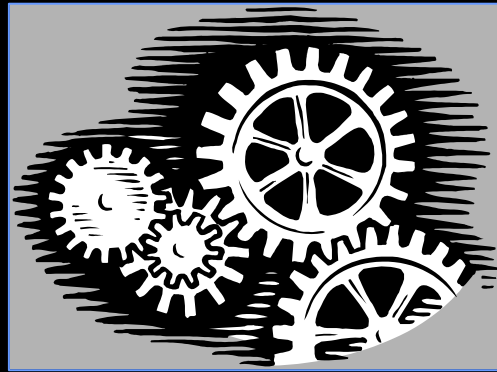


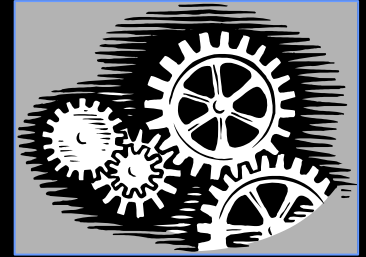
INŻYNIERIA PRODUKCJI

Projektowanie procesów produkcyjnych

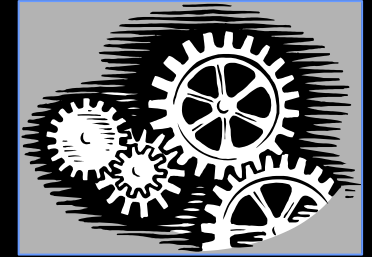


- dr Marian Krupa

AGENDA

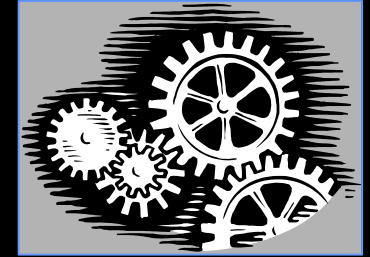


1. PROCES produkcyjny – wprowadzenie
2. CECHY procesu produkcyjnego
3. PARAMETRYZACJA procesu produkcyjnego
4. Projektowanie procesów produkcyjnych w ramach Przemysłu 4.0 (Flexsim)

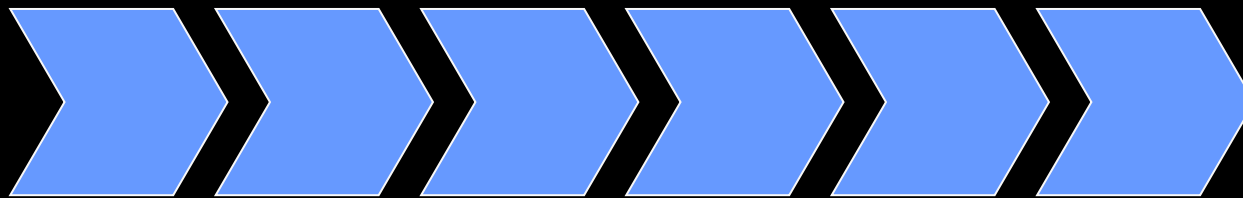


1. PROCES produkcyjny - wprowadzenie

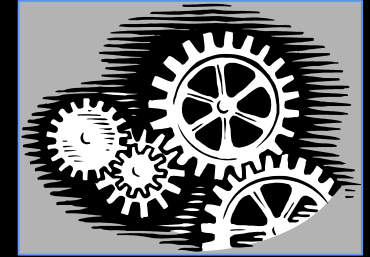
Proces produkcyjny – definicje



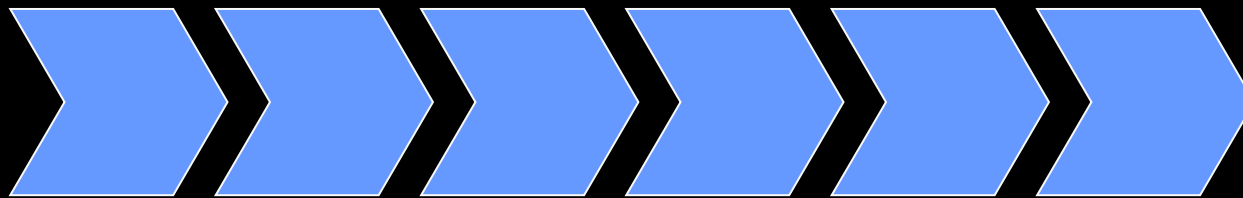
- **Proces** – sekwencja działań uporządkowana z punktu widzenia wcześniej zdefiniowanych celów [MK].



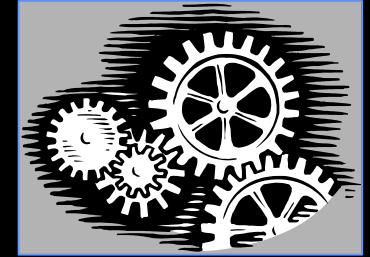
Proces produkcyjny – definicje



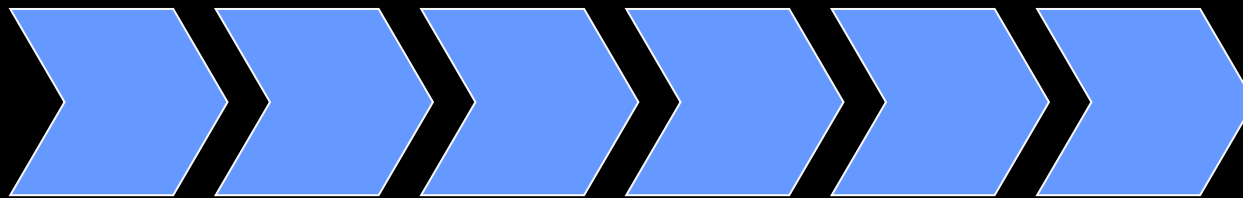
- Warunkiem koniecznym istnienia procesu produkcyjnego jest przepływ ludzi, materiałów, informacji i czynników energetycznych.



