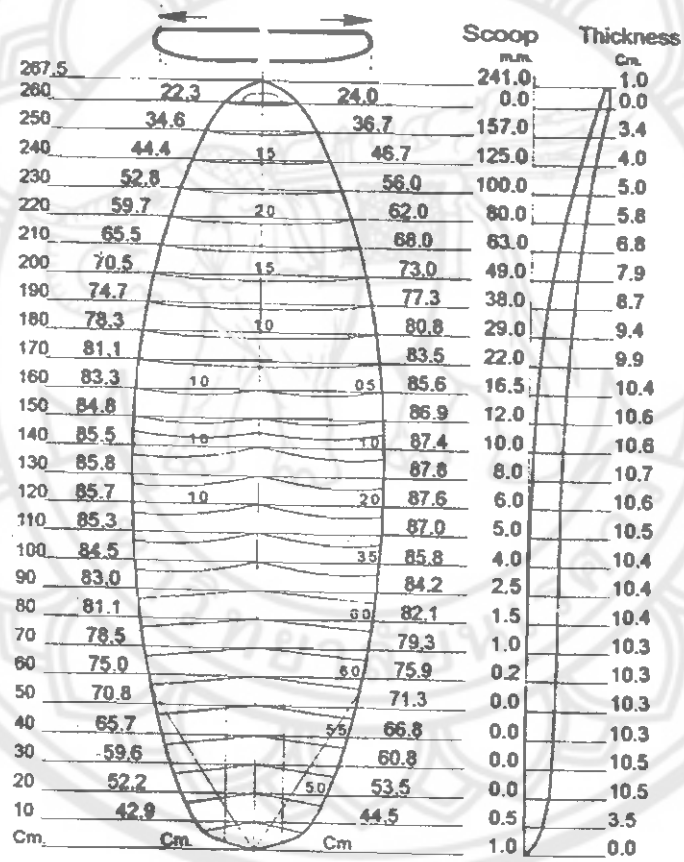
ภาคผนวก ก

แบบวินเซิร์ฟรุ่น EXOCET 2004 CRUISOR M

Checking after modify

ECCRS M



BOTTOM SHAPED

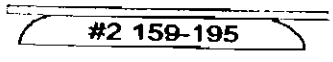
STRAIGHT LINE : 0 - 55cm.t ailkick0-25cm.=t hr eeline

V FLAT 0 - 100 cm.

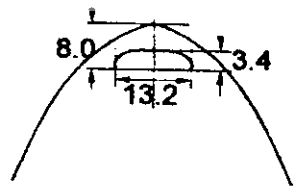
V CON 100 - 145 cm.=1.0mm.

FLAT DOUBLE CON 145 - 170 cm.

FLAT CON 170 - 267.5 cm.



A(L) : 0 = 0.0 , 30 = 0.2 , 55 = 0.0
B(R) : 0 = 0.0 , 30 = 0.1 , 55 = 0.0



ภาคผนวก ข

การหาค่าคงที่ของการนำความร้อนของวัสดุที่เป็นแม่พิมพ์

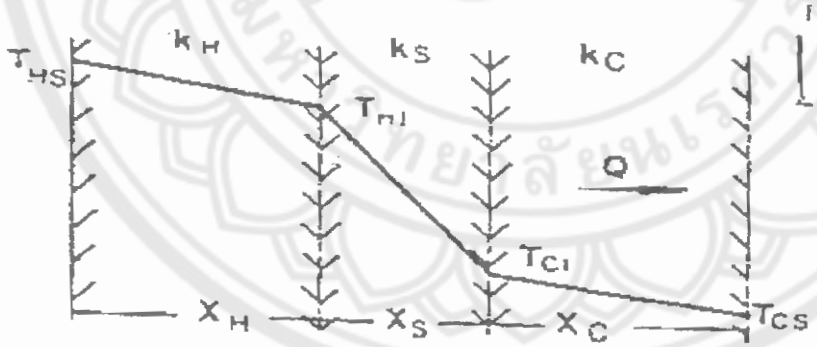
วัสดุที่เป็นแม่พิมพ์ทำจากอีพอกซี่เรซิน โดยเนื้อภายในจะประกอบด้วยวัสดุหลายๆชนิด ดังนี้ ผ้า ใยแก้วเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับอีพอกซี่เรซิน ผงอลูมิเนียมเพื่อเพิ่มให้เนื้อวัสดุมีความสามารถในการนำความร้อนที่ดีขึ้นนอกจากนี้ตรงกลางของแม่พิมพ์ยังมีท่อเพื่อให้น้ำร้อนและน้ำเย็นเข้าไปเพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนความร้อนได้

ท่อน้ำร้อนมีความสำคัญในกระบวนการผลิตเป็นอย่างยิ่งเพราะว่าน้ำร้อนจะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้เรือแข็งตัวเร็วขึ้น ถ้าเราไม่ใช้น้ำร้อนเวลาที่เราต้องการในการทำให้เรือแข็งตัวจะอยู่ที่ประมาณ 3 ชม แต่ถ้าใช้น้ำร้อนเวลาในการทำปฏิกิริยาก็จะลดลงเหลือเพียง 1/2 ชมเท่านั้น ทำให้เราสามารถที่จะผลิตเรือได้เร็วขึ้นถึง 50 เปอร์เซ็นต์

การทดลองเพื่อหาค่าการนำความร้อนของวัสดุ

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในวัสดุชิ้นงานที่การไหลของความร้อนภายในชิ้นงานคงที่และต่อเนื่องจากกฎของฟูเรียร์ (Furier'law)เราจะได้



$$\frac{Q}{A} = k_H \frac{T_{HS} - T_{HI}}{X_H} = k_S \frac{T_{HI} - T_{CI}}{X_S} = k_C \frac{T_{CI} - T_{CS}}{X_C}$$

และจากสมการนี้เราจะได้ว่า $\frac{Q}{A} = U(T_{HS} - T_{CS})$ โดยที่ $\frac{1}{U} = \frac{X_H}{k_H} + \frac{X_S}{k_S} + \frac{X_C}{k_C}$

โดยที่ค่า u คือค่าคงที่ของการถ่ายเทความร้อนโดยรวมของวัสดุคอมโพสิท และค่า 1/u คือค่าการต้านทานความร้อนรวมของการไหลของความร้อน

