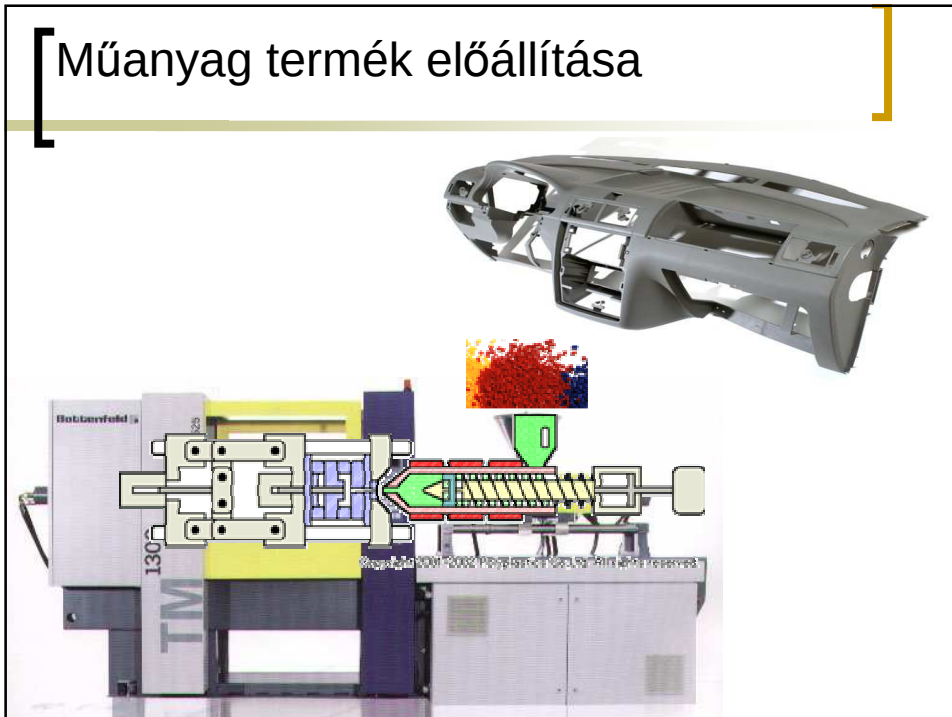


Dr. Mikó Balázs
miko.balazs@bgk.bmf.hu

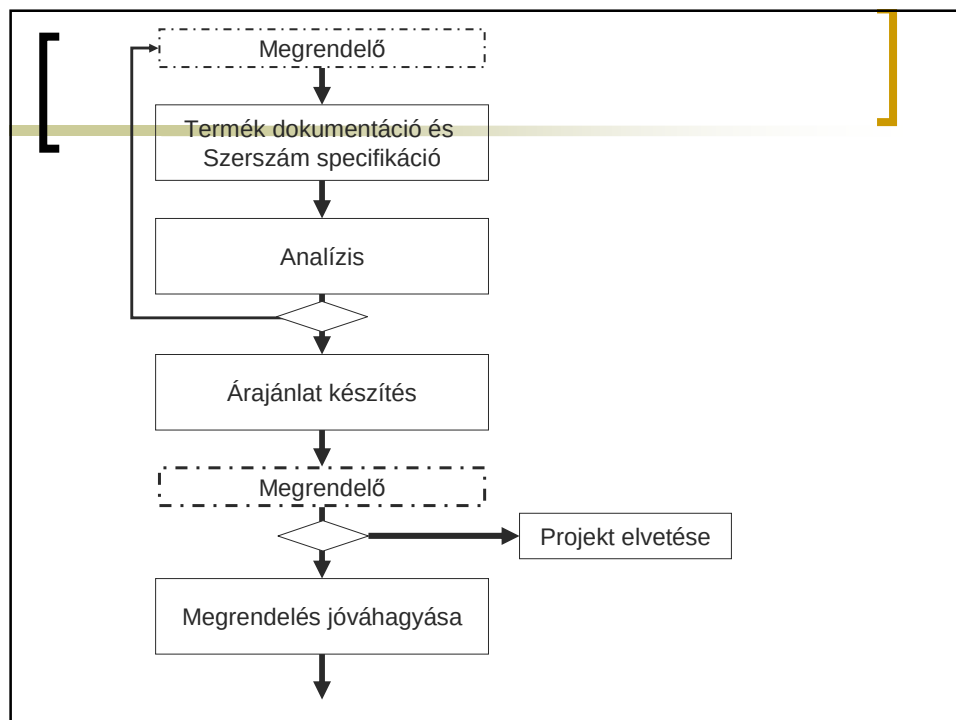
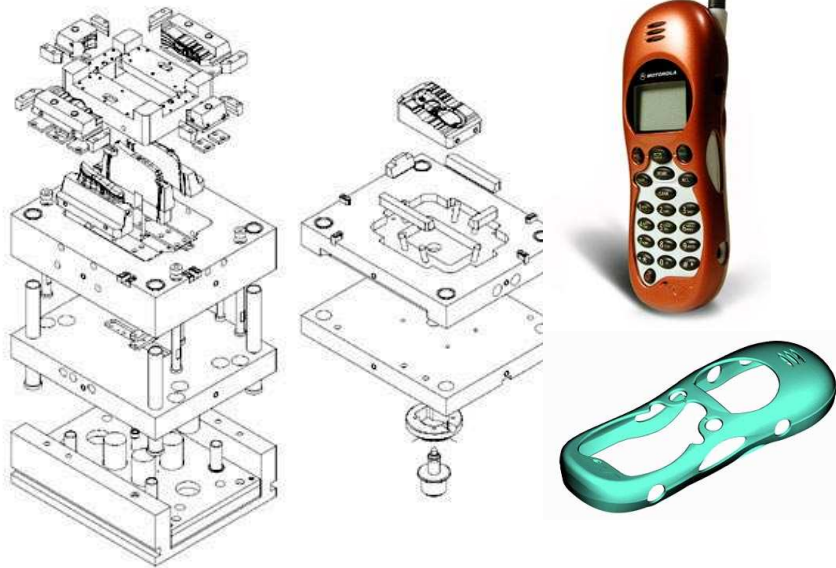
Műanyag fröccsöntő szerszámok tervezése és gyártása