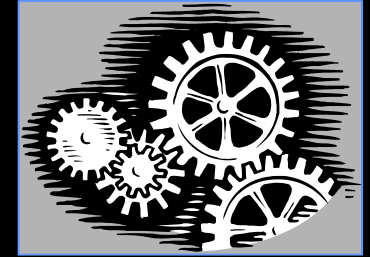
Proces produkcyjny – definicje



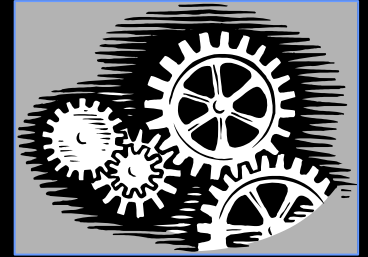
- Proces transformacji, czyli przekształcenia wektora wejścia systemu produkcyjnego, w wektor wyjścia nazywamy **procesem produkcyjnym**.



Proces produkcyjny – definicje



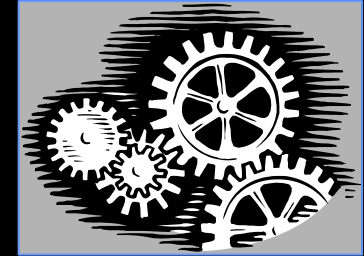
- Proces produkcji obejmuje:
 - procesy technologiczne,
 - procesy bezpośredniego oddziaływania,
 - procesy naturalne
 - procesy pomiarowo-kontrolne,
 - procesy transportowe
 - transport zewnętrzny
 - transport wewnętrzny
 - procesy składowania



