



Vysoká škola technická a ekonomická
v Českých Budějovicích

Progresivní metody modelování

Doc. Ing. Ladislav SOCHA, Ph.D. a kol.



Vysoká škola technická a ekonomická
v Českých Budějovicích

Nastavení a spuštění výpočtu

Seminář č. 9

Úvod

- ✓ Tato kapitola popisuje proces definice podmínek výpočtu a vlastní spuštění výpočtu.

Definition Perspective

- ✓ Všechna procesní data potřebná pro simulaci jsou shrnuta v Definition Perspective. Zde musíte zadat všechny relevantní údaje, jako jsou materiálové údaje nebo koeficienty přestupu tepla. Zde můžete také definovat kompletní proces lití, například parametry očkování pro odlévání litin nebo vstřelovací křivku pro vysokotlaké lití. Proces lití je jasně shrnut v tzv. procesní tabulce.
- ✓ V následujícím textu jsou vysvětleny různé kroky během definice procesních dat a procesu lití. Pokud se proces definování liší od reálného procesu lití, toto bude podrobněji vysvětleno v samostatné podkapitole.

Definice materiálů

- ✓ Při vytváření projektu jste se museli rozhodnout, který materiál bude simulován. V důsledku toho jsou během procesu definování materiálu k dispozici pouze odpovídající slitiny. V případě potřeby můžete okamžitě upravit složení slitiny v dialogu „Material Definitions“ (v závislosti na dostupných licencích) a zadat libovolnou počáteční teplotu (teplotu lití).
- ✓ Všechny parametry jsou uloženy pro aktuální projekt a znovu nabízeny v následujících verzích. Změny, např. chemické složení slitiny, nezmění datový materiál v databázi. Bílá barva pozadí označuje, že hodnota byla ručně změněna. Všechny hodnoty pocházející z databáze nebo navržené softwarem jsou zvýrazněny oranžovou barvou.
- ✓ Funkce „Column Dialog“ v kontextové nabídce pravého tlačítka myši umožňuje zobrazit další data z databáze.

Definice materiálů

The screenshot shows the MAGMASOFT 5.0.0.0 interface. The main window displays a table of material definitions. A right-click context menu is open over the 'Iron Composition' column, with the 'Column Dialog...' option highlighted. A red box highlights this menu. A red arrow points from this box to a 'Columns to Show' dialog box. In this dialog, the 'Iron Composition' checkbox is checked, while all other checkboxes are unchecked. A red box also highlights the 'Columns to Show' dialog.

Material Definitions Table:

Material	Mat ID	Database/File Name	Initial Temperature (°C)	Iron Composition
Cast Alloy		MAGAA/GIS-500	1400.0	C (Carbon) 3.6 % Ce (Cerium) 0.0 % Cr (Chromium) 0.0 % Cu (Copper) 0.5 % Mg (Magnesium) 0.06 % Mn (Manganese) 0.11 % Mo (Molybdenum) 0.05 % N (Nitrogen) 0.0 ppm Ni (Nickel) 0.015 % P (Phosphorus) 0.017 % S (Sulfur) 0.02 % Sb (Antimony) 0.0 % Si (Silicon) 2.6 % Sn (Tin) 0.0 %
Sand Mold		MAGAA/Green_sand	40.0	

Columns to Show Dialog:

- Density
- Feeding Effectivity (%)
- Fraction Solid Curve
- Hardening Coefficient
- Iron Composition
- Liquidus Temperature (°C)
- Niyama Criterion Temperature (°C)
- Poisson's Ratio
- Solidus Temperature (°C)
- Specific Heat Capacity
- Surface Tension Coefficient (N/m)
- Tensile Strength
- Thermal Conductivity
- Thermal Expansion Coefficient
- Thermo Criteria Temperature (°C)
- Viscosity
- Yield Stress
- Young's Modulus

Right-click, for example, on 'Iron Composition' and then proceed to the 'Column Dialog...' function.

Zobrazení určení materiálů

Definice materiálů

- ✓ Koeficienty přestupu tepla (HTC) popisují intenzitu přenosu tepla na rozhraní dvou látek. Potřebujete různé HTC, protože HTC jsou určovány vlastnostmi použitých materiálů, vlastnostmi povrchu a teplotními efekty.
- ✓ Při lití do písku a vysokotlakého lití je k dispozici „HTC Template“. V této šabloně je definováno mnoho materiálových dvojic; proto pro nejběžnější kombinace materiálových dvojic se koeficienty přestupu tepla nastavují automaticky. Šablonu HTC můžete kdykoli přizpůsobit svým potřebám. Vzhledem k velkému množství variant nejsou předdefinované HTC k dispozici pro všechny možné kombinace materiálů v MAGMASOFT®. V těchto případech musíte HTC nastavit ručně nebo je definovat prostřednictvím své individuálně vytvořené HTC šablony. Vezměte prosím na vědomí, že výpočet může být zahájen až poté, co jsou všechny HTC k dispozici a jsou nastaveny.
- ✓ Pro gravitační lití do kovové formy není v MAGMASOFT® k dispozici žádná šablona HTC. Je to kvůli skutečnosti, že nelze použít žádné výchozí parametry pro kokilové lití z důvodu velké rozmanitosti materiálů. Již jen použití různých povlaků (materiál, tloušťka, četnost atd.) znemožňují přiřazení standardizovaných parametrů.

Definice materiálů

The screenshot shows the MAGMASOFT 5.4.0.0 interface with the 'Heat Transfer Definitions' window open. The window displays a table of material definitions for a casting cycle. The table has columns for Material 1, Mat ID, Material 2, Mat ID, Database/File name, and Type. The definitions include various casting components like Cover Die, Ejector Die, Ejector Pin, Side Core, Permanent Mold, and Tempering Channel, each with a specific Mat ID and Database/File name. The Type for all entries is 'Constant HTC'.

Material 1	Mat ID	Material 2	Mat ID	Database/File name	Type
Cast Alloy		Permanent Mold			
Casting		Permanent Mold			
Casting	ID 1	Cover Die	die-bo	MAGMA/C10000.0	Constant HTC
Casting	ID 1	Cover Die	fix-con	MAGMA/C10000.0	Constant HTC
Casting	ID 1	Cover Die	fix-pin	MAGMA/C10000.0	Constant HTC
Casting	ID 1	Ejector Die	move-	MAGMA/C10000.0	Constant HTC
Casting	ID 1	Ejector Die	move-i	MAGMA/C10000.0	Constant HTC
Casting	ID 1	Ejector Pin	ID 1	MAGMA/C10000.0	Constant HTC
Casting	ID 1	Side Core	left-co	MAGMA/C10000.0	Constant HTC
Casting	ID 1	Side Core	left-in	MAGMA/C10000.0	Constant HTC
Casting	ID 1	Side Core	right-c	MAGMA/C10000.0	Constant HTC
Casting	ID 1	Side Core	right-i	MAGMA/C10000.0	Constant HTC
Casting System		Permanent Mold		MAGMA/C10000.0	Constant HTC
Permanent Mold		Permanent Mold		<defined individually>	Constant HTC
Permanent Mold		Tempering Channel		<defined individually>	<defined individually>
Permanent Mold		Plunger		MAGMA/C2000.0	Constant HTC
Tempering Channel		Plunger		MAGMA/C7000.0	Constant HTC

*Určení koeficientů
přestupu tepla*

Definice materiálů

- ✓ Stejně jako u materiálových definic, funkce „Column Dialog“ v kontextové nabídce pravého tlačítka myši umožňuje zobrazit další data z databáze.
- ✓ Typické koeficienty přestupu tepla pro gravitační lití do pískové formy, vysokotlakého lití a lití do kokil uvádí následující tabulky.