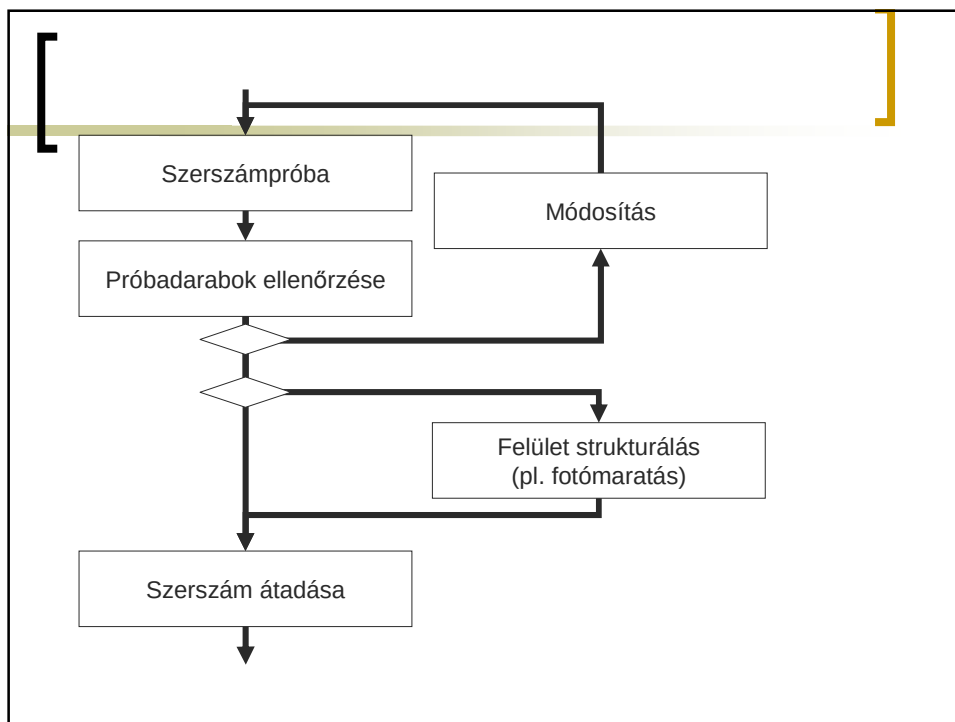
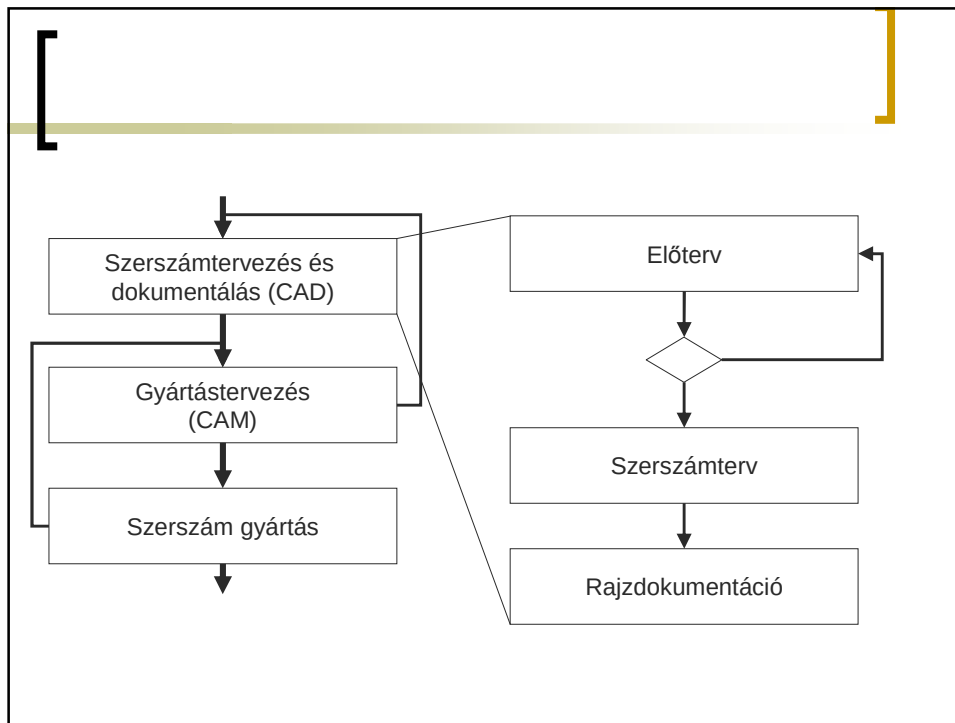
Megvalósítási folyamat
lépései

Műanyag termék előállítása



[Fröccsöntő szerszám

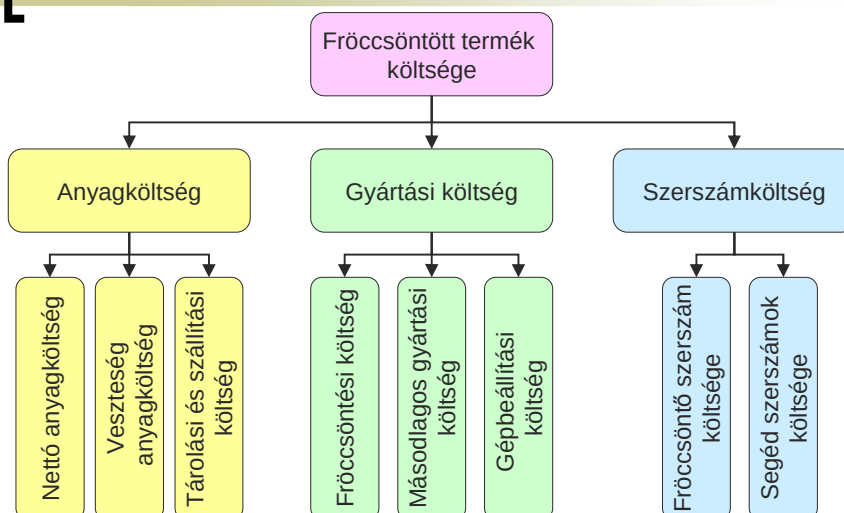




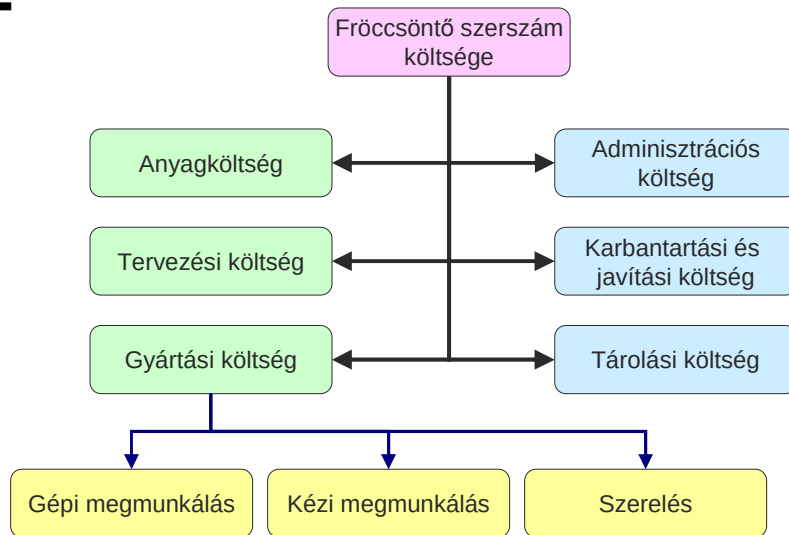
Műanyag fröccsöntő szerszámok tervezése és gyártása