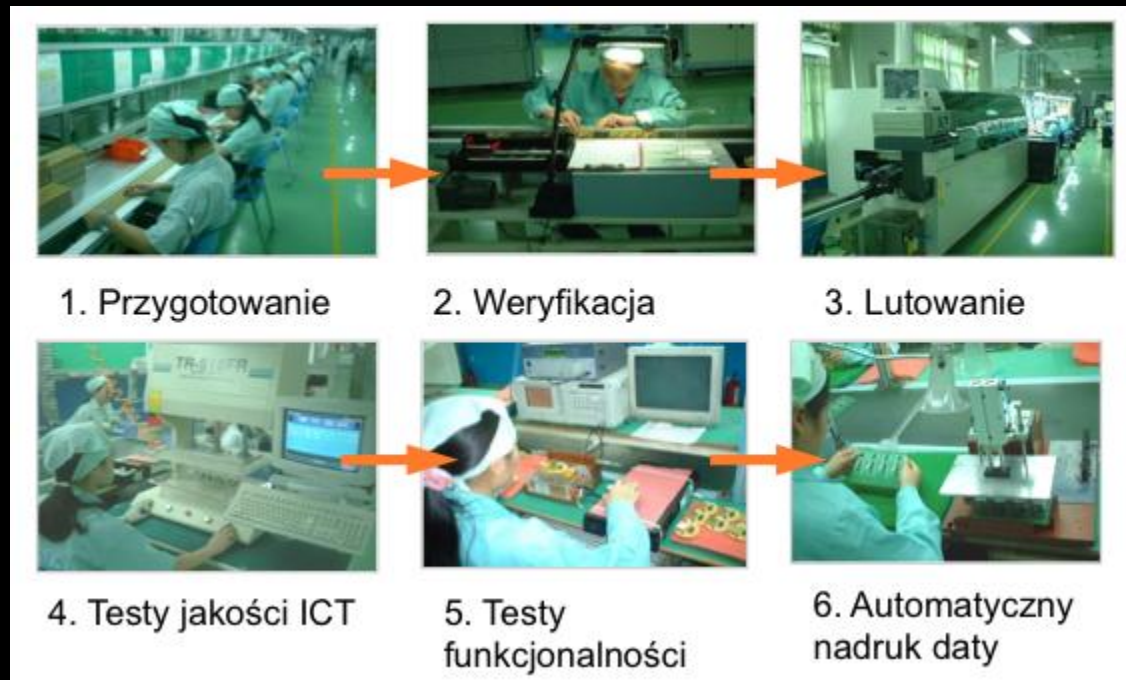
Proces produkcyjny

- przykłady wizualizacji i optymalizacji

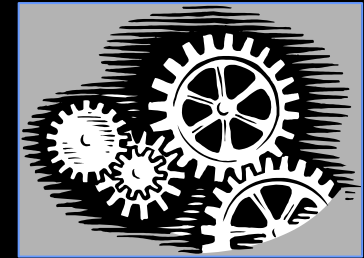
Proces produkcyjny – definicje



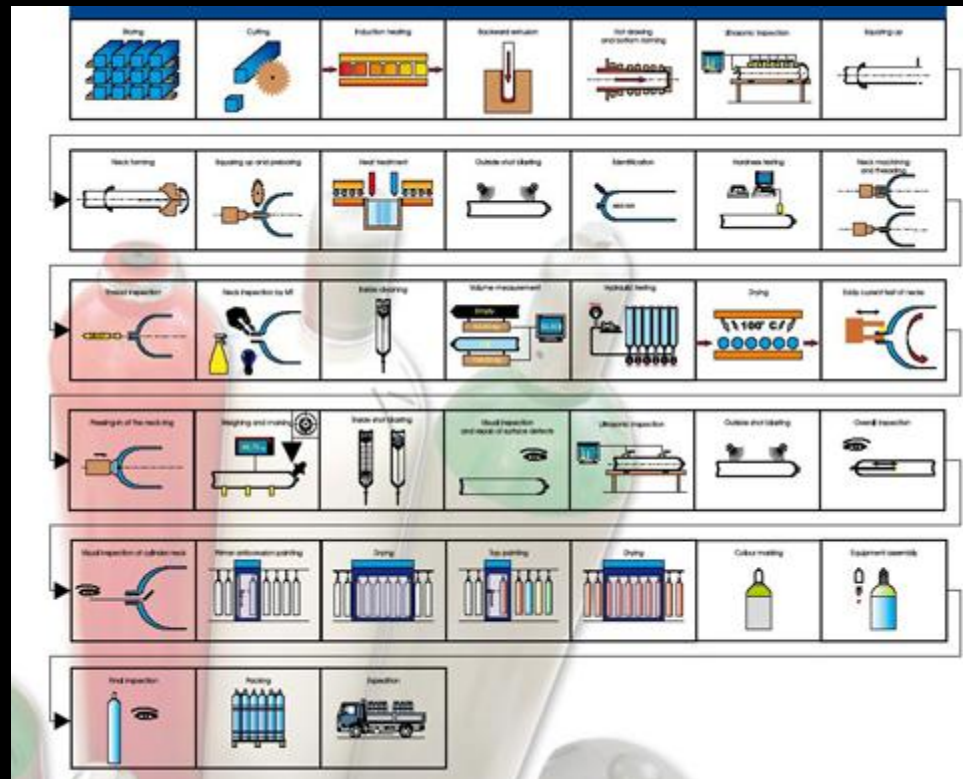
- Proces produkcyjny (*Routing*)



