

**Beschreibung des
Beispielmodells für die Kleinteilproduktion
für Tecnomatix Plant Simulation**

Letzte Änderung: Dezember 2008

Inhaltsverzeichnis

1. Beschreibung.....	2
1.1 Ziel.....	2
2. Durchführung.....	3
2.1 Überblick über die Studie.....	3
2.2 Systemparameter	4
2.3 Die optimale Anzahl der Paletten ausfindig machen (*)	6
2.4 Engpässe ausfindig machen.....	9
2.5 Das neue Layout testen.....	10
3. WerkerAuslastung	11
4. Schlussfolgerungen	12

1. Beschreibung

Dieses Modell zeigt ein Produktions- und Montagesystem mit einem palettenbasierten Transportsystem. Das System enthält manuelle und automatische Arbeitsstationen. Jede Palette transportiert ein Teil durch das System, das auf den Stationen gemäß den Bearbeitungszeiten bearbeitet wird.

Jede Station hat Taktzeiten und eine bestimmte Verfügbarkeit. Weiterhin benötigen die manuellen Stationen einen Werker, um mit der Arbeit beginnen zu können. Diese Parameter bestimmen die Zeit, die ein Teil an der Station bleibt.

Beachten Sie, dass einige der hier beschriebenen Interaktionen im Plant Simulation Viewer nicht zur Verfügung stehen (falls Sie dieses Modell z.B. von der Plant Simulation Demo-CD aus gestartet haben), da Sie im Plant Simulation Viewer nicht modellieren und keine Parameter ändern können. Interaktionen, die Sie im Plant Simulation Viewer nicht ausführen können, sind mit einem Sternchen (*) markiert. Im für den Plant Simulation Viewer bestimmten Modell werden einige der mit dem Sternchen (*) markierten Interaktionen automatisch am Ende der Simulation ausgeführt.

1.1 Ziel

Das Ziel ist, die Anzahl der Werker, der Paletten und die Kapazität der Puffer zu optimieren und den Durchsatz zu maximieren. Deswegen zeigt dieses Modell, wie Sie zwei typische Probleme lösen können, denen jeder Simulationsingenieur gegenübersteht:

- (1) In einem realen Produktionssystem gibt es mehrere zu optimierende Werte (z.B. die Durchsatzrate zu maximieren und die Durchlaufzeit zu minimieren) und mehrere Parameter, die Sie ändern können (z.B. Kapazitäten, Logik, Layout). In den meisten Fällen beeinflussen manche Parameter andere Parameter. Wenn Sie etwa die Kapazität der Puffer herabsetzen, könnte sich auch die optimale Anzahl der Paletten verringern. Dies führt dazu, daß Sie Experimente für alle möglichen Kombinationen von Werten für diese Parameter durchführen sollten, um das optimale Ergebnis zu finden. Normalerweise ist dies nicht möglich. Der ExperimentManager in Plant Simulation kann dieses Problem lösen, indem er eine bestimmte Anzahl von Simulationsläufen selbständig durchführt und indem er neuronale Netzwerke einsetzt, um die optimale Kombination der Parameter aus den Ergebnissen zu berechnen.
- (2) Einige Werte in einem realen System weisen zufälliges Verhalten auf, z.B. der Zeitpunkt an dem eine Maschine gestört wird oder die Taktzeit manueller Operationen. In diesem Fall reicht es nicht aus, nur ein einziges Simulationsexperiment durchzuführen, weil die Ergebnisse dieses Simulationsexperiments auf den Zufallszahlen aus diesem einen Experiment aufbauen. Wenn Sie das gleiche Experiment mit anderen Zufallszahlen durchführen, resultieren daraus andere Ergebnisse. Wie können Sie also die Entscheidungen über ein mehrere Millionen Euro teures System von Simulationsexperimenten abhängig machen? Die Lösung besteht darin, mehrere Experimente mit unterschiedlichen Zufallszahlen durchzuführen und das Konfidenzintervall (auch Sicherheitsniveau genannt) aus den Ergebnissen zu berechnen. Der ExperimentManager in Plant Simulation kann Ihnen z.B. mit einer Wahrscheinlichkeit

Beschreibung des Beispielsmodells Kleinteilproduktion

von 99% (also dem Konfidenzintervall) sagen, dass der Durchsatz Ihres Systems im Bereich zwischen 45,2 und 45,5 Einheiten pro Stunde liegen wird.

