



ŠKODA AUTO Vysoká škola

Počítačová simulace logistických procesů

Standardní prvky Plant Simulation

Jan Fábry

26.03.2023

Standardní prvky Plant Simulation

Cíl přednášky

- Seznámit s použitím a funkcionalitami prvků těchto skupin:
 - Information Flow,
 - UserInterface,
 - MUs,
 - Tools.

Standardní prvky Plant Simulation



ŠKODA AUTO Vysoká škola

Struktura přednášky


- Standardní prvky skupiny „**Information Flow**“:
 - DataList, DataStack, DataQueue.
 - TimeSequence.
 - Trigger, Generator.
 - AttributeExplorer, XMLinterface, FileInterface, FileLink.
- Standardní prvky skupiny „**UserInterface**“:
 - Comment, Display, Chart, HtmlReport, Dialog, Checkbox, DropDownList, SankeyDiagramm.
- Standardní prvky skupiny „**MUs**“:
 - Part, Container, Transporter.
- Standardní prvky skupiny „**Tools**“:
 - BottleneckAnalyzer, ExperimentManager, GAWizard, TransferStation.

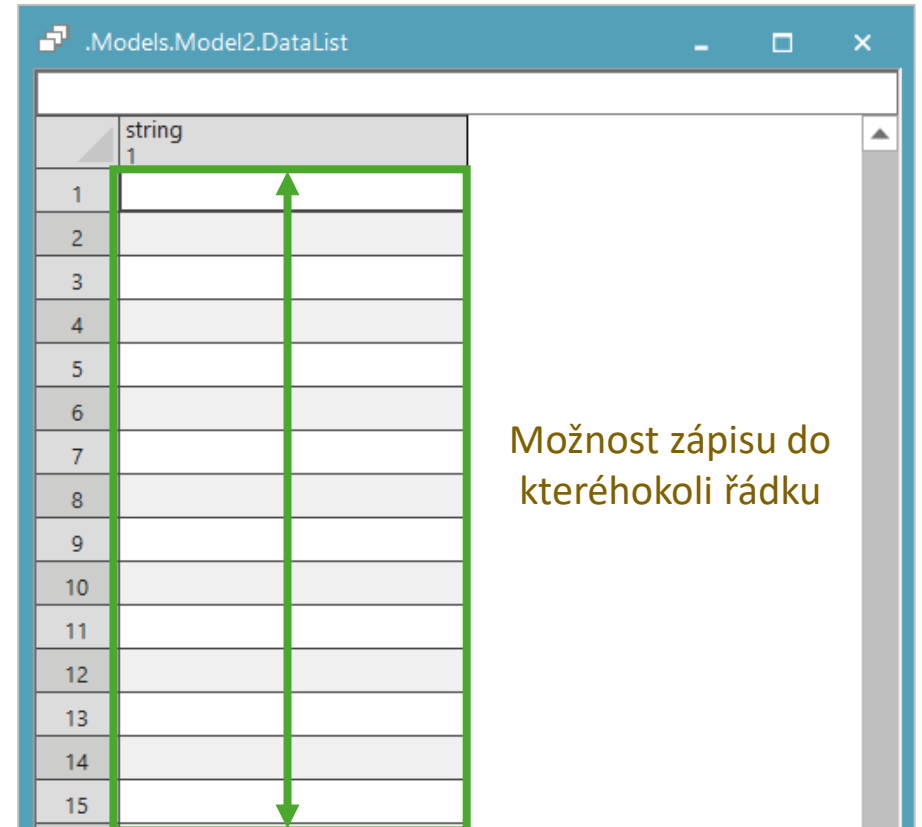
Standardní prvky Plant Simulation



ŠKODA AUTO Vysoká škola

DataList

- Ikona 
- Objekt skupiny „Information Flow“.
- Slouží jako **fronta dat**.
- „DataList“ je list s **jedním sloupcem**, který je charakteristický možností **náhodného přístupu** ke každé z pozic uvnitř. Každá buňka je **adresovaná číslem řádku**. Příchozí entita způsobí posun dalších entit v řadě za příchozí entitou, o pozici dolů.
- Představit si jej můžeme jako „**kartotéku**“. Například ty, které se dříve používaly v knihovnách.




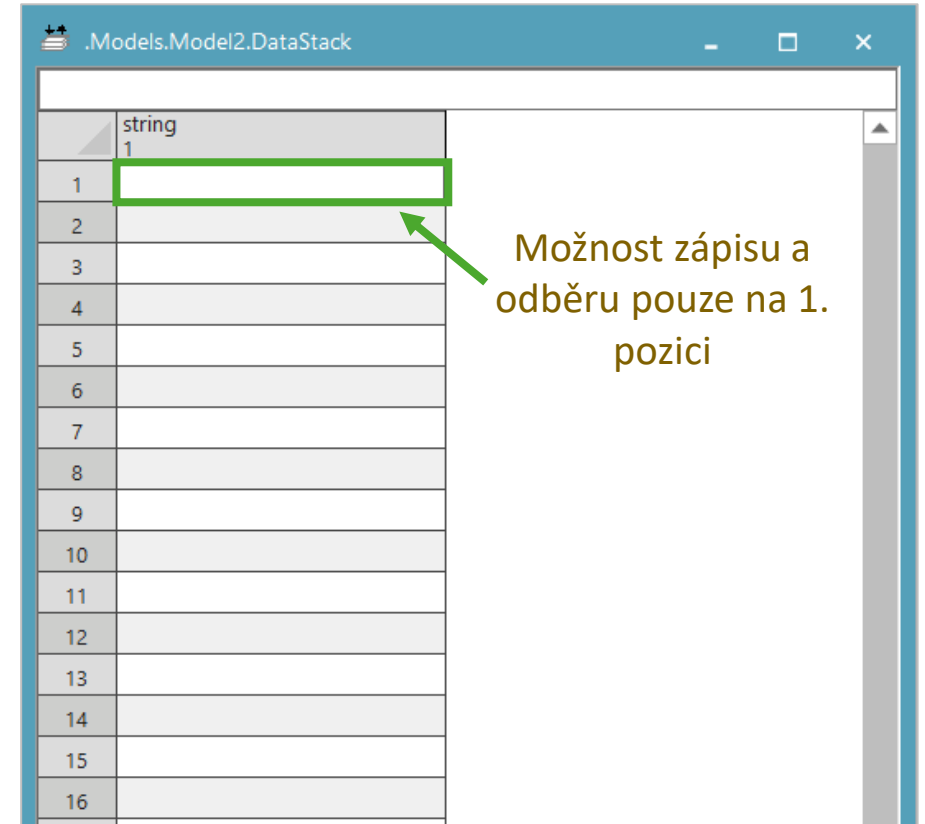
Standardní prvky Plant Simulation



ŠKODA AUTO Vysoká škola

DataStack

- Ikona 
- Slouží jako **fronta dat** typu zásobník (stoh).
- „DataStack“ je **list s jedním sloupcem**, který je charakteristický možností přistupovat k datům **LIFO** (Last In First Out).
- Plant Simulation tedy přistupuje vždy k prvku v řadě nahoře. Při vkládání entity vždy používá první pozici, stejně tak při odběru entity.
- Příkladem použití je systém mytí nádobí. Jeden člověk talíře myje a ukládá je na sebe, druhý je utírá a odebírá ze sloupce talířů ten poslední. Dalším příkladem je systém používání nákupních košíků u obchodních center či stohování palet.




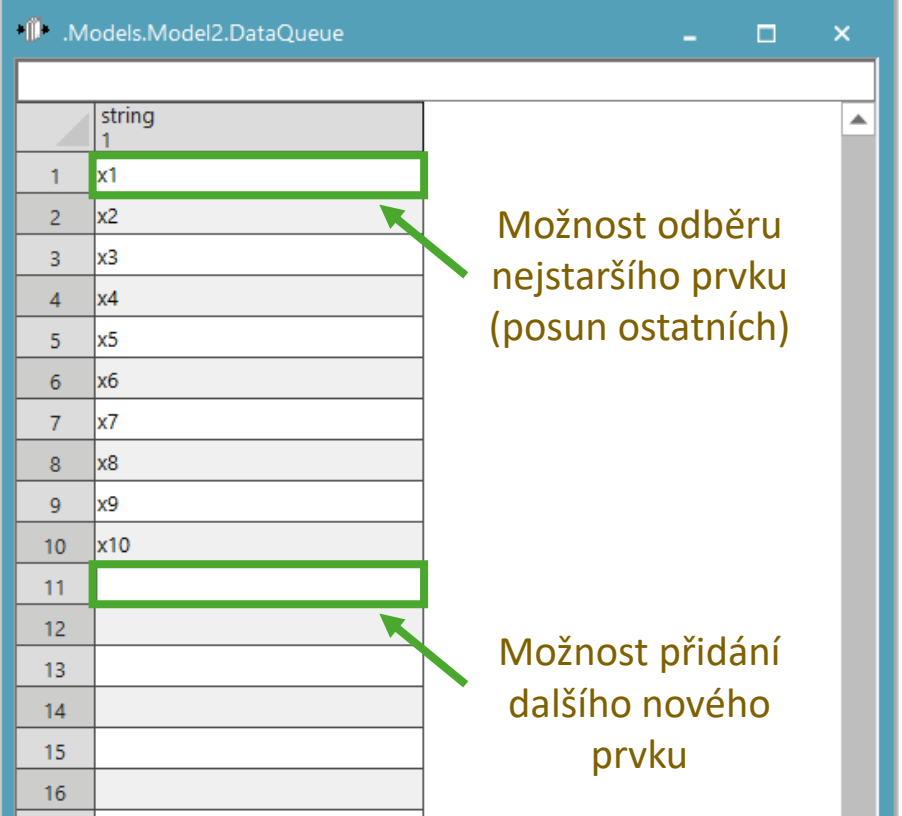
Standardní prvky Plant Simulation



ŠKODA AUTO Vysoká škola

DataQueue

- Ikona 
- Slouží jako **fronta dat**.
- „DataQueue“ je **list s jedním sloupcem**, který je charakteristický možností přistupovat k datům **FIFO** (First In First Out). Každá buňka je adresovaná číslem řádku.
- Příchozí entita je zapsána do řádku přidaného na konec seznamu. Odebrána je vždy nejstarší entita, tj. entita na prvním řádku. Způsobí posun dalších entit v řadě za příchozí entitou, o pozici nahoru.
- Představit si dokážeme tento systém jako typickou „silniční frontu“.