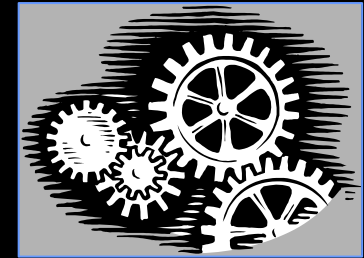
Proces produkcyjny – definicje



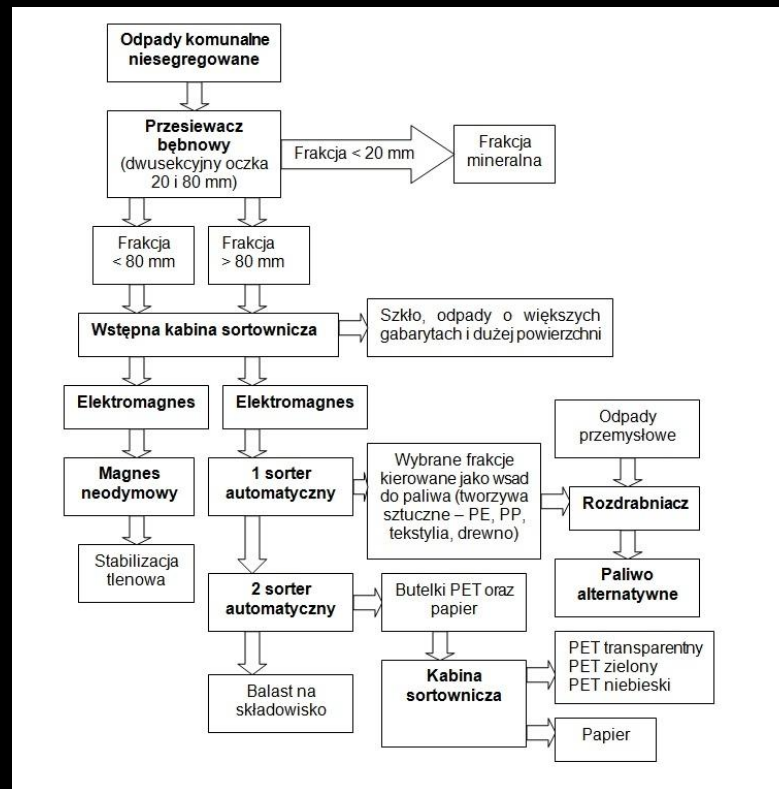
- Proces produkcyjny butli nurkowej

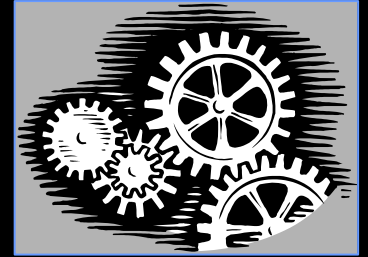


Proces produkcyjny – definicje



- Proces produkcyjny – odpady komunalne



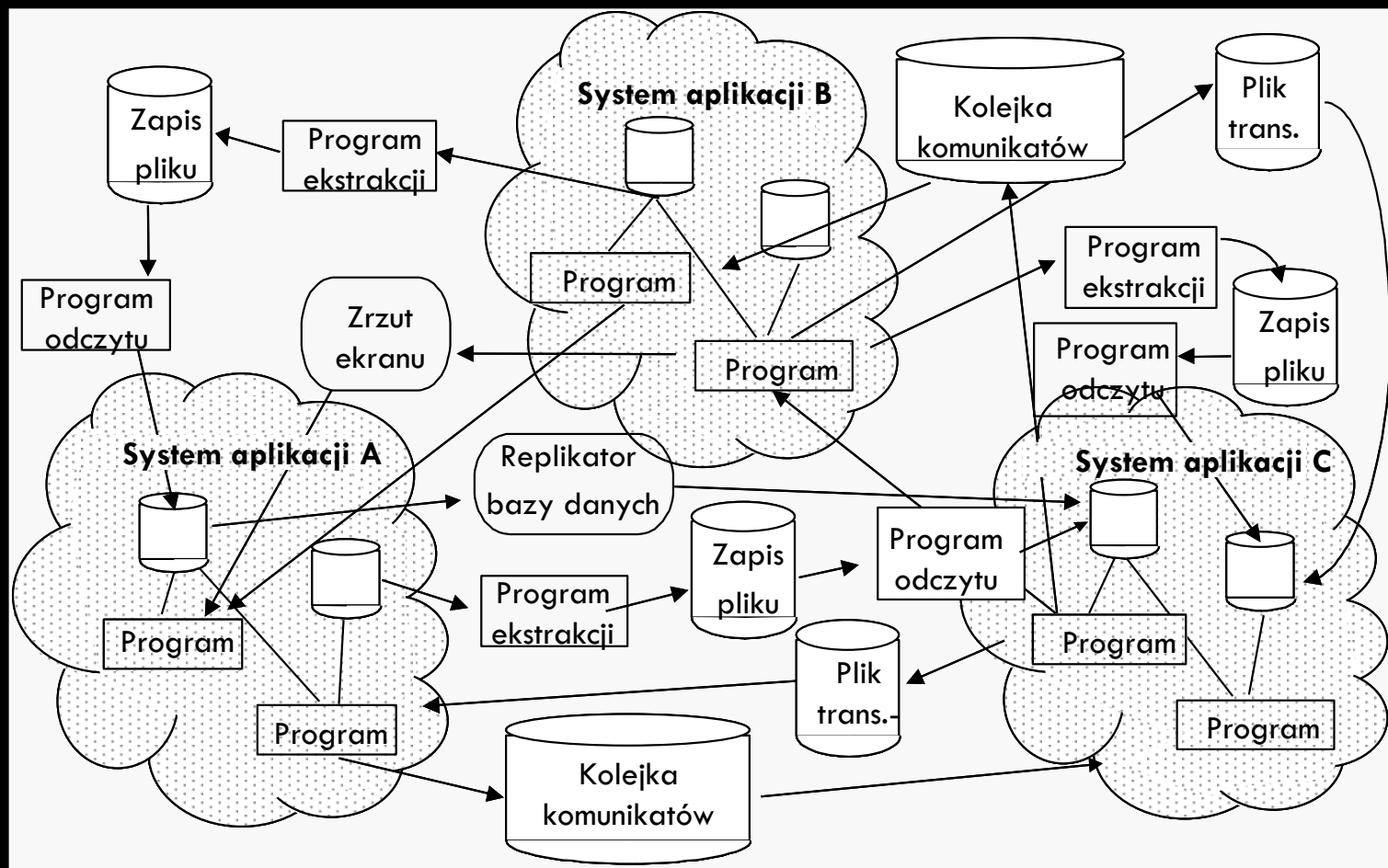


Proces produkcyjny

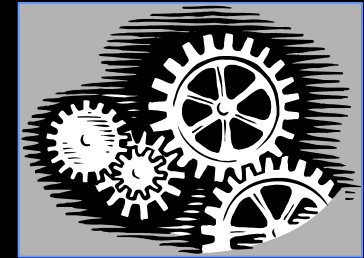
- Standaryzacja wizualizacji

Procesy produkcyjne

Czarny scenariusz...