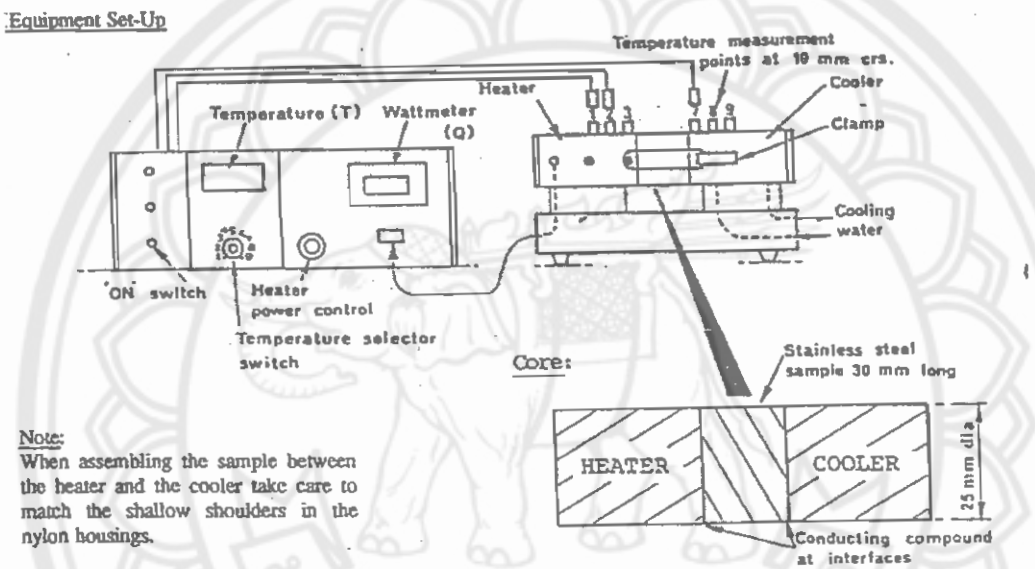
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1.ชุดทดสอบค่าการนำความร้อนของวัสดุ

2.ชิ้นงานทดสอบซึ่งมีขนาด รัศมี 25mm และยาว 30mm

ขั้นตอนการทดลอง

จัดอุปกรณ์ดังรูป



1.เมื่อประกอบชิ้นงานตัวอย่างเข้าไปในอุปกรณ์ชุดทำความร้อนกับชุดหล่อเย็นแล้วต้องให้แน่ใจว่าชิ้นงานตัวอย่างแนบสนิทกับตัวหุ้มไนล่อนและหน้าสัมผัส

2.บิดสวิตซ์ควบคุมฮีตเตอร์ไปในตำแหน่งต่ำๆโดยให้ค่ากำลังความร้อนอยู่ที่ประมาณ 20 วัตต์ และปล่อยทิ้งไว้สักครู่เพื่อให้ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวสังเกตุจากการเพิ่มของอุณหภูมิจะเริ่มหยุดนิ่ง

3.อ่านค่าและบันทึกค่าอุณหภูมิของแต่ละจุดต่อ บันทึกค่าพลังงานที่ป้อนเข้าไปโดยอ่านจากวัตต์มิเตอร์ (Q)

4.ทำการทดลองเหมือนเดิมอีกสองครั้งแต่เปลี่ยนค่าพลังงานที่ป้อนเข้าไป

ผลการทดลอง

<u>ตารางที่ก.1</u> แสดงผลการทดลอง

test No	Wattmeter Q Watts	T1 °c	T2 °c	T3 °c	T4 °c	T5 °c	T6 °c	T7 °c	T8 °c	T9 °c
A	15.5	95.8	98.9	70.1	56.2	42.4	36.6	28.8	28.6	28.5
B	10.3	89.9	92.6	85.2	57.1	44.6	38.4	28.8	28.4	28.2
C	5.9	83.4	85.5	79.2	56.4	45.8	38.6	23.7	24.2	23.7

ค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบนชิ้นงานตัวอย่างนี้สามารถนำมาใช้เพื่อการคำนวณค่าการนำความ ร้อนของชิ้นงานตัวอย่าง โดยจะใช้เพียงจุดที่ 4,5และ6 เท่านั้นในการคำนวณใช้สมการ

$$k = \frac{Q}{A}\left(\frac{dx}{dT}\right)_S$$

โดยที่ค่า dx/dT สามารถหาได้จากกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิบนชิ้นงานตัวอย่าง จากการคำนวณได้ค่าการนำความร้อนของชิ้นงานตัวอย่างเท่ากับ 12 W/m°C

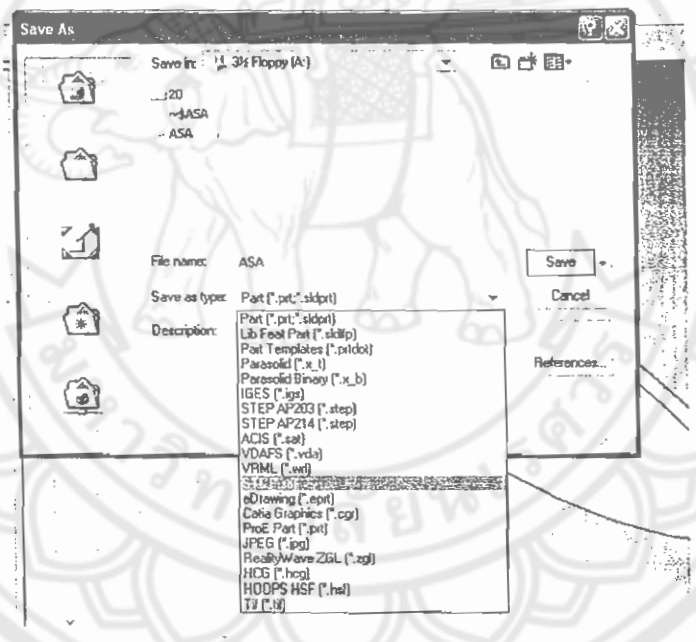
ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ค่าความร้อนที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานด้วยโปรแกรม Moldflow Plastics Insight 3.1