2. Durchführung

2.1 Überblick über die Studie

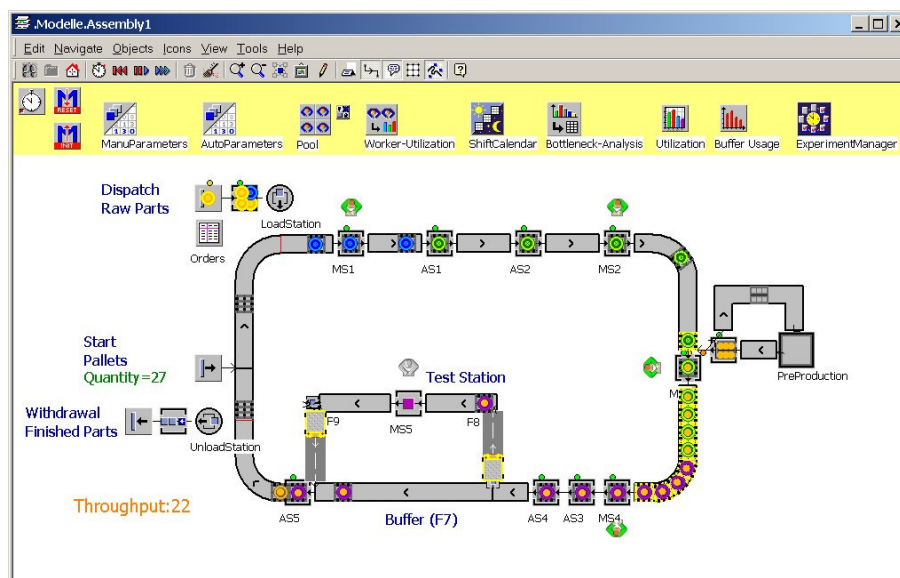
Starten Sie einen Simulationslauf im Netzwerk Assembly1, indem Sie die Schaltfläche Simulation starten/stoppen auf der Symbolleiste des Modells klicken. Um die Simulation neu zu starten, klicken Sie zuerst auf den Simulation zurücksetzen Knopf links daneben, dann wieder auf den Simulation starten/stoppen Knopf.



Abbildung 1: Schaltfläche Simulation starten/stoppen auf der Symbolleiste

Beobachten Sie den Simulationslauf. Auf der linken Seite werden Paletten in den Kreislauf eingeschleust. Die LoadStation oben im Netzwerk lädt Teile auf die Paletten. Dann bewegt sich die Palette über mehrere manuelle und automatische Arbeitsstationen. Wenn die Palette in eine manuelle Arbeitsstation eintritt, wird ein Werker aus dem Werkerpool zugewiesen. Auf der Station MS3 rechts werden Anbauteile an das Hauptteil angebracht. Die Anbauteile kommen von der Station PreProduction. Doppelklicken Sie diese Station, um deren Inhalt zu betrachten.

Dann wandern die Paletten mit dem Hauptteil zu weiteren Stationen. Unten im Kreislauf werden 40% der Teile auf einen Querverschiebewagen geladen und passieren eine Teststation. Auf der Entladestation UnloadStation wird das Hauptteil von der Palette abgeladen und wird aus dem System ausgeschleust. Die Palette wandert zum nächsten Teil weiter.

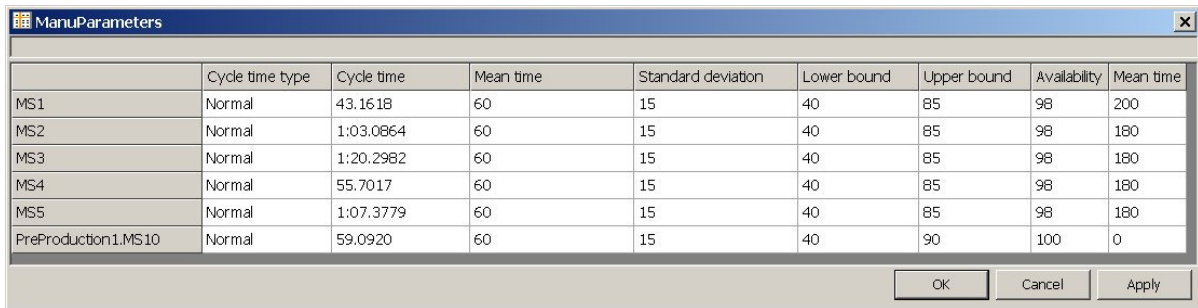


Beschreibung des Beispielsmodells Kleinteilproduktion

Abbildung 2: Das Fenster Assembly1

2.2 Systemparameter

Klicken Sie den AttributExplorer ManuParameters mit der rechten Maustaste und wählen Sie Anzeigefenster einblenden vom Kontextmenü. Wie Sie sehen, verwenden wir die Normalverteilung (Spalte Cycle time type), um Zufallszahlen für die Taktzeit zu generieren. Die meisten Stationen haben eine Verfügbarkeit (Spalte Availability) von 98%.