Proces produkcyjny – definicje



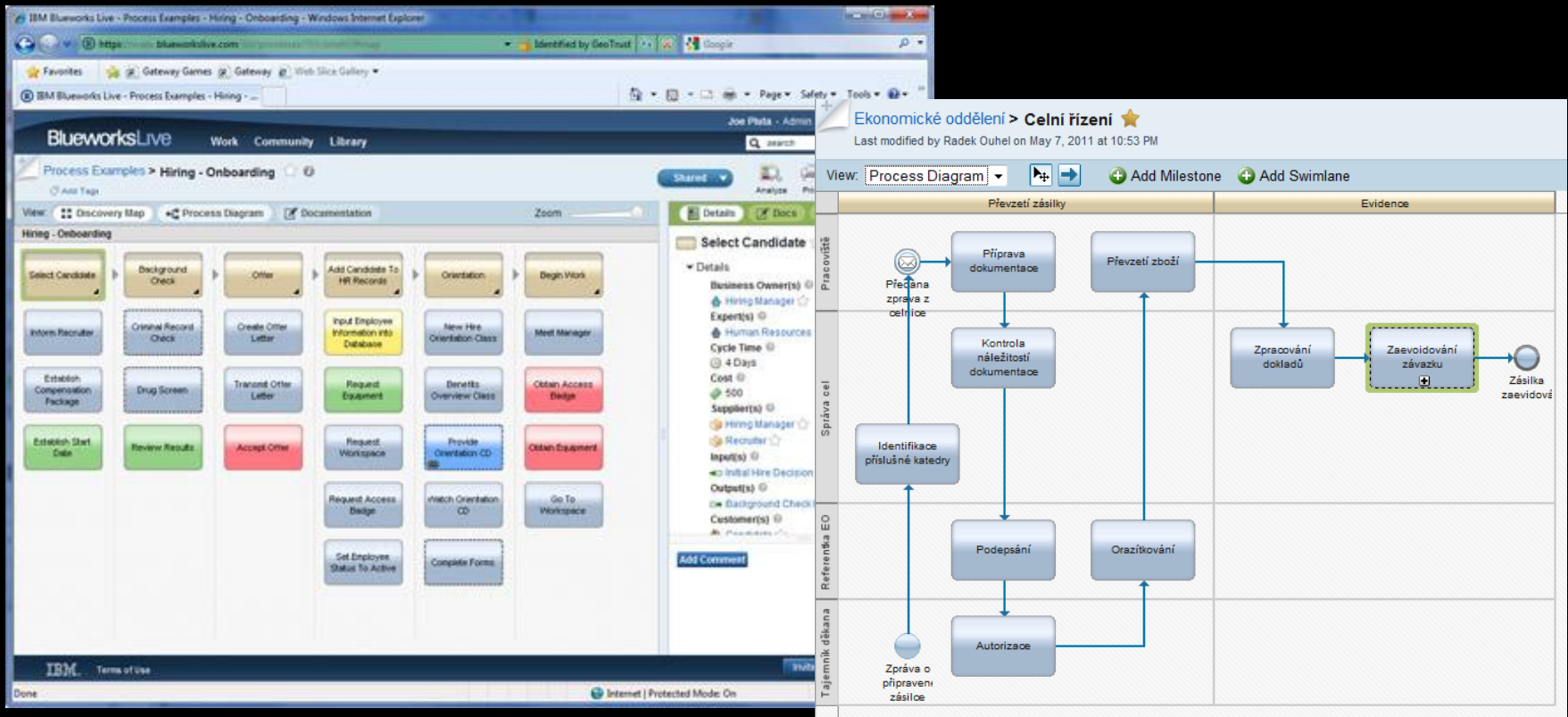
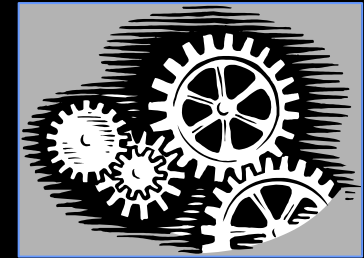
• Proces produkcyjny – audyt

Lp.	Element pracy	Czas w s.	Odległość w m.	Symbole															
				○	◉	➔	▽	□	◐										
1	Sortowanie szklanek																		
2	Oczekiwanie na transport																		
3	Przewiezienie do stanowiska pakowania	10	20																
4	Oczekiwanie na pakowanie	120																	
5	Pobranie szklanek z palety	2																	
6	Pakowanie w paczki	84																	
7	Oczekiwanie na pozostałe 3 paczki	252																	
8	Wzięcie paczek ze szklankami	4																	
9	Przeniesienie paczek do sterty	3	6																
10	Złożenie paczek w na stercie	2																	
11	Oczekiwanie na załadunek	12576																	
12	Załadowanie paczek na wózek	180																	
13	Przewiezienie paczek do magazynu	15	30																
14	Ułożenie paczek na regałach	180																	
15	Składowanie w magazynie																		

operacja	—	○
manipulacja	—	◉
transport	—	➔
kontrola	—	□
oczekiwanie	—	◐
magazynowanie	—	▽

Proces produkcyjny – definicje

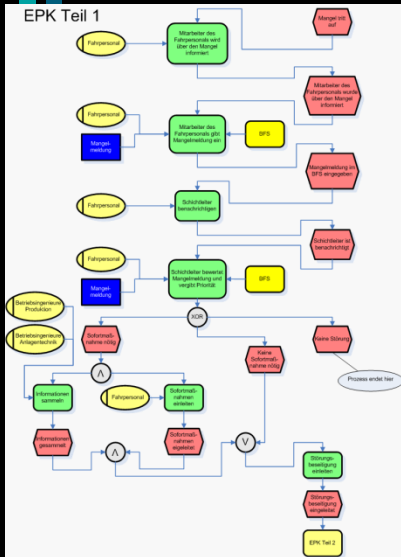
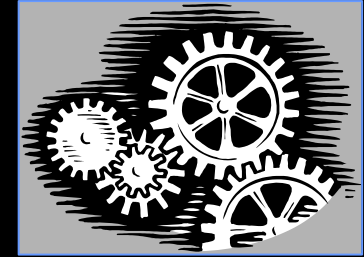
- Proces produkcyjny – notacja BPMN



Business Process Model and Notation, BPMN (Notacja i Model Procesu biznesowego) - graficzna notacja służąca do opisywania procesów biznesowych.

Proces produkcyjny – definicje

- Proces produkcyjny – systemy transakcyjne (ERP)



Routing Edit Goto Details Extras Environment System Help

Display Routing: Operation Overview

Material P-100 Pump PRECISION 100 Grp. ct. 1
Sequence 0 Pumpe (Stammfolge)

Op...	SOP	Work ce...	Plnt	Co...	Standar...	Description	L...	Cl...	O...	P...	C...	S...	Base quantity	U...	Setup	U...	Activit...	Machine
0010		1310	1000	PP01	P000001	Bereitstellung gemäß Kommissionierliste							1	PC	0	MIN	1422	0
0020		1320	1000	PP01	P000002	Einpressen Laufrad in Gehäuse							1	PC	10	MIN	1422	0
0030		1906	1000	PP01	P000004	Lackieren Gehäuse							1	PC	15	MIN	1422	10
0040		1904	1000	PP01	P000002	Einbau Welle in Gehäuse							1	PC	3	MIN	1422	5
0050		1905	1000	PP01	P000002	Endmontage Pumpe							1	PC	0	MIN	1422	0
0060		1721	1000	PP99	P000003	Abliefern an Lager							1	PC	0	MIN	1422	0