*Typické koeficienty
přestupu tepla pro lití do
pískových forem*

Rozhraní	HTC [W/m ² K]	Magma databáze	Typ
Sand core/sand mold	800	C 800	Konstantní
Sand mold/sand mold	800	C 800	Konstantní
Casting/sand mold	400-800 104-940	Al – Sand Steel – Sand	Závislá na teplotě
Iron/sand mold	300-800	Templron	Závislý na teplotě
Chill/casting	1000-1250		Konstantní
Chill/sand mold	800		Konstantní
Insulation/feeder	800		Konstantní
Insulation/sand mold	800		Konstantní
Air cooling – stagnant air	75		Konstantní
Air cooling – flowing air	400		Konstantní
Conducting black coating	1630		Konstantní

Definice materiálů

Rozhraní	HTC [W/m ² K]	Magma databáze	Typ
Die/shot chamber	10000	MAGMA	Konstantní
Casting/insert	10000	MAGMA	Konstantní
Die/insert	1500	MAGMA	Konstantní
Squeeze stamp/squeeze volume	10000	MAGMA	Konstantní
Die/squeeze volume	10000	MAGMA	Konstantní
Die/plunger	2000	MAGMA	Konstantní
Casting/plunger	10000	MAGMA	Konstantní
Temperature control channel/plunger	7000	MAGMA	Konstantní
Casting/die	10000	MAGMA	Konstantní
Fixed part of the die/side core	2000	MAGMA	Konstantní
Movable part of the die/side core	2000		
Die/die	3500	MAGMA	Konstantní
Casting systém/plunger	10000	MAGMA	Konstantní

*Typické koeficienty
přestupu tepla při
vysokotlakém lití*

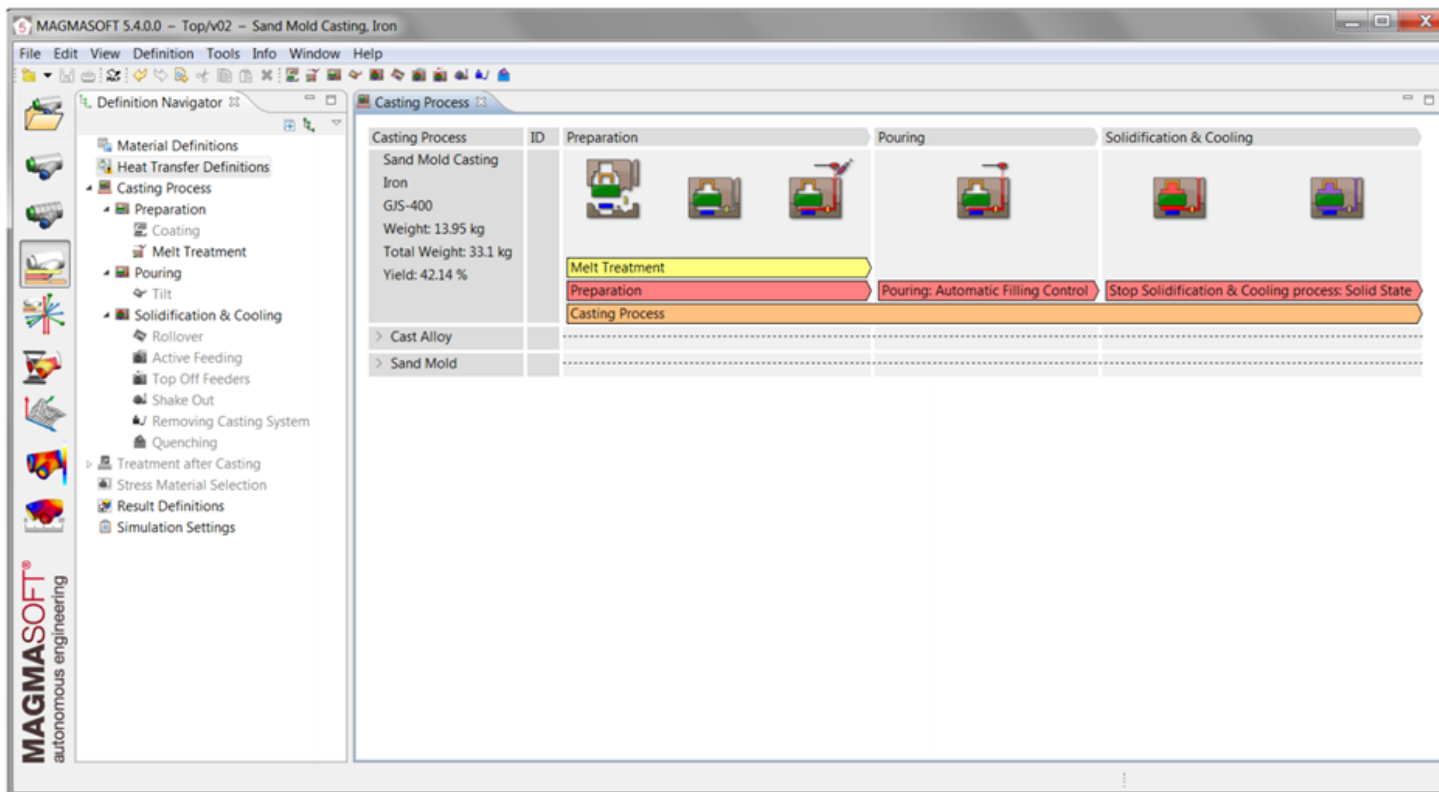
Definice materiálů

*Typické koeficienty
přestupu tepla při lití do
kokil*

Rozhraní	HTC [W/m ² K]		Magma databáze	Typ
	Teplota Solidu	Teplota Likvidu		
Die/die	800	800	C 800	Konstantní
Die/sand core	300	300	C 800	Konstantní
Die/casting – no coating	1000	2500		Závislý na teplotě
Die/casting – white coating – very thin	420	870		Závislý na teplotě
Die/casting – white coating – thin	400	810		Závislý na teplotě
Die/casting – white coating – thick	380	570		Závislý na teplotě
Die/casting – white coating – very thick	360	510		Závislý na teplotě
Melt/sand core – graphite	500	2000		Závislý na teplotě
Melt/sand core – furan	400	1000		Závislý na teplotě
Melt/sand core – „cold box“	500	1200		Závislý na teplotě
Sand core/sand core	200	200	C 200	Konstantní
Water cooling – flowing water	6000	6000	C 6000	Konstantní
Oil tempering – flowing oil	1000	1000	C 1000	Konstantní
Air cooling – stagnant air	75	75	C 75	Konstantní
Air cooling – flowing air	400	400	C 400	Konstantní

Definice plnění/lití

- ✓ Pracovní okno „Casting Process“ poskytuje přehled o úplném procesu odlévání, od přípravy formy, plnění formy, až po tuhnutí a ochlazování odlitku.