Možnost odběru nejstaršího prvku (posun ostatních)


Možnost přidání dalšího nového prvku

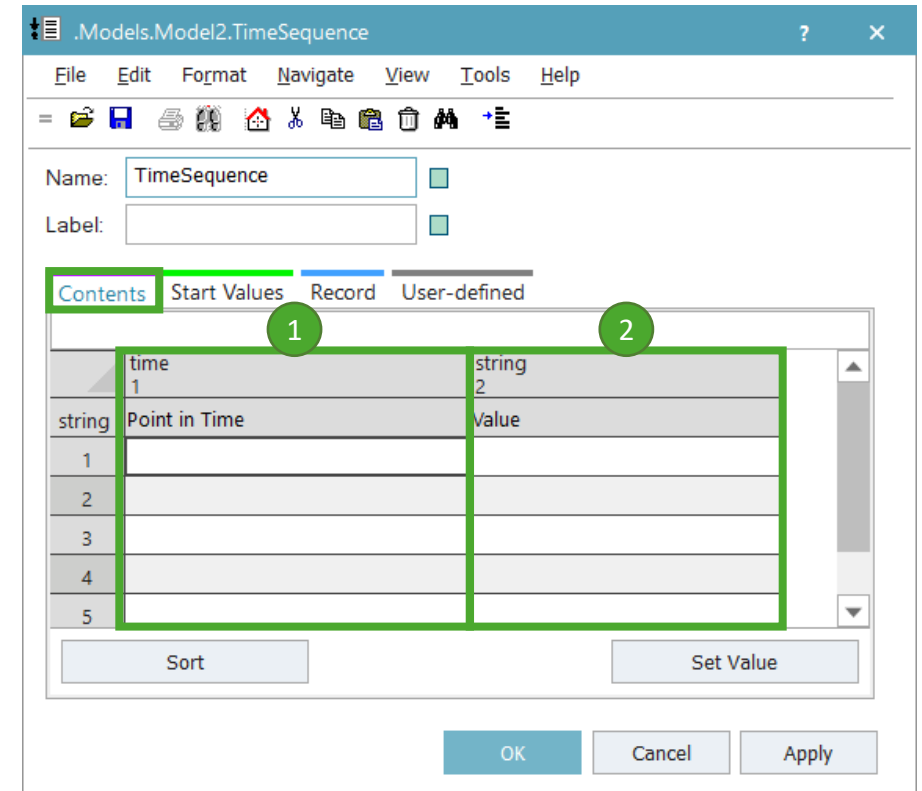
	string
1	x1
2	x2
3	x3
4	x4
5	x5
6	x6
7	x7
8	x8
9	x9
10	x10
11	
12	
13	
14	
15	
16	

Standardní prvky Plant Simulation



TimeSequence


- Ikona 
- Slouží jako rozvrh časových činností.
- První sloupec slouží pro zápis časových hodnot (1) a druhý poté k tomuto času asociovaných hodnot (2).
- Lze jej využívat pro zápis, řízení s časem souvisejících hodnot např. plánu směn a plánu údržby zařízení.
- Prvek se v podstatě chová jako list s jedním sloupcem, kde však nesmí být volný řádek, následovaný dalším řádkem hodnot.

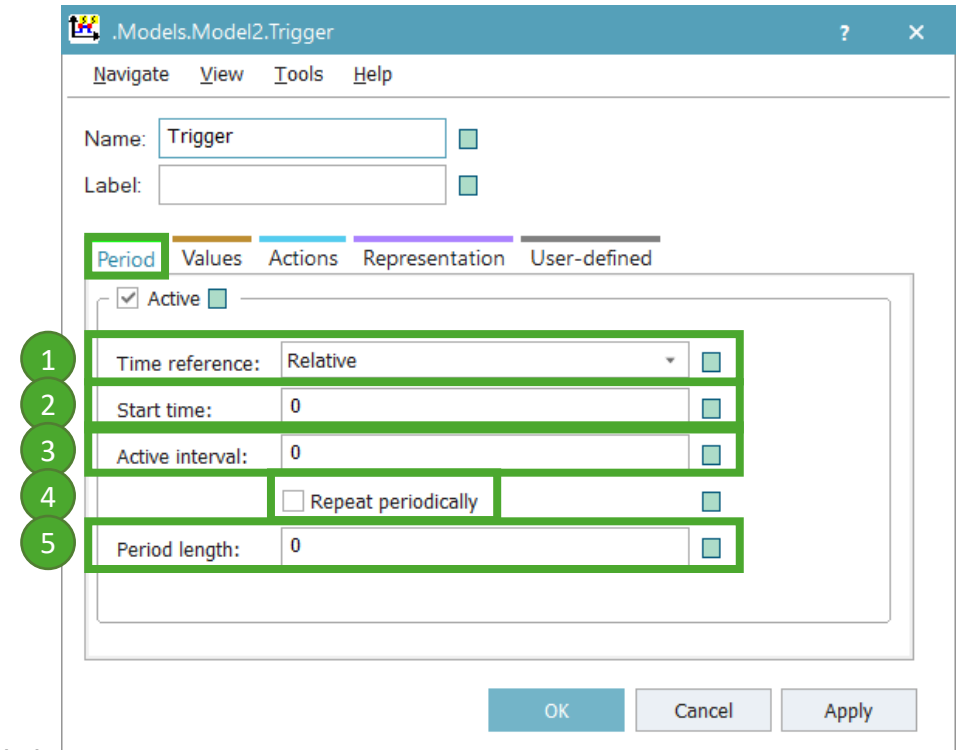


Standardní prvky Plant Simulation



Trigger


- Ikona 
- Slouží jako **spouštěč událostí**.
- „Trigger“ umí v přesných časových intervalech **aktivovat metody** a jimi naprogramované akce.
- „**Time reference**“ umožňuje nastavení „absolutního“ a „relativního“ času (1).
- „**Start time**“ reprezentuje časový okamžik od kterého začíná „Trigger“ pracovat (2).
- „**Active interval**“ (3) definuje časový interval, během něhož bude „Trigger“ aktivní.
- „**Repeat periodically**“ umožňuje cyklicky definovaný interval opakovat (4).
- „**Period length**“ (5) předepisuje délku trvání jednoho časového cyklu během simulačních testů. Pokud je označena volba (4), bude se po skončení periody cyklus opakovat.



Standardní prvky Plant Simulation



Generator

- Ikona 
- Slouží jako nástroj k aktivování metod v určitém intervalu nebo období.
- Volby „Start“ a „Stop“ aktivují první a poslední spuštění metody (1) a (2).
- „Interval“ definuje dobu mezi dvěma aktivacemi intervalu (2).
- Volba (3) pak přiřazuje tomuto intervalu metodu.
- „Duration“ určuje časové rozpětí mezi „Interval Control“ (3) a „Duration Control“ (4). „Duration Control“ může nastat vždy až po „Interval Control“.


The image displays two screenshots of the .Models.Model2.Generator dialog box. The top screenshot shows the 'Times' tab, which is highlighted with a green box. It contains fields for 'Start', 'Stop', 'Interval', and 'Duration', each with a dropdown menu set to 'Const' and a value of '0'. A green circle with the number '1' is next to the 'Start' field, and a green circle with the number '2' is next to the 'Interval' field. The bottom screenshot shows the 'Controls' tab, also highlighted with a green box. It contains fields for 'Interval' and 'Duration', each with a dropdown menu and an ellipsis button. A green circle with the number '3' is next to the 'Interval' field, and a green circle with the number '4' is next to the 'Duration' field.

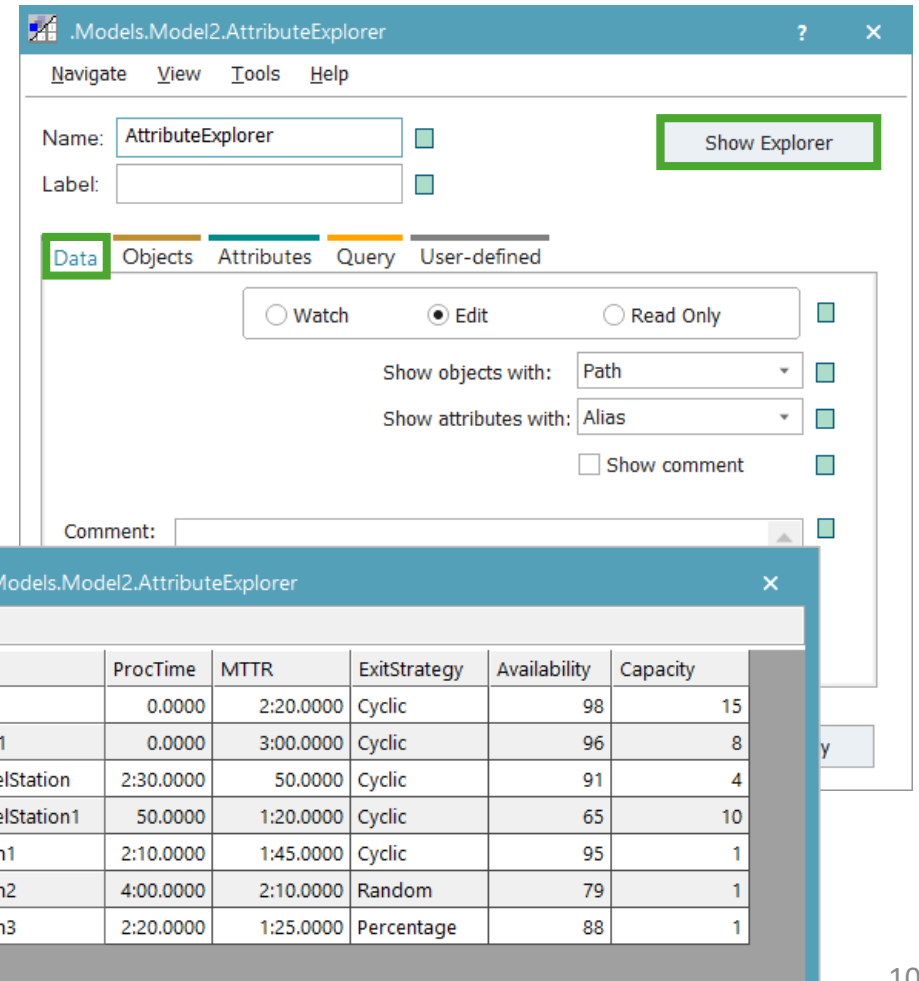
Standardní prvky Plant Simulation



ŠKODA AUTO Vysoká škola

AttributeExplorer

- Ikona 
- Slouží jako nástroj ke čtení, sledování a úpravám atributů jednotlivých dílčích prvků na jednom místě.
- Lze zadávat rozličné hodnoty, např.:
 - Kapacity.
 - Časy opracování.
 - Doby trvání prostoje.
 - Zvolené strategie.
- Nastavení atributů lze exportovat, poté provést mimo PS úpravy tabulky (např. v MS Excelu) a poté zpět importovat a testovat tak různé variantní scénáře.