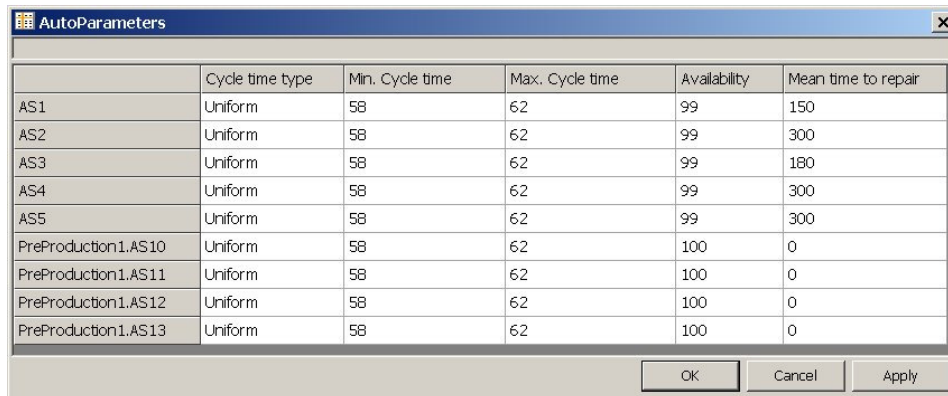


	Cycle time type	Cycle time	Mean time	Standard deviation	Lower bound	Upper bound	Availability	Mean time
MS1	Normal	43.1618	60	15	40	85	98	200
MS2	Normal	1:03.0864	60	15	40	85	98	180
MS3	Normal	1:20.2982	60	15	40	85	98	180
MS4	Normal	55.7017	60	15	40	85	98	180
MS5	Normal	1:07.3779	60	15	40	85	98	180
PreProduction1.MS10	Normal	59.0920	60	15	40	90	100	0

OK Cancel Apply

Abbildung 3: AttributExplorer für die manuellen Arbeitsstationen

Klicken Sie den AttributExplorer AutoParameters mit der rechten Maustaste und wählen Sie Anzeigefenster einblenden vom Kontextmenü. Wie Sie sehen, verwenden wir die Gleichverteilung, um Zufallszahlen für die Taktzeit zu generieren. Die meisten Stationen haben eine Verfügbarkeit von 99%.



	Cycle time type	Min. Cycle time	Max. Cycle time	Availability	Mean time to repair
AS1	Uniform	58	62	99	150
AS2	Uniform	58	62	99	300
AS3	Uniform	58	62	99	180
AS4	Uniform	58	62	99	300
AS5	Uniform	58	62	99	300
PreProduction1.AS10	Uniform	58	62	100	0
PreProduction1.AS11	Uniform	58	62	100	0
PreProduction1.AS12	Uniform	58	62	100	0
PreProduction1.AS13	Uniform	58	62	100	0

OK Cancel Apply

Abbildung 4: AttributExplorer für die automatischen Arbeitsstationen

Um die Anzahl der Paletten (*) zu ändern, doppelklicken Sie das Objekt Quantity und ändern Sie den Wert im Dialog.

Beschreibung des Beispielsmodells Kleinteilproduktion

Modelle.Assembly1.Quantity

Navigate View Tools Help

Name: Quantity

Value Display Statistics Communication Comment

Data type: integer

Value: 35

☐ Initial value

OK Cancel Apply

Abbildung 5: Anzahl der Paletten

In diesem Modell verwenden wir ein System mit zwei Schichten. Doppelklicken Sie den Schichtkalender ShiftCalendar, um die Schichtzeiten zu betrachten.