*Procesní okno pro
gravitační lití do pískových
forem*

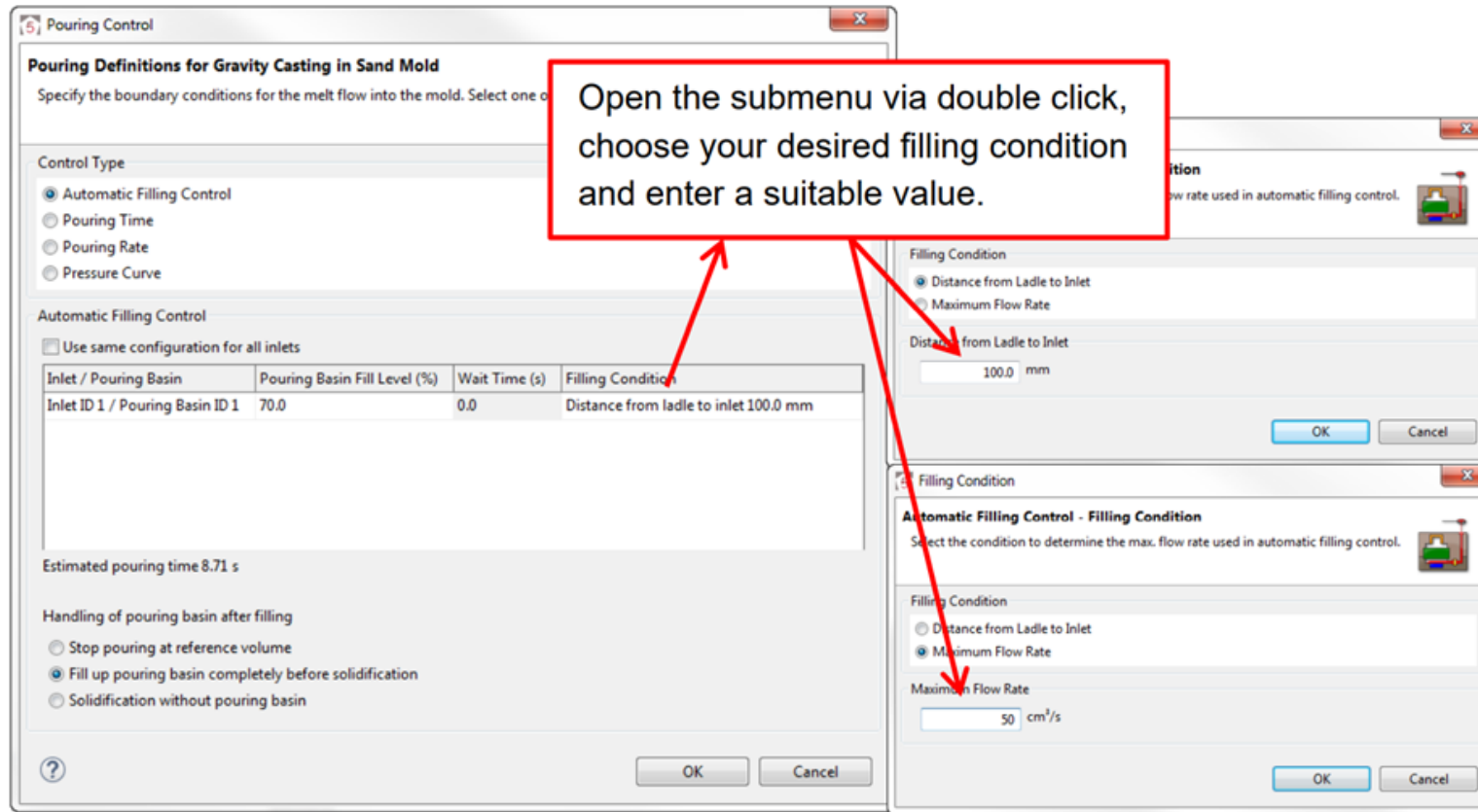
Definice plnění/lití

- ✓ V zásadě máte čtyři různé možnosti, jak definovat plnění formy za předpokladu, že jste vytvořili v **Geometry Perspective** geometrii s materiálovým ID pro „Inlet“ (vstup tekutého kovu):

1. „Automatic Filling Control“ (automatické plnění)

- ✓ Tato možnost plnění vyžaduje, aby v geometrickém 3D modelu byla vytvořena geometrie s přiřazeným materiálovým ID „Pouring Basin“ (licí jamka) a „Inlet“. V dialogovém okně do pole „Distance from Ladle to Inlet“ zadejte výšku proudu kovu nad jamkou tzn. vzdálenost mezi licí pánví a vrškem licí jamky v mm (lití na hubičku). Pro druhou variantu „Maximum Flowrate“ definujte hodnotu objemového průtoku, při kterém má být zahájen proces plnění (viz obrázek 88).
- ✓ V poli „Pouring Basin Fill Level %“ můžete uvést procento hladiny, které má být během plnění formy trvale udržováno v licí jamce.
- ✓ Ve spodní části dialogového okna můžete určit, jak zacházet s licí jamkou na konci plnění:
 - *Zastavit lití, jakmile licí jamka dosáhne 70 % úrovně naplnění.*
 - *Na konci plnění naplnit licí jamku.*
 - *Na konci plnění má být licí jamka prázdná.*

Definice plnění/lití



Pouring Control

Pouring Definitions for Gravity Casting in Sand Mold

Specify the boundary conditions for the melt flow into the mold. Select one of the following control types.

Control Type

- Automatic Filling Control
- Pouring Time
- Pouring Rate
- Pressure Curve

Automatic Filling Control

Use same configuration for all inlets

Inlet / Pouring Basin	Pouring Basin Fill Level (%)	Wait Time (s)	Filling Condition
Inlet ID 1 / Pouring Basin ID 1	70.0	0.0	Distance from ladle to inlet 100.0 mm

Estimated pouring time 8.71 s

Handling of pouring basin after filling

- Stop pouring at reference volume
- Fill up pouring basin completely before solidification
- Solidification without pouring basin

Filling Condition

Select the condition to determine the max. flow rate used in automatic filling control.

Filling Condition

- Distance from Ladle to Inlet
- Maximum Flow Rate

Distance from Ladle to Inlet: 100.0 mm

Automatic Filling Control - Filling Condition

Select the condition to determine the max. flow rate used in automatic filling control.

Filling Condition

- Distance from Ladle to Inlet
- Maximum Flow Rate

Maximum Flow Rate: 50 cm³/s

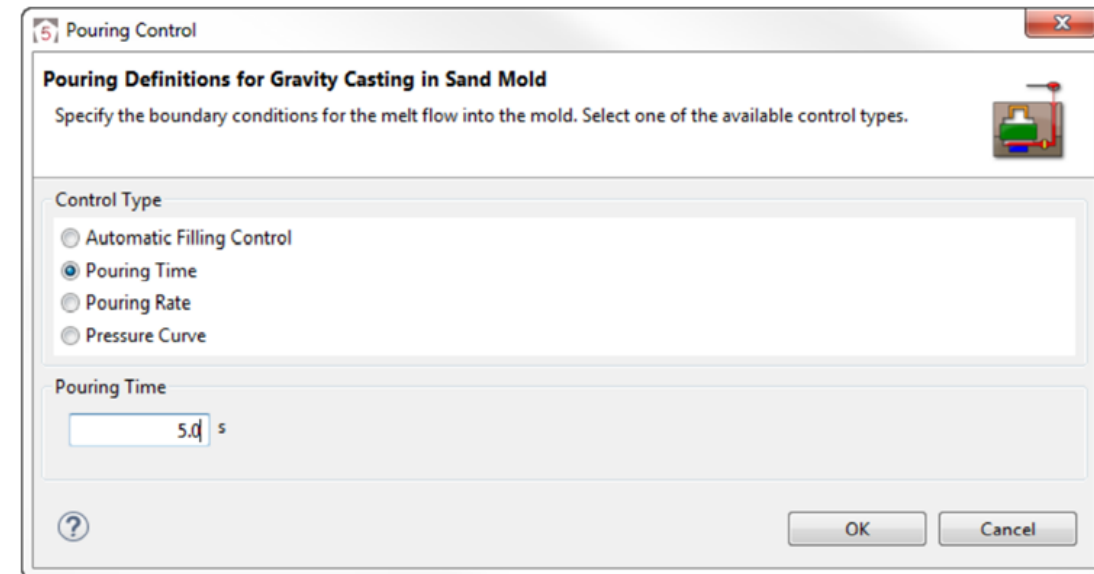
Open the submenu via double click, choose your desired filling condition and enter a suitable value.