มีขั้นตอนในการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

1.การแปลง File

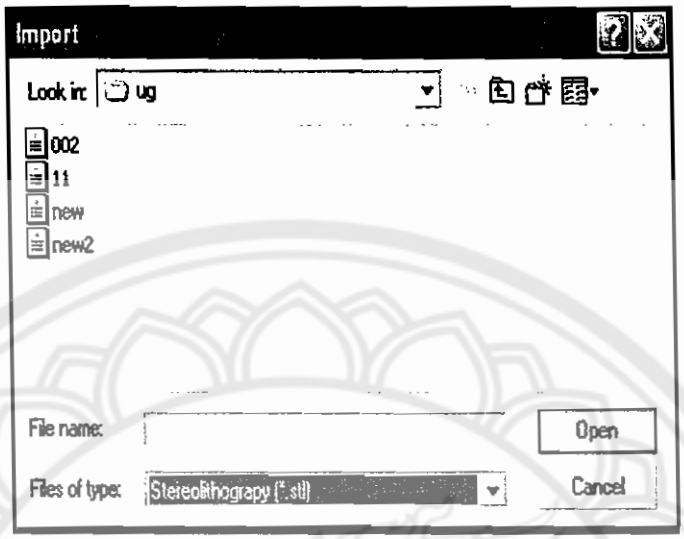
การเขียนแบบชิ้นงานในการทำการวิเคราะห์นั้นได้ใช้โปรแกรม Solid work 2003 เป็นโปรแกรมที่ใช้เขียนแบบโดยชิ้นงานที่เขียนได้นั้นจะมีนามสกุลของชิ้นงานเป็น .prt ต้องทำการแปลง File ให้มีนามสกุลเป็น .stl ซึ่งสามารถทำได้โดยการแปลงก่อนที่จะSave



รูปที่ 1 แสดงแสดงการแปลงไฟล์เป็น .stl

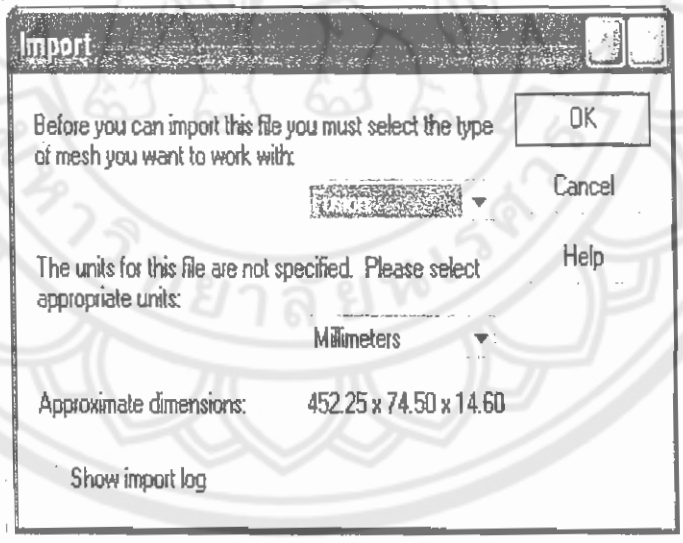
2.การ Import File เข้ามาใน Moldflow Plastics Insight 3.1

- คลิกที่ Icon Import
- จะมี Dialog Box ขึ้นมาดังรูปที่ 2 เลือก File ที่ต้องการจะ Export → Open