The screenshot shows the Attribute Explorer window with the following configuration:

- Name: AttributeExplorer
- Label: (empty)
- Buttons: Show Explorer
- Tab: Data
- Mode: Edit
- Show objects with: Path
- Show attributes with: Alias
- Show comment: (unchecked)
- Comment: (empty)


The data table displayed is as follows:

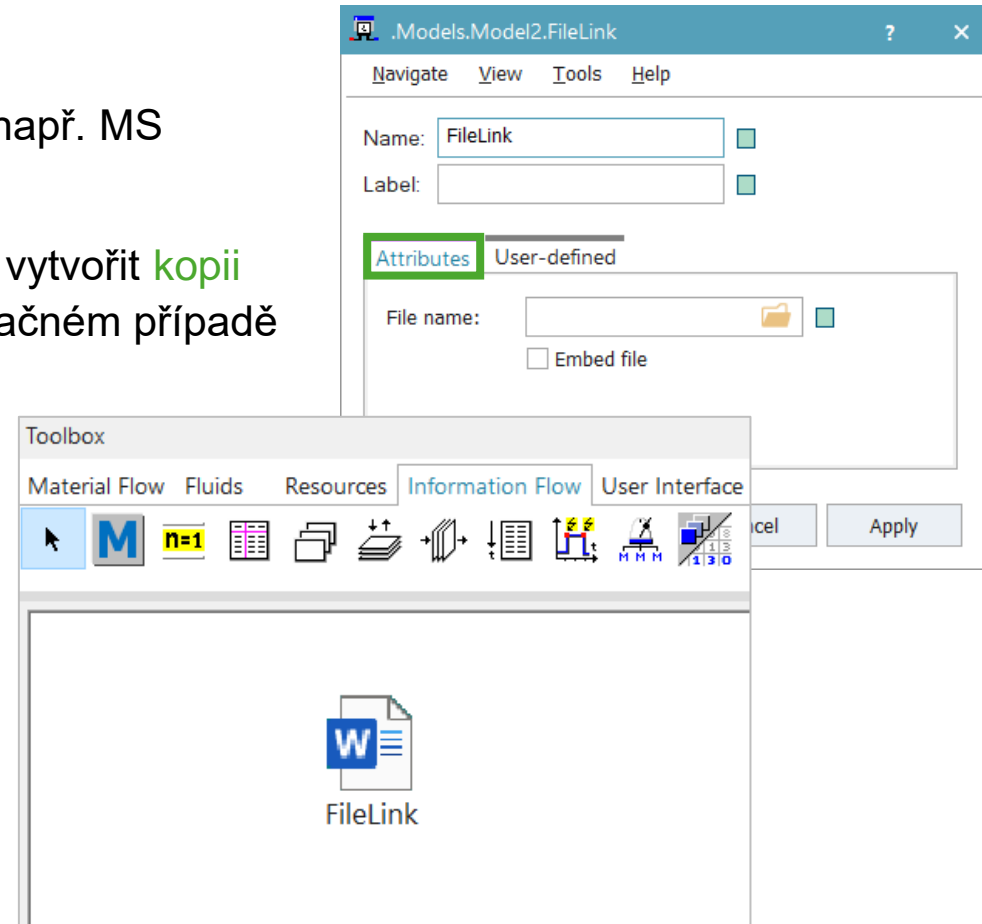
	ProcTime	MTTR	ExitStrategy	Availability	Capacity
Buffer	0.0000	2:20.0000	Cyclic	98	15
Buffer1	0.0000	3:00.0000	Cyclic	96	8
ParallelStation	2:30.0000	50.0000	Cyclic	91	4
ParallelStation1	50.0000	1:20.0000	Cyclic	65	10
Station1	2:10.0000	1:45.0000	Cyclic	95	1
Station2	4:00.0000	2:10.0000	Random	79	1
Station3	2:20.0000	1:25.0000	Percentage	88	1

Standardní prvky Plant Simulation



FileLink


- Ikona 
- Slouží k umístění souborů z různých datových zdrojů (např. MS Office), přímo do „Frame“ (1).
- Při vkládání souboru jsme dotázáni (2), zda-li hodláme vytvořit kopii souboru přímo ve „Frame“? Volba „Yes“ to zajistí. V opačném případě jde o pouhý odkaz na soubor.

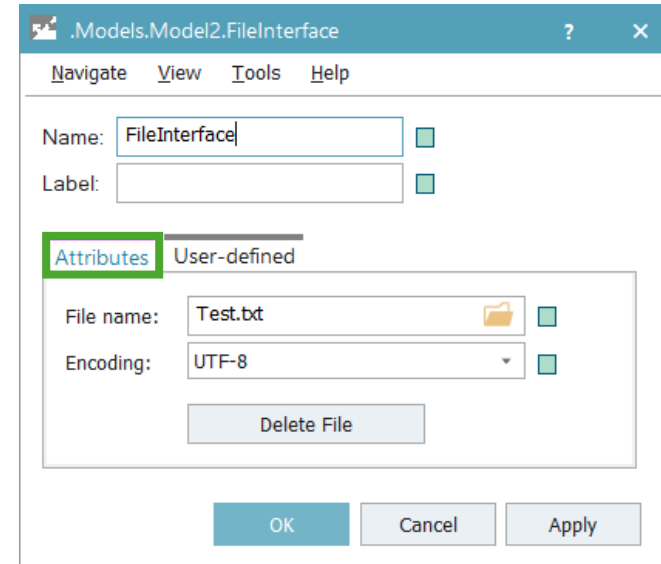


Standardní prvky Plant Simulation



FileInterface

- Ikona 
- Pomocí tohoto prvku můžeme **přistupovat k datům vytvořeným v jiných aplikacích**. Můžeme tak vytvářet soubory „*.txt“ a importovat je během simulačního běhu do prostředí Plant Simulation.
- „FileInterface“ podporuje **pouze znaky typu:**
 - Písmena.
 - Číslice.
 - Speciální znaky.




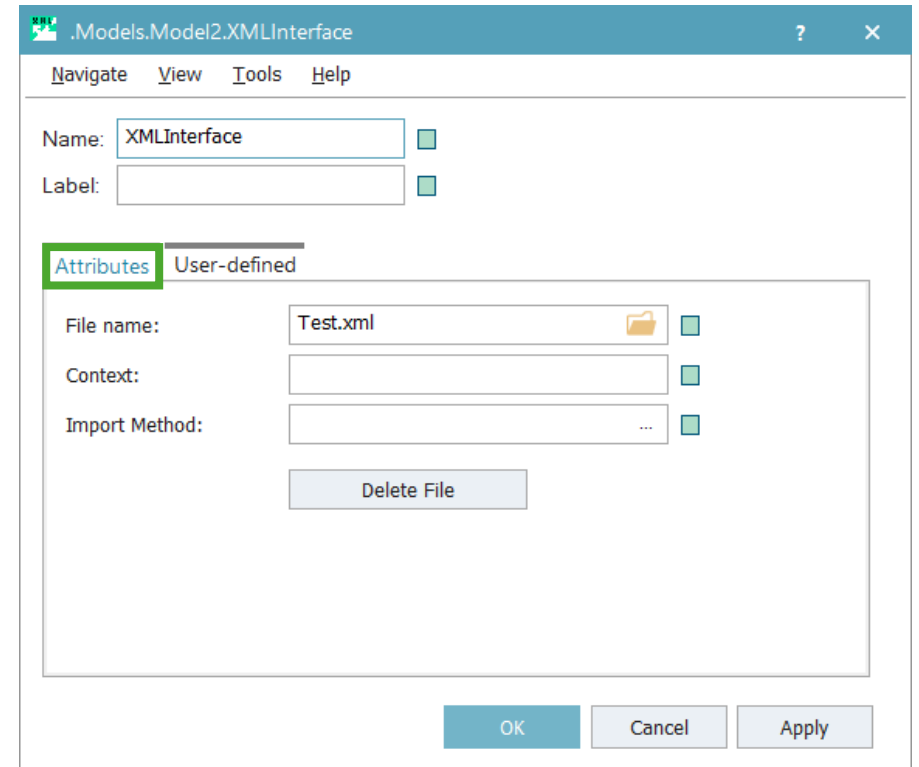
Standardní prvky Plant Simulation



ŠKODA AUTO Vysoká škola

XMLinterface

- Ikona 
- Slouží jako nástroj ke čtení a získávání dat z XML souborů.
- XML dokumenty mají danou strukturu v ASCII formátu.
- Tímto způsobem lze načítat v PS např. exportovaná data z Process Designeru nebo XML databází.