Určení plněního procesu s použitím Automatic Filling Control

Definice plnění/lití

2. „Pouring Time“

- ✓ Chcete-li definovat proces plnění pomocí doby lití, zadejte v dialogovém okně čas v sekundách. Na základě této definice a objemu, který má být naplněn, se vypočítá konstantní objemový průtok pro plnění formy.
- ✓ **Upozornění:** Pokud je doba lití příliš nízká a licí jamka se kompletně „zaplní“, MAGMASOFT® začne plnit formu tlakem, aby bylo zajištěno, že celý proces plnění proběhne v definované době odlévání. Prosím ujistěte se, že nastavená licí doba opravdu odpovídá reálnému času plnění.

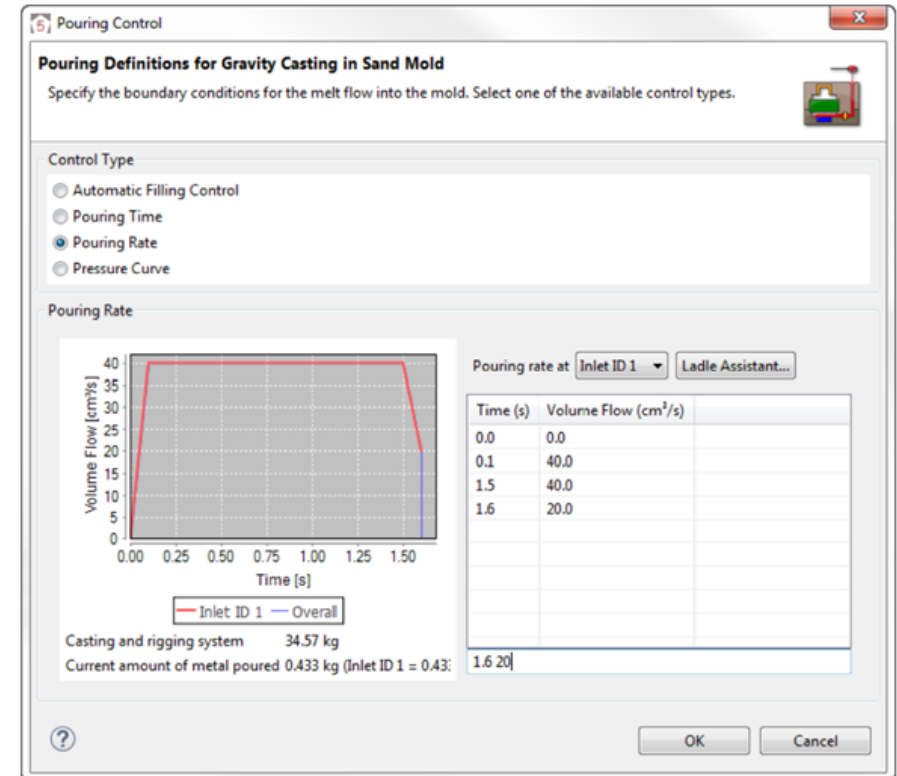


*Definice procesu plnění s
použitím Pouring Time*

Definice plnění/lití

3. „Pouring Rate“

- ✓ Při definování procesu plnění pomocí „Pouring Rate“ průběh lití definujete jako objemový průtok za jednotku času. Chcete-li to provést, zadejte do pole pod tabulkou dvojice hodnot oddělené prázdnou mezerou a potvrďte každou z nich 'OK'. Posledně zadaná položka je zachována až do konce procesu plnění. Funkce „Ladle Assistant“ je vysvětlen dále v textu.

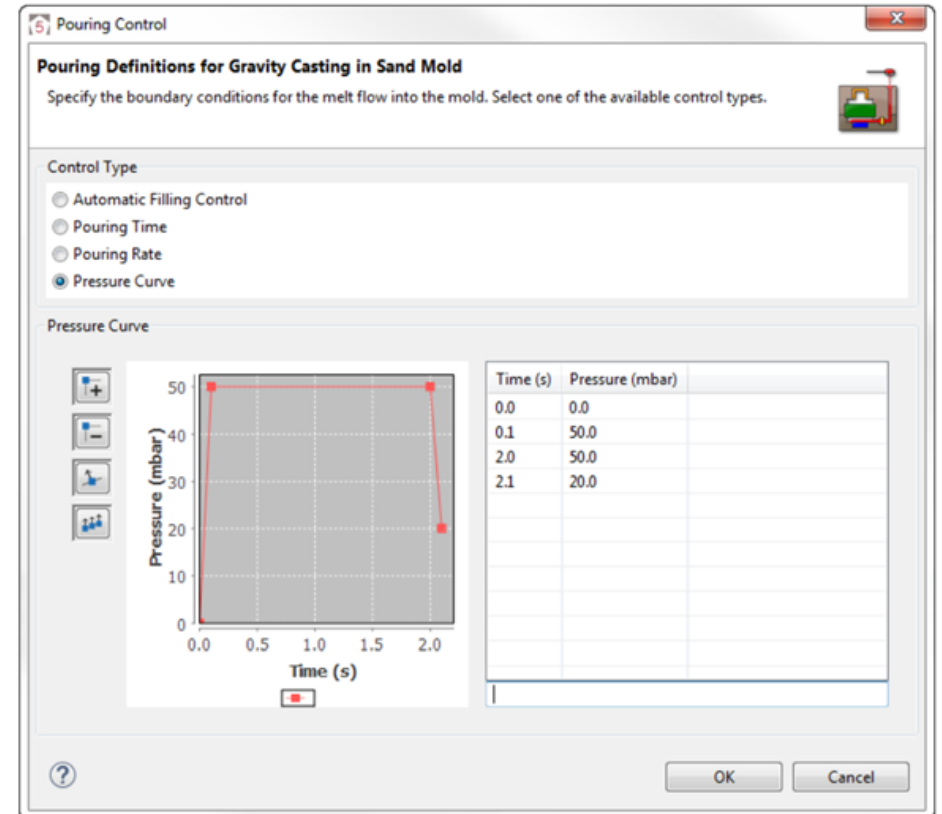


*Definování plnicího procesu s
použitím „Pouring Rate“*

Definice plnění/lití

4. „Pressure Curve“

- ✓ Při definování procesu plnění pomocí proměnné přetlakové křivky definujete tlak v inletu na základě času. Zadáání hodnotových párů je podobné definici rychlosti nalévání (viz předchozí snímek).

