

## **Primjena tehnologija 3D printanja u ljevačkoj industriji**

SISAK, studeni 2016.  
Luka Biondić, IZIT d.o.o.

- Tvrtka je osnovana 1990. godine
- Know-How:
  - Izrada virtualnih prototipova (CAD modela)
  - Podrška i savjetovanje pri korištenju CAD i srodnih alata
  - Povratno inženjerstvo / Reverse Engineering
  - Funkcionalne analize (FEM, CFD...)
  - Izrada prototipova
  - 3D Printanje - Ovlašteni partner Stratasys tehnologija
- Usluge:
  - Izrada 3D modela
  - Tehničko – tehnološka razrada
  - 3D printanje (LOM, FDM, PolyJet, LDP)
  - Analize
  - Implementacija CAD/CAE/CAM
  - Implementacija 3D print tehnologija

**3D grupa  
za 3D svijet**

klaster 3D tehnologija    [www.3d-grupa.hr](http://www.3d-grupa.hr)



## Lijevanje u pijesak: Korištenje FDM tehnologije

### Problem

- Vrijeme potrebno za izradu modela je predugo
- Cijena izrade modelnih ploča je previsoka
- Tehnologija izrade ograničava konačnu geometriju

### Uloga 3D print tehnologije (FDM)

- Zamjena modela i modelnih ploča izrađenih klasičnim tehnologijama
  - Izrada dvostranih (Match Plate) modelnih ploča
  - Jednostrane ploče za gornjak i donjak
  - Slobodni modeli (Loose Pattern)
  - Uljevni sustavi
  - Jezgrenici

### Prednosti FDM tehnologije

- Brza izmjena geometrije
- 50% - 75% smanjenje vremena i troška
- Točnije od klasičnog pristupa
- Jednostavnost



Ukrasna kvaka – lijev u pijesak s isprintanim modelnim pločama



# Primjena FDM-a pri lijevanju u pijesak

Modelne ploče

Poravnanje

Sekundarne operacije

Pramodeli

Dvostrani umetci

Jednostrane ploče

Jezgrenici

Slobodni modeli

Uljevni kanali

Referentna geometrija

Integrirana sučelja

Zahvati na pločama

Alati /naprave za  
sklapanje

Kalibri za provjeru

Mjerne i stezne  
naprave

Digitalni inventar

## Lijevanje u pijesak: CAD i oblikovanje elemenata

### (1) Pramodeli

### (2) Oblikovanje dvostranih modelnih ploča (Match Plate umetci)

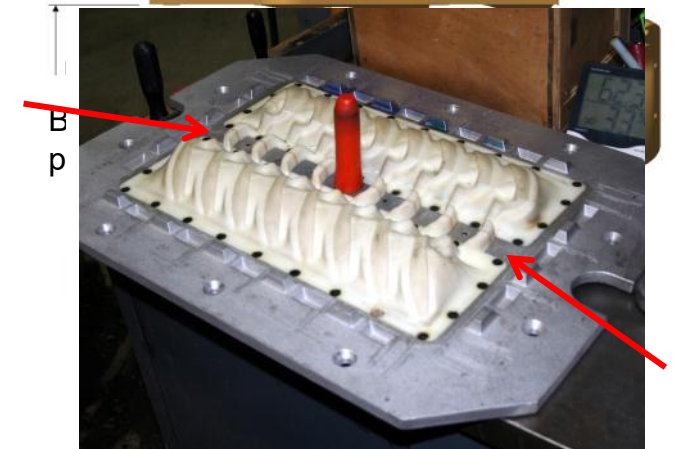
- Prepravci su nepotrebni
  - Uključeno: geometrija izrađevine, uljevni kanali, ušća, pretoci
- Podjela modela na podjelnoj liniji
  - Dodavanje ruba za zatvaranje oko podjelne linije
- Dodavanje ruba oko modela koji se uklapa u ploču
  - Inkorporiran set vijaka za pričvršćenje

### Za uzeti u obzir

- Koristite FDM umetke (ne cijele modelne ploče)
  - Smanjuje uvijanje i pucanje
- Ostavite orebrenja na sirovoj ploči
  - Smanjuje progib ploče



Umetak modelne ploče (pogled odozgo)  
Umetak modelne ploče (pogled odozgo)



Umetak modelne ploče (pogled odozdo)

## Lijevanje u pijesak: CAD i oblikovanje elemenata

### (3) Oblikovanje modela za jednostrane ploče (Split Patterns)

- Montaža na površinu sirove ploče

#### Za uzeti u obzir

- Odvojeno oblikovanje uljevnih kanala i ušća
  - Brza izmjena uz niske troškove
- Dodavanje lokacija rupa za montažu

