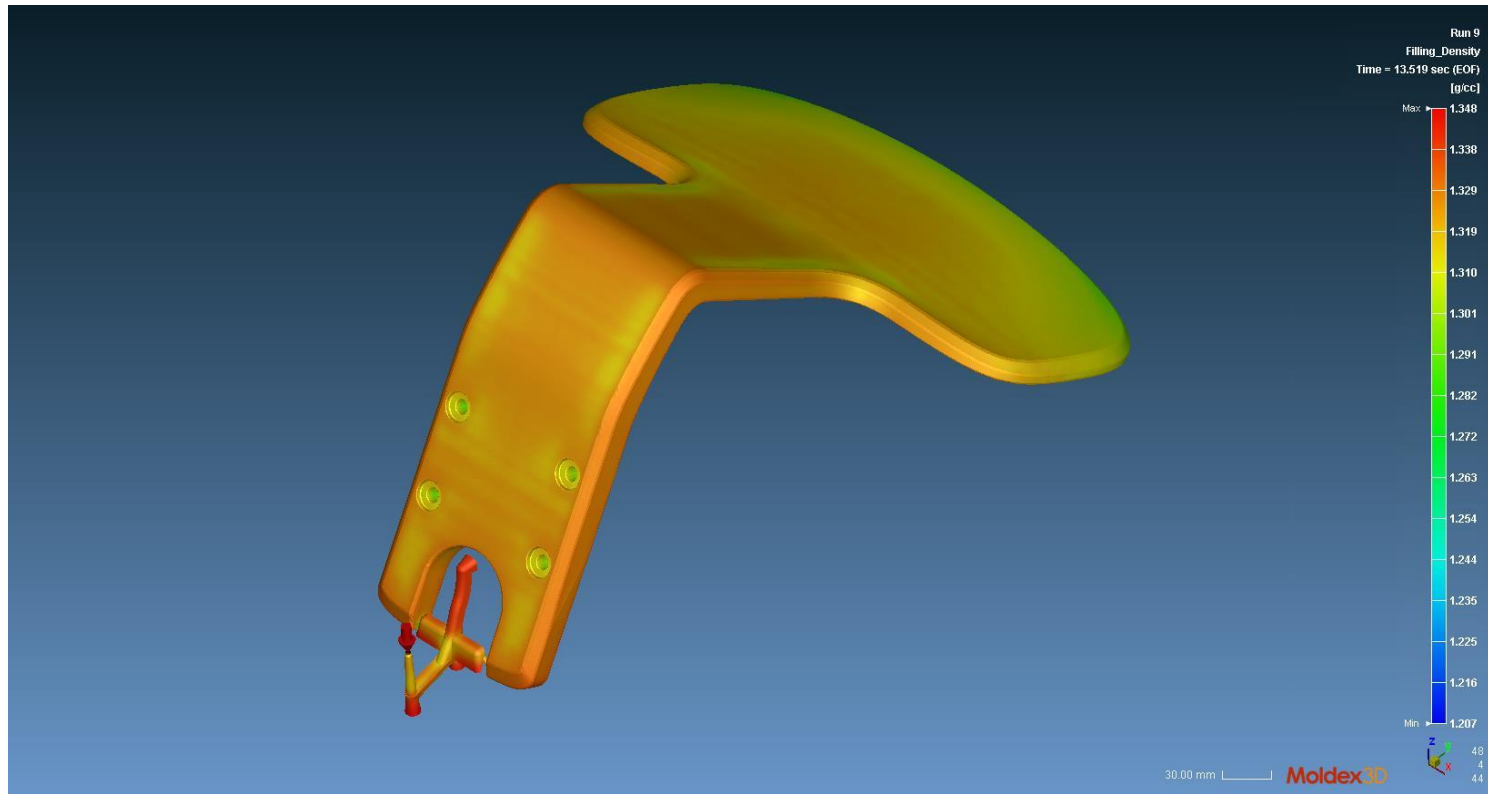
Avg	SD
-----	----

274.667

29.506

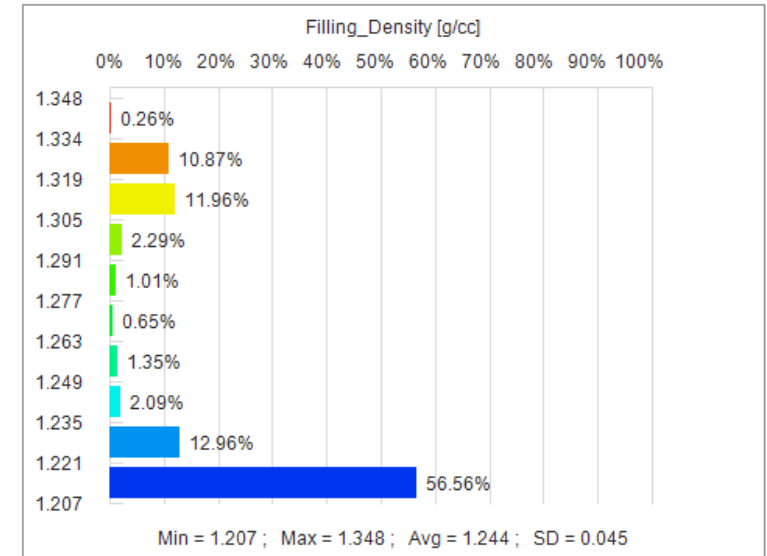
Center temperature is the melt temperature of the middle layer (part line) in the thickness direction at current instant. Center temperature is an indicator of thermal energy supply of the fresh hot melt. In general, the center temperature is an indicator of incomplete filling (short shot). If the center temperature is too low, flow hesitation happens and there will be a short shot problem.

# Filling\_Density



This shows the density distribution at current instant. In general, frozen region will show a greater value of density and molten region will have a lower density value. Non-uniformity in density is a source of part warpage.