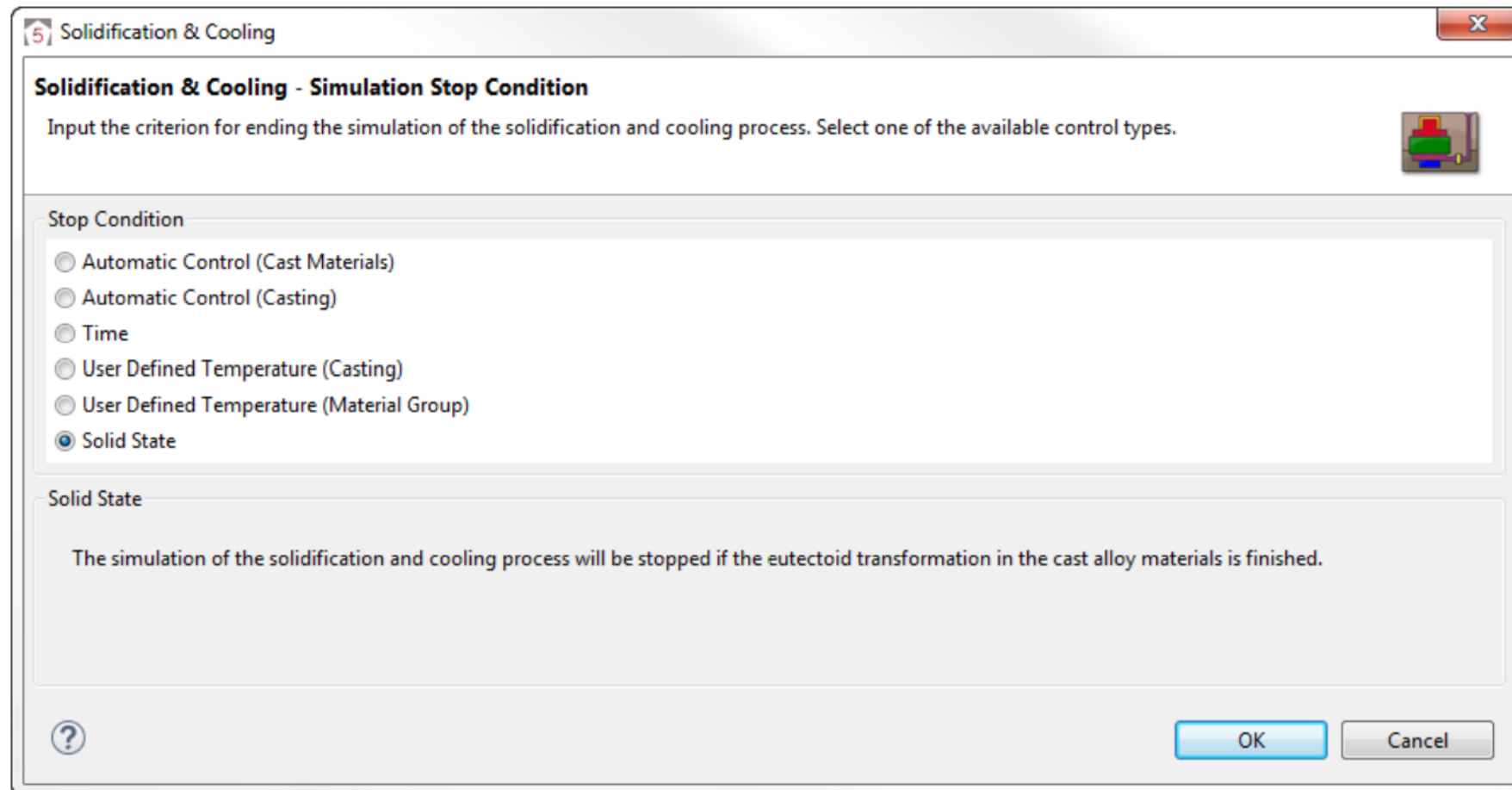


Definování plněního procesu pomocí proměnné Pressure Curve

Definice tuhnutí a ochlazování

- ✓ Zde je možné určit, kdy bude ukončena simulace tuhnutí a chladnutí („Solidification and Cooling“).
- „Automatic Control (Cast Materials)“: Simulace se zastaví, jakmile teplota ve všech materiálech zaplněných tekutým kovem klesne pod teplotu solidu.
- „Automatic Control (Casting)“: Simulace se zastaví, jakmile teplota v odlitku klesne pod teplotu solidu.
- „Time“: Simulace se zastaví, jakmile je dosažen definovaný čas.
- „User Defined Temperature (Casting)“: Simulace se zastaví, jakmile teplota v odlitku klesne pod teplotu, kterou si zvolil uživatel. Zde si můžete vybrat teplotu pro kompletní odlitek, nebo teplotu v určitém bodě. Za tímto účelem musíte v tomto bodě definovat termočlánek v geometrické perspektivě.
- „User Defined Temperature (Material Group)“: Simulace se zastaví, jakmile teplota v definované skupině materiálů klesne pod vámi definovanou teplotu.
- „Solid State“: Simulace se zastaví, jakmile proběhnou všechny eutektoidní transformace.

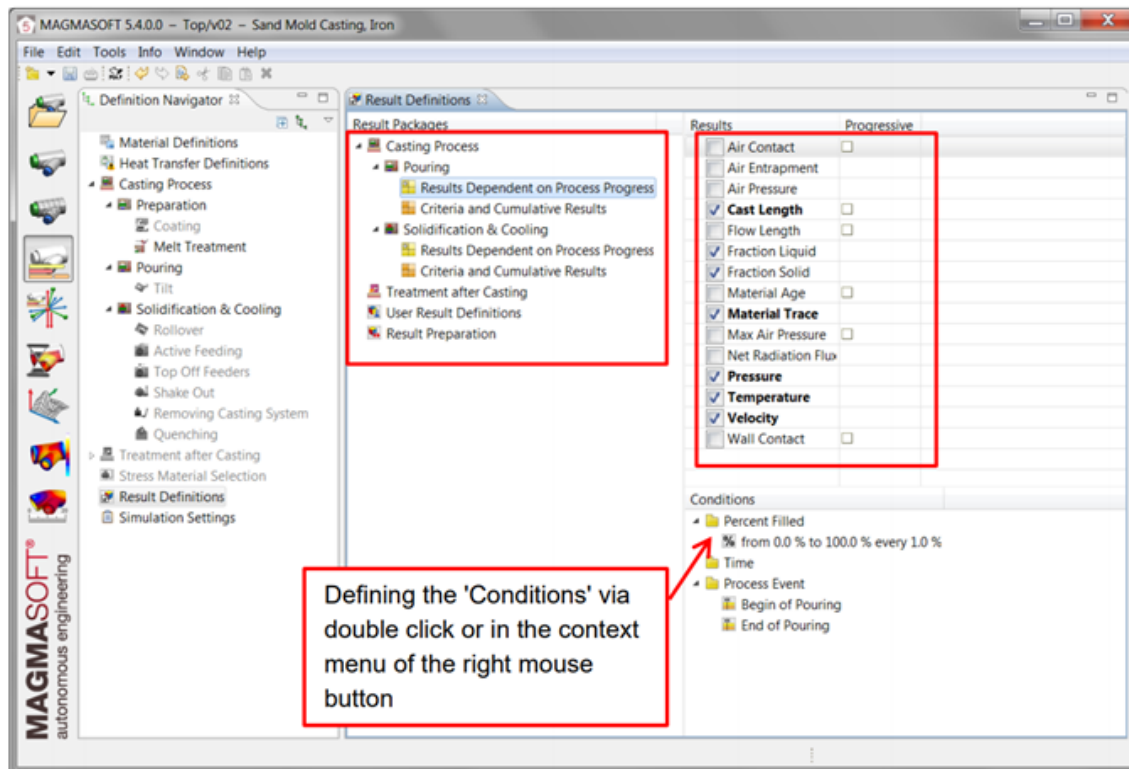
Definice tuhnutí a ochlazování



*Podmínka ukončení
simulace tuhnutí a
chlazení*

Definice výsledků

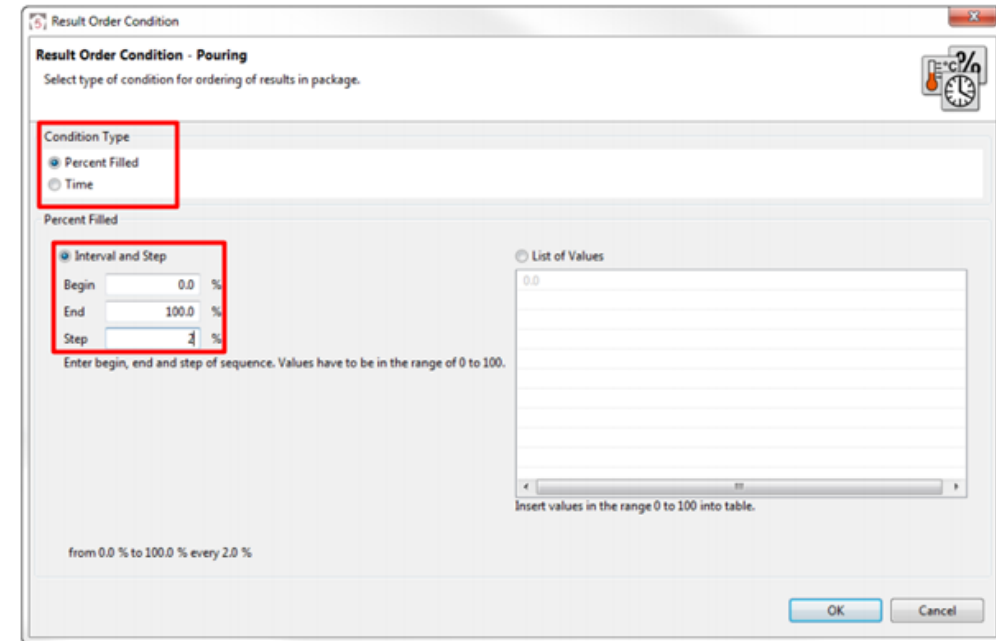
- ✓ V MAGMASOFT® můžete výsledky definovat velmi individuálně. Za tímto účelem přejděte do *Definition navigator > Result Definition v Definition Perspective*.