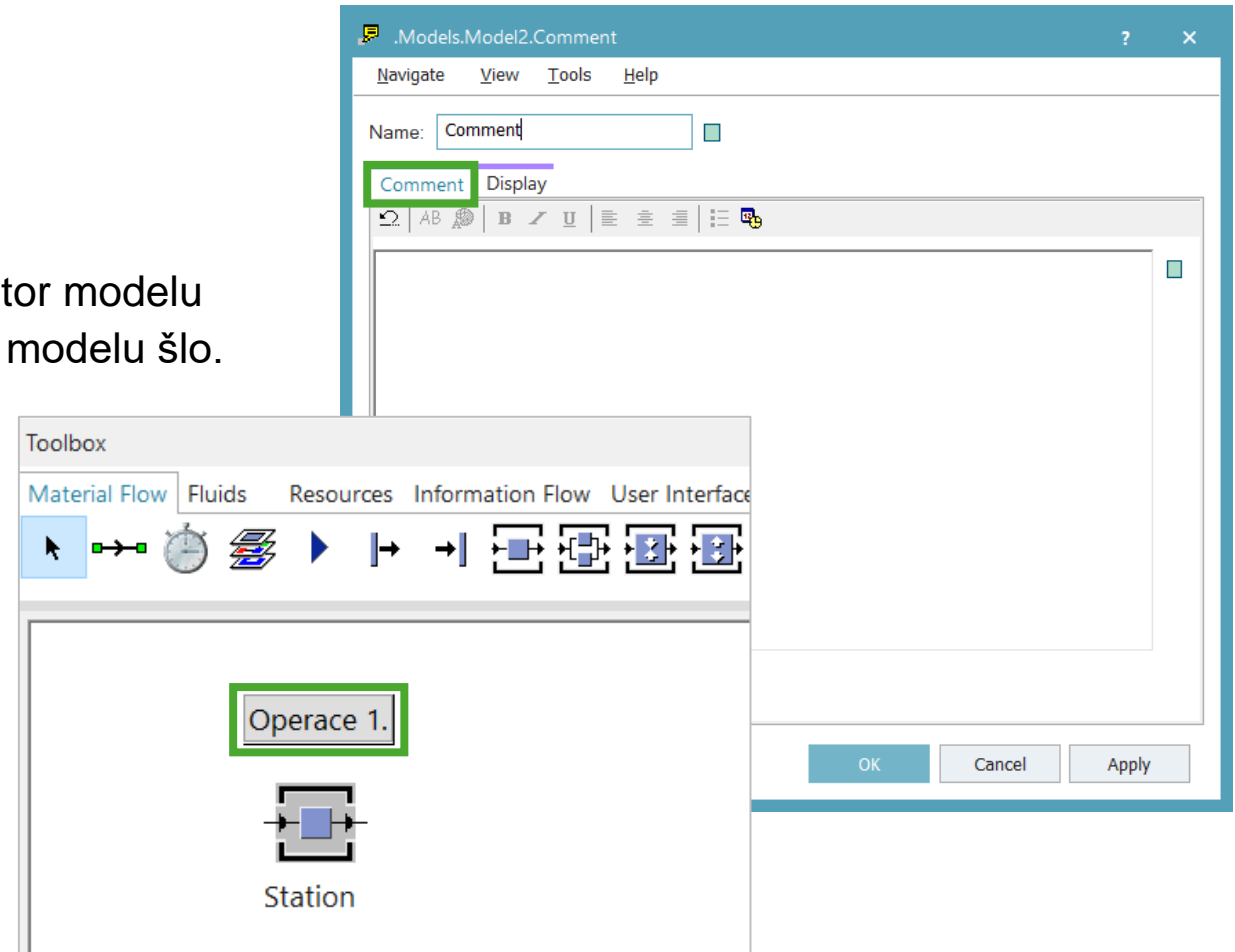
Standardní prvky Plant Simulation



ŠKODA AUTO Vysoká škola

Comment


- Ikona 
- Objekt skupiny „User Interface“.
- Slouží k **popisu modelu slovně**.
- Je užitečný zejména **pro týmy spolupracovníků**, kde autor modelu může vhodně popsat, oč mu v dané konkrétní situaci v modelu šlo. Lze takto např. popisovat složitější logiku řízení apod.
- Obsahuje **jednoduchý editor**, takže lze pracovat s různými druhy písma a barev.

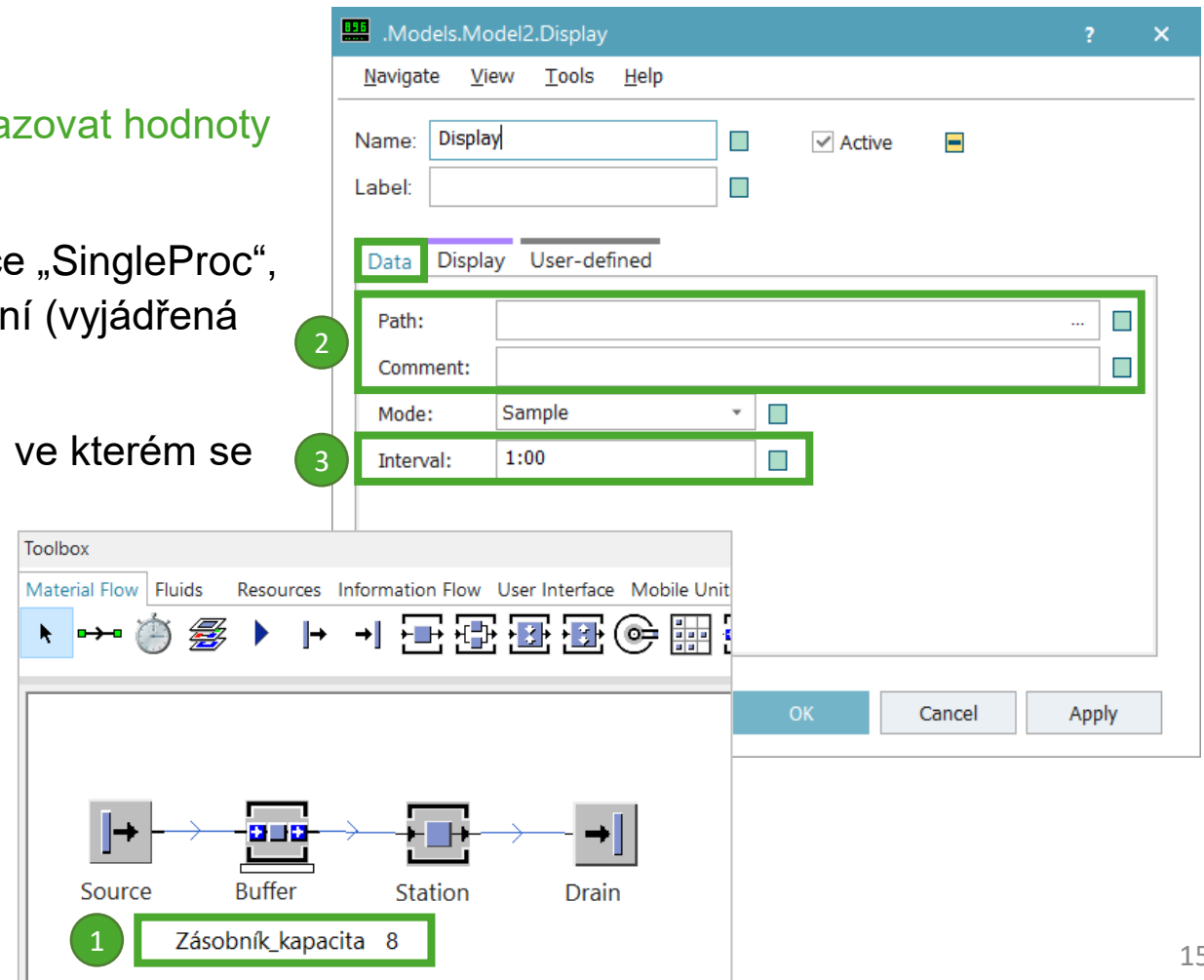


Standardní prvky Plant Simulation



Display

- Ikona 
- Prvek, který je schopný během simulačního běhu zobrazovat hodnoty rozličných atributů (1).
- V zobrazeném příkladu sleduje hodnotu prostojů stanice „SingleProc“, tedy jaký je podíl prostojů (2) na časovém fondu zařízení (vyjádřená v procentech).
- Volba „Interval“ (3) umožňuje definovat časový interval, ve kterém se budou hodnoty prvku „Display“ obnovovat.




The screenshot displays the configuration window for a 'Display' element in Plant Simulation. The window has a menu bar with 'Navigate', 'View', 'Tools', and 'Help'. Below the menu, there are fields for 'Name' (set to 'Display') and 'Label'. A 'Data' tab is selected, showing a 'Path' field, a 'Comment' field, a 'Mode' dropdown set to 'Sample', and an 'Interval' field set to '1:00'. A green box highlights the 'Path' and 'Comment' fields, with a circled '2' next to it. Another green box highlights the 'Interval' field, with a circled '3' next to it. Below the configuration window, a 'Toolbox' window is visible, showing a 'Zásobník_kapacita 8' element highlighted with a green box and a circled '1' next to it. The 'Toolbox' window also shows a 'Station' element highlighted with a green box and a circled '2' next to it. The 'Station' element is connected to a 'Buffer' element, which is connected to a 'Source' element, which is connected to a 'Drain' element.

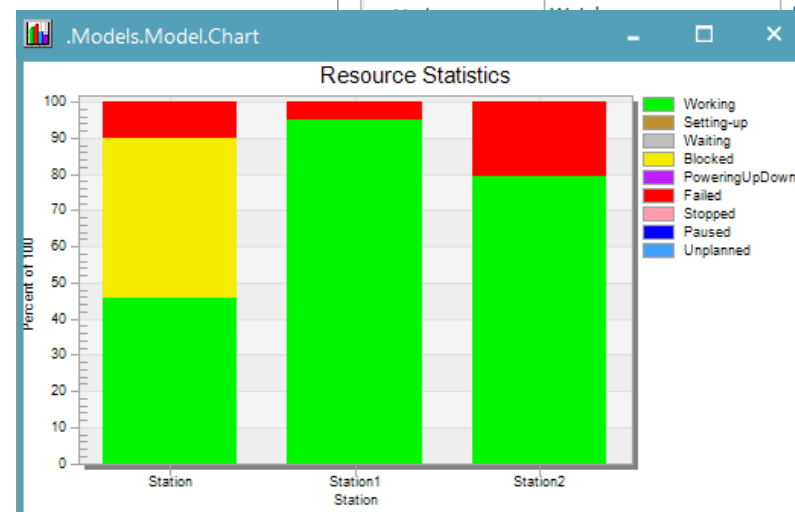
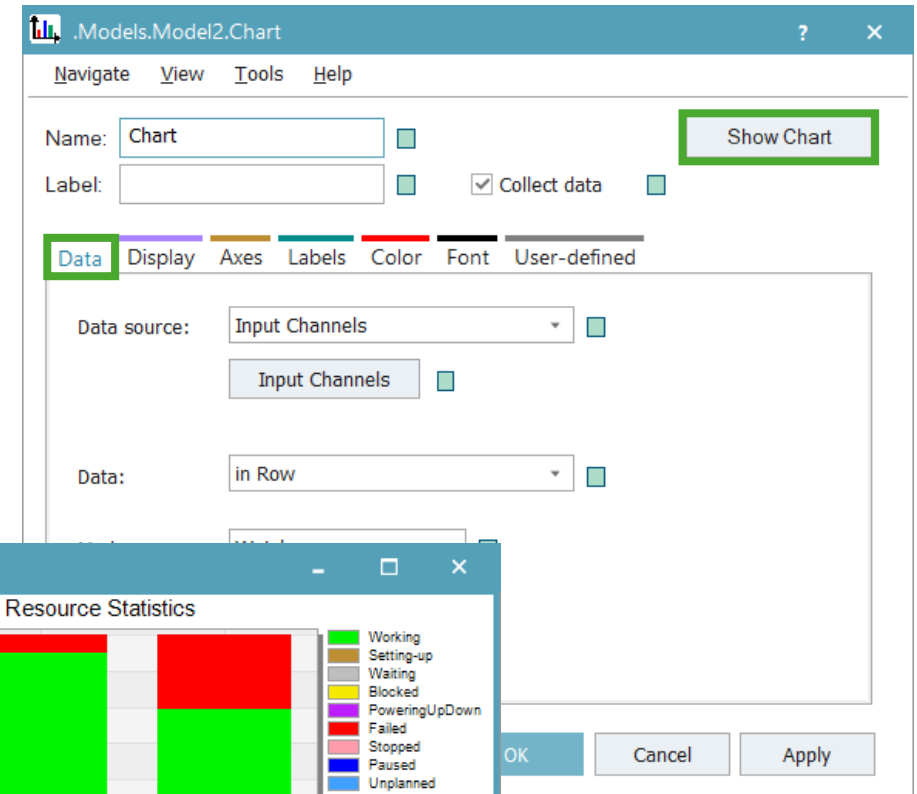
Standardní prvky Plant Simulation



ŠKODA AUTO Vysoká škola

Chart

- Ikona 
- Prvek umožňuje graficky zobrazit průběh sledovaných veličin v simulačním čase.
- Grafy jsou velice užitečné nejen pro prezentování výstupů simulačních experimentů, ale také ve fázi validace modelu.
- Lze vybírat z několika typů grafů (např. spojnicový, sloupcový, histogram apod.).
- Grafy lze zobrazit po kliknutí na ikonu, nebo také tuto ikonu animovat jako graf samotný. Pak je možné sledovat aktivitu na grafu přímo ve „Frame“ v průběhu simulačního experimentu.
- Interval grafického obnovování grafu lze nastavit (souvisí to s rychlostí průběhu simulačního experimentu – početní výkon).