Költségek

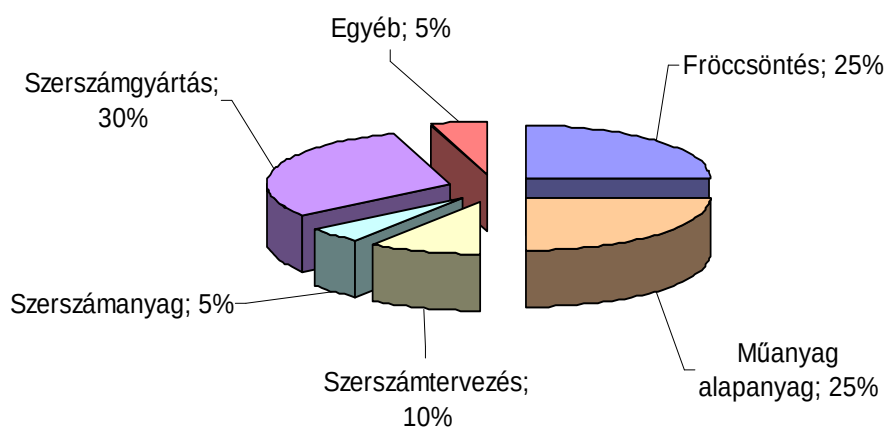
Fröccsöntött termék költségei



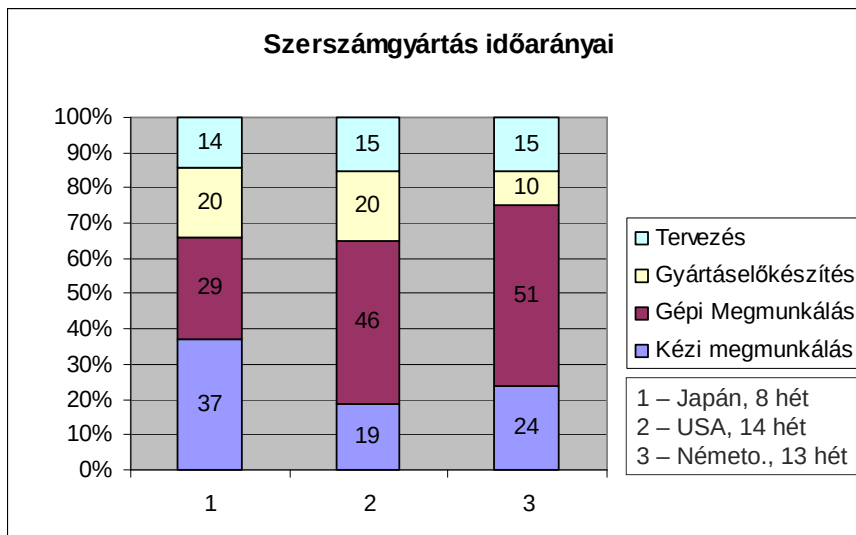
Szerszámköltség elemei



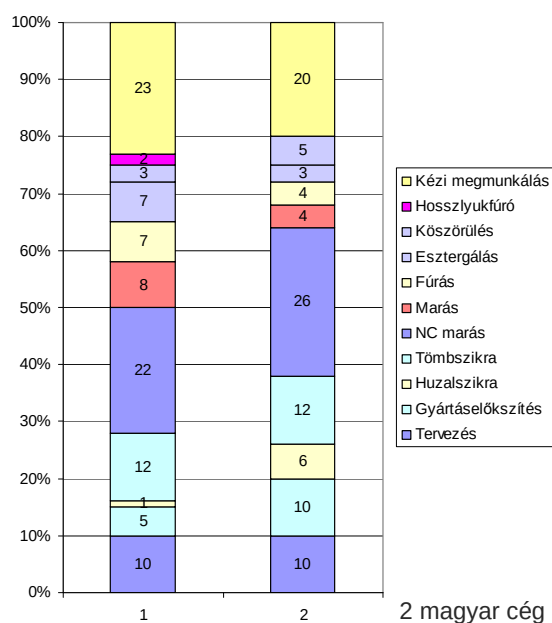
Autóipari műanyag alkatrészek költségösszetevői



Szerszámgyártás időarányai



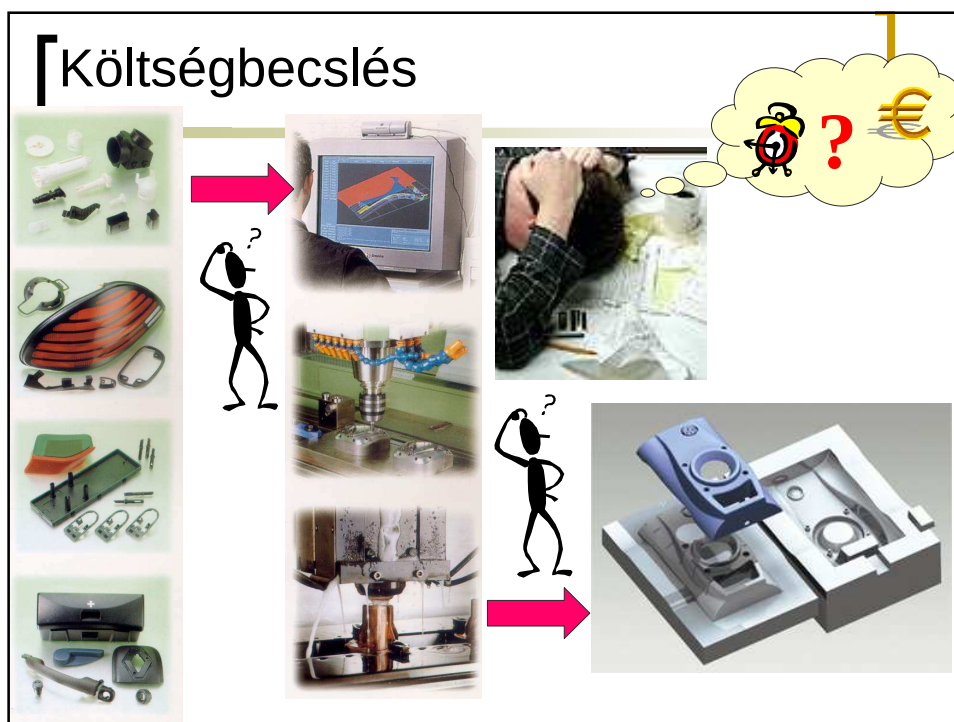
Költségszerkezet



Dr. Mikó Balázs
miko.balazs@bgk.bmf.hu

Műanyag fröccsöntő szerszámok tervezése és gyártása

Költségbecslés



A költségbecslés szerepe

- Önköltségszámítás árajánlat adáshoz
- Gyártási költségek kontrollálása
- Beszállítók árajánlatainak ellenőrzése
- „Venni vagy gyártani” döntés támogatása
- Tervezési alternatívák értékelése
- Anyagszükséglet tervezés
- Gyártás ütemezés