Modelle.Assembly1.ShiftCalendar1

File Navigate View Tools Help

Name: ShiftCalendar1 ☒ Active

Label: ShiftCalendar

Shift Times Calendar Resources Custom Attributes

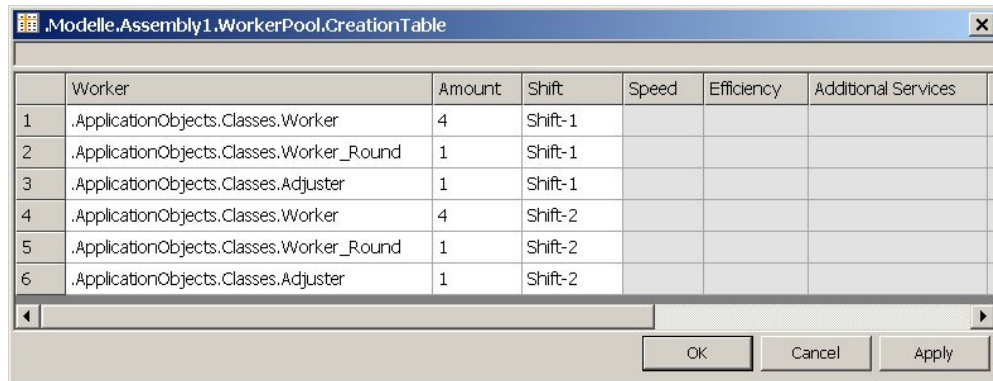
	Shift	From	To	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa	Su	Pauses
1	Shift-1	6:00	14:00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9:00-9:15; :
2	Shift-2	14:05	22:00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	18:00-18:30

OK Cancel Apply

Abbildung 6: Schichtkalender

Um die Anzahl der Werker (*) zu ändern, doppelklicken Sie den Werkerpool Pool und klicken Sie auf Erzeugungstabelle. In der Tabelle, welche sich dann öffnet, können Sie die Werkertypen und deren Anzahl für jede Schicht betrachten. Die Spalte Werker (Worker) bezieht sich auf den Werkertyp aus der Klassenbibliothek (unterschiedliche Werker verrichten unterschiedliche Tätigkeiten).

Beschreibung des Beispielsmodells Kleinteilproduktion



	Worker	Amount	Shift	Speed	Efficiency	Additional Services
1	.ApplicationObjects.Classes.Worker	4	Shift-1			
2	.ApplicationObjects.Classes.Worker_Round	1	Shift-1			
3	.ApplicationObjects.Classes.Adjuster	1	Shift-1			
4	.ApplicationObjects.Classes.Worker	4	Shift-2			
5	.ApplicationObjects.Classes.Worker_Round	1	Shift-2			
6	.ApplicationObjects.Classes.Adjuster	1	Shift-2			

Abbildung 7: Erzeugungstabelle des Werkerpools

Beachten Sie, daß der Name der Schicht in der Spalte Schicht (Shift) dem Namen der Schicht im ShiftCalendar entspricht.

2.3 Die optimale Anzahl der Paletten ausfindig machen (*)

Wir möchten die richtige Anzahl der Paletten herausfinden, um den Durchsatz durch das System zu maximieren. Weiterhin möchten wir mehrere Simulationsexperimente mit unterschiedlichen Zufallszahlen durchführen, um zuverlässige Ergebnisse zu erzielen.

Doppelklicken Sie das Objekt ExperimentManager. Klicken Sie Ausgabewerte (Output Values) auf der Registerkarte Definieren (Define). Diese Tabelle zeigt den Ergebniswert an, den wir optimieren möchten. Klicken Sie dann auf Eingabewerte (Input Values). Diese Tabelle zeigt die Parameter an, die wir ändern möchten, um das Ergebnis zu optimieren. Klicken Sie auf den Knopf Definieren (Define), um eine Tabelle zu öffnen, die anzeigt, in welchen Schritten wir unsere Parameter ändern möchten. Unten auf der Registerkarte Definieren (Define) zeigt der ExperimentManager das Sicherheitsniveau (Confidence level) und die Anzahl der Simulationsläufe mit unterschiedlichen Zufallszahlen Beobachtungen pro Experiment (Observations per experiment) an.