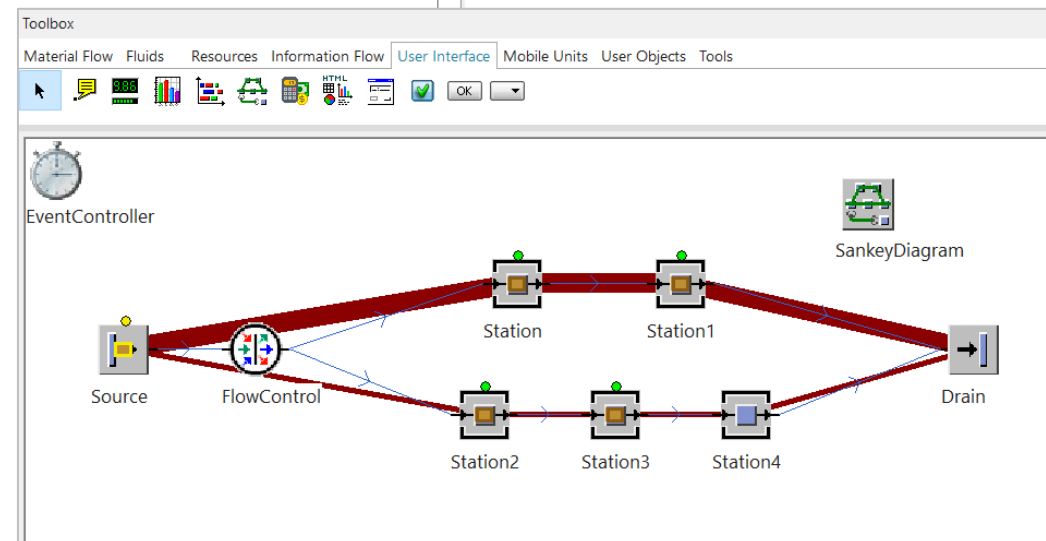
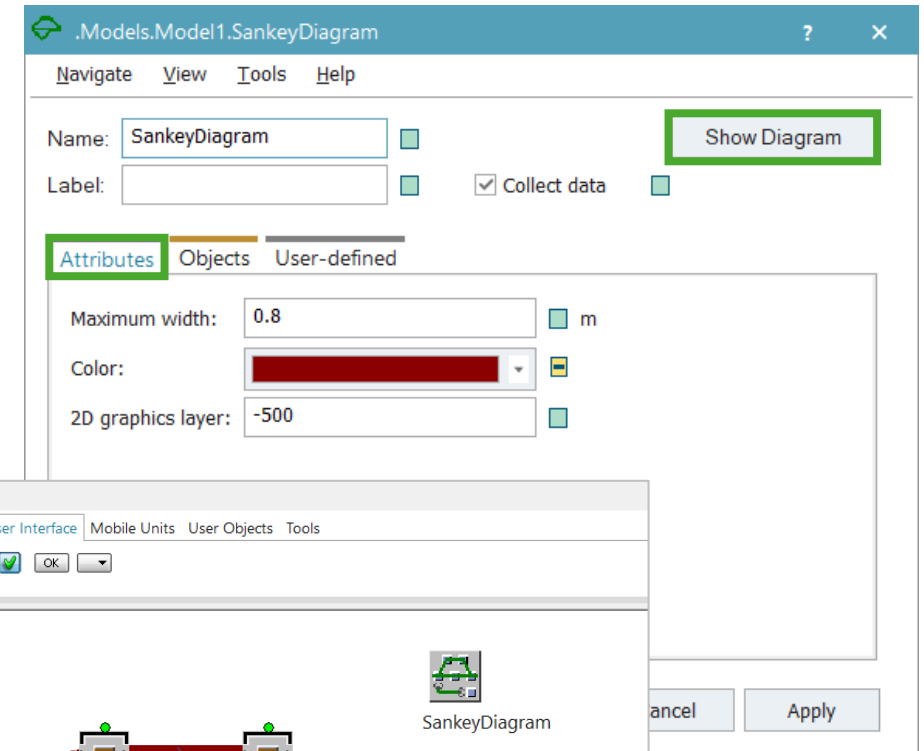
Standardní prvky Plant Simulation



ŠKODA AUTO Vysoká škola

SankeyDiagramm


- Ikona 
- Objekt skupiny „Tools“.
- SankeyDiagramm zobrazuje **intenzitu materiálového toku**.
- Lze tak pro každé ze sledovaných MU vidět vlastní graf, respektující jejich **vlastní intenzitu v produktovém mixu**.
- Tato funkcionality je **vhodná při ladění komplexních modelů**, příp. jako podpůrný materiál při **prezentaci výsledků** simulačních experimentů.

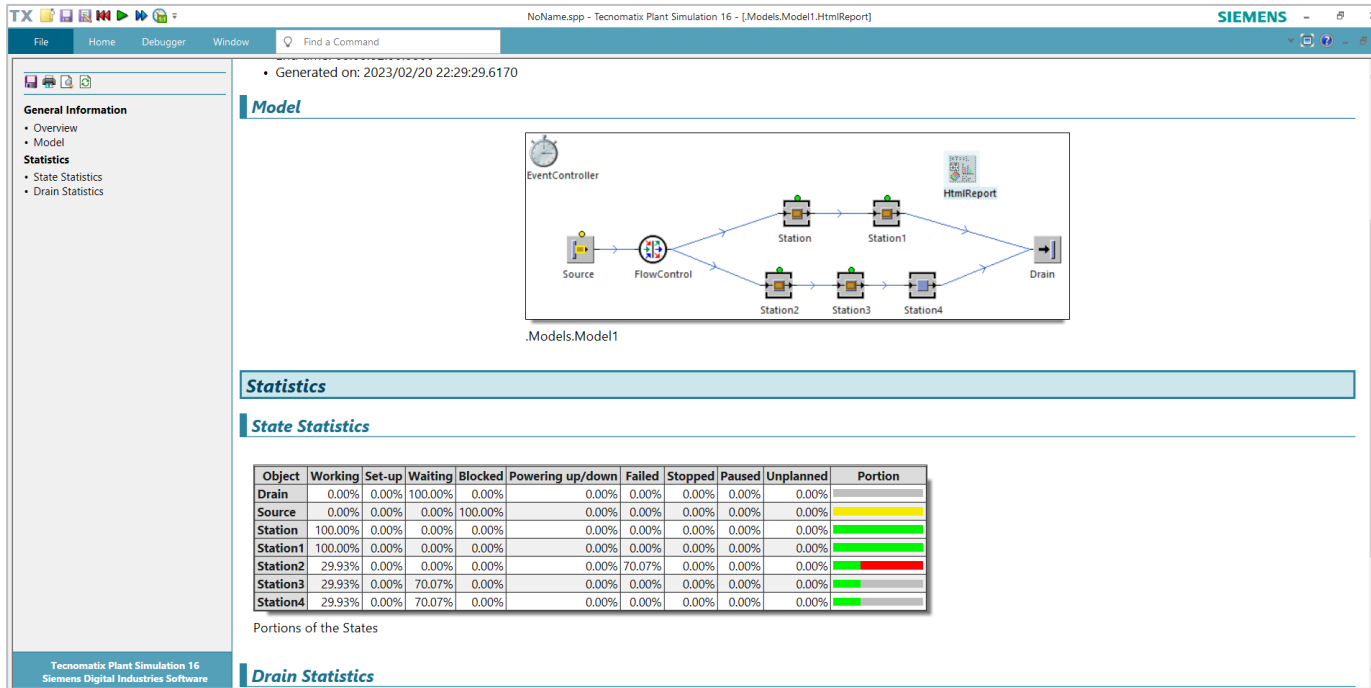


Standardní prvky Plant Simulation



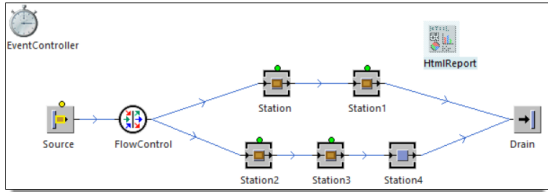
HtmlReport

- Ikona 
- Prvek který slouží k zobrazení výsledků simulačních testů do přehledných obrázků, tabulek a diagramů, prostřednictvím HTML stránky.



Generated on: 2023/02/20 22:29:29.6170

Model



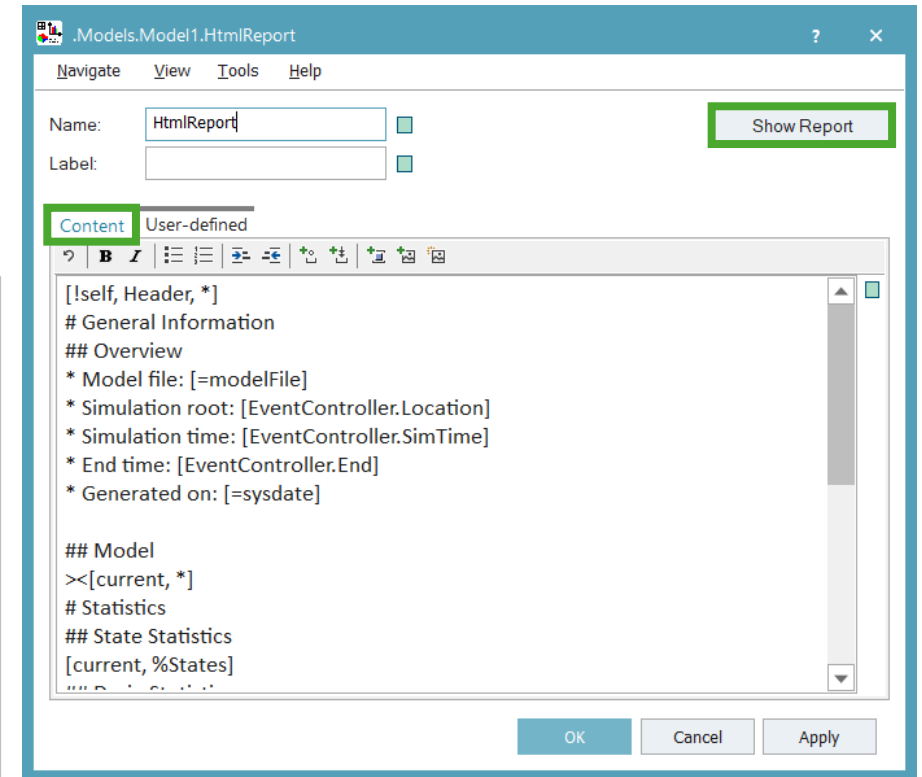
Statistics

State Statistics

Object	Working	Set-up	Waiting	Blocked	Powering up/down	Failed	Stopped	Paused	Unplanned	Portion
Drain	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Source	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Station	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Station1	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Station2	29.93%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	70.07%	0.00%	0.00%	0.00%	
Station3	29.93%	0.00%	70.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Station4	29.93%	0.00%	70.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	