A költségbecslés problémája

↓ Befektetett munka



Pontosság



További problémák

- Nem ismerjük a szerszám részleteit
- Nem ismerjük a gyártás részleteit
- Gyakran nincs végleges termék dokumentáció
- A termék dokumentáció hiányos

Költség → ← Ár

Költségbecslési módszerek

- Intuitív
- Analóg
- Parametrikus
- Analitikus
- Mesterséges intelligencia módszerek
 - ANN
 - CBR



[Intuitív módszer]

Intuícióra, tapasztalatra épít



- Nagy gyakorlat szükséges
- Részletesen ismerni kell a környezetet
- Pontatlan lehet
- Nem átlátható



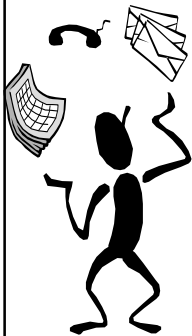
[Analóg módszer]

Összehasonlítás korábbi termékekkel

- Nagy adatbázis
- Hatékony keresés szükséges
- Statikus környezet
- Adaptálás



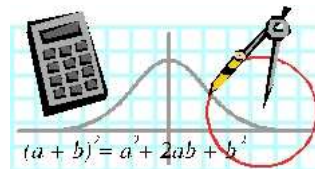
[Parametrikus módszer]



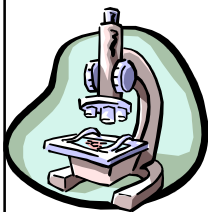
- Egyszerű függvénykapcsolat a néhány termék-paraméter és a költség között
- Általában tömeg vagy befoglaló méret

- Egyszerű
- Gyors
- Csak durva becslésre

Pl.: $K = C_0 + C_1 * m + C_2 * m^3$



[Analitikus módszer]



A feladat részletes dekomponálása, részszámítások összegzése

- Részletes gyártási koncepció
- Az egyes elemek pontosabban becsülhetők

- Pontos ($\pm 5\%$)
- Időigényes



Költségbecslési módszerek

módszer	előny	hátrány
intuitív 	- gyors - egyszerű alkalmazni	- szakember igényes - pontatlan - nem átlátható
analóg 	- figyelembe veszi a konkrét környezetet	- időigényes - nagy adatbázist igényel
parametrikus 	- egyszerű - gyors	- pontatlan - heurisztikus
analitikus 	- pontos	- időigényes - szakember igényes - túl részletes

Célkitűzés

A fejlesztés célja olyan számítógépes rendszer létrehozása, amely

rövid idő alatt ad pontos eredményt,

figyelembe veszi a konkrét tervezési és gyártási környezet sajátosságait,

egyszerűen kezelhető,

a kezelő szakember felkészültségére, tapasztalatára kevésbé érzékeny.



Dr. Mikó Balázs
miko.balazs@bgk.bmf.hu

Műanyag fröccsöntő szerszámok tervezése és gyártása

Költségbecslő rendszerek
összehasonlítása

Ingyenes költségbecslő rendszerek

- IPLAS MoldCoster
- UFE Mold cost estimator
- Cost estimator

[Kérdések]



- Érvényesség
- Adaptálhatóság
- Átláthatóság
- Kezelhetőség
- Pontosság
- Hangolás

[Példa]



A termék befoglaló mérete **56x39x19 mm**, anyaga **ABS/PC**, az alámetszések miatt **két csúszka** szükséges a darab hosszabb oldala mentén. A szerszám **4** fészkes, a beömlő rendszer **forrócsatornás**.

IPLAS MoldCoster

Use our MoldCoster to "estimate" the cost of an injection mold for production of plastic products.
If you're not sure which selection to choose, just leave the default.
The "Total" will change each time you click a new box.

Product Size = Extra Small - less than 1 ounce part weight 3500 Start

Product Complexity = Difficult - few undercuts, stepped PL, contoured, etc. 25 %

Cavity Sets = Fully laminated inserts 75 %

Cavity Finish = B-3 : 320 grit paper 40 %

Number of Cavities = 4 3 %

Runner System = Full hot runner system 30 %

Cavity Texture = None 01 %

Engraving = Minimal, few details 1 %

Tolerance Req'd = +/- 0.005 (moderate) 45 %

Type Of Steel = H13 tool steel (or equiv.) 4 %

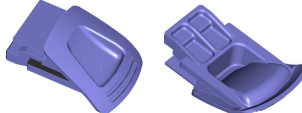
Type Of Plating = None 01 %

Region Of Build = Europe 7 %

Kicker (Adds to Total) = 0% 1 %

Reset (For Selections) Total Cost: \$35244.999999999

Product Complexity = Simple - no undercuts, flat parting line, straight lines
Simple - no undercuts, flat parting line, straight lines
Moderate - non-straight cuts, stepped PL, etc.
Difficult - few undercuts, stepped PL, contoured, etc.
Complex - Many undercuts, slides, lifters, etc.
Very Complex - unscrewing, multiple countous, etc.



Total Cost: \$35244.999999999

www.iplas.com

IPLAS MoldCoster

Product Size = Extra Small - less than 1 ounce part weight
Extra Small - less than 1 ounce part weight
Small - 1 to 4 ounces part weight
Medium - 4 oz. to 1-1/2 lbs, up to 100 sq. ins. area
Large - 1-1/2 to 8 lbs., up to 400 sq. ins.
Very Large - 8 to 12 lbs.
Extra Large - 12-20 lbs.
Extremely Large - over 20 lbs.

Product Complexity = Simple - no undercuts, flat parting line, straight lines
Simple - no undercuts, flat parting line, straight lines
Moderate - non-straight cuts, stepped PL, etc.
Difficult - few undercuts, stepped PL, contoured, etc.
Complex - Many undercuts, slides, lifters, etc.
Very Complex - unscrewing, multiple countous, etc.