Beschreibung des Beispielmodells Kleinteilproduktion

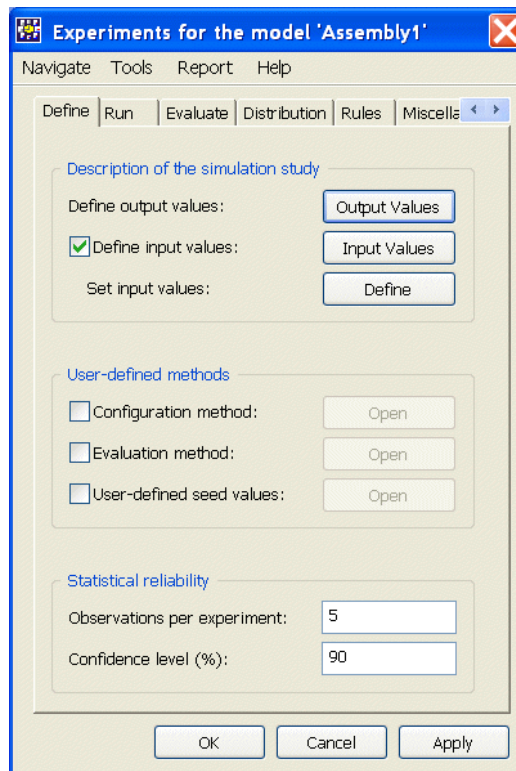


Abbildung 8: Der ExperimentManager – Registerkarte Define

Klicken Sie Reset und Starten (Start) auf der Registerkarte Lauf (Run). Sodann führt der ExperimentManager 5 Simulationsläufe (Beobachtungen) für jeden Eingabewert aus, der definiert ist. Es sind 11 Schritte definiert, deswegen führen wir $5 \times 11 = 55$ Simulationsläufe aus. Jeder Lauf simuliert 24 Stunden. Am Ende der Läufe wird ein HTML Bericht geöffnet. Betrachten Sie die Seite Ausgabewerte (Output Values) im Bericht. Diese zeigt die Ausgabewerte für jeden Schritt an. Auf der Seite Interessierende Ausgabewerte (Interesting Output Values) sehen Sie ein Diagramm, welches das Konfidenzintervall (Confidence interval) für jeden Schritt anzeigt. Es zeigt für jeden Schritt den Bereich des Durchsatzes durch das System mit einer Wahrscheinlichkeit von 90% an.

Beschreibung des Beispielsmodells Kleinteilproduktion

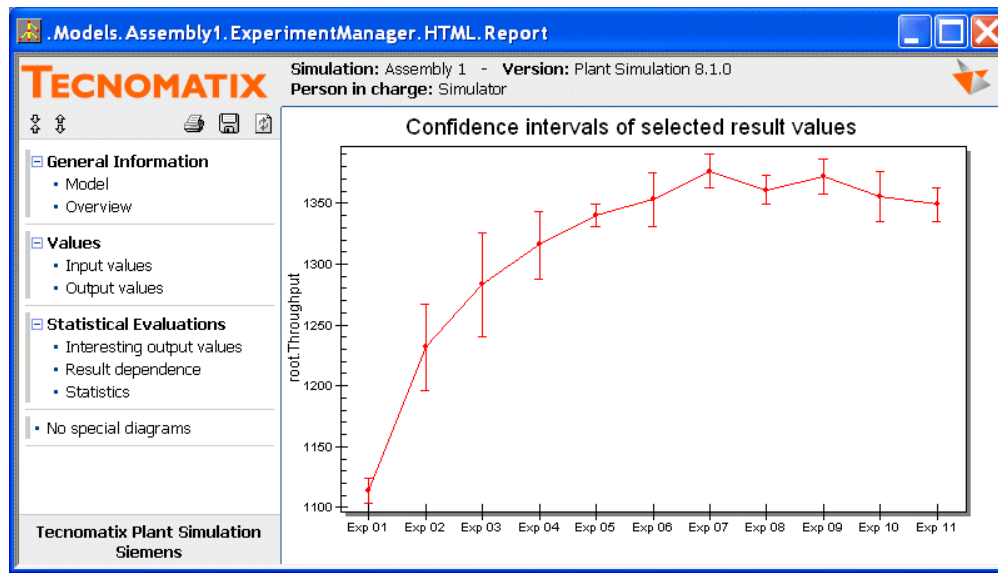


Abbildung 9: Das Konfidenzintervall der Ergebnisse

Dem HTML Bericht können wir entnehmen, daß Experiment 7 den höchsten Durchsatz hat. Wenn Sie beim ExperimentManager die Tabelle Definieren (Define) auf der Registerkarte Definieren (Define) öffnen, sehen Sie, dass dieses Experiment mit 27 Paletten durchgeführt wurde. Auf der Seite Output Values des HTML-Berichts steht, dass dabei 1376 Teile produziert wurden.

Doppelklicken Sie das Objekt Quantity im Netzwerk Assembly1 und setzen Sie den Wert auf 27 (*). Klicken Sie die Schaltfläche Simulation zurücksetzen und Simulation starten/stoppen auf der Symbolleiste des Netzwerks Assembly1.

Zusammenfassung: Mit dem Plant Simulation ExperimentManager können Sie schnell und einfach mehrere Simulationsexperimente mit unterschiedlichen Zufallszahlen ausführen, um zu verifizieren, daß Ihre Simulationsergebnisse zuverlässig sind.