Portions of the States

Drain Statistics



.Models.Model1.HtmlReport

Navigate View Tools Help

Name:

Label:

Content User-defined

```
[!self, Header, *]
# General Information
## Overview
* Model file: [=modelFile]
* Simulation root: [EventController.Location]
* Simulation time: [EventController.SimTime]
* End time: [EventController.End]
* Generated on: [=sysdate]


## Model
><[current, *]
# Statistics
## State Statistics
[current, %States]
```

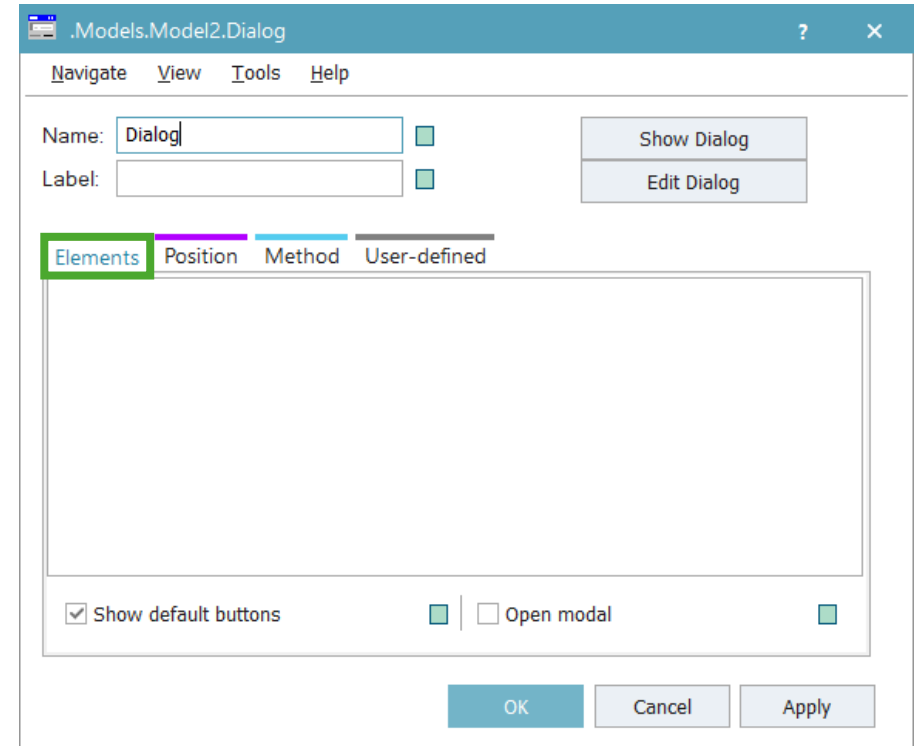
Standardní prvky Plant Simulation



ŠKODA AUTO Vysoká škola

Dialog

- Ikona 
- Umožňuje vytvořit dialogové rozhraní pro komplexnější modely, se kterými mohou uživatelé pracovat. Tímto způsobem tak model v PS získá informace důležité pro správný běh simulačního experimentu.
- Přeneseně tak rozhraní zamezí přistupovat neznalému uživateli do modelu a udělat v něm nekorektní změny.




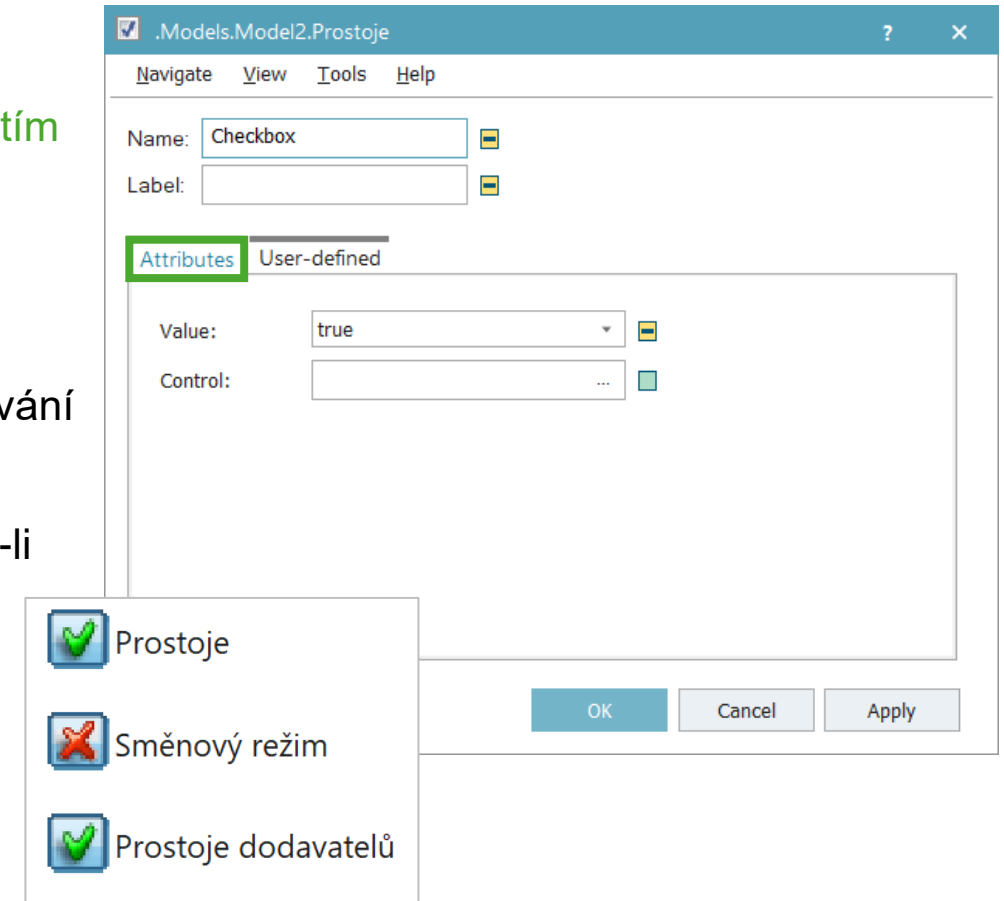
Standardní prvky Plant Simulation



ŠKODA AUTO Vysoká škola

Checkbox




- Ikona 
- Umožňuje definovat **rychlé rozhraní**, které umožňuje **jedním stisknutím tlačítka** měnit parametry určité proměnné (tím i podmínky v modelu).
- Proměnná je typu „**Boolean**“ tedy „Pravda/Nepravda“.
- Jedná se o **individuální volbu uživatele PS**, tzn. možnosti programování funkcionality „Checkbox“ formou metody jsou poměrně široké.
- V případě simulačních testů je tak například možné zadávat to, zda-li bude simulační experiment respektovat Prostoje (ANO), Směnový režim (NE), Prostoje dodavatelů (ANO).

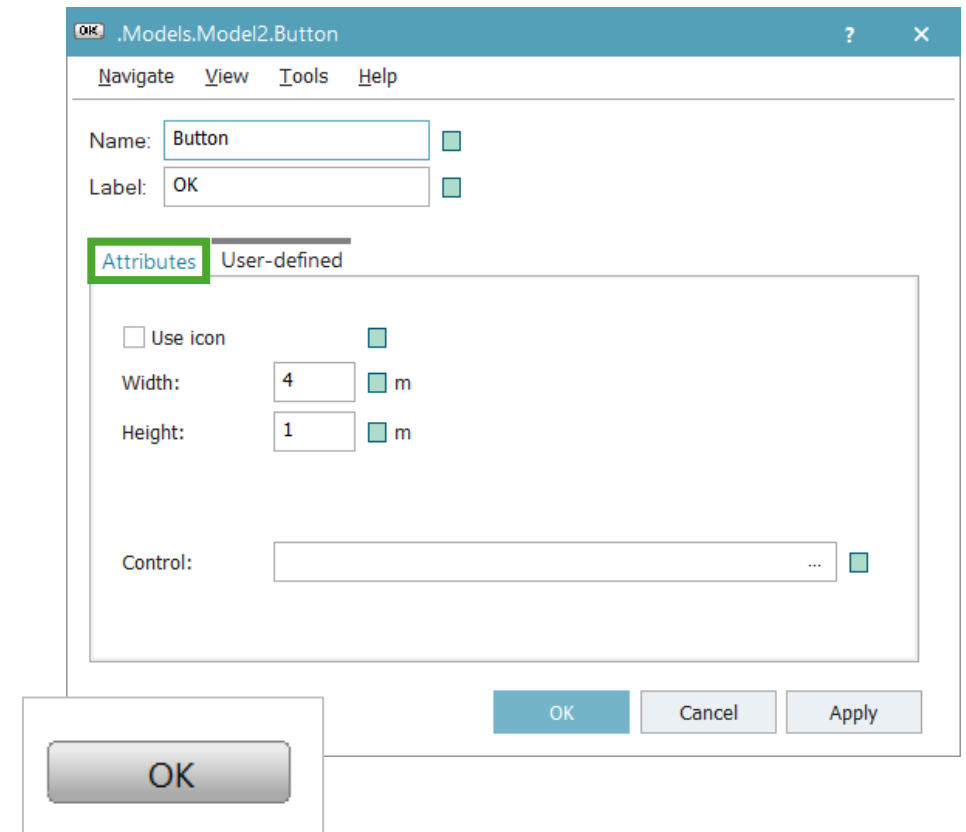


Standardní prvky Plant Simulation



Button


- Ikona 
- Tlačítko umožňuje provádět akci, **naprogramovanou pomocí metody**, která je zadána v dialogovém rámečku Control.
- Je vhodné **změnit obrázek ikony**:
 - např. pro spuštění videa 
 - a pro jeho zastavení 