Cavity Finish = C-1 : 600 stone
D-3 : #24 oxide, dry-blast
D-1 : #11 glass bead, dry blast
C-3 : 320 stone
C-1 : 600 stone
B-3 : 320 grit paper
B-1 : 600 grit paper
A-3 : Grade #15 diamond buff
A-1 : Grade #3 diamond buff

Cavity Sets = Cut-In-Solid
Cut-In-Solid
Few laminated inserts
Fully laminated inserts
Full lamination plus interlocks

IPLAS MoldCoster

Number of Cavities =

- 1
- 2
- 4
- 6 to 8
- 12 to 16

Runner System =

- Standard surface runners
- 3-Plate mold with drop gates
- Insulated runner system
- Hot drop runners
- Full hot runner system

Cavity Texture =

- None
- Fine, shallow
- Moderate, medium
- Coarse, deep

Engraving =

- None
- Minimal, few details
- Moderate, few details
- Moderate, many details
- Complex, many details

IPLAS MoldCoster

Tolerance Req'd =

- Less than +/- 0.002 (very tight)
- +/- 0.002 (tight)
- +/- 0.005 (moderate)
- +/- 0.010 (loose)

Type Of Plating =

- None
- Nickel
- Chrome

Type Of Steel =

- Aluminum 7076 (T6) or equivalent
- P20 prehard steel (or equiv.)
- H13 tool steel (or equiv.)
- Stainless Steel

Region Of Build =

- China
- Mexico
- Japan
- Europe
- US - Northeast
- US - Midwest (Upper)
- US - Southern
- US - Western
- Canada - Southern

Kicker (Adds to Total) =

- 0%
- 1%
- 2%
- 3%
- 5%
- 10%
- 25%
- 50%

UFE Mold cost estimator



50 YEARS
ufe
UNITED FOR EXCELLENCE

Parting Line Complexity

Standard (Steeped parting line with moderate depth of part.)

Simple (Flat parting line, shallow part, no undercuts.)

Standard (Steeped parting line with moderate depth of part.)

Complex (Stepped or contoured parting line with moderate undercuts.)

Very Complex (Stepped or contoured parting line with multiple undercuts.)

TOOL DESCRIPTIONS
Please make your selections from the pull down menus

Product Size:
Overall LxWxH
Small < 1.0 cu. in. or < 16.4 cu. cm.

Product Design Options:

Parting Line Complexity
Complex (Stepped or contoured parting line with moderate undercuts.)

3D features: Projections or depressions off the nominal wall e.g. bosses, ribs and holes
< 10

Number of lifters of cams for side actions to accommodate molded in undercuts or holes
2

Number of Cavities
4

Tooling Life
(Quantity of parts required divided by the number of cavities)
Less than 500,000 (Class 103)

Small < 1.0 cu. in. or < 16.4 cu. cm.

Complex (Stepped or contoured parting line with moderate undercuts.)

< 10

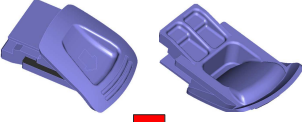
2

4

Less than 500,000 (Class 103)

Your budgetary mold cost is between: > \$39,496 US dollars

and: > \$53,436 US dollars



\$39,496 US dollars

\$53,436 US dollars

www.ufeinc.com

UFE Mold cost estimator

Product Size:
Overall LxWxH

X-Small < .10 cu. in. or < 1.6 cu. cm.

X-Small < .10 cu. in. or < 1.6 cu. cm.

Small < 1.0 cu. in. or < 16.4 cu. cm.

Medium < 10 cu. in. or < 164 cu. cm.

Large < 100 cu. in. or < 1639 cu. cm.

X-Large > 100 cu. in. or > 1,639 cu. cm.

Parting Line Complexity

Standard (Steeped parting line with moderate depth of part.)

Simple (Flat parting line, shallow part, no undercuts.)

Standard (Steeped parting line with moderate depth of part.)

Complex (Stepped or contoured parting line with moderate undercuts.)

Very Complex (Stepped or contoured parting line with multiple undercuts.)

3D features: Projections or depressions off the nominal wall e.g. bosses, ribs and holes

< 10

< 10

< 25

< 50

< 100

< 200

< 400

> 400

UFE Mold cost estimator

Number of lifters of cams for side actions to accommodate molded in undercuts or holes

Number of Cavities

1

1

2

4

8

16

32

64

0

0

1

2

3

4

Tooling Life

(Quantity of parts required divided by the number of cavities)

Less than 500 (Class 105)

Less than 500 (Class 105)

Less than 100,000 (Class 104)

Less than 500,000 (Class 103)

Less than 1,000,000 (Class 102)

More than 1,000,000 (Class 101)

Elméleti modell kép

Költség adatok

Cost estimator

Info terület

Process Cost	\$0.09
Materials Cost	\$0.05
Tooling Cost	\$0.01
Total Cost	\$0.15

(more)

Ini. Pressure: 2016 psi = 13.9 MPa
 Clamp Tonnage: 1.8426357492714984 tons
 Tool Cost: \$20250
 Machine Cost: \$50.12 per hour
 Material Cost: \$2.0 per pound
 (more)

Material Type: Medium Engineering
 Mold Production: 500000 Cycles
 #Cavities per Mold: 4
 Part Complexity: Medium

Length: 2.20472440 in === 56.0 mm
 Width: 1.53543307 in === 39.0 mm
 Height: 0.74803149 in === 19.0 mm
 Thickness: 0.07874015 in === 1.99999999 mm

Part Complexity: Medium

LOW
 Medium
 High

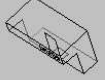
(more)

Ini. Pressure: 2016 psi = 13.9 MPa
 Clamp Tonnage: 1.8426357492714984 tons
Tool Cost: \$20250
 Machine Cost: \$50.12 per hour
 Material Cost: \$2.0 per pound
 (more)

Medium complexity implies a moderately complex design with several critical quality measures, textured surfaces, and a few undercuts.

kazmer.caeds.eng.uml.edu

Cost estimator

Process Cost	\$0.55		Details...
Materials Cost	\$1.22		
Tooling Cost	\$17.94		
Total Cost	\$19.72		

Commodity resins such as styrene (PS) and propylene (PP) are commonly used in applications which do not require significant thermal or structural performance. These resins generally have good flow characteristics and are processed at lower temperatures. These resins are readily available with typical prices of approximately \$0.50

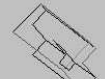
Material Type	Lower Commodity	
Mold Production	Lower Commodity	
#Cavities per Mold	Medium Commodity Upper Commodity Lower Engineering Medium Engineering Upper Engineering	
Part Complexity		
Length	20.0 in ==	
Width	12.0 in ==	304.799999 mm
Height	8.0 in ==	203.2 mm
Thickness	0.1 in ==	2.54 mm

Process Cost	\$0.55		Details...
Materials Cost	\$1.22		
Tooling Cost	\$17.94		
Total Cost	\$19.72		

This is a very low production quantity for the IM process, and will likely result in extremely high amortized tooling costs. It may be more economical to investigate another process or other types of tooling.