## Histogram



Max	Min
-----	-----

1.348

1.207

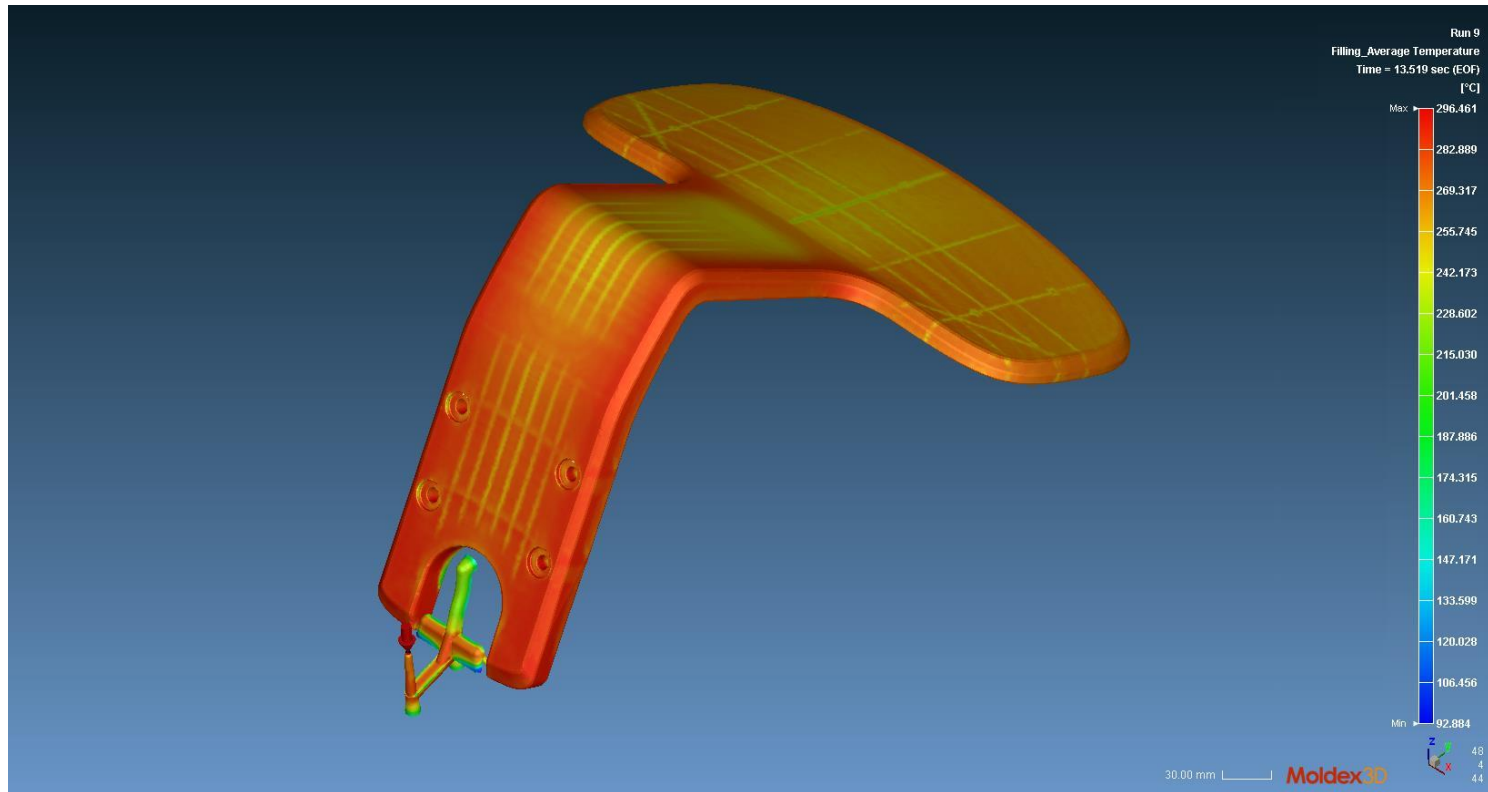
Avg	SD
-----	----

1.244

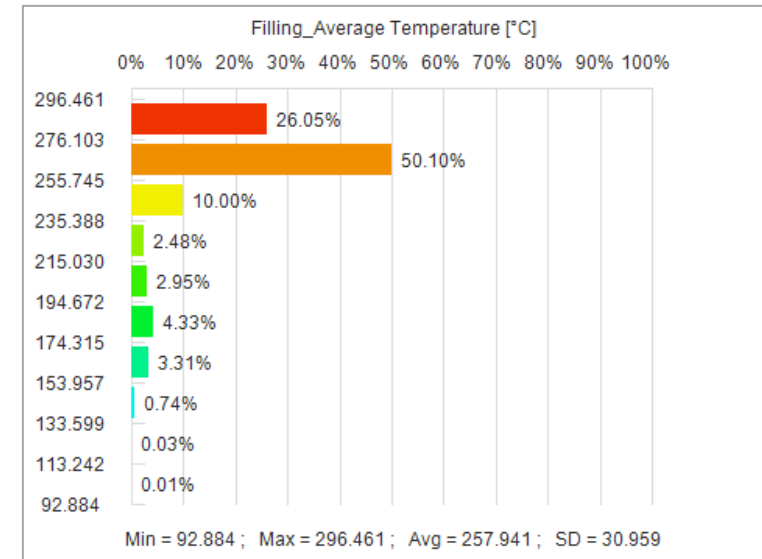
0.045



# Filling\_Average Temperature



## Histogram



Max	Min
-----	-----

296.461

92.884

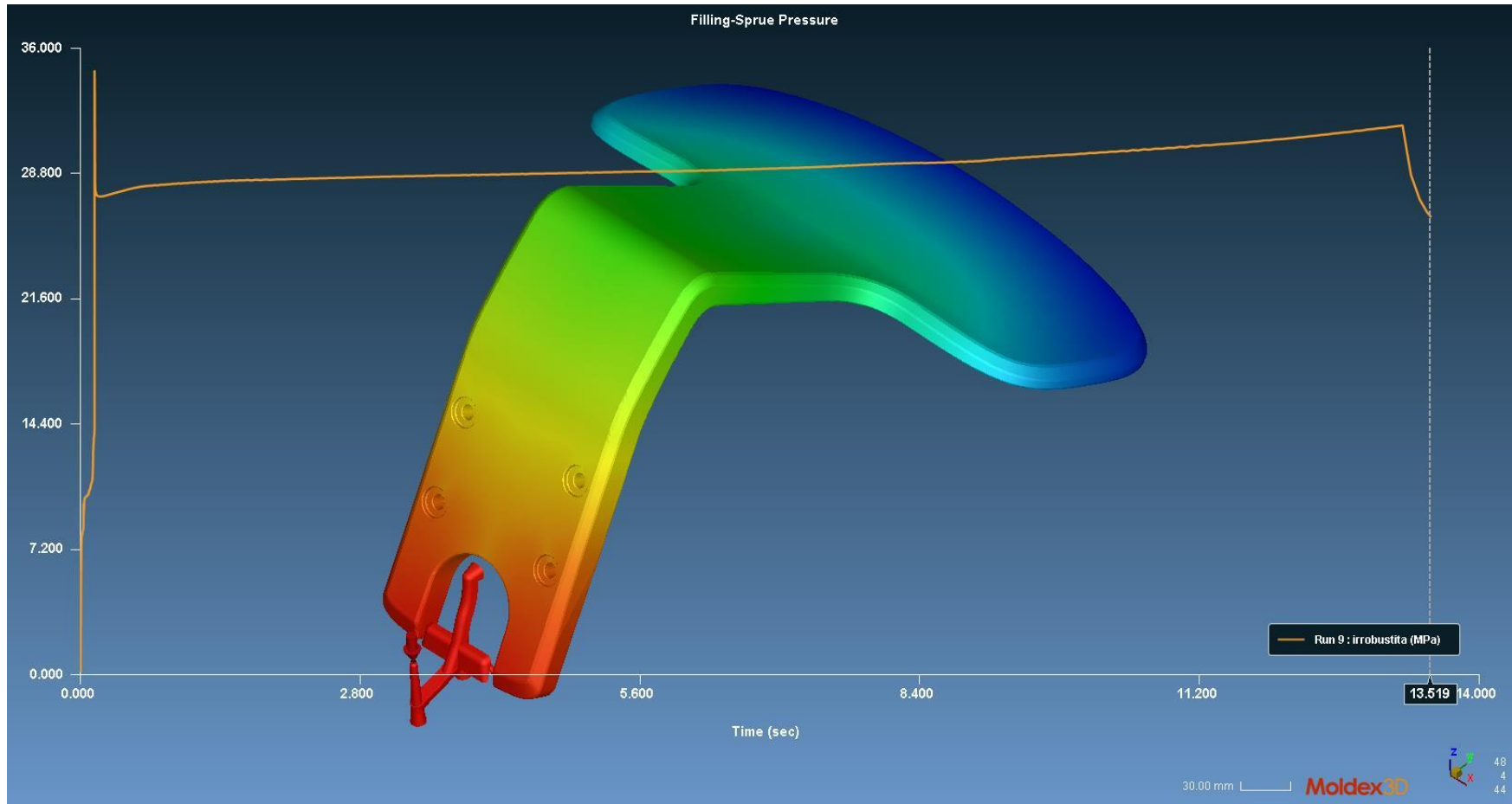
Avg	SD
-----	----

257.941

30.959

Average temperature is the averaged temperature across the part thickness at current instant. It considers the effect of mold cooling and viscous heating of melt. Therefore, average temperature is representative for the part temperature. This data can be used to check the combined effect of viscous heating of polymer melt and mold cooling. One should examine if there is any hot spot that will cause burning problem and the possibility of short shot due to flow hesitation and excess mold cooling.