2.4 Engpässe ausfindig machen

Klicken Sie das Diagramm Utilization und wählen Sie Anzeigen vom Kontextmenü.

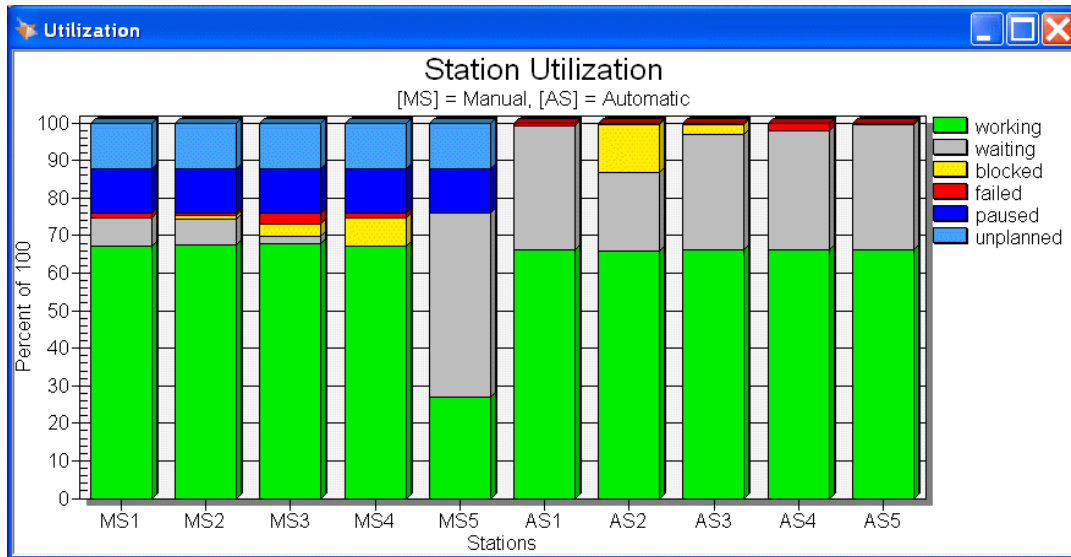


Abbildung 10: Auslastungsdiagramm der Stationen

Das Diagramm zeigt den Anteil der Zeit, in der eine Station

- arbeitend (working) = grün
- wartend (waiting) = grau
- blockiert (blocked) = gelb
- gestört (failed) = rot
- pausiert (paused) = dunkelblau oder
- ungeplant, d.h. außerhalb der Schichtzeit (unplanned) = hellblau

war

Im Diagramm können Sie erkennen, dass die Stationen MS3, MS4, sowie AS2 und AS3 einen bestimmten Blockierungsanteil (gelb) aufweisen. Andererseits haben die meisten Stationen einen hohen Warteanteil (grau). Dies deutet auf einen Engpass an der Station AS3/AS4 und MS4 hin.

Klicken Sie das Histogramm Buffer Usage mit der rechten Maustaste und wählen Sie Anzeigen vom Kontextmenü. Es zeigt den Prozentsatz der Zeit an, während dessen sich eine bestimmte Anzahl von Teilen auf einem Förderer befand.