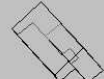
Material Type	Lower Commodity	
Mold Production	5000 Cycles	
#Cavities per Mold	5000 Cycles 20000 Cycles 50000 Cycles 100000 Cycles 200000 Cycles 500000 Cycles	
Part Complexity		
Length	20.0 in ==	
Width	12.0 in ==	
Height	8.0 in ==	203.2 mm
Thickness	0.1 in ==	2.54 mm

Cost estimator

Process Cost	\$0.03		Details...
Materials Cost	\$1.22		
Tooling Cost	\$7.11		
Total Cost	\$8.37		

Sixteen cavity molds are common for small parts, typically utilizing hot runners to avoid material regrind. These systems generally require advanced design and process knowledge.

Material Type	Lower Commodity	
Mold Production	5000 Cycles	
#Cavities per Mold	16	
Part Complexity	1 2 4 8 16 32	
Length	20.0 in ==	
Width	12.0 in ==	
Height	8.0 in ==	
Thickness	0.1 in ==	2.54 mm

Process Cost	\$0.04		Details...
Materials Cost	\$1.22		
Tooling Cost	\$7.71		
Total Cost	\$8.97		

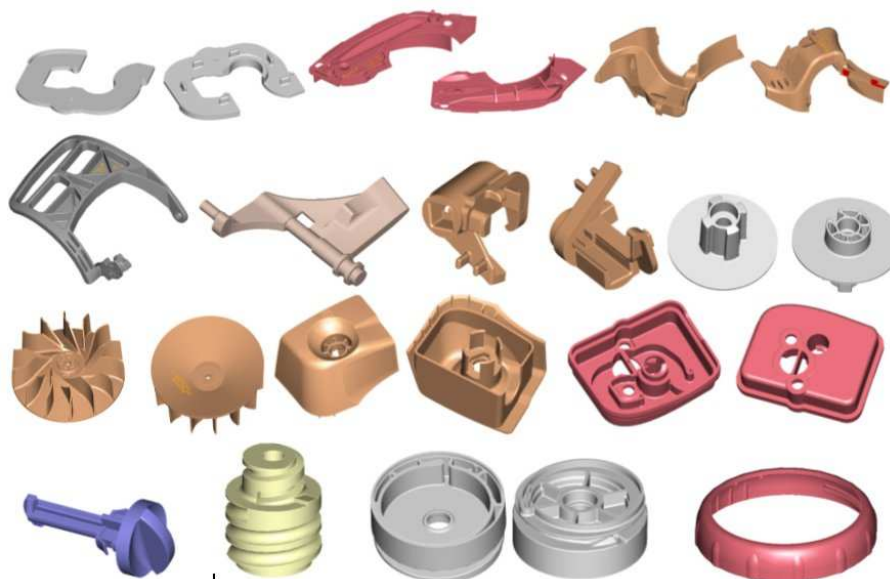
Medium complexity implies a moderately complex design with several critical quality measures, textured surfaces, and a few undercuts.

Material Type	Lower Commodity	
Mold Production	5000 Cycles	
#Cavities per Mold	16	
Part Complexity	Medium	
Length	20.0 in ==	Low Medium High
Width	12.0 in ==	
Height	8.0 in ==	203.2 mm
Thickness	0.1 in ==	2.54 mm

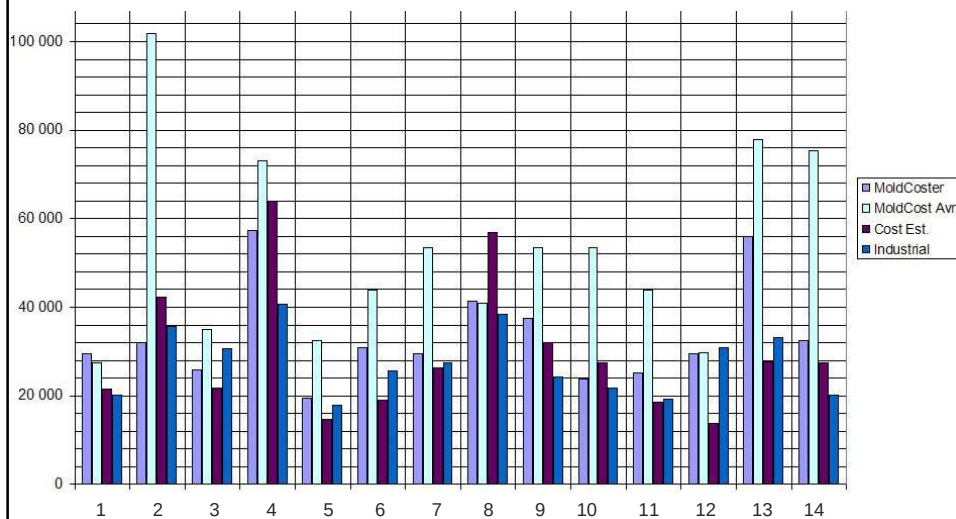
Eredmények

	IPLAS MoldCoster	UFE MCE	Cost estimator
Input parameters	(1) – Extra small (<30 g) (2) – Difficult (3) – Fully laminated inserts (4) – B3 (5) – 4 (6) – Full hot runner system (7) – None (8) – Minimal (9) – +/- 0.12 (10) – Tool steel (11) – None (12) – Europe (13) – 0%	(1) – Small (2-20 g) (2) – Complex (3) – <10 (4) – 2 (5) – 4 (6) – 500.000	(1) – Medium engineering (2) – 500.000 (3) – 4 (4) – Medium (5) – 56 mm (6) – 39 mm (7) – 19 mm (8) – 2 mm
	35.245,- \$	Ipari adat: 31.400,- \$ Min: 39.496,- \$ Max: 53.436,- \$	20.250,- \$

Alkatrészek



Eredmények



Dr. Mikó Balázs
miko.balazs@bgk.bmf.hu

Műanyag fröccsöntő szerszámok tervezése és gyártása

Új kutatási eredmények

Célkitűzés

A fejlesztés célja olyan számítógépes rendszer létrehozása, amely

rövid idő alatt ad pontos eredményt,

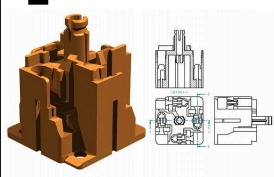
figyelembe veszi a konkrét tervezési és gyártási környezet sajátosságait,

egyszerűen kezelhető,

a kezelő szakember felkészültségére, tapasztalatára kevésbé érzékeny.