### (4) Jezgrenici

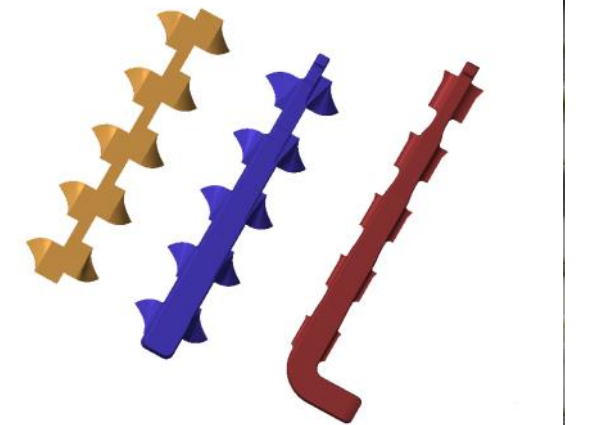
- Mogućnost lake izrade složenih sklopova jezgrenika
  - Visoka točnost

#### Za uzeti u obzir

- Dodati referentnu geometriju
- Dodati geometriju za manipulaciju (ručice, zone za povlačenje)



Jednostrana modelna ploča



CAD model za pripremu dijelova i kalupa  
sušav

## Lijevanje u pijesak: CAD i oblikovanje elemenata

### (5) Slobodni modeli

#### Za uzeti u obzir

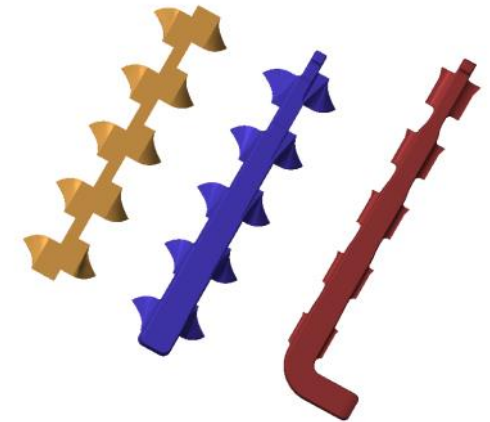
- Nema potrebe za stražnjom pločom

### (6) Uljevni kanali i ušća

- Zamjenjivi
- Prilagodljivi



Jednostrana modelna ploča



CAD modeli zamjenjivih uljernih kanala i ušća

## Lijevanje u pijesak: Materijali

### Opcije

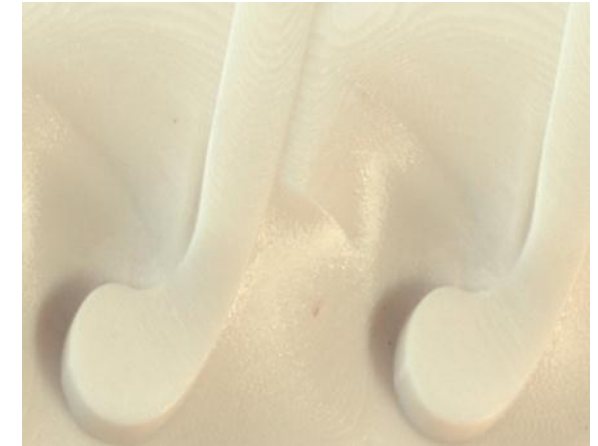
- Bilo koji FDM materijal

### Prijedlog za odabir materijala

- ABS-M30 (preferirani)
  - Lak za doradu, niže cijene
- PC (alternativni)
  - Za primjenu kada je potrebna bolja kompresivna izdržljivost (najčešće se koristi pri lijevanju u zeleni pijesak)
- ULTEM™ 9085 (alternativni)
  - Za primjenu kada je potrebna izuzetna kompresivna izdržljivost, samopodmaziv

### Vrsta ispune modela

- Puni (tipična primjena pri izradi dvostranih umetaka)
- Custom mrežasti (tipična primjena pri izradi modela za jednostrane ploče)
  - Može se popuniti epoksidnom smolom radi postizanja više kompresivne izdržljivosti



ABS-M30 dvostrani umetak



## Lijevanje u pijesak: Materijali

### **ABS-M30\***

- Tlak kalupljenja: < 21 MPa (3.000 psi)

### **Polikarbonat (PC)\***

- Tlak kalupljenja: < 41 MPa (6.000 psi)