Entry 1 of 6

Display Work Center: Back Tofa

Plant: 1000 Work: Hamburg
Work center: 1721 Production inspection: 8

Basic data Default values Capacities Scheduling Costing

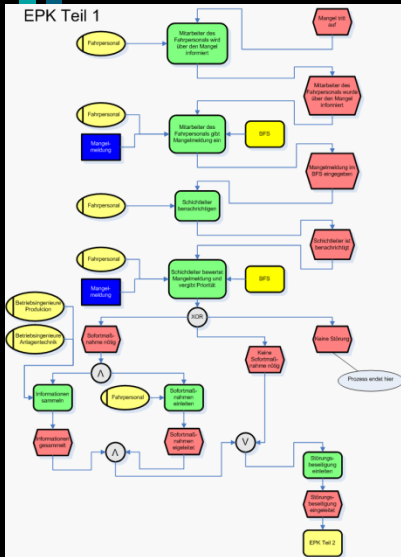
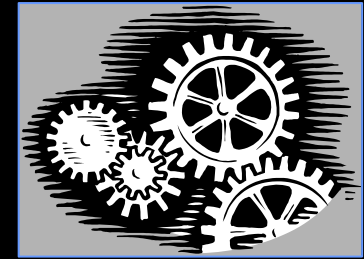
General data
Work center cat: 0001 Machine
Person responsible: 001 Arbeitspl/Bereich:her101
Location: 1 Produktionsbereich:100001
GCR system
Supply area
Usage: 009 All task list types
Transition matrix

Standard value maintenance
Standard value key: SAF2 Variable production
Rule for maint: Efficiency rate

Setup no checking
Machine no checking
Labor no checking
Standard value 1 no checking
Standard value 2 no checking
Standard value 3 no checking

Proces produkcyjny – definicje

- Proces produkcyjny – systemy transakcyjne (ERP)



Wykres Gantta

Grafika Edycja Skok do Opcje Jednostka czasu Pomoc

Wartości standardowe Legenda

Operacje: przegląd opr. harmonogr.

Operacje	Cz 17 Wrz	Pi 18 Wrz	So 19 Wrz	Ni 20 Wrz	Pn 21 Wrz	Wt 22 Wrz	Śr 23 Wrz	Cz 24 Wrz	Pi 25 Wrz
0010 Bereitstellung gemäß Kommissionierliste									
0020 Einpressen Laufrad in Gehäuse									
0030 Lackieren Gehäuse									
0040 Einbau Welle in Gehäuse									
0050 Endmontage Pumpe									
0060 Abliefern an Lager									

Legenda

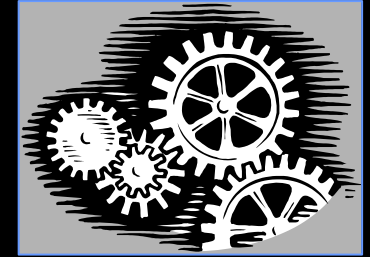
- Najpóźn. godz. kolejki
- Najpóźn. godz. przyg.
- Najpóźn. godz. przetw.
- Najpóźn. godz. rozbrajania
- Najpóźn. godz. oczek.
- Najwcześn. godz. przyg.
- Najwcześn. godz. przetw.
- Najwcześn. godzina rozbroj.

Śr 16.09.09 21:34:17

Standardowa marszruta plan - wyświetl

Material: MK-100, Stanowisko robocze: 100, Licz. gr.: 1

Op.	PPop	Stanow.	Zakł	Kłz	Kluz tek.	Opis	Za	list	R	Po	Ilość	podstaw.	Ud	Czas	przgot.	Ue	Rodz.	Czas	maszy.	Je	Rodz.
0010	1310	1000	PP01	PO00001		Bereitstellung ge					1		BT	0		MIN	1422	0		MIN	1420
0020	1320	1000	PP01	PO00002		Einpressen Laufr					1		ST	10		MIN	1422	0		MIN	1420
0030	1906	1000	PP01	PO00004		Lackieren Gehäus					1		ST	15		MIN	1422	10		MIN	1420
0040	1904	1000	PP01	PO00002		Einbau Welle in					1		BT	3		MIN	1422	5		MIN	1420
0050	1905	1000	PP01	PO00002		Endmontage Pumpe					1		BT	0		MIN	1422	0		MIN	1420
0060	1721	1000	PP99	PO00003		Abliefern an Lager					1		ST	0		MIN	1422	0		MIN	1420



Proces produkcyjny

- Parametryzacja

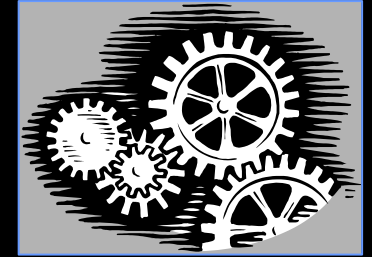
Stenografia: Projektowanie i parametryzacja procesów

Podsumowanie

**Ciągle
doskonalenie**



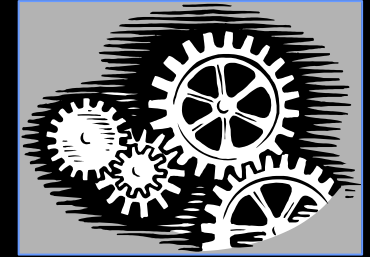
A KAŻDE ULEPSZENIE MUSI BYĆ ZABEZPIECZONE



2. CECHY

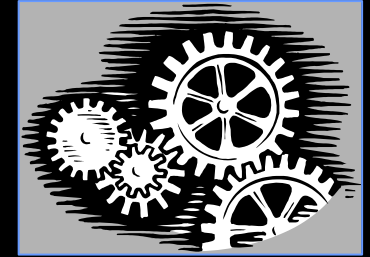
procesu produkcyjnego

Proces produkcyjny – definicje



- **Istota procesu produkcyjnego**
- **Uporządkowany zespół działań** (operacji, czynności), których celem jest wykonanie określonego wyrobu.
 - Do procesu produkcyjnego zaliczamy czynności takie jak:
 - pobranie surowców,
 - materiały wejściowe,
 - czynności technologiczne,
 - czynności transportowe,
 - czynności kontrolne i konserwacyjne.