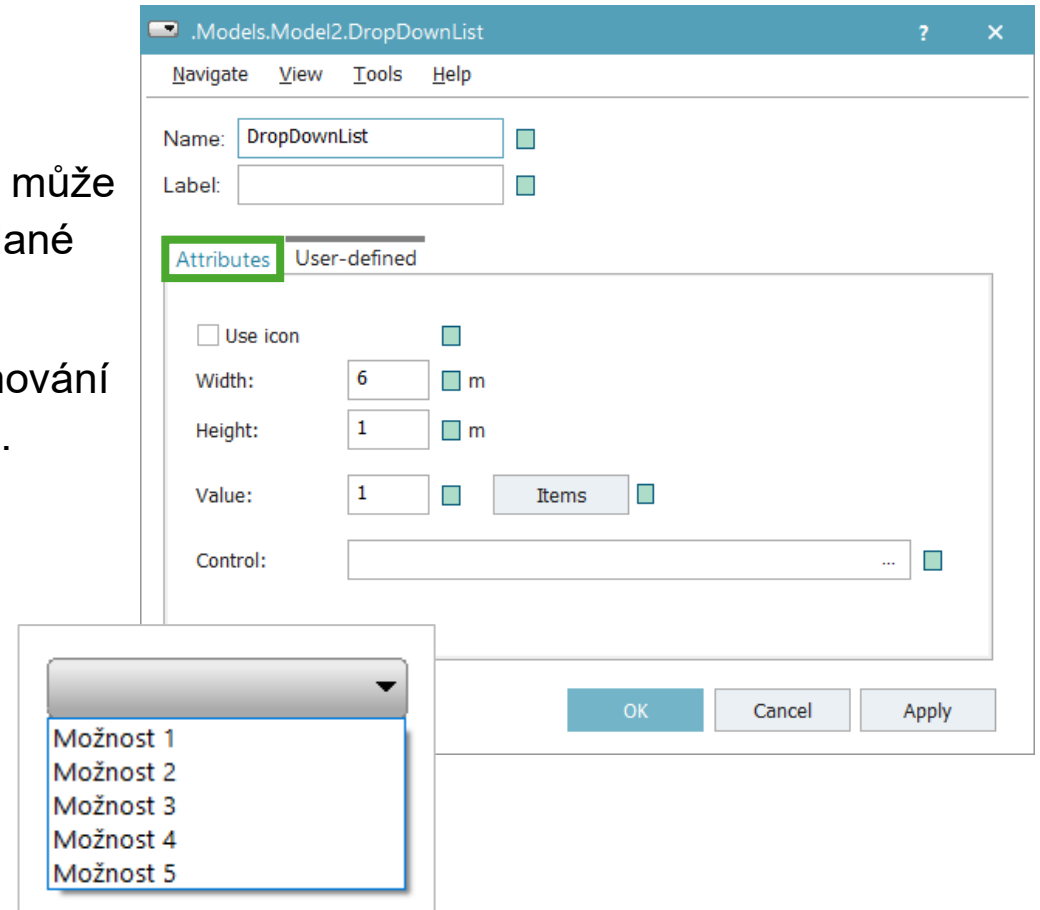


Standardní prvky Plant Simulation



DropDownList

- Ikona 
- Vlastnostmi podobný objektu „Checkbox“ s tím rozdílem, že lze **definovat více variant**, které je uživatel schopen měnit. Typicky se může jednat o **různé varianty vstupních dat** nebo **rozličné logiky řízení** dané výrobní oblasti.
- Jedná se o individuální volbu uživatele PS, tzn. možnosti programování funkcionality „User Interface“ formou metody jsou poměrně široké.




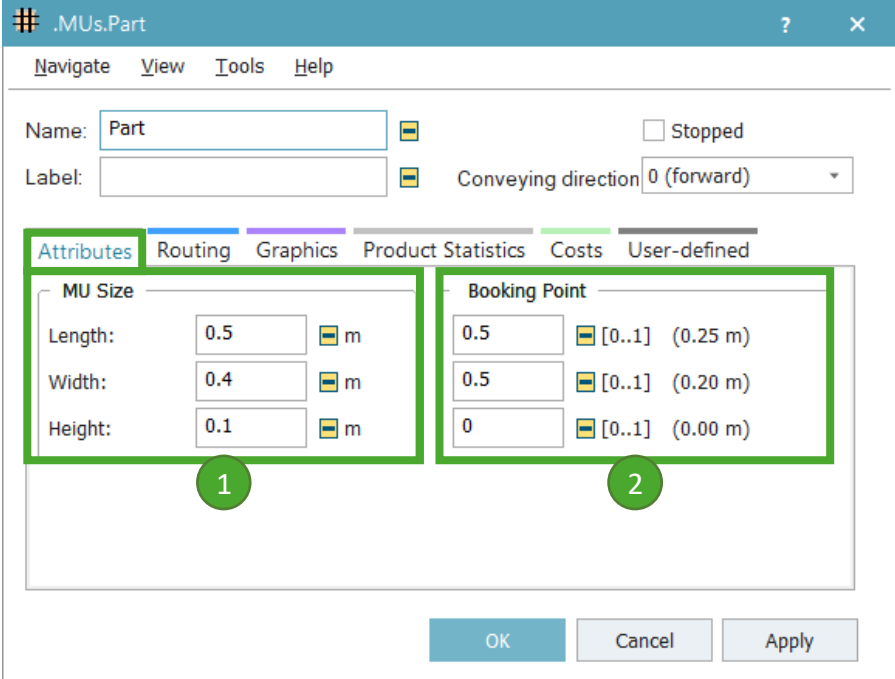
Standardní prvky Plant Simulation



ŠKODA AUTO Vysoká škola

Part

- Ikona 
- Objekt skupiny „Mobile Units“.
- Základní prvek, který představuje **pohybující se materiálový objekt**, bez schopnosti nést na sobě jakýkoliv jiný objekt po objektech materiálového toku.
- Jde si jej představit jako:
 - Výrobek.
 - Díl.
 - Součástíku.
- „Part“ má svou definovanou **délku, šířku a výšku (1)**.
- „**Booking Point**“ (2) definuje bod, od kterého je „Entita“ vnímána ostatními „Elementy“ jako příchozí. Je to důležitý parametr u délkově orientovaných elementů a nachází se často uprostřed „Part“.



The screenshot shows the configuration window for a Mobile Unit (MU) Part. The 'Attributes' tab is selected, displaying the following parameters:

Parameter	Value	Unit
Length	0.5	m
Width	0.4	m
Height	0.1	m

The 'Booking Point' section shows three values for different orientations:

Orientation	Value	Range	Offset
0	0.5	[0..1]	(0.25 m)
1	0.5	[0..1]	(0.20 m)
2	0	[0..1]	(0.00 m)


Additional fields include Name: Part, Label: (empty), and Conveying direction: 0 (forward). The 'Stopped' checkbox is unchecked. The dialog includes OK, Cancel, and Apply buttons.

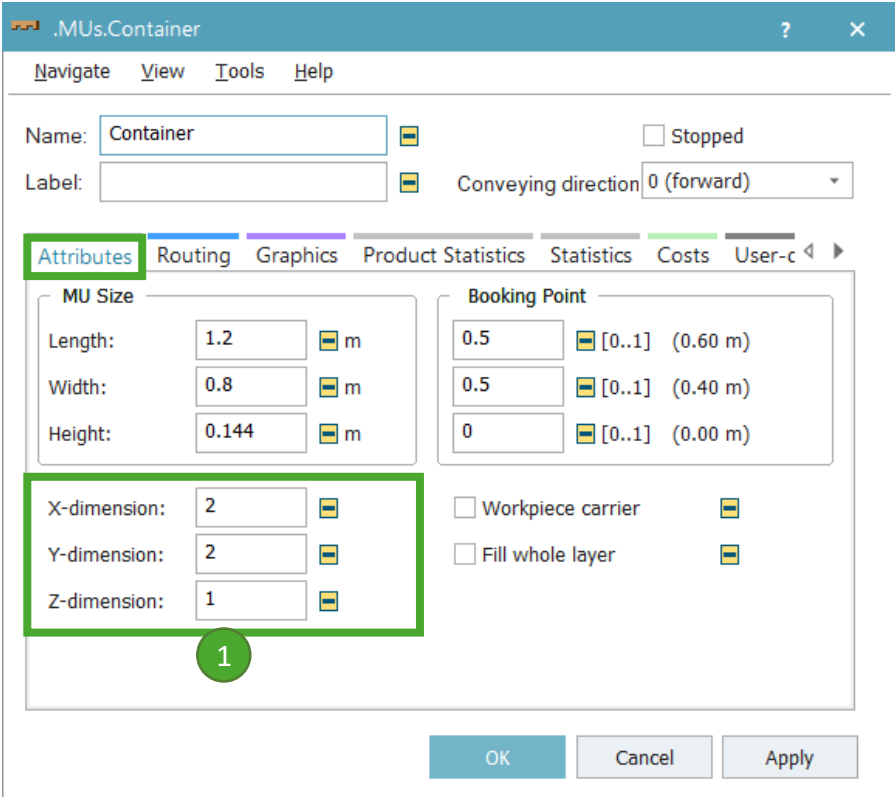
Standardní prvky Plant Simulation



ŠKODA AUTO Vysoká škola

Container

- Ikona 
- Objekt skupiny „Mobile Units“.
- „Container“ představuje **pohybující se objekt**, který je schopen na sobě nést další objekty typu „Part“ nebo „Container“.
- Lze si jej představit jako:
 - Paletu.
 - Přepravku.
 - Krabici.
- Kapacita, kterou nese „Container“ je definována prostřednictvím nakládacího prostoru „X-dimension“, „Y-dimension“ a „Z-dimension“(1).