Beschreibung des Beispielmodells Kleinteilproduktion

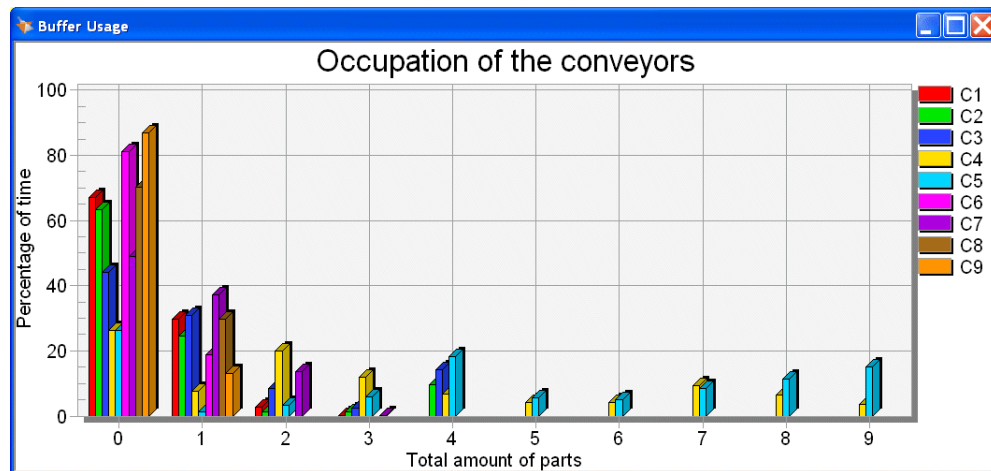


Abbildung 11: Belegung der Förderer

Das Diagramm zeigt, wie viel Prozent der Zeit sich wie viele Teile auf einem Förderer befunden haben. Beachten Sie, dass die Förderer C4 und C5 (gelb und türkis) oft voll belegt sind. Auch das deutet auf einen Engpass an Station AS3 hin. Das Problem besteht also in der direkten Kopplung von manuellen mit automatisierten Stationen.

Um das Problem zu lösen, fügen wir einen Puffer zwischen den Stationen MS4 und AS3 ein.

2.5 Das neue Layout testen

Betrachten Sie das Netzwerk Assembly2. Doppelklicken Sie den Puffer zwischen den Stationen MS4 und AS3. Im Dialog des Puffers können Sie sehen, daß der Puffer eine Kapazität von 6 Teilen hat. Schließen Sie den Dialog wieder.

Öffnen Sie den ExperimentManager in Assembly2 und führen Sie die gleichen Experimente noch einmal aus (*). Betrachten Sie die Seite Interessierende Ausgabewerte im HTML Bericht.

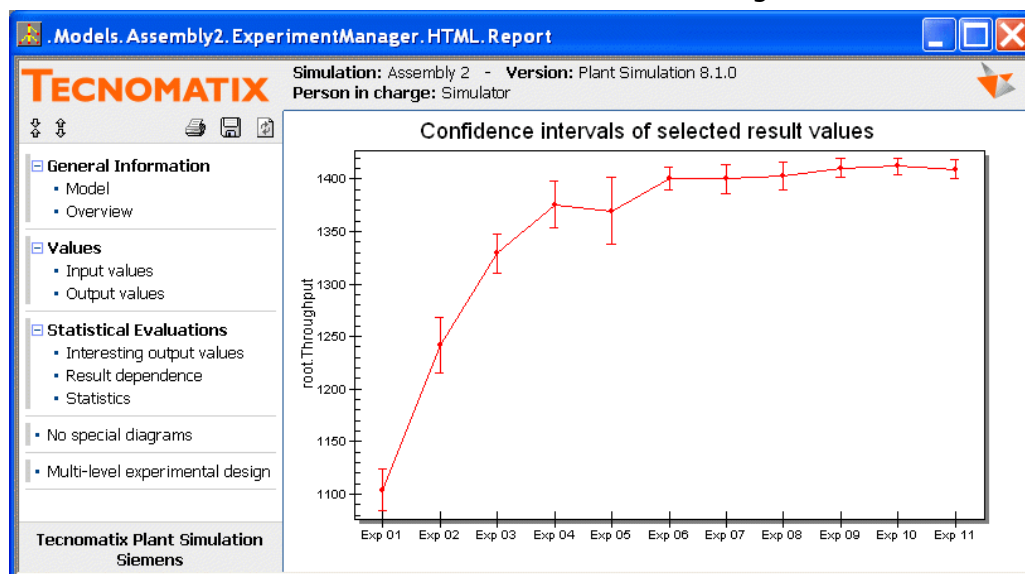


Abbildung 12: Das Konfidenzintervall von Assembly2

Im Bericht erkennen Sie, daß der Durchsatz von Assembly2 höher ist, die optimale Anzahl von Paletten nun aber bei 33 liegt (Experiment 10 zeigt den höchsten Durchsatz). Der Puffer

Beschreibung des Beispielsmodells Kleinteilproduktion

hat die Anzahl der benötigten Paletten also erhöht. Die Gesamtzahl der produzierten Teile konnte von 1376 (von Modell Assembly1) auf 1410 erhöht werden.

Doppelklicken Sie das Objekt Quantity im Netzwerk Assembly2 und setzen Sie den Wert auf 33 (*). Klicken Sie die Schaltflächen Reset und Start/Stop auf der Symbolleiste des Netzwerks Assembly2. Öffnen Sie das Auslastungsdiagramm für die Stationen und vergleichen Sie das Ergebnis.

3. Werkerauslastung

Um die Auslastung der Werker zu betrachten, klicken Sie das Objekt Worker-Utilization mit der rechten Maustaste und wählen Sie Zeige Diagramm (View Chart) vom Kontextmenü.