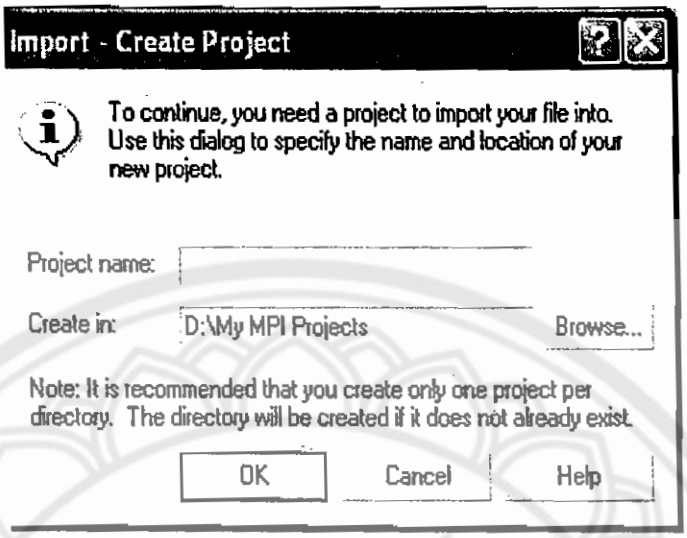
รูปที่ 2 แสดง Dialog Box Import

- จะมี Dialog Box ขึ้นมาดังรูป โดยที่เลือกเป็น Fusion ⟶Ok



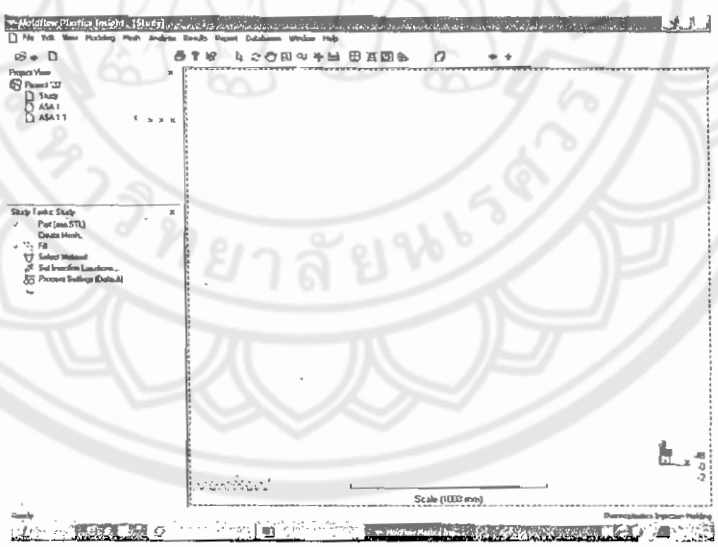
รูปที่ 3 แสดง Dialog Box Import

- จะมี Dialog Box Import-Create Project ทำการตั้งชื่อ Project name ⟶Ok



รูปที่ 4 แสดง Dialog Box Import-Create

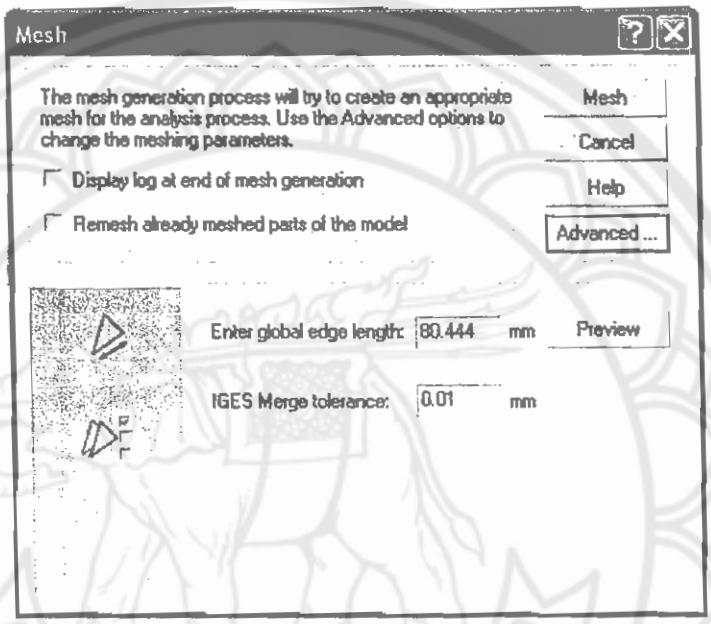
- จะมีชิ้นงานขึ้นมาดังรูป



รูปที่ 5 แสดงชิ้นงานที่ได้จากการ Import

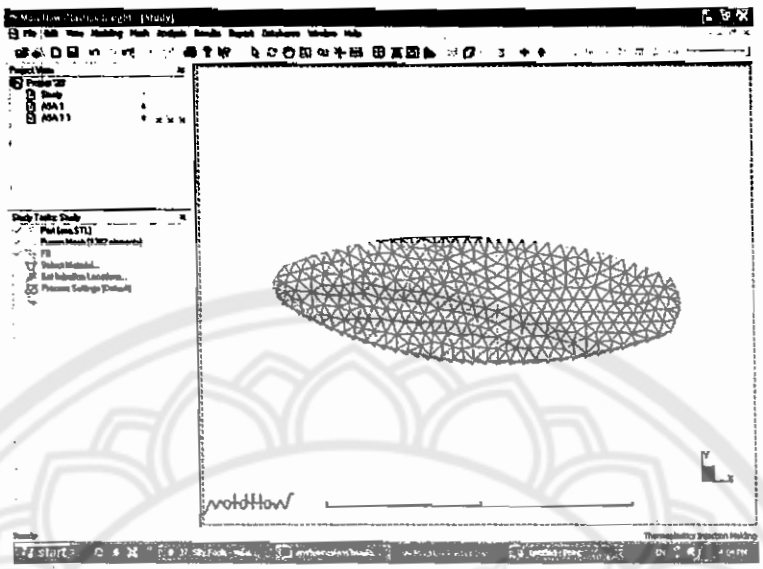
3.การแบ่ง Mesh

- เลือกที่ Mesh และเลือกที่ Generate Mesh จะเกิด Dialog Box Mesh ทำการตั้งค่า enter global edge length โดยที่เราจะทำการทดลองหาค่าที่เหมาะสมต่อการแบ่งเพื่อที่จะได้ค่า Aspect Ratio Overlapping Elements, Orientation ที่เหมาะสมเพื่อว่าจะได้ทำการแก้ไขค่าเหล่านี้ให้หมดไป



รูปที่ 6 แสดง Dialog Box Mesh

- หลังจากเลือกค่าที่เหมาะได้แล้ว ในที่นี้ใช้ค่า Enter global edge length เท่ากับ 81 ที่ไม่ใช้ค่าที่ละเอียดมากกว่านี้เพราะจะทำให้การวิเคราะห์ช้ามากหรืออาจจะวิเคราะห์ไม่ได้เลย เนื่องจากคอมพิวเตอร์ที่ใช้นั้นไม่สามารถวิเคราะห์ให้ได้ รูปข้างล่างนี้แสดงชิ้นงานหลังจากแบ่ง Mash แล้ว

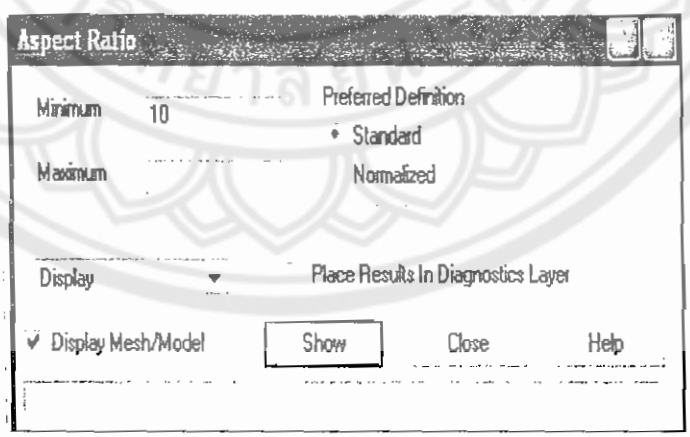


รูปที่ 7 แสดงชิ้นงานที่ได้หลังการแบ่ง Mesh

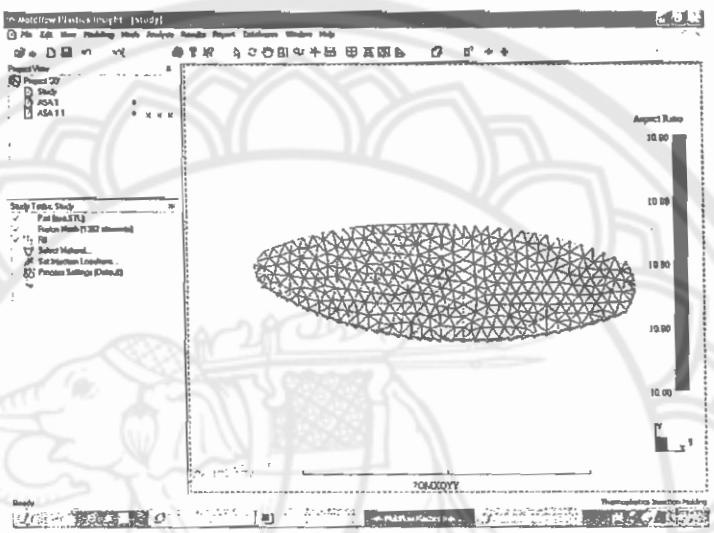
4.การแก้ไขข้อบกพร่องของ Mash

หลังจากที่เราแบ่ง Mash แล้วเราต้องแก้ไขค่าต่างๆ ได้แก่ Apect Ratio, Overlapping

- การแก้ไขค่า Aspect Ratio โดยที่ไป Toolbar แล้วไปที่ Mesh แล้วเลือก Apect Ratio จะเกิด Dialog Box Aspect Ratio แล้ว Click show จะเกิดค่าขึ้นมา