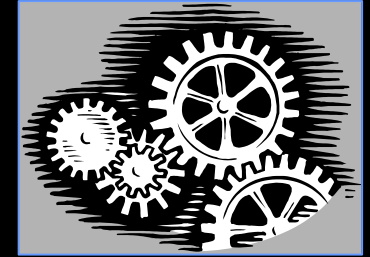
Proces produkcyjny – definicje



- **Rozróżniamy** (surowce / materiały):
 - **Proces produkcyjny** (*production*); działalność mająca na celu dostarczenie produktu / towaru na rynek (branżowy) w oparciu o własne źródła zaopatrzenia / surowce.
 - **Proces wytwórczy** (*manufacturing*): wytwarzanie, fabrykacja polegająca na przemysłowym przetwarzaniu pozyskanych z zewnątrz surowców / materiałów na wyroby gotowe przeznaczone na rynek odbiorcy finalnego.
 - **Proces technologiczny**: przekształcanie (zmiana właściwości) surowców i materiałów w wyroby gotowe.

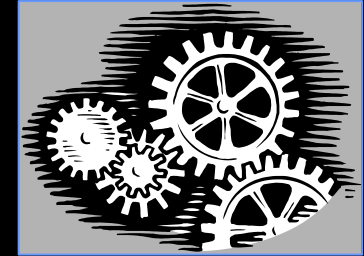
*Every type of manufacturing is production
but every production is not a manufacturing.*

Proces produkcyjny – definicje



- **Cechy procesu produkcyjnego:**
 - ✓ **CELOWOŚĆ** – proces produkcyjny jest organizowany dla określonego celu, który może się zmieniać.
 - ✓ **DYNAMIKA** – proces produkcyjny przebiega według zaprojektowanych reguł, w warunkach zmienności zasileń materiałowych, energetycznych i informacyjnych.
 - ✓ **EKONOMICZNOŚĆ** – zasada racjonalności ekonomicznej:
 - maksymalizacja efektu przy stałym poziomie zasileń zasobowych;
 - minimalizacja zasileń przy zdefiniowanym i uzyskanym efekcie.

Proces produkcyjny – definicje

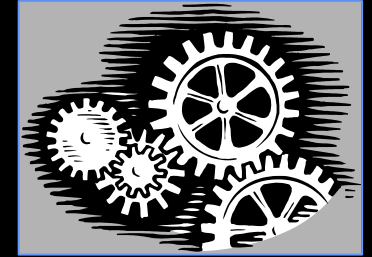


- **Każdy proces produkcyjny składa się z następujących operacji elementarnych:**

- ✓ **Operację produkcyjną:** przekształcanie materiałów wejściowych w w
- ✓ **Operację technologiczną:** zmiana kształtu oraz własności fizyczne
- ✓ **Operację kontroli:** działania zapewniające odpowiedni poziom jakości
- ✓ **Operację transportu:** przemieszczenia z jednego do innego miejsca
- ✓ **Operację magazynowania i składowania:** brak w/w działań. Jest
- ***
- ✓ **Operację ZŁOŻONĄ:** w tym samym czasie i przy użyciu tych samych

operacja	—	○
manipulacja	—	○
transport	—	➔
kontrola	—	□
oczekiwanie	—	◐
magazynowanie	—	▽

Projektowanie operacji złożonych jest głównym obszarem badań i rozwoju procesów produkcyjnych!



3. PARAMETRYZACJA procesu produkcyjnego

Wskaźniki sprawności logistycznej

- Projektowanie – optymalizacja procesów biznesowych, logistycznych, informacyjno-decyzyjnych zakłada **konieczność ich parametryzacji**.
- Kluczową kwestią jest zatem zdefiniowanie takich **wskaźników**, które mają istotny wpływ na wzrost sprawności logistycznej – patrz cele biznesowe!!!
- Na podstawie wieloletnich doświadczeń praktyków- menedżerów możemy wskazać na najbardziej użyteczny **model poprawy sprawności logistycznej**.