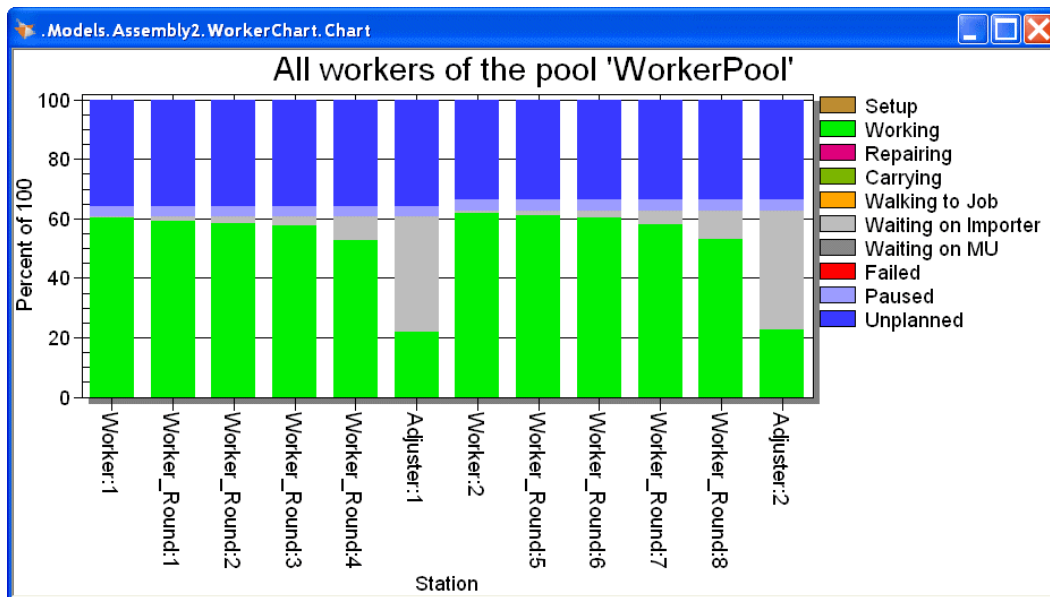


Abbildung 13: Das Werkerauslastungsdiagramm

Das Diagramm zeigt, wie viel Prozent der Zeit die Werker

- Arbeiteten (Working) = grün
- Warteten (Waiting) = grau
- Pause hatten (Paused) = dunkelblau
- Nicht eingeplant waren, d.h. keine Schichtzeit war (Unplanned) = hellblau

Das Diagramm zeigt, dass die Werker an den manuellen Stationen die höchste Auslastung haben. Die Auslastung der Adjuster, die die Maschinen reparieren, ist sehr gering.

Zusammenfassend können wir feststellen, daß Plant Simulation eine Reihe einfach zu handhabender Werkzeuge zur Verfügung stellt, mit denen Sie Ihr System auswerten können. Mit diesen Werkzeugen können Sie Engpässe feststellen und Ressourcen ausfindig machen, die nicht gut ausgelastet sind.

4. Schlussfolgerungen

Sogar ein scheinbar einfaches System zeigt, aufgrund stochastischer Parameter, komplexe Verhaltensweisen.

Auch wenn zwei Stationen den gleichen Mittelwert der Taktzeit haben, kann die zweite Station ein Engpass sein, wenn die zwei Stationen eine andere Zufallszahlenverteilung verwenden.

Plant Simulation stellt Ihnen alle Werkzeuge zur Verfügung, um Ihre Entscheidungen aufgrund verlässlicher Ergebnisse zu treffen.

©2008 Siemens Product Lifecycle Management Software II (DE) GmbH. Alle Rechte vorbehalten.

Diese Dokumentation ist Eigentum von Siemens Product Lifecycle Management Software II (DE) GmbH.

Dieses Dokument enthält eigentumsbezogene Informationen und ist urheberrechtlich geschützt. Dieses Dokument darf weder als Ganzes noch in Teilen reproduziert, in Suchmaschinen bereitgestellt, übersetzt, abgeschrieben oder veröffentlicht werden ohne die explizite schriftliche Zustimmung der Siemens Product Lifecycle Management Software II (DE) GmbH.

Siemens und das Siemens Logo sind eingetragene Warenzeichen der Siemens AG. Tecnomatix und das Tecnomatix Logo sind eingetragene Warenzeichen der Siemens Product Lifecycle Management Software Inc., USA. Alle anderen Produktnamen oder Markennamen sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen im Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber.

Änderungen der Informationen dieses Dokuments sind ohne Vorankündigung vorbehalten.