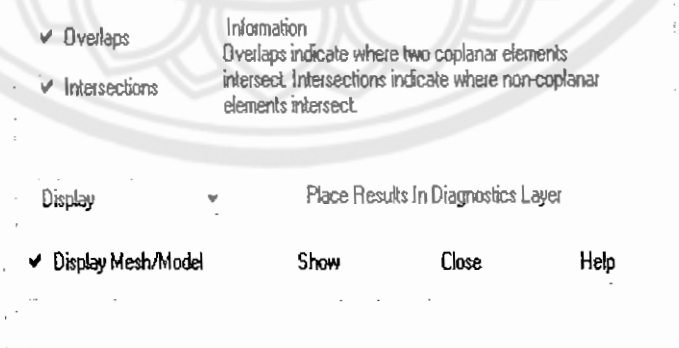


รูปที่ 8 แสดง Dialog Box Aspect Ratio



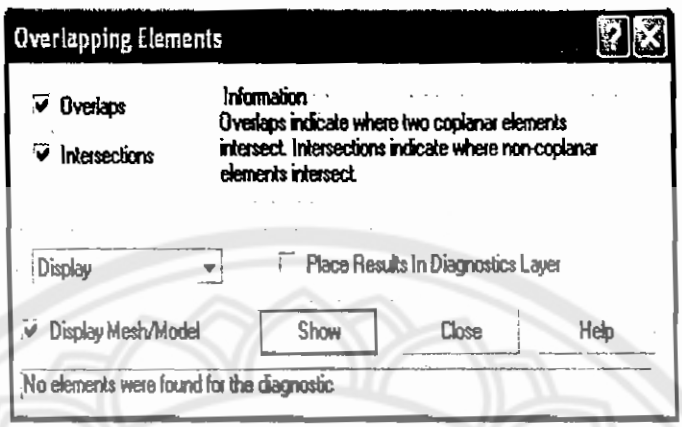
รูปที่ 9 แสดงค่า Aspect Ratio

- การแก้ไขค่า Overlapping โดยเข้าไปที่ Toolbar แล้วไปที่ Mesh แล้วเลือก Overlapping element จะเกิด Dialog Box ขึ้นมาแล้ว Click Show



รูปที่ 10 แสดง Dialog Box Overlapping Element

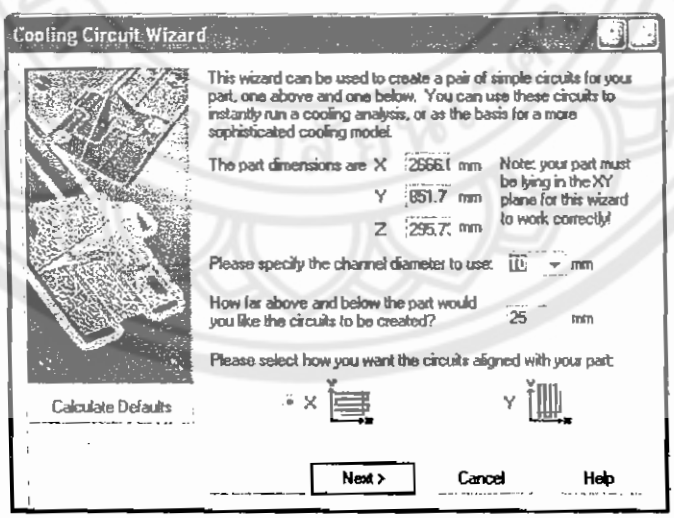
ซึ่งปรากฏว่าไม่เกิดการ Overlaps และ Intersection จึงไม่ต้องแก้ไข



รูปที่ 11 แสดง Dialog Box Overlapping Element

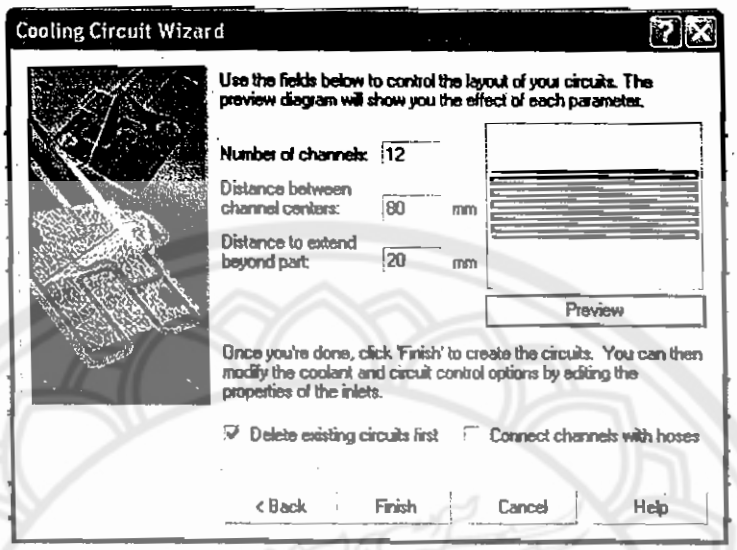
6.สร้างรูหล่อเย็น

- สามารถทำได้โดยเข้าไปที่ Modeling เลือก Cooling Circuit Wizard ทำการกำหนดค่าที่เราต้องการ ⟶Next