# Filling\_XY\_Sprue Pressure



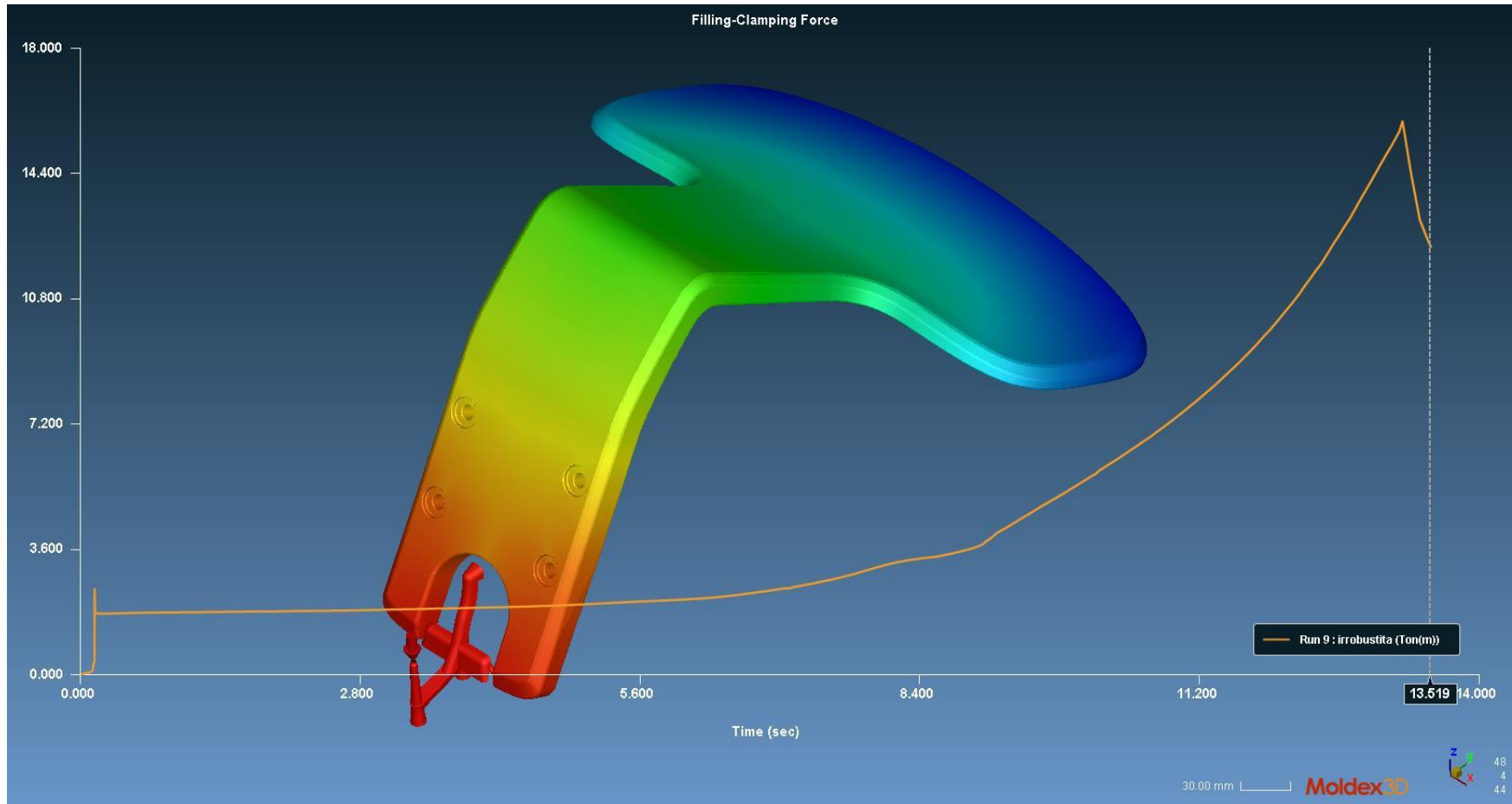
Max

34.692

Unit

MPa

# Filling\_XY\_Clamping Force



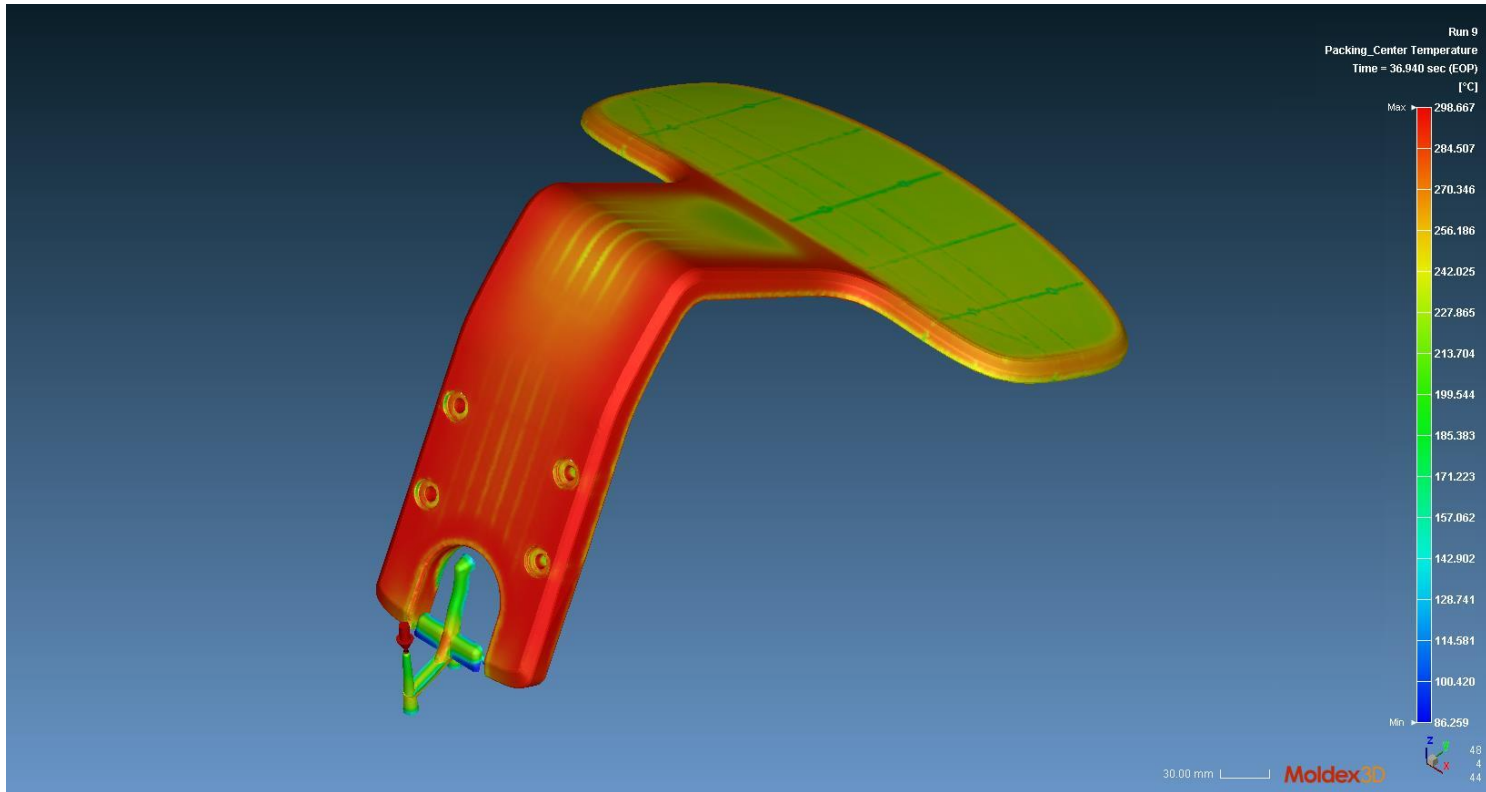
Max

15.902

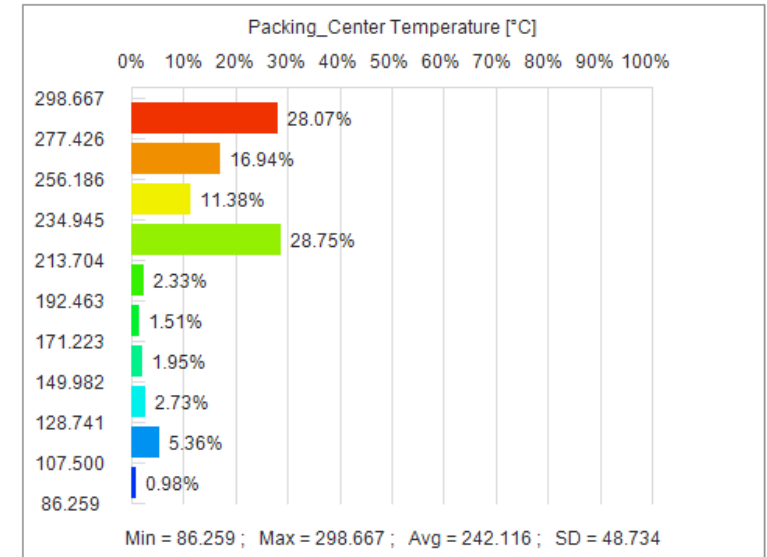
Unit

Ton(m)