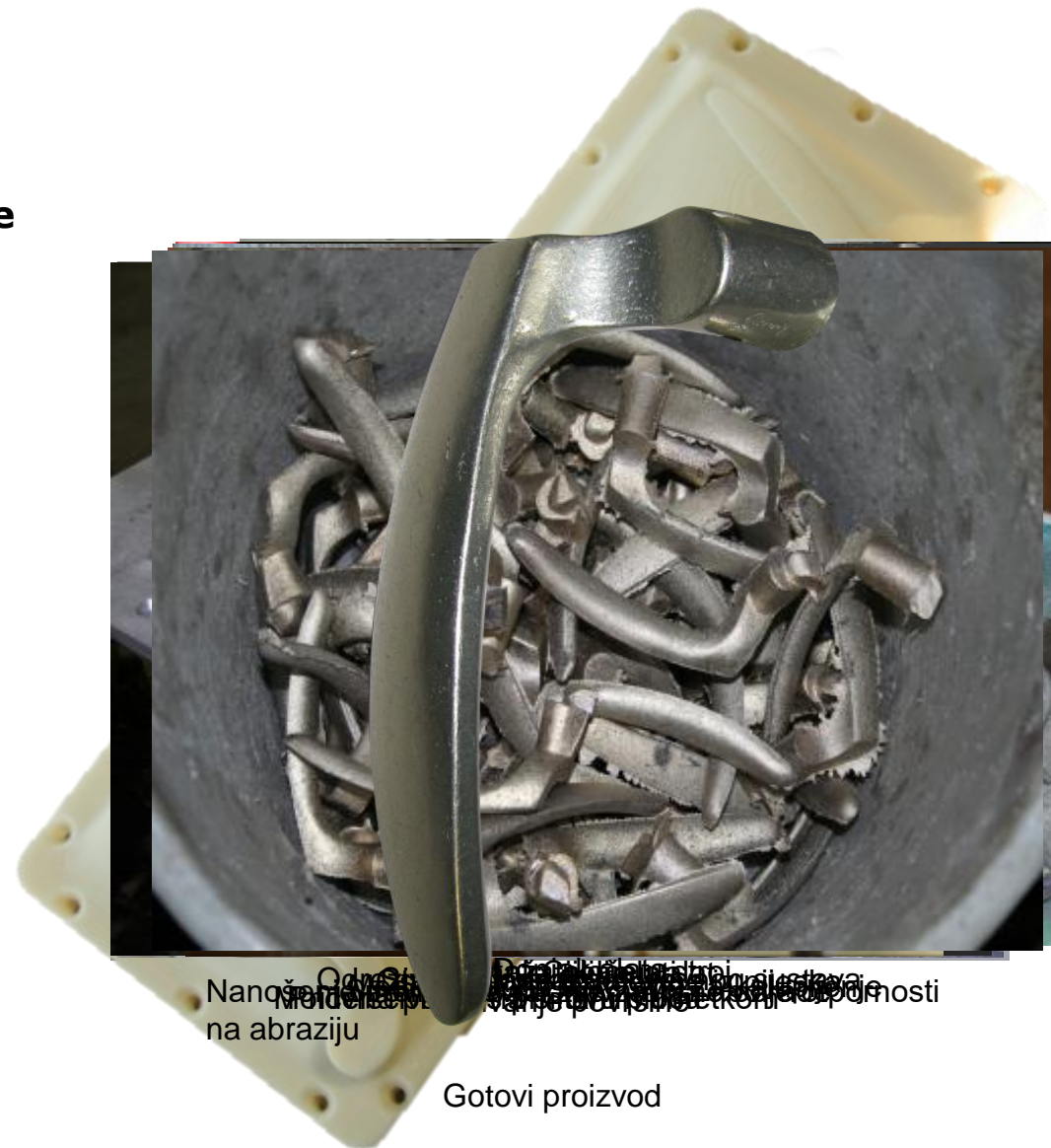
### **Ultem 9085\***

- Tlak kalupljenja: < 69 MPa (10.000 psi)

\* Prikazani su podaci za punu ispunu modela. "Mrežasti" stil ispune će smanjiti dozvoljeni tlak kalupljenja. Tipični maksimalni tlak kalupljenja za automatsku izradu kalupa od zelenog pijeska je **12 MPa (1,700 psi)**.

## Lijevanje u pijesak: Proces

- **Izrada na 3D printeru**
- **Dodatna obrada površina za kalupljenje (ako je potrebno)**
  - 120 do 320 brusni papir
  - Standard modelarski kit
  - Zaglađivanje otapalom (Smoothing Station™)
- **Montaža na sirovu ploču**
  - Učvršćenje vijcima (moguće ugraditi puškice za sprječavanje pretezanja)
- **Nanošenje premaza (opcija)**
  - Premaz koji se koristi i na drvenim modelima
  - Kompatibilni primer ili epoxy
- **Nanošenje odjeljivača**
  - Koristiti standardni proizvod
- **Montaža ploča u stroj za kalupljenje**
- **Izrada donjaka i gornjaka**
- **Sastavljanje alata**
- **Uljevanje legure**
- **Rastavljanje alata**
- **Obrezivanje izrađevine**
- **Završna obrada prema specifikaciji**