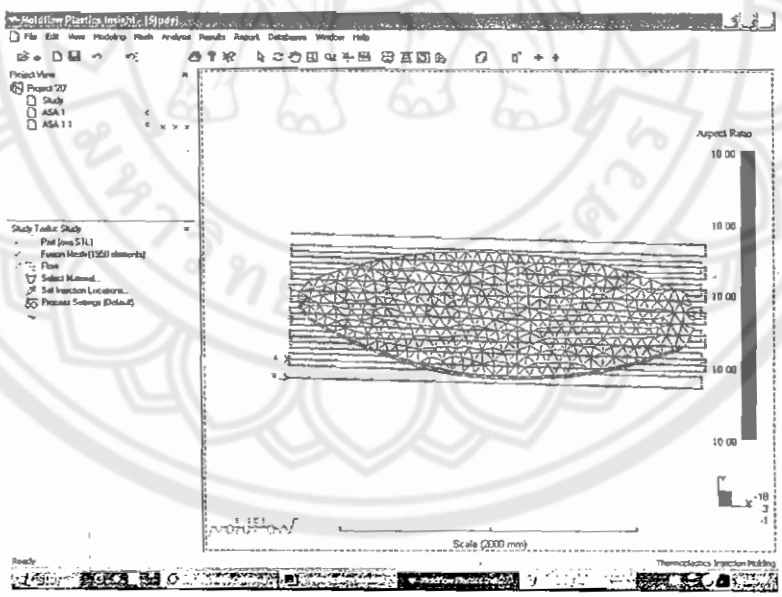


รูปที่ 12 แสดง Dialog Box Cooling Circuit Wizard

- ทำการแก้ไขค่าดังรูป —Finish



รูปที่ 13 แสดง Dialog Box Cooling Circuit Wizard



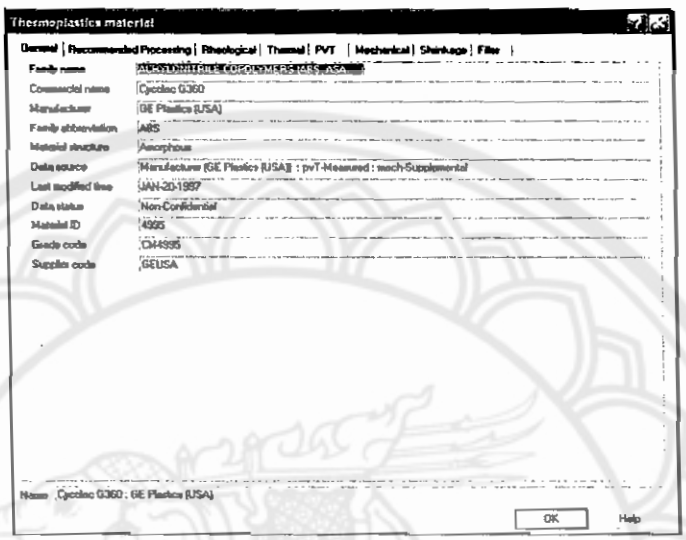
รูปที่ 14 แสดงรูหล่อเย็น

7.รูปแบบการวิเคราะห์

- ใช้แบบ Cool Flow Warp

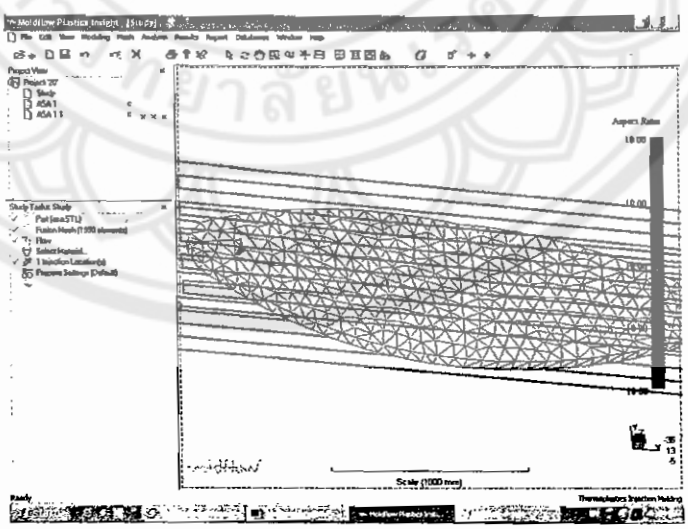
8.เลือกพลาสติกที่จะใช้

- ใช้ของบริษัท GE Plastic (usa) ใช้ชนิด Cycolac G363



รูปที่ 15 แสดง Dialog Box Thermoplastics Material

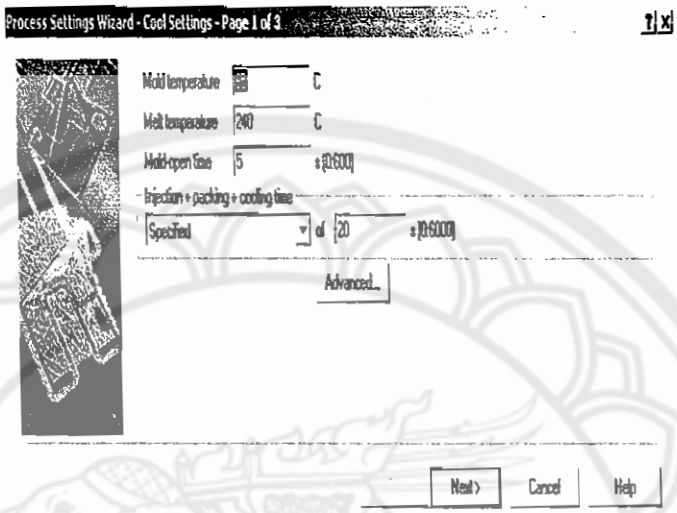
9.ทำการ Set Injection Location



รูปที่ 16 แสดงการ Set Injection Location

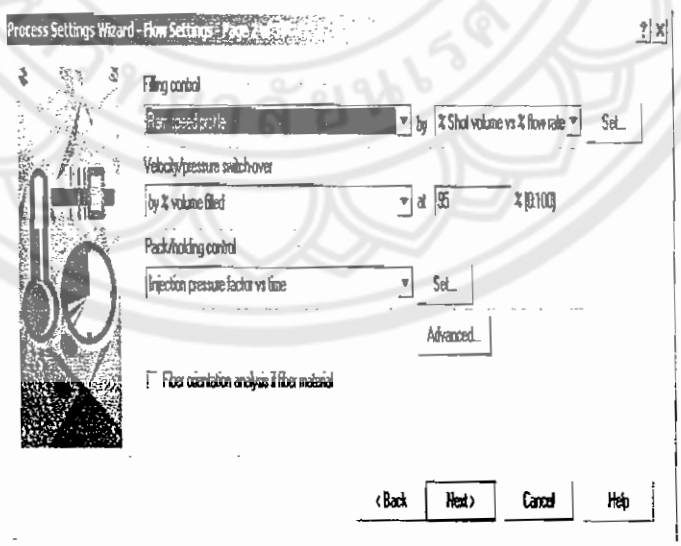
10.การตั้งค่า Process Setting

- ที่ Dialog Box Process Setting Wizard ทำการตั้งค่าต่างดังรูป ⟶Next



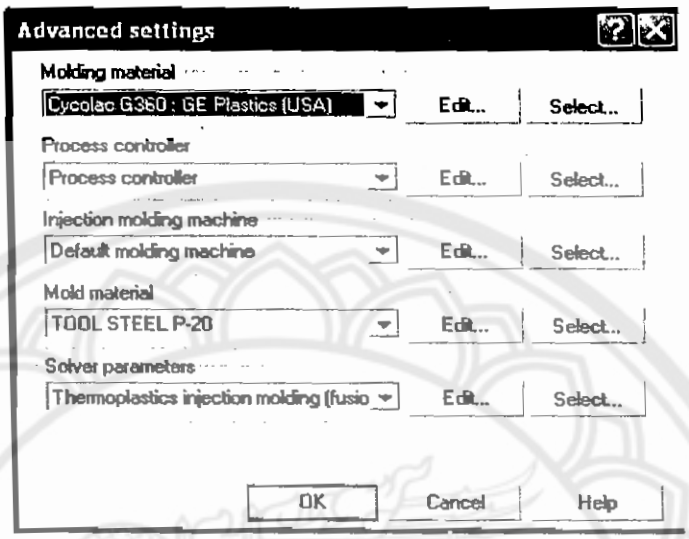
รูปที่ 17 แสดงการตั้งค่า Process Setting