# Packing\_Center Temperature



## Histogram



Max	Min
-----	-----

298.667

86.259

Avg	SD
-----	----

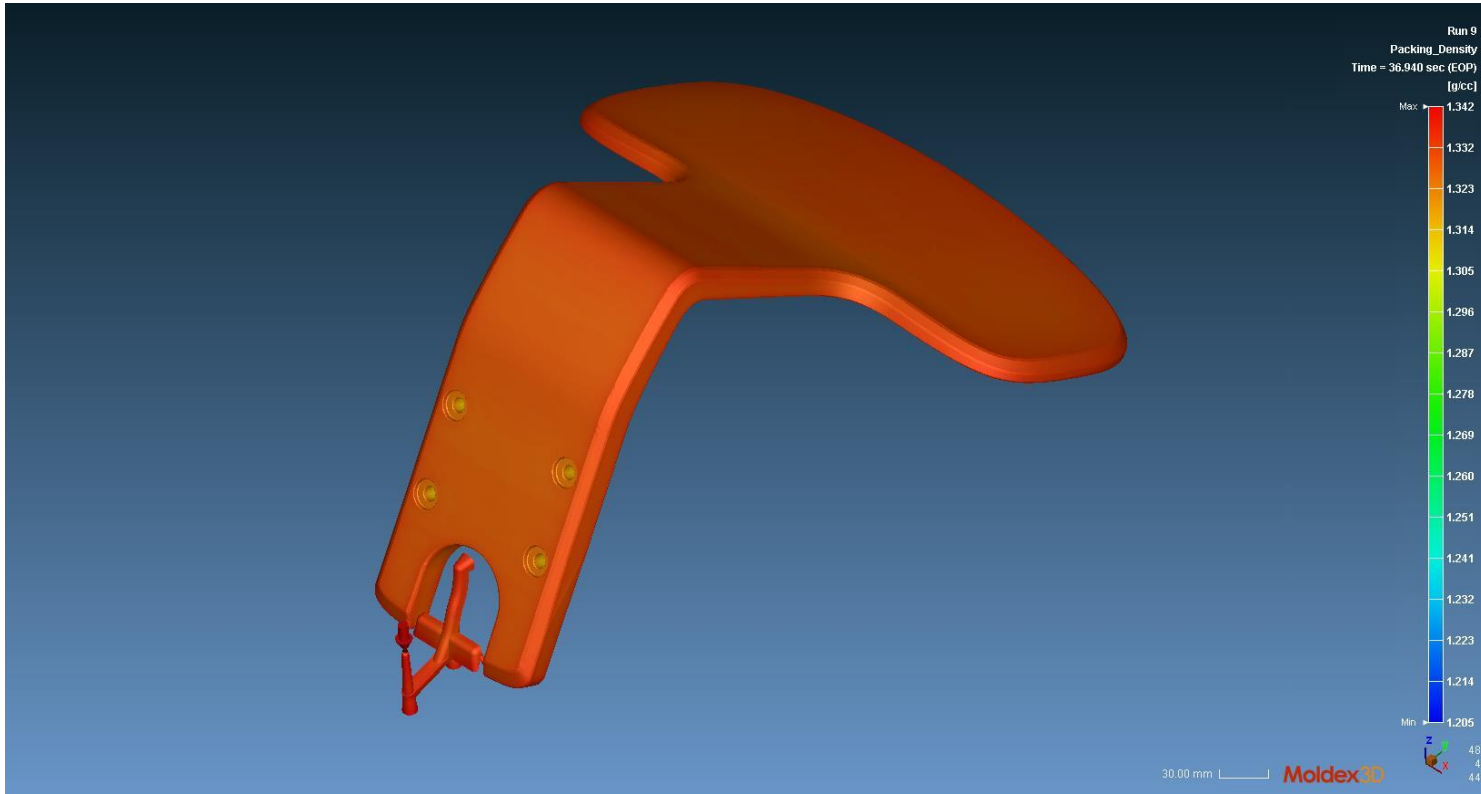
242.116

48.734

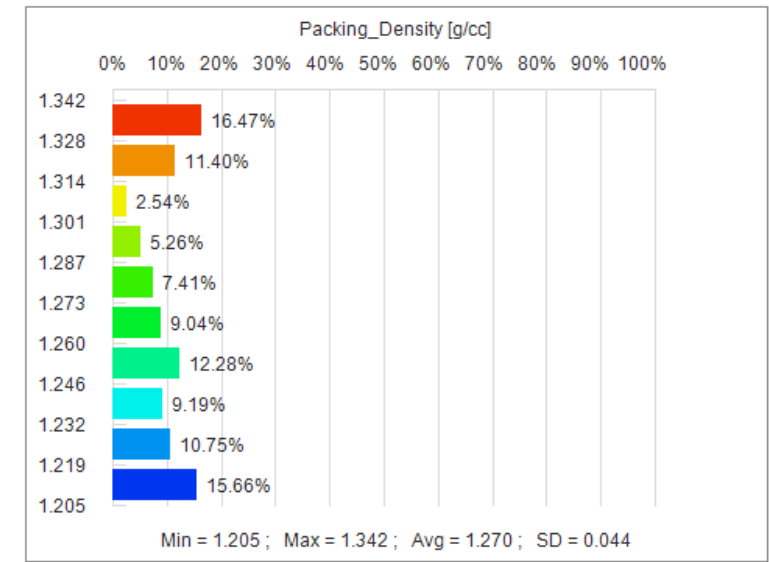
Center temperature is the melt temperature of the middle layer (part line) in the thickness direction at current instant. Center temperature is an indicator of thermal energy supply of the fresh hot melt. In general, the center temperature is an indicator of incomplete filling (short shot). If the center temperature is too low, flow hesitation happens and there will be a short shot problem.



# Packing\_Density



## Histogram



Max	Min
-----	-----

1.342

1.205

Avg	SD
-----	----

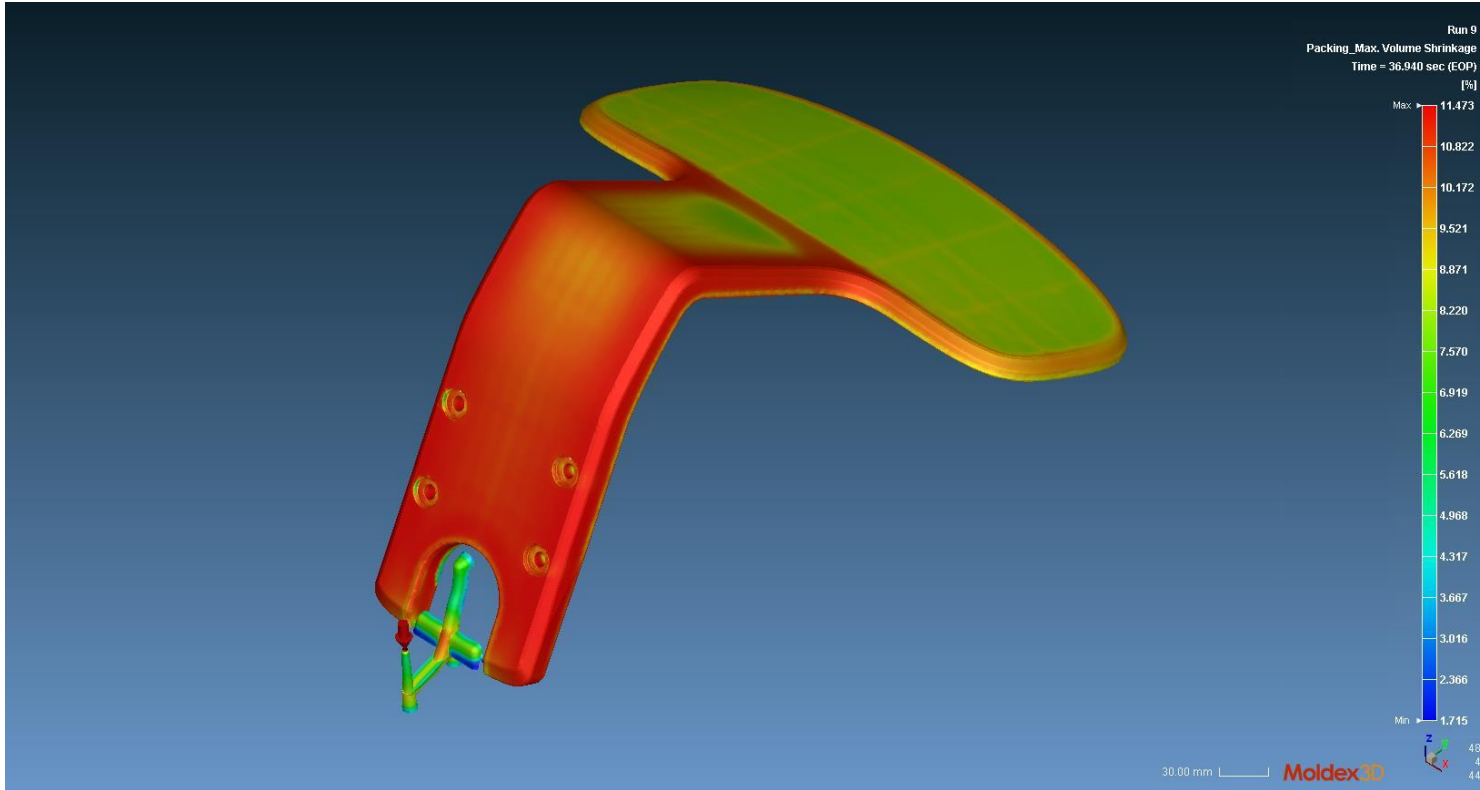
1.270

0.044

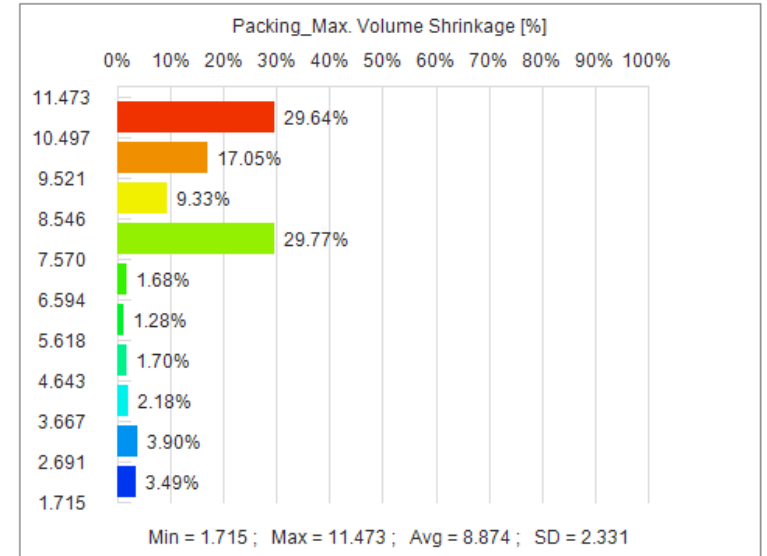
This shows the density distribution at current instant. In general, frozen region will show a greater value of density and molten region will have a lower density value. Non-uniformity in density is a source of part warpage.