Heurisztikus költségbecslés



Alkatrész
reprezentáció



Paraméter
lista



Heurisztikus
összefüggés



Becsült
adatok

Utókalkulációs adatok feldolgozása:

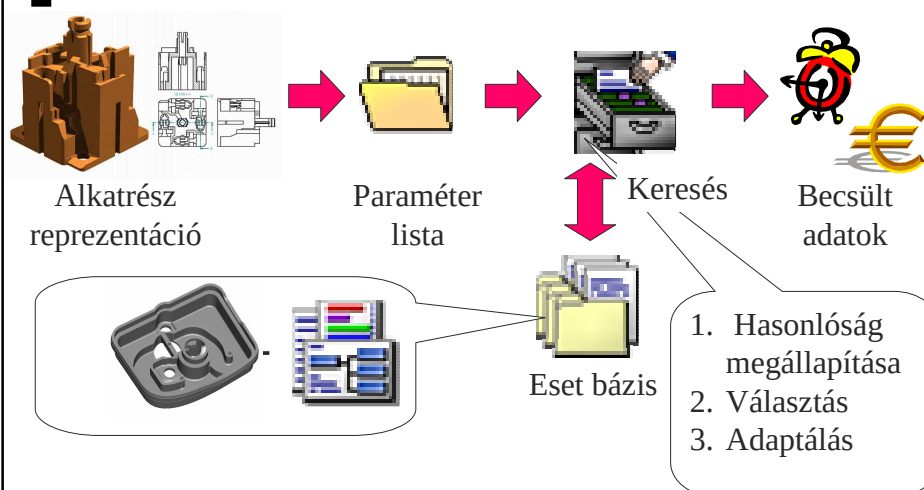
Tervezési Költség + Anyag költség + Gyártási költség

$$Pl.: K = K_{\text{tervetés}} + K_{\text{anyag}} * C$$

[Heurisztikus módszer alkalmazása]

- Információ gyűjtés
 - Szerszámadatok
 - Szerszámház adatok
- Összefüggés megalkotása és tesztelése
- Alkalmazás
- Karbantartás

[Eset-alapú költségbecslés]



Hasonlóság

Szerszám méret hatása

Egyéb paraméterek hatása

$$CSF_i = 100 - CSF_{1_i} - CSF_{2_i}$$

$$CSF_{1_i} = \left(|MBSC_{1_new} - MBSC_{1_case_i}| + |MBSC_{2_new} - MBSC_{2_case_i}| \right) \cdot \Delta CSF_1$$

Szerszám ház méter kategória (1-18)

Súly tényező

$$\Delta CSF_1 = 2,5$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9
156	196	246	296	346	396	446	496	546
10	11	12	13	14	15	16	17	18
596	646	696	746	796	846	896	946	996

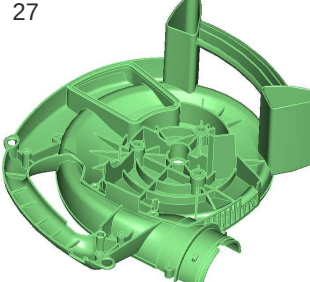
Például: 196x396 2x6 $CSF_{1_i} = (|2-3| + |6-4|) \cdot \Delta CSF_1 = 3 \cdot \Delta CSF_1$
 246x296 3x4

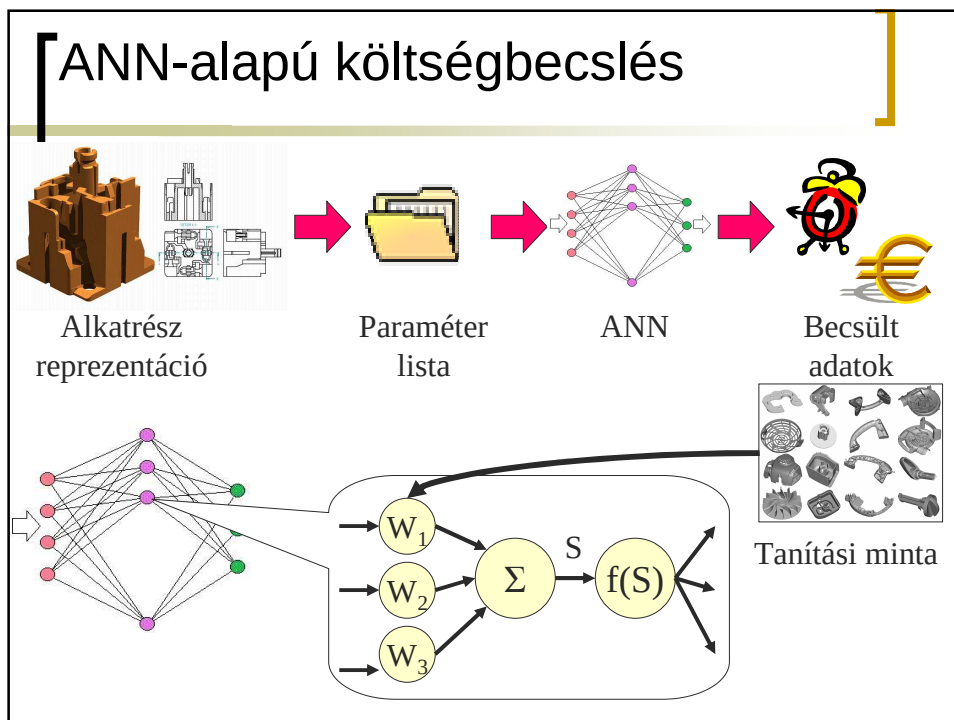
Eset leíró paraméterek (10 db)

Súly tényező

$$CSF_{2_i} = \sum_{j=1}^{10} |P_{j_new} - P_{ij_case}| \cdot \Delta CSF_{2j}$$

j		ΔCSF_2
1	Termékbonyolultság	2
2	Fészeks szám	1
3	Szerszám bonyolultság	2
4	Beömlő rendszer	3
5	Mély bordák	1
6	Szikraforgácsolt felületek	1
7	Csúszkák és ferdefeladók mennyisége	2
8	Csúszkák és ferdefeladók bonyolultsága	1
9	Felület minőség	1
10	Hőkezelési előírás	1