- เลือก Advanced เพื่อตั้งค่าต่างๆข้างใน



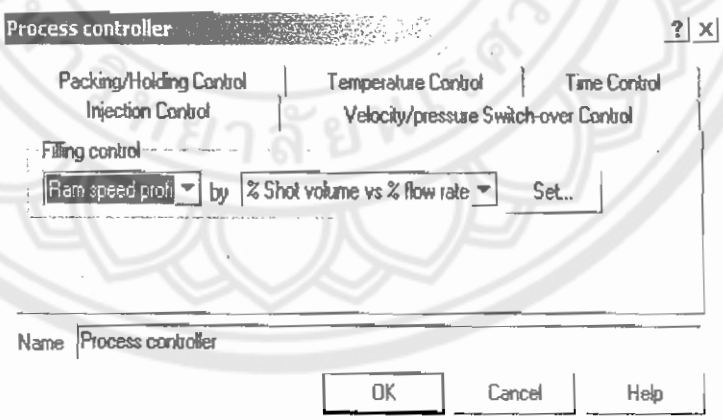
รูปที่ 18 แสดงการตั้งค่า Process Setting

- จะมี Dialog Box Advance Settings ขึ้นมา

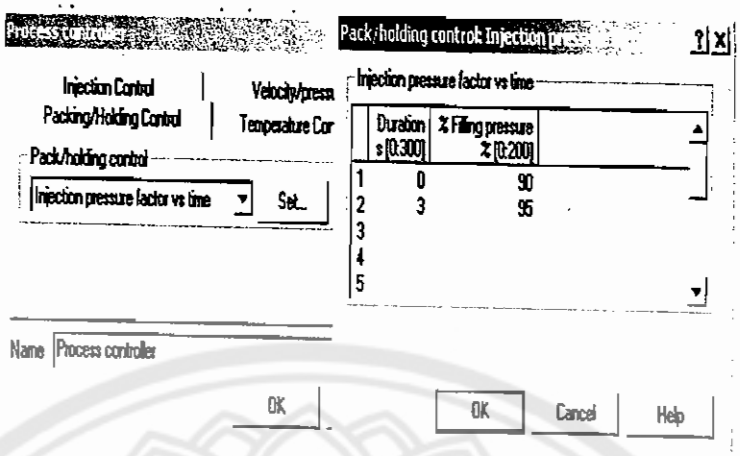


รูปที่ 19 แสดง Dialog Box Advance Settings

- ที่ Process Controller เลือก Edit จะมี Dialog Box Process Controller ขึ้นมาแล้วแก้ไขค่า



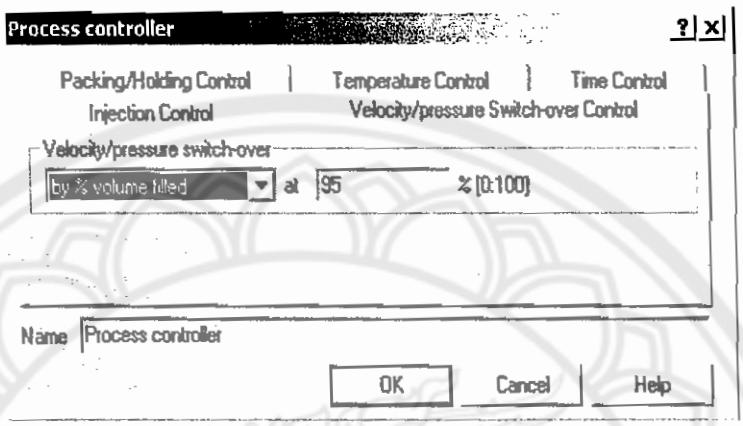
รูปที่ 20 แสดง Dialog Box Process Controller



โดยที่ควบคุมการฉีดด้วย Ram speed profile ตั้งค่าที่ Ram speed profile ดังนี้

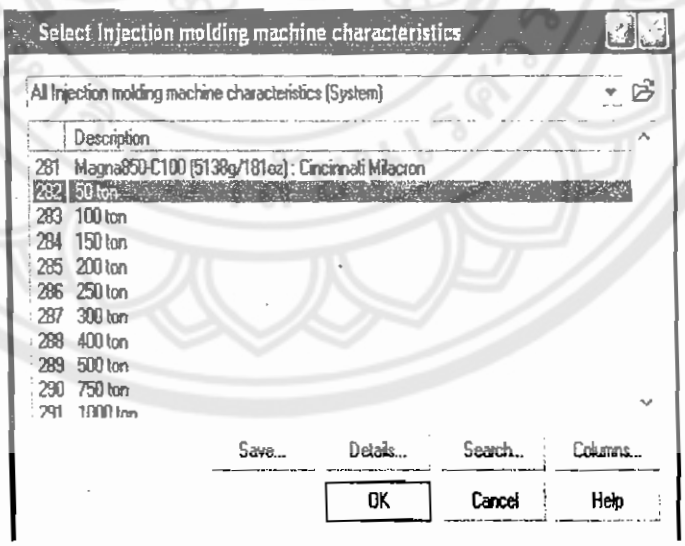
0	10
10	15
20	25
30	25
40	65
50	90
60	100
70	95
80	93
80	90
100	35

- ตั้งค่าการฉีดที่ 95%
- ตั้งเวลาฉีดย้ำที่ 3 วินาที แล้ว Ok



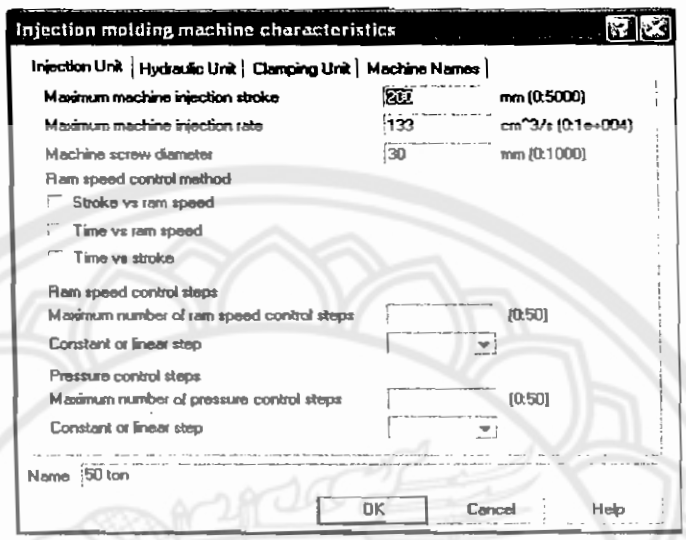
รูปที่ 21 แสดงการตั้งค่า Process Controller