Nanošenje premaza na abraziju

Gotovi proizvod

FDM umetak

## Lijevanje u pijesak: Sažetak

### Glavni faktori uspješne implementacije

- Korištenje dobrih strana FDM tehnologije
- Korištenje sirove ploče s printanim umetcima
- Praćenje standardnih praksi za lijevanje u pijesak

### Prednosti

- Malo ulaganje; brzi rezultati
- Praktično rješenje za custom lijevanje i manji volumen proizvodnje

### Slijedeći koraci

- Kvalificirajte proces sa svojom geometrijom
- Kontaktirajte IZIT inženjere
  - +385 (0)1 366 70 29
  - info@izit.hr



## Melron Corporation: Lijevanje u pijesak – uspješna priča

### Proizvodnja opreme za vrata i prozore

- Lijevanje u pijesak
- Konstrukcija umetaka za postizanje maksimalnog opterećenja i udara

### Modelne ploče su u prošlosti rađene strojnom obradom

- Trošak je bio oko \$5,000
- Vrijeme isporuke je bilo 3-4 tjedna

### Sada Melron koristi umetke napravljene FDM tehnologijom 3D printanja

- FDM je dovoljno otporan za sile kalupljenja
- FDM je otporan na abraziju i kemikalije

### Manji trošak i kraće vrijeme do alata

- Trošak smanjen na \$2,000
- Vrijeme isporuke smanjeno na 1-1/2 tjedna



Metoda	Trošak	Vrijeme
CNC obrađeni alati	\$5,000	3 to 4 tjedna
FDM alati	\$2,000	1.5 tjedna
Ušteda	\$3,000 60%	1.5 do 2.5 tjedna 38% - 50%

## Ljevarstvo: Korištenje PolyJet tehnologije

Stratasys Objet serija 3D printera koristi PolyJet tehnologiju.

### Svojstva

- Odlična dimenzionalna točnost
- Vrlo visoka kvaliteta površine
- Odlična dimenzionalna točnost
- Vrlo dobra čvrstoća
- Odlična svojstva za doradu

### Tipične primjene

- Koriste se u slučajevima kada je potrebna iznimno fina geometrija izrađevine.
- Moguća je primjena za Investment Casting (ostatak pepela <0,1%)



### Svojstva i primjena

#### Svojstva

- Dobra dimenzionalna točnost
- Visoka stabilnost na protok vremena
- Kvalitetna površine
- Dobra čvrstoća
- Odlična svojstva za doradu

#### Tipične primjene

- Topivi modeli (ostatak pepela: 0.002 %)
- Pramodeli za vakuumsko lijevanje

Kućište turbine



Izvor: 3K-Warner

## Tlačni lijev: DMLS omogućuje kraće vrijeme isporuke i veće performanse kalupa

### Conformal Cooling

- Optimizacija prilagođenih kanala za hlađenje po potrebama hlađenja i performansi, izrada 3D printanjem iz alatnog čelika
- Sistem: EOSINT M280
- Materijal: EOS Maraging Steel MS1
- Vrijeme izrade: 39 sati + postobrada
- Performanse: 48% kraći ciklus
- Vrijeme isporuke 6 dana

- Primjer 3D printanog umetka sa prilagođenim kanalima za hlađenje



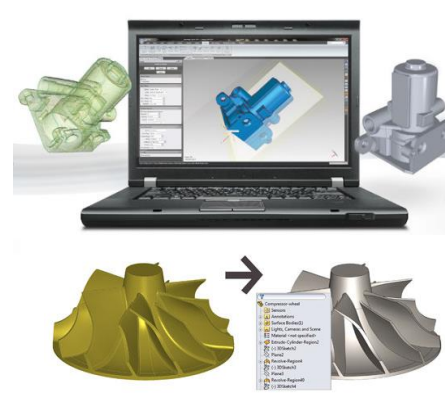
**GPI** PROTOTYPE & MANUFACTURING SERVICES, INC.



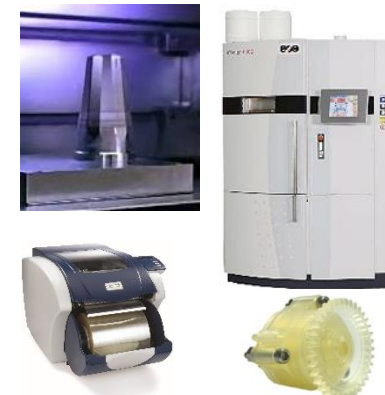




3D skeniranje



Digitalna obrada podataka



3D direktna digitalna  
proizvodnja

Mi smo kompetentan tim s višegodišnjim iskustvom i možemo Vam pomoći u kvalitetnijoj, lakšoj i bržoj izvedbi i Vaših projekata.

**KONTAKTIRAJTE NAS!**

**Info@izit.hr**

**info@3d-grupa.hr**



## PITANJA I ODGOVORI



**Hvala na pažnji!**