# Packing\_Max. Volume Shrinkage



## Histogram



Max	Min
-----	-----

11.473

1.715

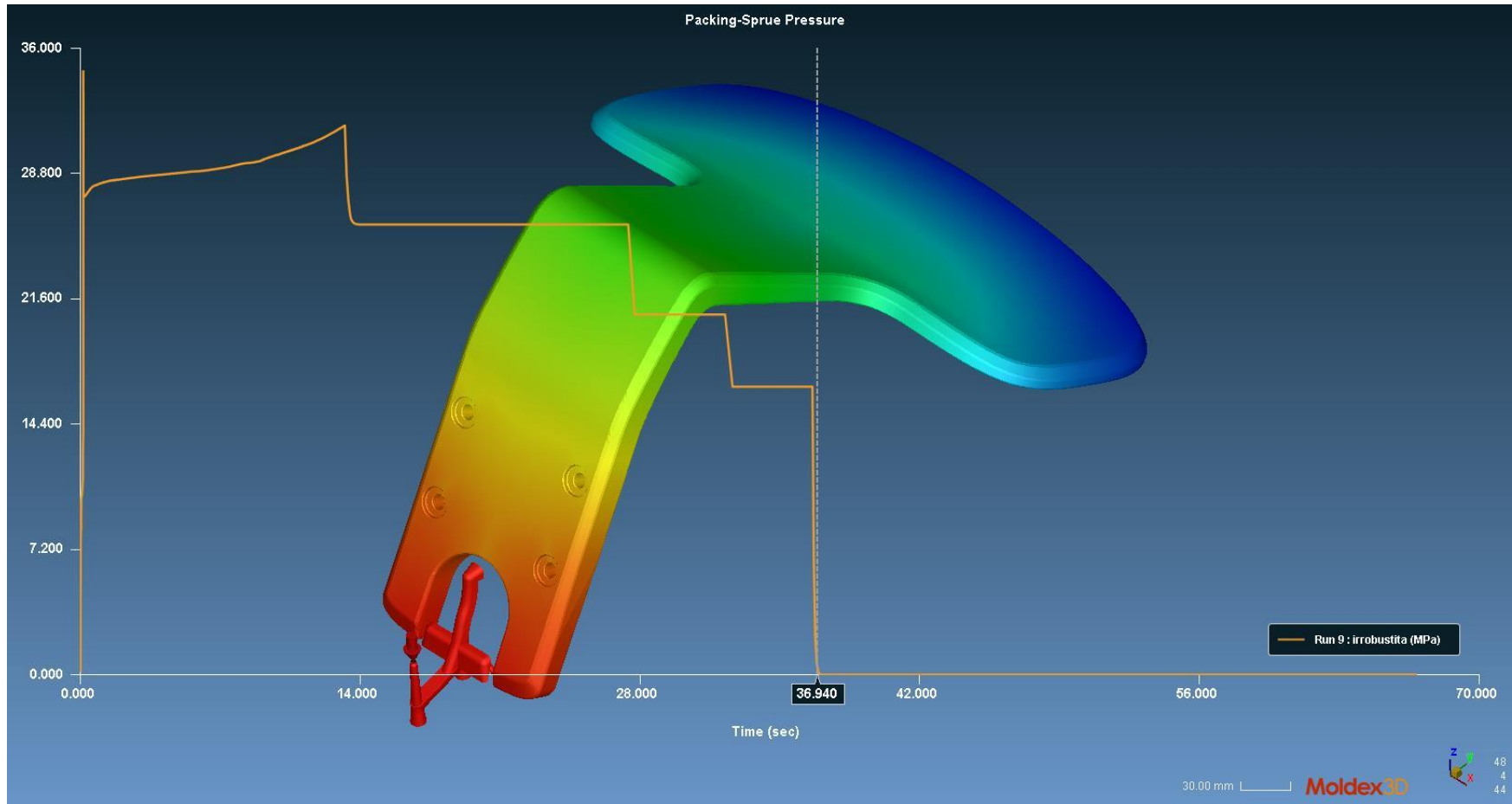
Avg	SD
-----	----

8.874

2.331

Shows the maximum volume shrinkage across the part thickness at current instant.  
High positive value represents big volume shrinkage, which may lead to sink mark or void.

# Packing\_XY\_Sprue Pressure



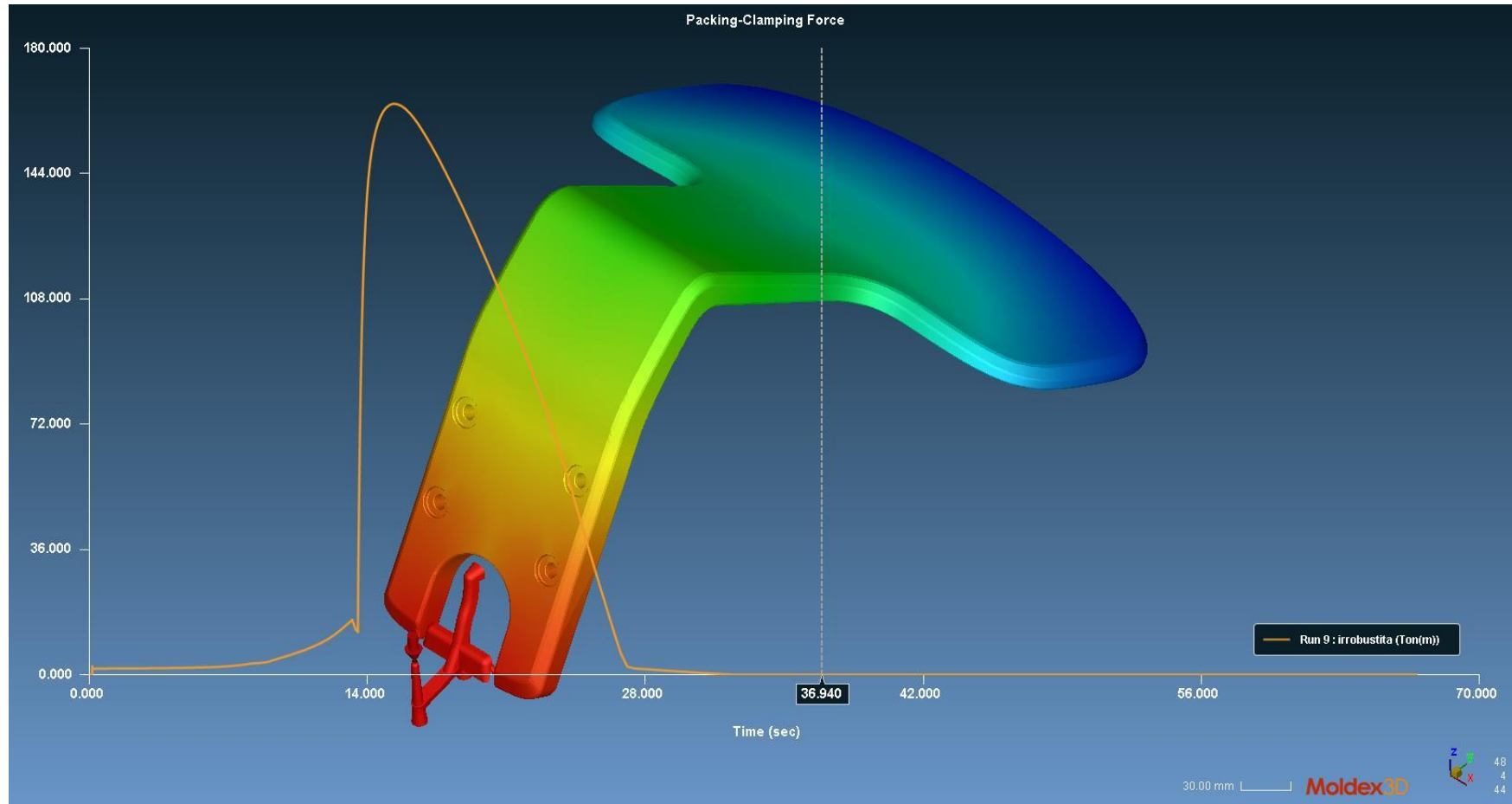
Max

34.692

Unit

MPa

# Packing\_XY\_Clamping Force



Max

164.112

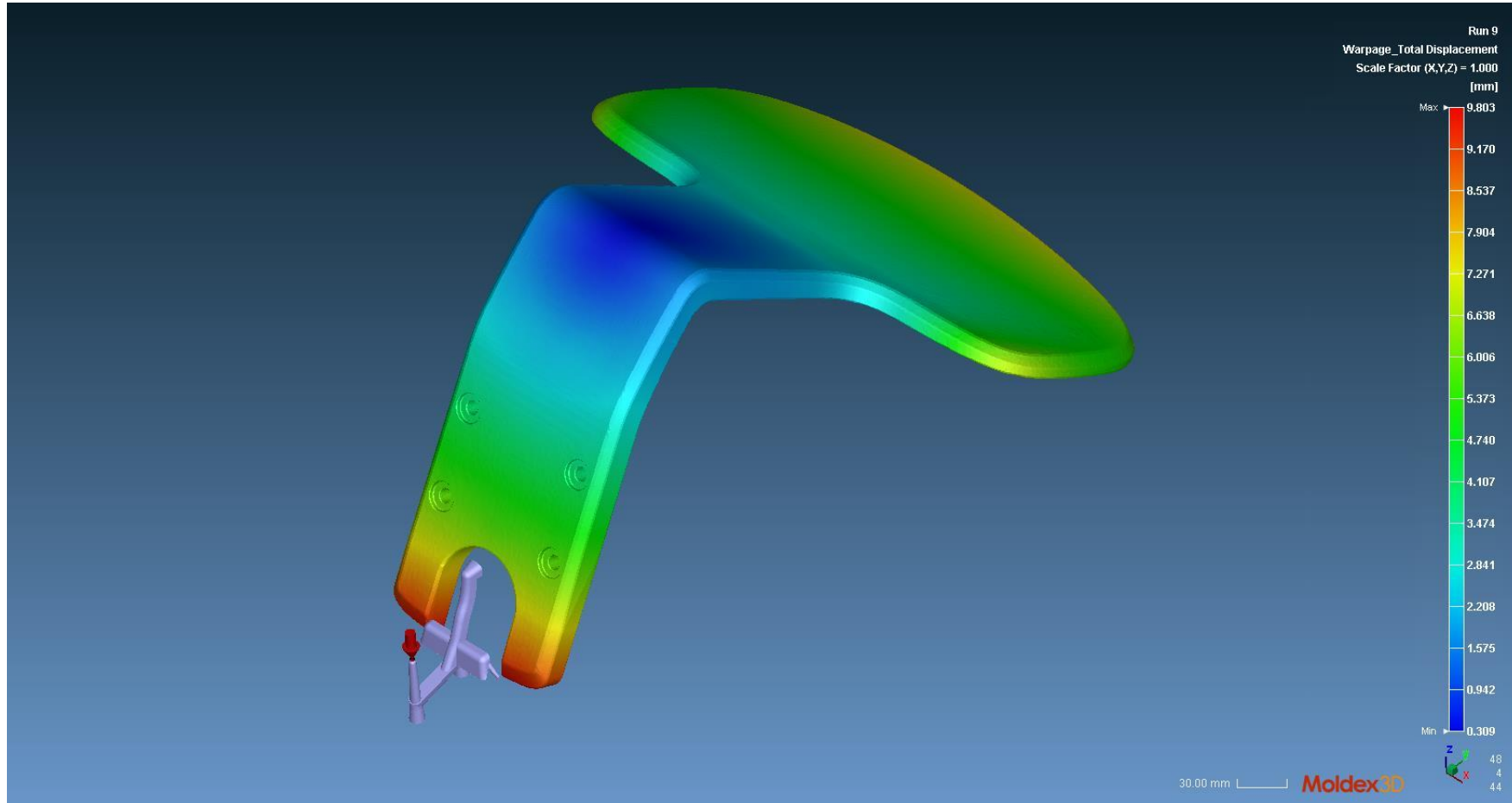
Unit

Ton(m)