- ที่ Injection mold machine เลือก Edit จะมี Dialog Box Select Injection molding machine characteristics ขึ้นมาแล้วแก้ไขค่า เลือกที่ 50 ton ⟶Ok



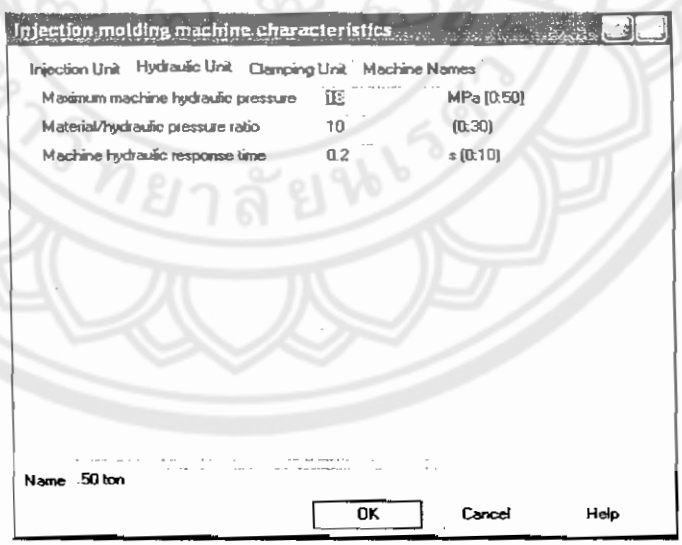
รูปที่ 22 แสดง Dialog Box Select Injection molding machine characteristics

- ที่ Injection Unit ทำการแก้ไขค่าต่างๆของเครื่องดังรูปข้างล่าง



รูปที่ 23 แสดง Dialog Box Injection molding machine characteristics

- ที่ Hydraulic Unit ทำการแก้ไขค่าต่างๆของเครื่องดังรูปข้างล่าง



รูปที่ 24 แสดง Dialog Box Injection molding machine characteristics

ค่าที่คำนวณได้

Copyright Moldflow Corporation and Moldflow Pty. Ltd. All Rights Reserved.
(C)1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000
(C)2001
This product may be covered by
US patent 6,096,088 ,
Australian Patent No. 721978 ,
and foreign patents and pending applications

COOL ...Cooling Analysis

Version: mpi300 (Build 01443)

Analysis commenced at Tue Feb 24 16:00:35 2004
Executed: Tue Feb 24 16:00:35 2004

Mesh Type	=	Fusion
Number of nodes	=	1273
Number of beam elements	=	571
Number of triangular elements	=	**1393**
Number of tetrahedral elements	=	**0**

Reading nodal data...
Reading beam element data...
Reading triangular element data...

Method of calculating geometrical influence = Automatic

Cooling analysis type = Manual

Total number of part elements = 1396

Total number of runner elements = 3

Total number of mold elements = 568

Total number of circuit elements = 568

Co-ordinates of part extremity:

	X	Y	Z
Maximum	2699.70989 mm	969.82002 mm	295.48299 mm
Minimum	33.62910 mm	24.14430 mm	-0.24618 mm
Orientation	5365.78989 mm	1915.50004 mm	591.21197 mm

Total Mbytes required for Cooling analysis = 29.14

Total Mbytes available for Cooling analysis = 684.74

Mold boundaries have not been modelled, using

X	Y	Z
5532.15981 mm	2029.64997 mm	751.45799 mm

Now beginning the task: Input part model

Current time is: Tue Feb 24 16:00:37 2004

Now beginning the task: Input mold model

Current time is: Tue Feb 24 16:00:37 2004

Performing cooling network analysis

Inlet node	Flowrate in/out (lit/min)	Reynolds No. range	Press. drop over circuit (MPa)	Pumping power over circuit (kW)
769	2.20	10000.0 - 10000.0	0.0165	0.001
1054	2.20	10000.0 - 10000.0	0.0165	0.001

Now beginning the task: Boundary Integration

Current time is: Tue Feb 24 16:00:39 2004

Now beginning the task: Solution of equilibrium TMP field

Current time is: Tue Feb 24 16:00:50 2004

External iteration	Cycle time (s)	Avg temp iteration	Avg temp deviation	Dif temp iteration	Dif temp deviation	Circ temp deviation
1	1805.000	11	29.992399	0	0.000000	1.000000
1	1805.000	8	22.479799	0	0.000000	1.000000
1	1805.000	21	16.806900	0	0.000000	1.000000
1	1805.000	10	11.908800	0	0.000000	1.000000
1	1805.000	10	4.372180	0	0.000000	1.000000
1	1805.000	18	3.880120	0	0.000000	1.000000
1	1805.000	17	2.622720	0	0.000000	1.000000

1	1805.000	26	3.253940	0	0.000000 | 1.000000
1	1805.000	13	0.082372	0	0.000000 | 1.000000
1	1805.000	161	0.035427	0	0.000000 | 1.000000
2	1805.000	54	2.962920	0	0.000000 | 1.000000
2	1805.000	5	0.017466	0	0.000000 | 1.000000
2	1805.000	8	0.002144	0	0.000000 | 1.000000

Coolant Temperatures

Inlet node	Coolant temp range	Coolant temp rise over circuit
769	60.0 - 63.2	0.7 C
1054	60.0 - 63.8	1.1 C

Final Cooling network iteration error 1.88896E-03

Opened the results interface file asa~1.c2p

Summary of cavity Temperature Results

Maximum cavity temp	**= 92.8 C**
Minimum cavity temp	**= 60.9 C**
Average cavity temp	**= 75.4 C**

Average Mold exterior temperature = 26.0 C

Cycle Time = 1805.0 s

Execution time

Analysis commenced at	Tue Feb 24 16:00:35 2004
Analysis completed at	Tue Feb 24 16:01:10 2004
CPU time used	35.00 s