Definice výsledků pro lití do pískových forem

Definice výsledků

- ✓ Ve výchozím nastavení jsou důležité výsledky dodávány automaticky. Kromě těchto výsledků můžete také definovat další výsledky. V MAGMASOFT® jsou tyto definice výsledků strukturovány podle následujících kroků procesu: „Pouring“ (lití), „Solidification and Cooling“ (tuhnutí a chladnutí).
- ✓ Ve skupině „Result Dependent on Process Progress“ (výsledky v závislosti na fázi procesu) najdete ty výsledky, které se zapisují v různých časových okamžicích. Vy určujete, kdy přesně budou výsledky zapsány specifikací parametru „Condition“. Typickým výsledkem pro takovou výslednou sekvenci je například teplota taveniny v průběhu plnění. Je na vás, abyste se rozhodli, zda chcete získat výsledek ve specifikovaném čase nebo v určité hodnotě procentuálního zaplnění dutiny formy.



Podmínky pro zápis výsledků

Definice výsledků

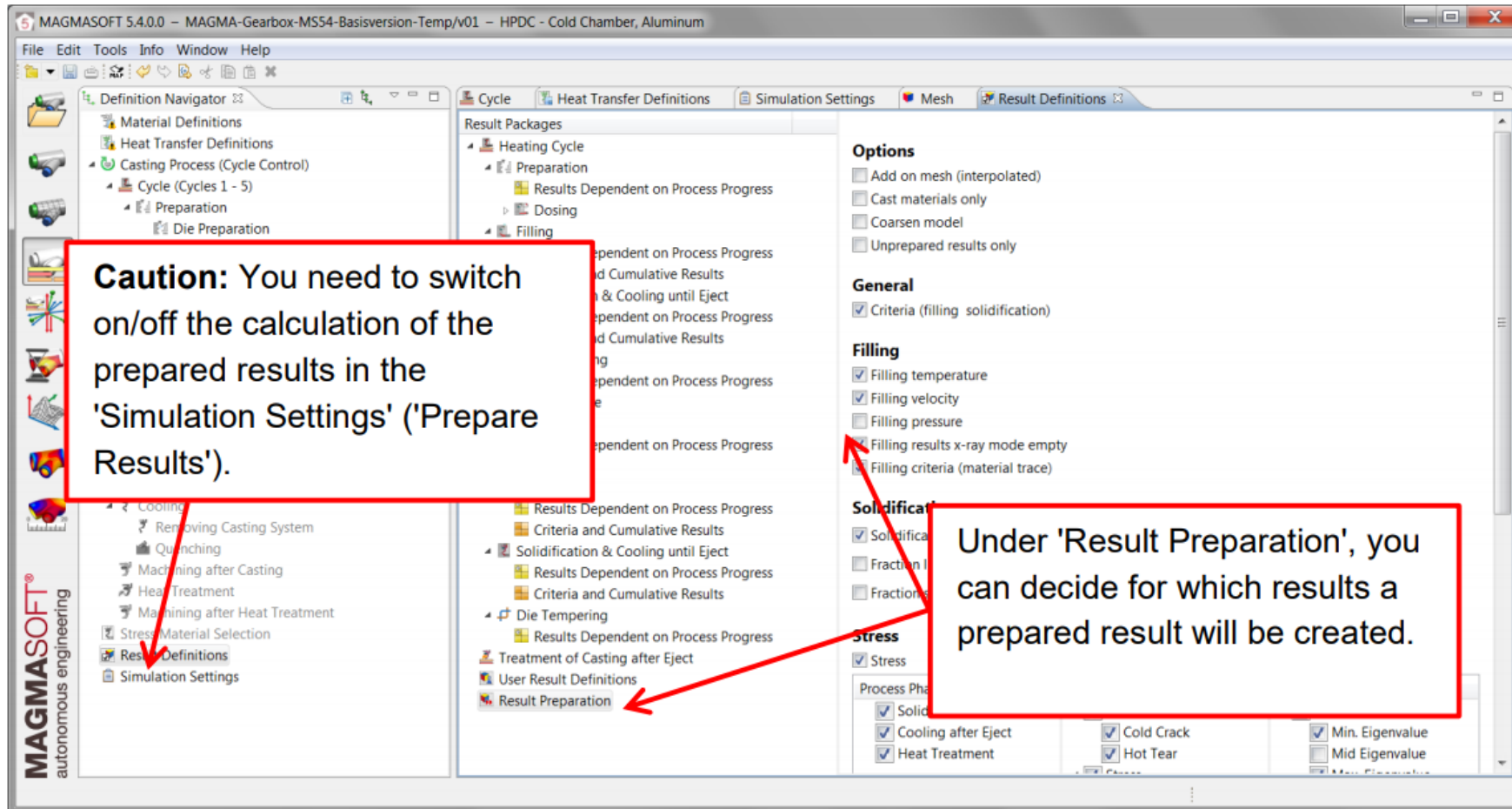
Upozornění:

- ✓ Pokud v definicích výsledků zmenšíte velikost kroku, zaberou výsledky více paměti na disku. Navíc to může také vést k minoritnímu prodloužení doby výpočtu.
- ✓ Výsledky, které program vždy poskytuje, jsou zobrazeny tučně. Nezapomeňte zaškrtnout políčka těch výsledků, které chcete dodatečně vypočítat.
- ✓ Kritéria jako „Flow Length“ nebo „Porosity“ mohou být volitelně zapsána na konci simulačního výpočtu jako jediný výsledek nebo jako výsledková sekvence během výpočtu. Za tímto účelem zaškrtněte políčko u daného kritéria („Progressive“).
- ✓ Pokud definujete speciální výsledky, jako je například „Shake Out“ při lití do pískové formy, software automaticky vytvoří odpovídající definice výsledků na základě vašich nastavení.
- ✓ V rámci skupiny „Criteria and Cumulative Results“ jsou shrnuty výsledky, pro které nelze stanovit další podmínky. Tyto výsledky jsou nezávislé na čase a jsou zapsány na konci výpočtu.

Result Preparation (příprava výsledků)

- ✓ Aby bylo při vyhodnocování výsledků simulace možné pracovat rychleji, je vhodné nechat výsledky připravit na konci simulačního výpočtu pro jejich vizuální kontrolu v **Result Perspective**. Za tímto účelem jsou všechny výsledky automaticky převedeny, odpovídajícím způsobem připraveny a uloženy jako další výsledky do složky mezipaměti odpovídající verze na pevném disku. Tyto připravené výsledky jsou již zpracovány pro jejich zobrazení v mnohem menší velikosti než původní výsledky, což vám umožní rychle otevřít a odpovídajícím způsobem je zobrazit. Tento programový krok doporučujeme také aktivovat, pokud si přejete pracovat s animovanými sekvencemi obrázků později v **Result Perspective**.
- ✓ V *Definition navigator* > *Result Definitions* > *Result Preparation* můžete vybrat typy výsledků, které chcete připravit.