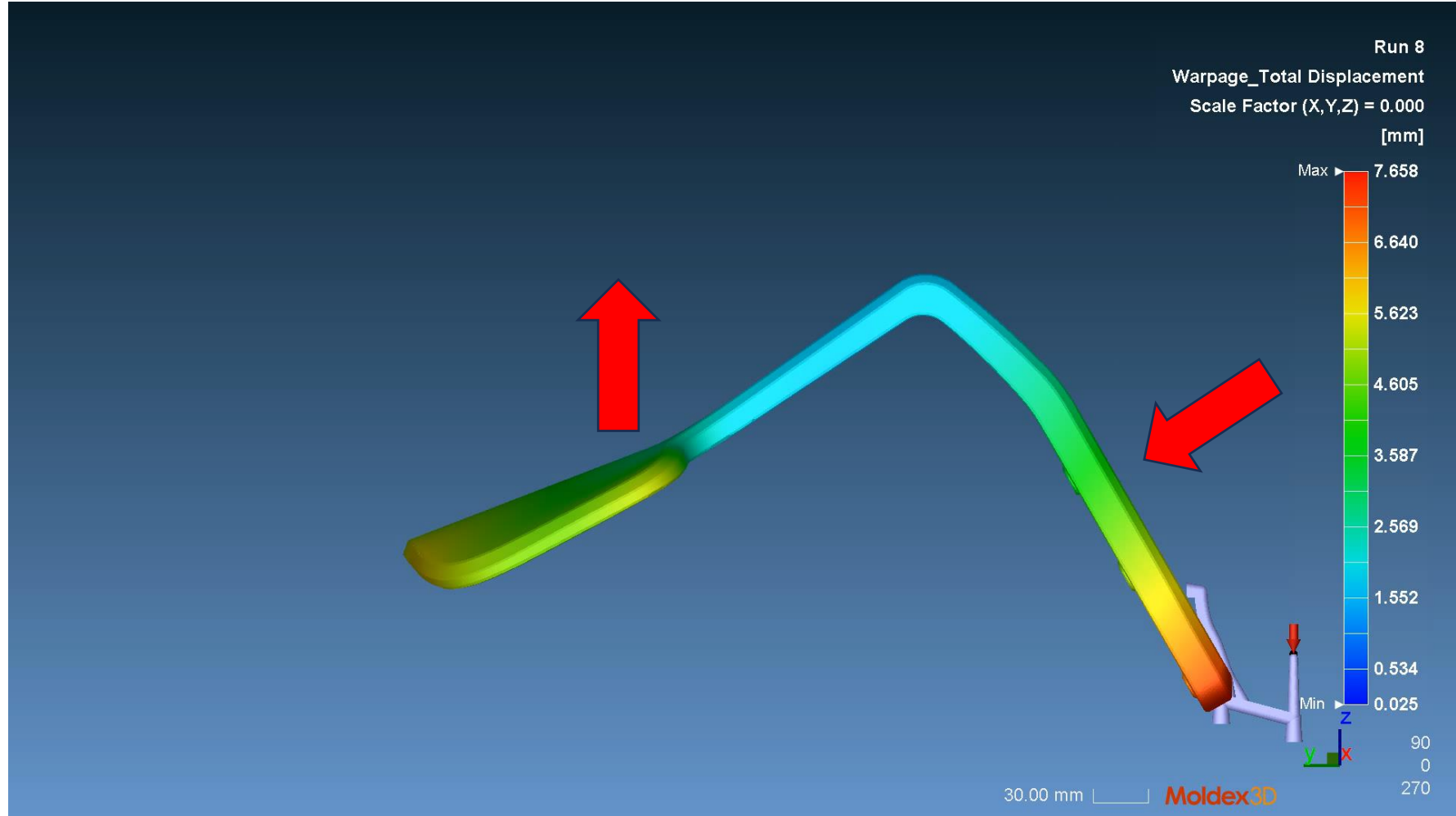


# Warpage\_Total Displacement (Deformation)



Deformation Factor	Max Displacement	Unit
1	9.803	mm

# Deformazione attesa

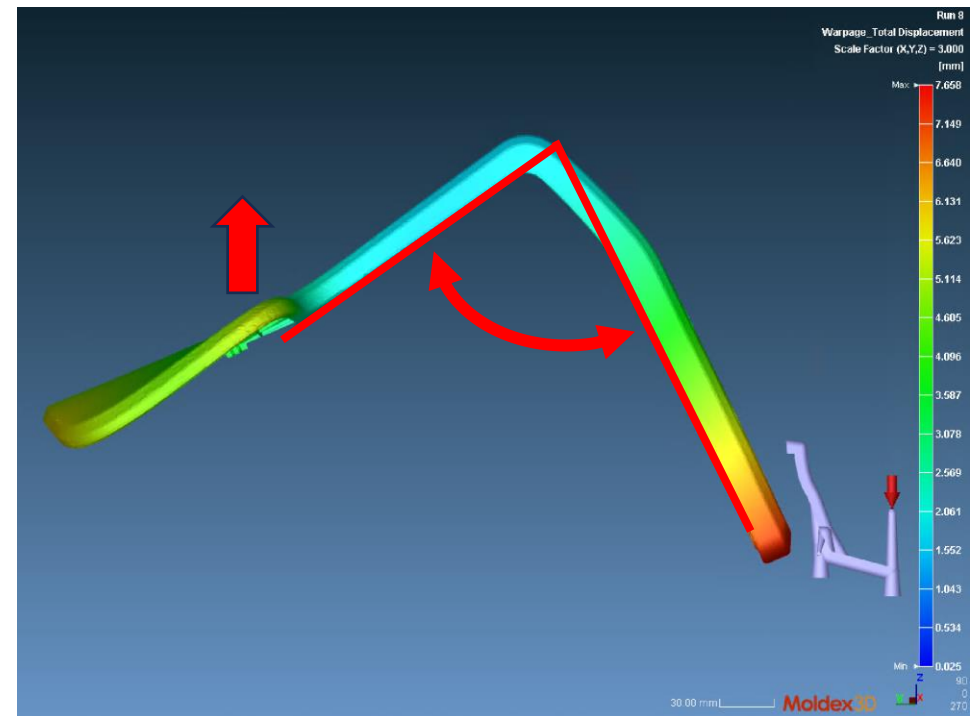
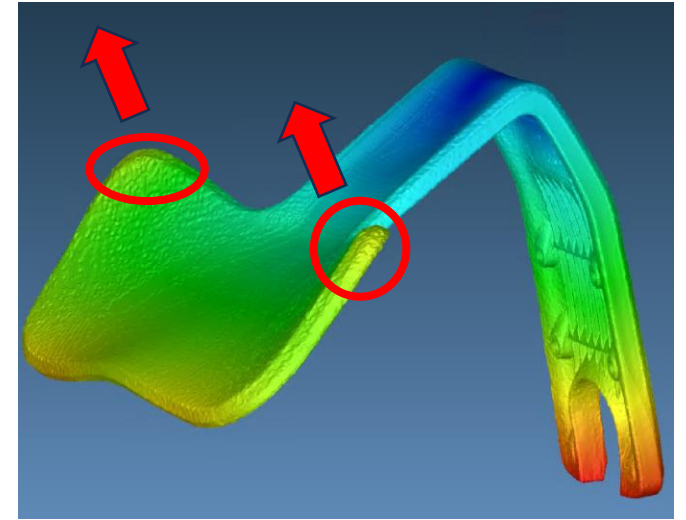