[		Méret: 235x80x75 Tömeg: 200 g Fészeksz.: 2 Szersz. méret: 346x396 Hasonlóság: 100 Költség: 19.200,-	]
23		Méret: 220x110x45 Tömeg: 66 g Fészeksz.: 2 Szersz. méret: 396x396 Hasonlóság: 85,5 Költség: 20.500,-	27
24		Méret: 220x110x45 Tömeg: 78,5 g Fészeksz.: 2 Szersz. méret: 396x396 Hasonlóság: 88,5 Költség: 23.500,-	
25		Méret: 265x110x45 Tömeg: 256 g Fészeksz.: 1 Szersz. méret: 246x396 Hasonlóság: 87 Költség: 17.500,-	Méret: 350x310x110 Tömeg: 645 g Fészeksz.: 1 Szersz. méret: 546x696 Hasonlóság: 47 Költség: 46.000,-



Ipari esetek

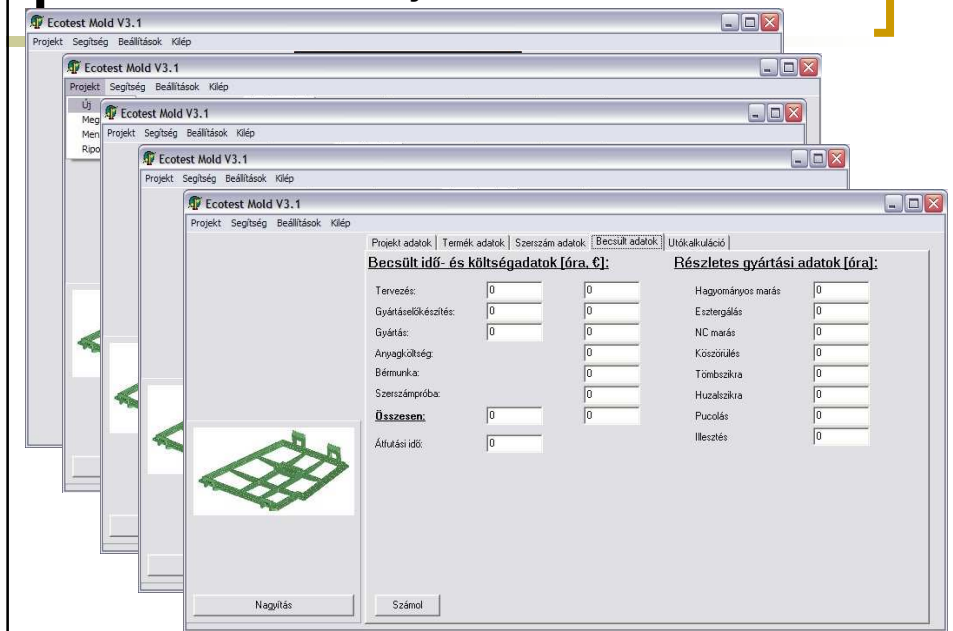


No.: 001		
Alkatrész neve:	Baffle	Azonosító
		4241-121-6900

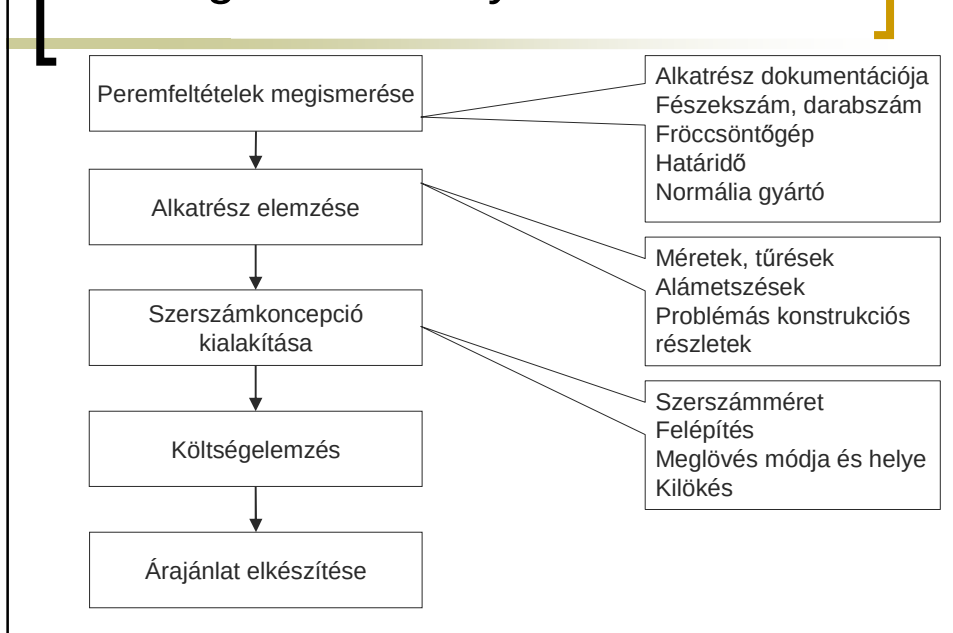
A termék befoglaló méretei (SzélességxHosszúságxMagasság):	64x50x9
A termék tömege (g):	5
Anyaga:	ABS/PC
Termékbonyolultság (1-10):	3
A szerszám becsült befoglaló méretei (SzélességxHosszúságxMagasság):	196x246
Fészekszám:	2
Szerszámfelepítés bonyolultsága (1-10):	3

Beömlési mód:		Óra	€	€
1 - Hidegcsatolás, 2 - Fűtött fűvóka, 3 - Fűtő	Szerszám költség			11 500
Mély bordák, üregek mennyisége (1-10):	Anyag költség			1 190
Szikrázó felületek mennyisége (1-10):	Gyártás	340		10 310
Csúszkák, ferde kilókók, cserebetétek mennyisége:	Tervezés	37		1 490
Csúszkák, ferde kilókók, cserebetétek mérete:	Programozás	34		1 360
A termék felületi minősége	Megmunkálás	207		6 980
1 - Mart, 2 - Nyitási irányba pucolt, 3 - Polírozott	Nc marás	88	3 961	
5 - Szikraforgácsolt közepes, 6 - Szikraforgács	Hagyományos marás	14	328	
Formaadó részek hőkezeltsége	tömb szikra	44	1 726	
1 - Nincs, 2 - Edzett, 3 - Nemesített, 4 - Nitrid	huzal szikra	20	639	
Megjegyzés:	esztérálás	5	24	
Nyit/zár (open/close)	fúrás	12	68	
	köszörülés	24	236	
	Kézi munka	42		320
	csiszol	21	160	
	illeszt	21	160	
	Szerelés	20		160

Keretrendszer fejlesztése



Költségbecslés folyamata



[Példa heurisztikus módszer alkalmazására]

- .XLS