Result Preparation (příprava výsledků)

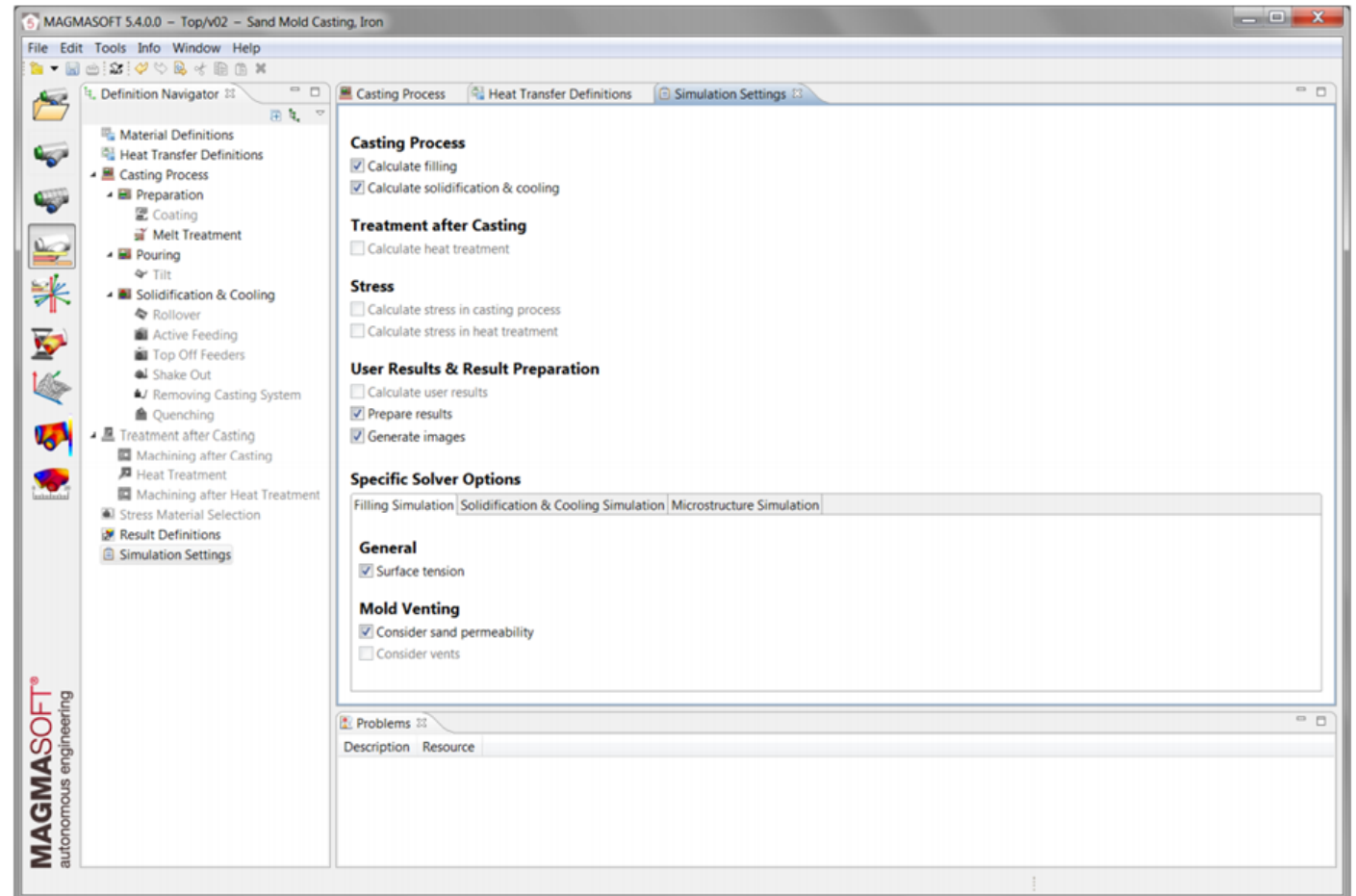


Určení připravených výsledků

Simulation Settings (nastavení simulace)

- ✓ Zkontrolujte, zda jsou všechna nastavení simulace nastavena podle plánu. V případě, že jednotlivé procesní kroky nejsou aktivovány, může to být způsobeno tím, že parametry nebyly přiřazeny vůbec nebo pouze nesprávně. V tomto okamžiku můžete také zpětně deaktivovat jednotlivé kroky procesu. Možnosti výběru se liší pro lití do písku a trvalých forem.

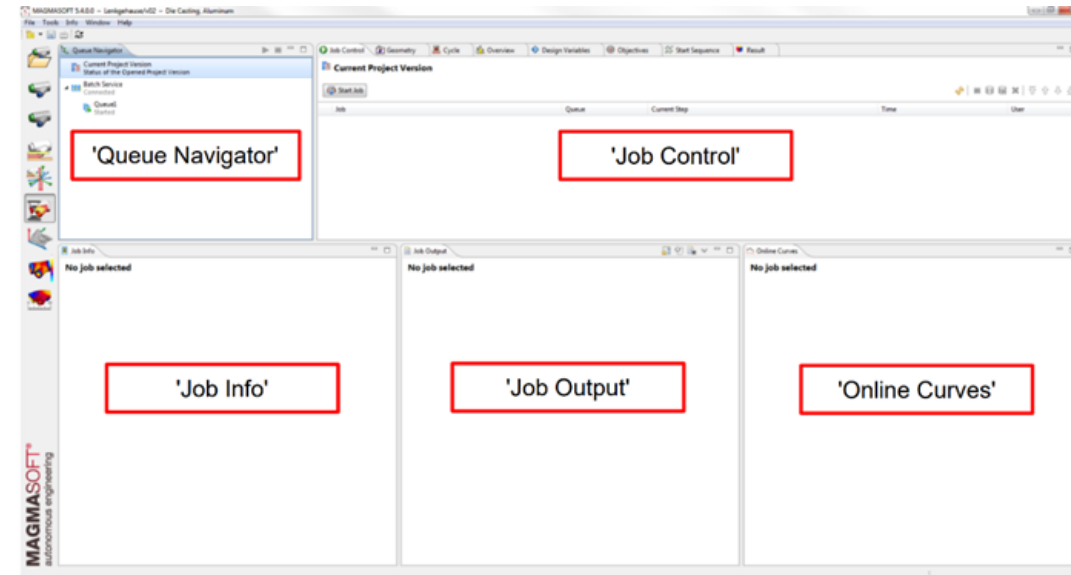
Nastavení simulace pro lití do pískových forem



Simulation Perspective

✓ Na obrázku je zobrazené uživatelské rozhraní pro simulační perspektivu. Zde je pět oddělených pracovních oken.

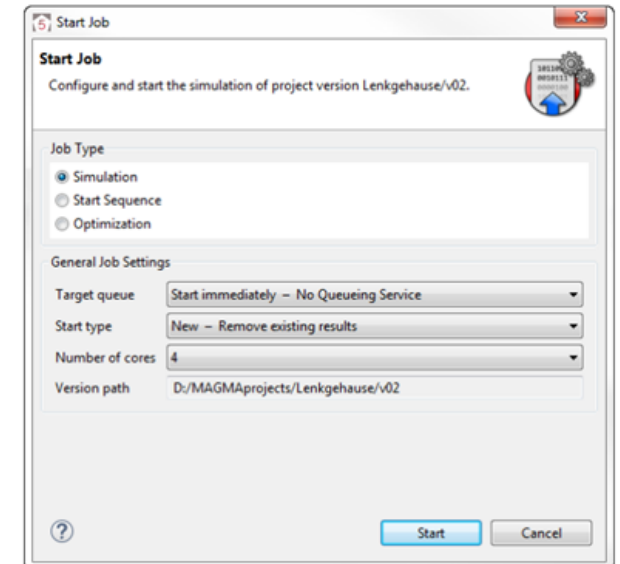
- „Queue Navigator“: Zde můžete spouštět a řídit frontu úloh pro výpočet několika simulací.
- „Job Control“: Zde najdete tlačítka a nabídky pro spuštění a ovládání simulace.
- „Job Info“: Zde najdete obecné informace o vaší simulaci, například čas zahájení, trvání a stav a pro optimalizaci tabulky designů.
- „Job Output“: Zde máte přístup ke komplexnímu protokolu výpočtu simulace.
- „Online Curves“: Zde si můžete zobrazit spuštěnou simulaci pomocí diagramu. Ukazuje teplotní grafy simulace jako funkce času a ukazatele průběhu simulace.