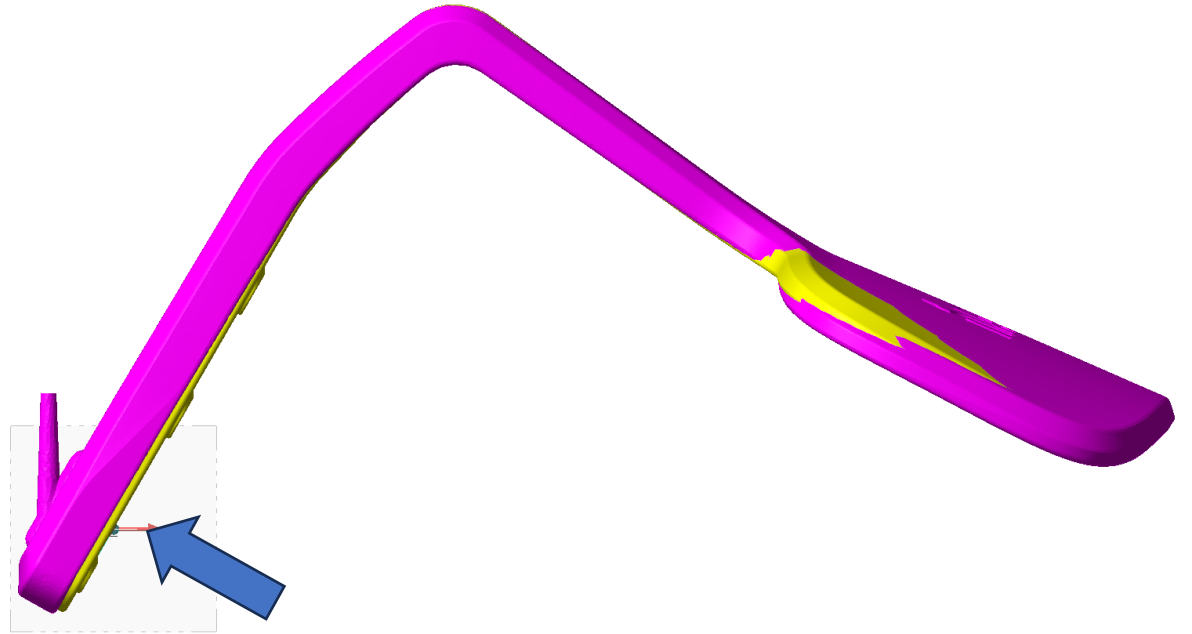
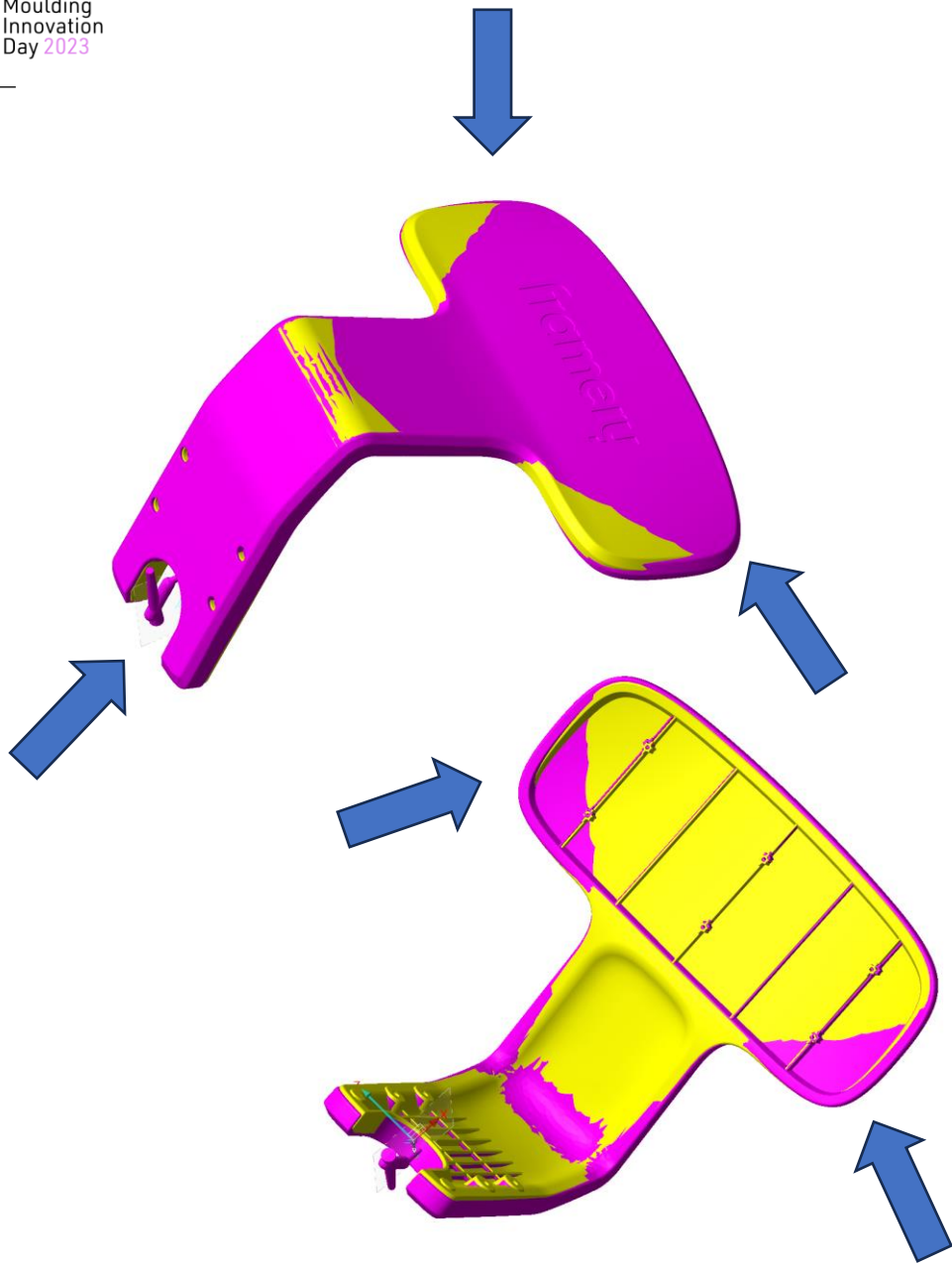


# Deformazione attesa

Il pezzo analizzato presenta due macro tendenze a livello di deformazione:

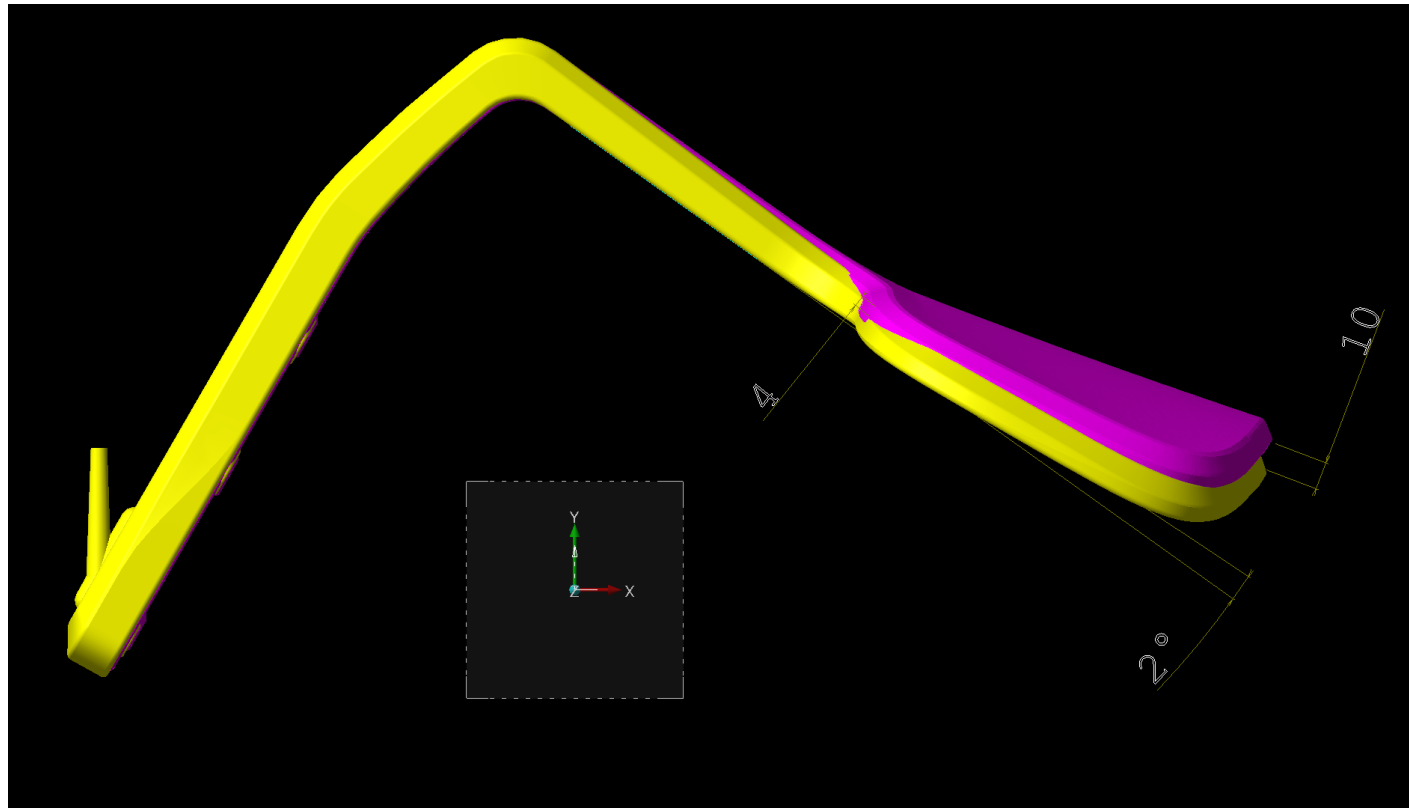
- Chiusura del pezzo in corrispondenza della piega principale
- Sollevamento delle alette in corrispondenza delle estremità dello schienale