.MUs.Container

Navigate View Tools Help

Name: Container Stopped

Label: Conveying direction: 0 (forward)

Attributes Routing Graphics Product Statistics Statistics Costs User-c

MU Size

Length: 1.2 m

Width: 0.8 m

Height: 0.144 m

Booking Point

0.5 [0..1] (0.60 m)

0.5 [0..1] (0.40 m)

0 [0..1] (0.00 m)

X-dimension: 2

Y-dimension: 2

Z-dimension: 1

Workpiece carrier

Fill whole layer

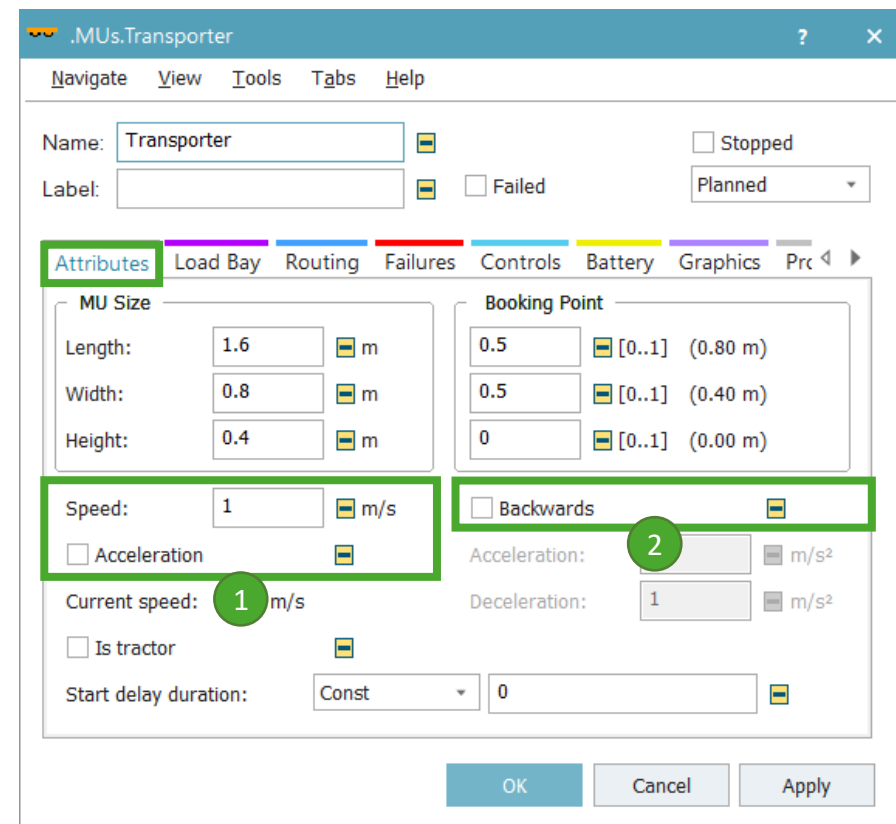
OK Cancel Apply

Standardní prvky Plant Simulation



Transporter

- Ikona
- „Transporter“ představuje aktivní objekt materiálového toku.
- Pohybuje se sám po **délkově orientovaných objektech** (dopředu nebo zpětně):
 - „Track“.
 - „TwoLineTrack“.
- Je **schopen nést** na sobě „Entitu“, „Container“ nebo další „Transporter“.
- Objekt má řadu **parametrů**, jako například:
 - Rychlost a akcelerace (1).
 - Zpětná jízda (2).
 - Užití jako „Tractor“ (pro pull a push systémy dopravy).
 - Automatické nalezení cesty.



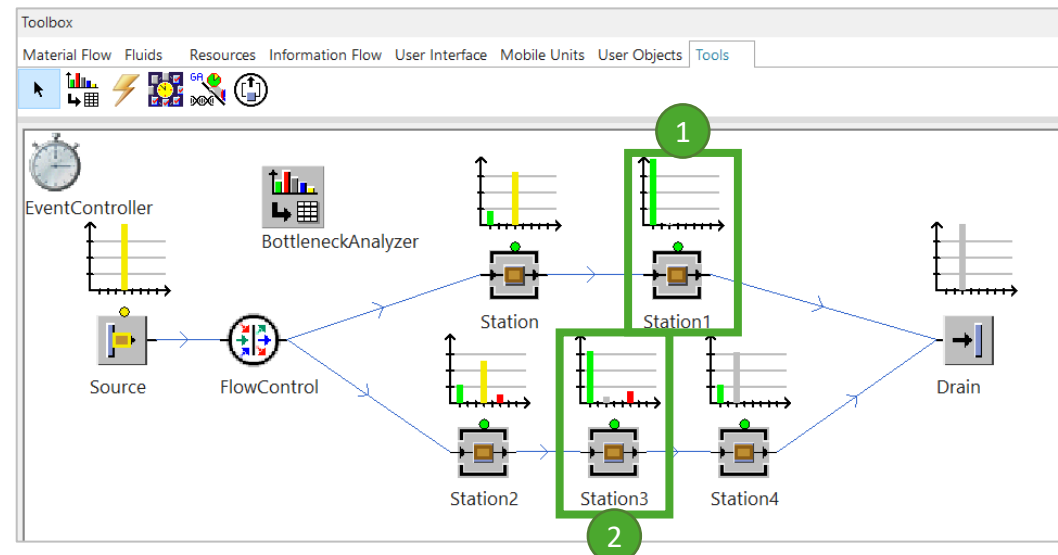
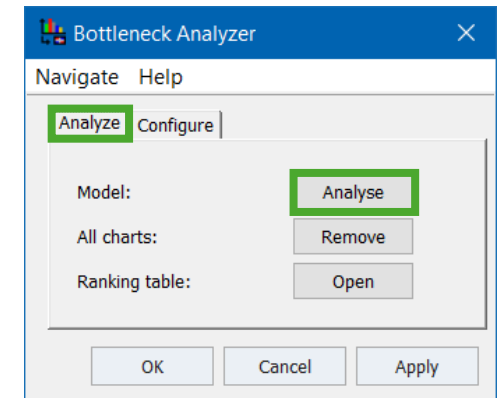
Standardní prvky Plant Simulation



ŠKODA AUTO Vysoká škola

BottleneckAnalyzer

- Ikona
- Objekt skupiny „Tools“.
- Element **zobrazuje statická statistická data** o uskutečněné simulaci ve formě grafu (1) a (2). **Nelze** tedy tato data sledovat dynamicky během simulačního běhu, ale až po něm.
- Elementy Station1 a Station3 jsou zřejmě úzkými místy jednotlivých větví výrobního toku (100% času využívají k práci a způsobují čekání na předchozích pracovištích). Lze se tedy domnívat, že zrychlením práce na úzkém místě, dojde ke zvýšení propustnosti systému jako celku (tedy až do limitu dalšího úzkého místa).




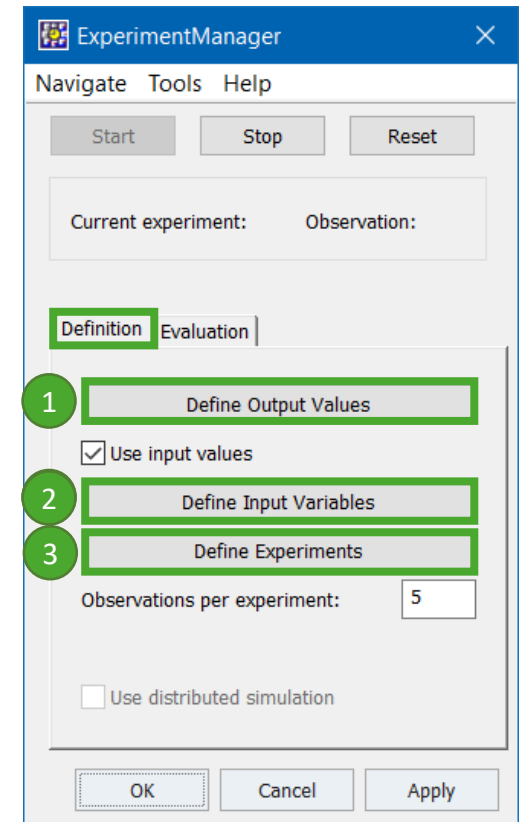
Standardní prvky Plant Simulation



ŠKODA AUTO Vysoká škola

ExperimentManager


- Ikona 
- Objekt skupiny „Tools“.
- Účinný nástroj pro provádění experimentů většího rozsahu.
- Užitečný zejména tehdy když:
 - hledáme řešení pro různé varianty vstupů,
 - chceme dosáhnout statisticky významné výsledky.
- Typickým užitím je definování experimentů a běh simulačních experimentů přes noc (stačí pouze jedna licence).
- Pro funkčnost je potřeba definovat:
 - Výstupní hodnoty (1).
 - Vstupní hodnoty (2).
 - Definovat matici experimentů (3).

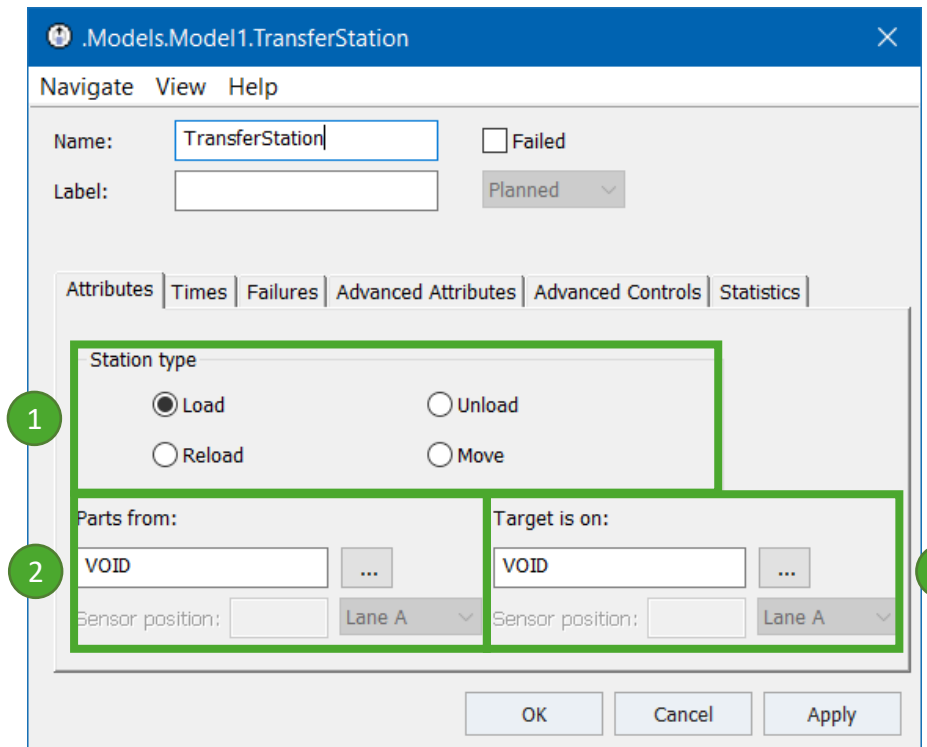


Standardní prvky Plant Simulation



TransferStation

- Ikona 
- Objekt skupiny „Tools“.
- Objekt „TransferStation“ reprezentuje přemísťovací stanici nebo robota.
- Má tyto funkcionality:
 - „Load“ (1) – slouží k naložení dílu ze zdrojové stanice na „Container“ nebo „Transporter“.
 - „Unload“ (1) – slouží k vyložení dílu z objektů „Container“ nebo „Transporter“ na cílovou stanici.
 - „Reload“ (1) – slouží k přeložení dílu na dvou objektech „Container“ nebo „Transporter“.
 - „Move“ (1) – slouží k přeložení dílu z jedné stanice na jinou stanici.
 - „Parts from“ (2) a „Target is on“ (3) definují odkud – kam se mají MUs naložit, vyložit či přeložit.





ŠKODA AUTO Vysoká škola

Děkuji za pozornost

Jan Fábry

Katedra řízení výroby, logistiky a kvality

✉ fabry@savs.cz

🌐 www.janfabry.cz

www.savs.cz