*Uživatelské rozhraní pro
Simulační perspektivu*

Start Simulace

- ✓ Chcete-li spustit simulaci, vytvořte novou úlohu („job“) výpočtu pomocí funkce „Start Job“. Nejprve určete, jaký typ úlohy chcete spustit, v dialogu „Start Job“ pod „Job Type“. Chcete-li okamžitě zahájit simulaci, nejprve vyberte jako typ úlohy „Simulation“. „Target Queue“ vám umožňuje zvolit, zda má být výpočet spuštěn okamžitě nebo zda má být místo toho přidán do fronty. Chcete-li zahájit výpočet najednou, vyberte možnost „Start Immediately – No Queueing Service“. V části „Number of Cores“ uveďte počet jader procesoru, která se mají použít pro výpočet. Počet použitelných jader závisí na vaší licenci MAGMASOFT® a dostupném hardwaru. Pokud můžete použít několik procesorů, proveďte správný výběr zde. Kliknutím na „Start“ zahájíte výpočet simulace okamžitě.



Dialogové okno „Start Job“

Start Simulace

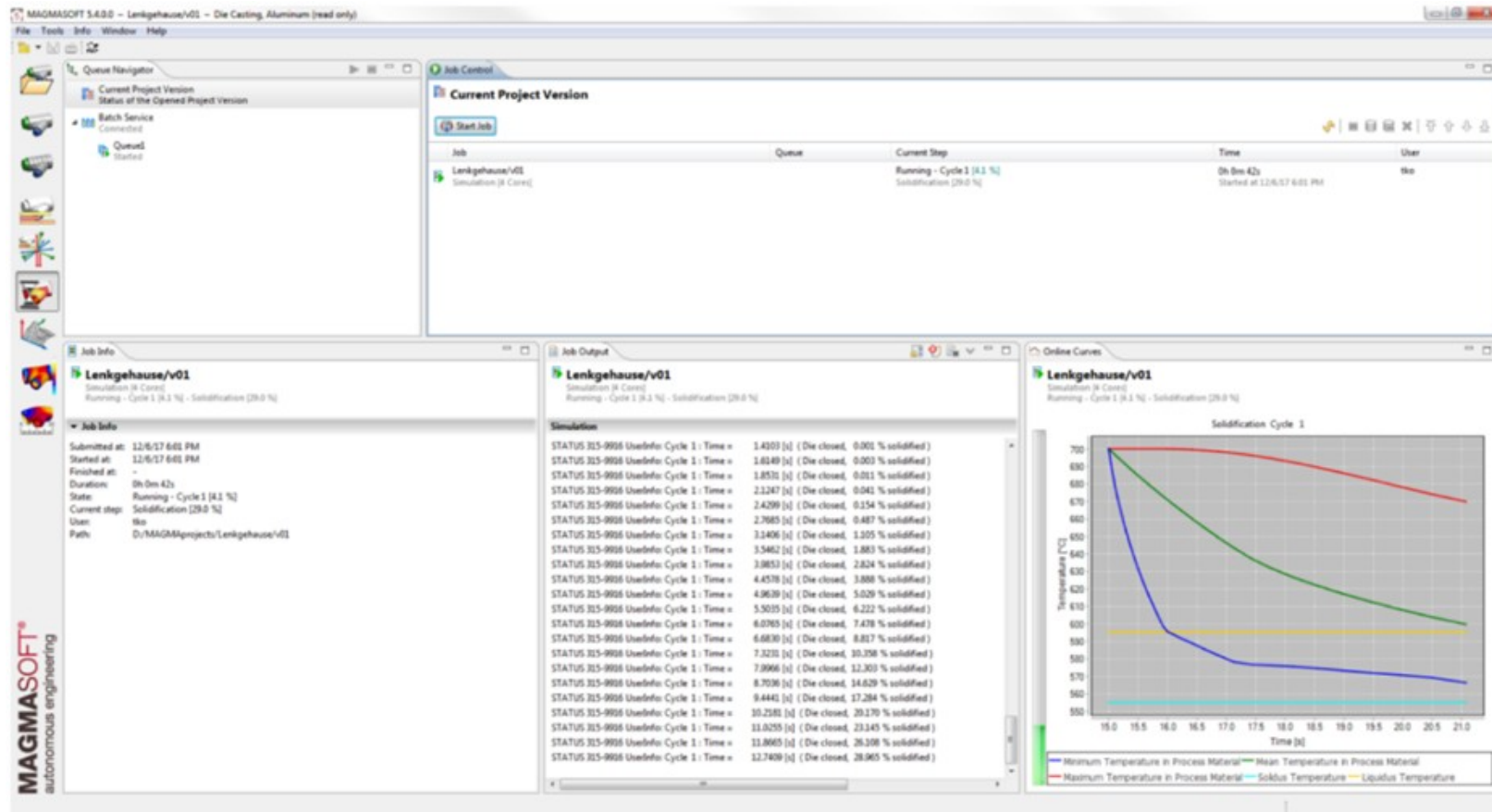
- ✓ Výpočet simulace se spustí po odeslání úlohy do fronty. Pokud vyberete svou aktuální úlohu v nabídce „Job Control“ dvojitým kliknutím, uvidíte všechny relevantní informace o vaší simulaci a můžete ji revidovat.

- ✓ Tlačítka mají následující funkci:
 - **Refresh:** Provádí automaticky jednou za tři sekundy.
 - **Continue Job:** Přímo restartuje pozastavené projekty ve frontě.
 - **Stop running job:** Zastaví výpočet.
 - **Dump running job:** Uloží aktuální stav výpočtu simulace. Simulace se nezastaví a bude pokračovat. Data vašeho aktuálního výpočtu budou uložena až do „dumpingového“ bodu v čase. To může být užitečné, pokud je mezitím simulace přerušena chybou nebo úmyslně zastavena. (toto tlačítko je aktivní pouze pro simulace, ne optimalizaci)
 - **Dump and stop running job:** (toto tlačítko je aktivní pouze pro simulace ne optimalizaci): Tuto funkci můžete použít k uložení simulačních dat jako u „Dump running job“ a navíc simulaci správně zastavit.

Start Simulace

- **Kill running job:** Výpočet bude přerušeno. Dosud vypočítané výsledky nebudou uloženy (ve vyrovnávací paměti) a výpočet nelze obnovit.
- **'Enable/Disable the Scroll Lock:** Nepřetržité záznamy zapsané během výpočtu pod „Job Output“ jsou zastaveny nebo obnoveny. Položky si můžete prohlédnout postupně.
- **Show only Errors and Warnings** Položky „Job Output“ jsou filtrovány pouze na chyby a upozornění.
- **Clear the message area:** Všechny „Job Output“ vstupy jsou smazány.
- **Select the logfile for an optimization:** Pro optimalizace nebo začátek sekvence, můžete přepnout mezi vstupy nebo jednotlivými návrhy.

Start Simulace



Perspektiva simulace během simulace