MAGENTA: CONTRODEFORMATA

GIALLO: 3D ORIGINALE



MAGENTA: CONTRODEFORMATA

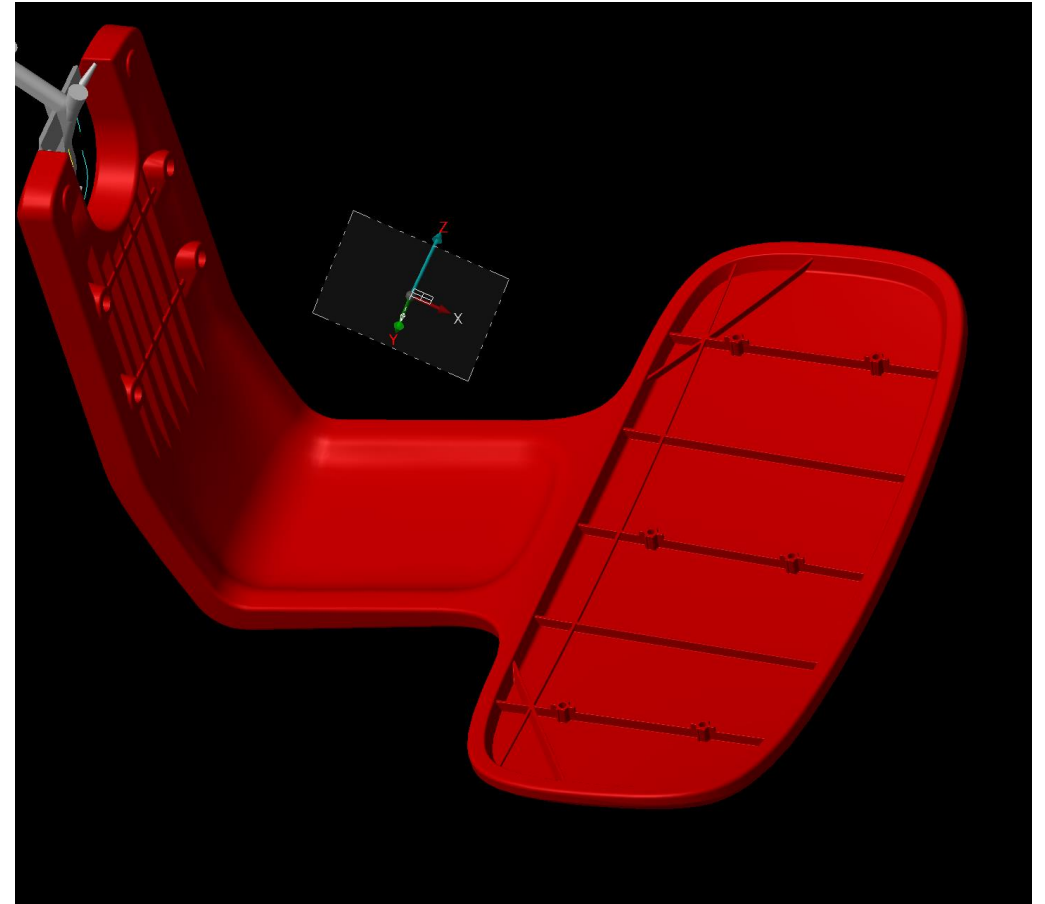
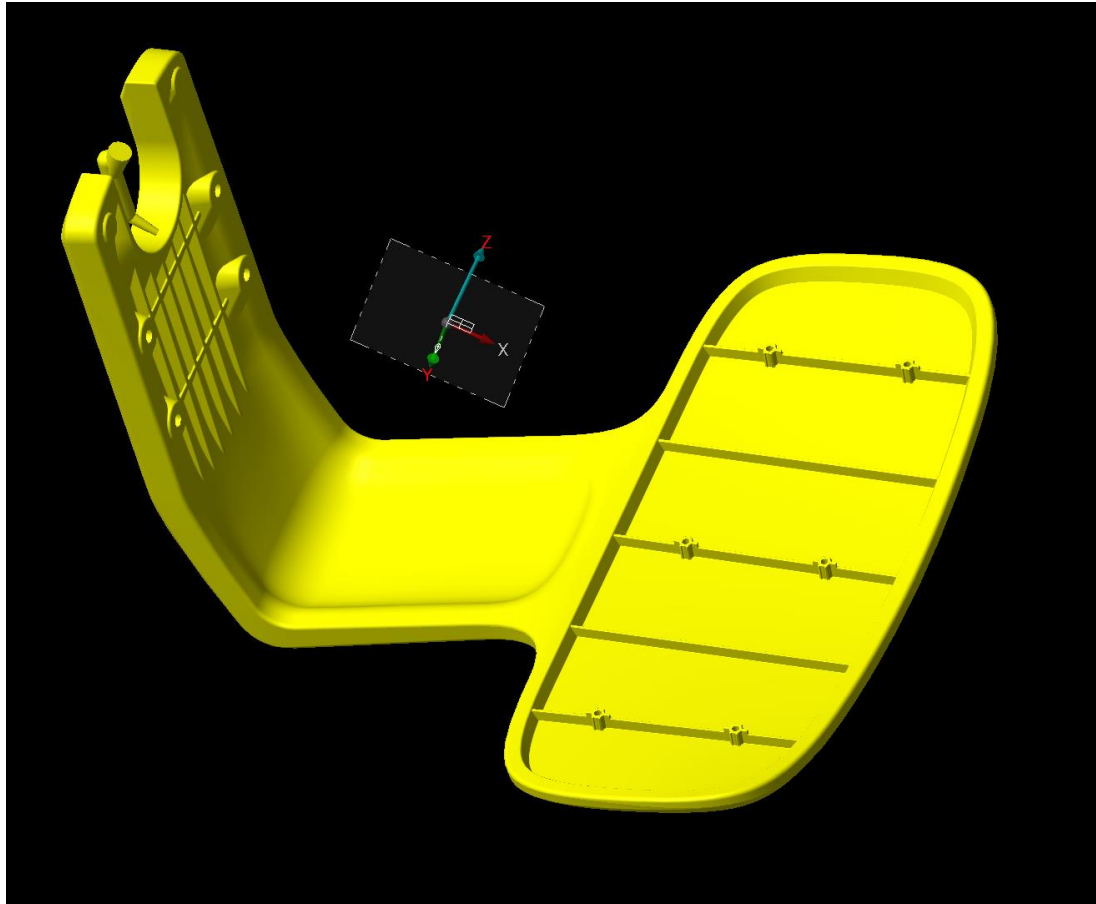
GIALLO: 3D ORIGINALE

Non usiamo la  
controdeformata come  
cavità stampo ma la usiamo  
per re-ingegnerizzare il  
particolare alla luce delle  
deformazioni attese....  
.....(lasciandoci un po' di  
margine!)





DA .....A

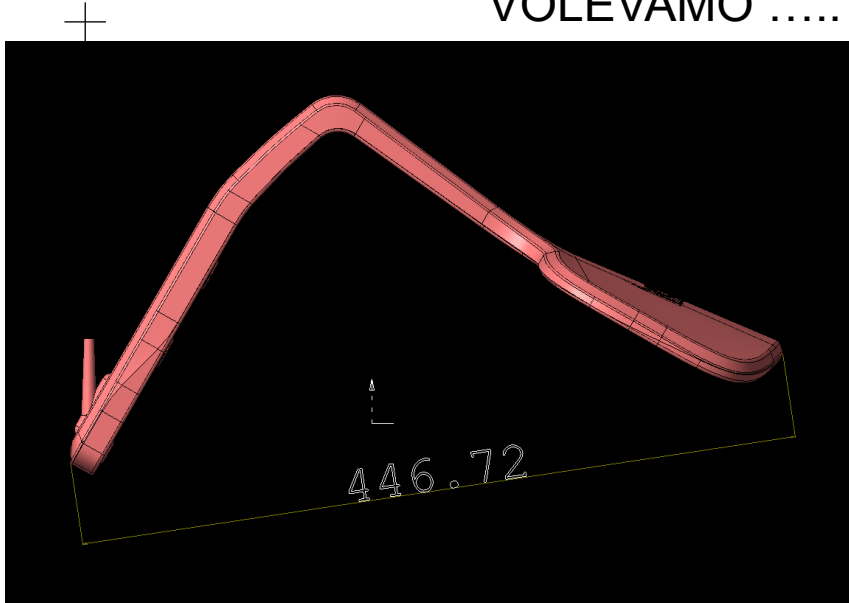


MODELLO 3D  
ORIGINALE

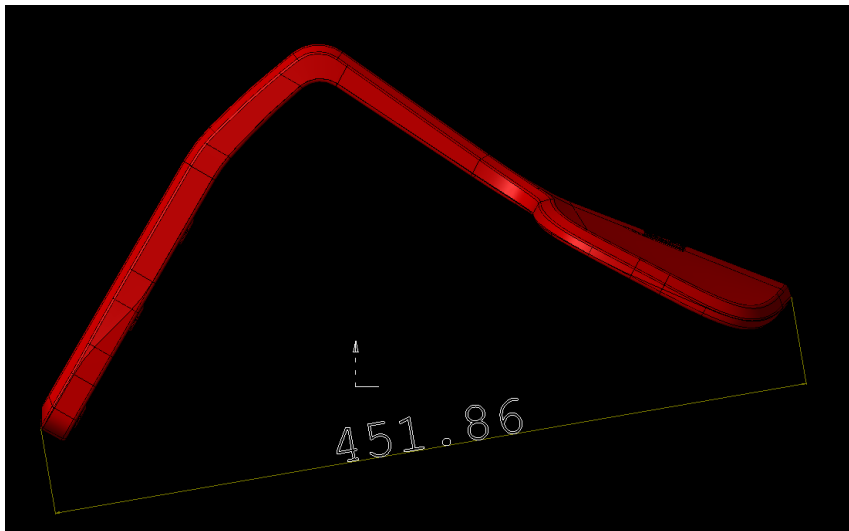
- CAMBIO INCLINAZIONE SCHIENALE
- CHIUSURA ORECCHIE
- AGGIUNTA NERVE INTERNE

MODELLO 3D  
MODIFICATO PER  
LO STAMPAGGIO

VOLEVAMO .....



.... ABBIAMO STAMPATO ....



..... ABBIAMO OTTENUTO





Thank you