Nazwa wskaźnika	Wartość		Propozycja usprawnień
	obecna	oczekiwana	

Wskaźniki sprawności logistycznej

Wskaźniki (KCS) i propozycje udoskonalenia procesu:

Nazwa + formuła WSKAŹNIKA	WARTOŚĆ		Propozycja USPRAWNIEŃ
	obecna AS-IS	oczekiwana TO-BE	
Terminowość wykonania zlecenia - termin dostawy / termin zamówienia = różnica [dni]	średni czas opóźnień = 3 dni	średni czas opóźnień = 2 dni	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wdrożyć koncepcje "Time Management". 2. Workflow akceptacyjny WF (dok. elektroniczne). 3. Umowy ramowe.
Koszty obsługi 1 zamówienia - Koszt całkowity / Liczba zamówień = [PLN]	Koszty obsługi 1 zamówienia = 50 PLN	Koszty obsługi 1 zamówienia = 40 PLN	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zamówienia w pakietach - cykliczne 2. Workflow - dok. elektroniczne 3. Monitoring kosztów / MPK
Zadowolenie pracowników - ankieta satysfakcji[skala 1-5]			

NAZWA procesu:

Obsługa zakupów

I. CEL główny: Zapewnienie sprawnej obsługi zleceń zakupowych

II. Cele uzupełniające:

1. Terminowość wykonania zlecenia [dni]
2. Koszty obsługi 1 zamówienia [PLN]
3. Zadowolenie pracowników [skala 1-5]

Sprawność logistyczna

wprowadzenie terminologiczne



- **Miernik** (*measure*) - kategoria ekonomiczna/ biznesowa, odzwierciedlająca zdarzenia i fakty z zakresu działania przedsiębiorstwa, wyrażone w jednostkach miary; *np. wielkość produkcji [szt.], koszty pracy [EUR], udział w rynku [%]...*
- **Wskaźnik** (*indicator*) - mierzy zjawisko (cechę zjawiska) Y, które jest łatwo obserwowalne i mierzalne, oraz jest związane w znany nam sposób ze zjawiskiem X, które jest przedmiotem naszego zainteresowania.
- W logistyce mierniki traktowane są jako wielkości informacyjne (elementarne), niesłużące bezpośrednio do oceny sprawności logistycznej.

Business Intelligence



Sprawność logistyczna
Logistyka produkcji

Business Intelligence

Sprawność logistyczna

Logistyka produkcji



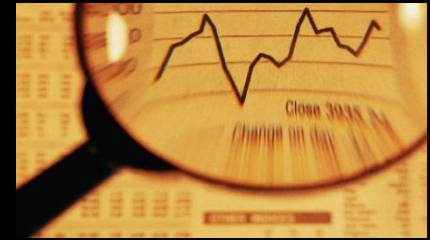
$$\text{Płynność produkcji} = \frac{\text{Czas przestojów w procesie produkcji}}{\text{Czas pracy ogółem}}$$

- Mierzmy niezawodność procesu produkcyjnego.
 - Im mniejszy wskaźnik tym lepiej.
- Ważna jest znajomość wzorców branżowych

Business Intelligence

Sprawność logistyczna

Logistyka produkcji



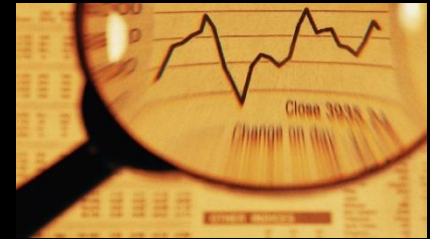
$$\text{Poziom wykorzystania zdolności produkcyjnych} = \frac{\text{Wykorzystanie zdolności produkcyjnych}}{\text{Całkowita zdolność produkcyjna}}$$

- Mierzmy poziom wykorzystania kapitału i zasobów.
 - Im większy wskaźnik tym lepiej.
- Ważna jest znajomość wzorców branżowych.

Business Intelligence

Sprawność logistyczna

Logistyka produkcji



$$\text{Poziom logistycznej obsługi produkcji} = \frac{\text{Liczba prawidłowych wydań materiałów}}{\text{Całkowita liczba wydań materiałów}}$$

- Mierzymy jakość procesów w zakresie ruchu materiałowego.
 - Im większy wskaźnik tym lepiej.
 - Ważna jest znajomość wzorców branżowych.

Business Intelligence

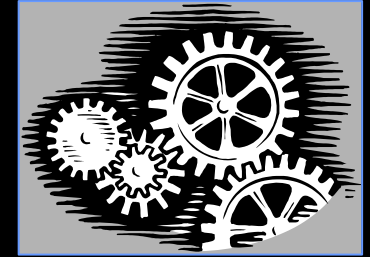
Sprawność logistyczna

Logistyka produkcji



$$\text{Udział produkcji wadliwej} = \frac{\text{Wartość wyrobów wadliwych}}{\text{Łączna wartość wyrobów}}$$

- Mierzymy jakość procesu produkcyjnego.
- Im mniejszy wskaźnik tym lepiej.
- Ważna jest znajomość wzorców branżowych (np. Six Sigma).



4. Projektowanie procesów produkcyjnych w ramach Przemysłu 4.0



Przemysł 4.0



Przemysł 4.0 jako czwarta rewolucja przemysłowa

Inteligentna fabryka w której:

- zintegrowane systemy cyber-fizyczne (**CIM**) sterują
- realnymi procesami fizycznymi (**Robotics**),
- tworzą wirtualne kopie świata realnego (**SMAS/3D**) i
- podejmują zdecentralizowane i zautomatyzowane decyzje na poziomie stanowiska pracy / produkcji (**BI**).

- Poprzez Internet rzeczy (**IoT**) w czasie rzeczywistym komunikują się i współpracują ze sobą oraz z ludźmi (**Internet**),
- Natomiast dzięki przetwarzaniu chmurowemu (**Cloud**) są oferowane i użytkowane usługi w dowolnym miejscu i czasie.

[Hermann, Pentek, Otto]

Przemysł 4.0 jako czwarta rewolucja przemysłowa



1-sza Rewolucja przemysłowa

Mechanizacja

- Sterowanie mechaniczne (krzywki)
- Silniki parowe

Przemysł 1.0



2-ga Rewolucja przemysłowa

Elektryfikacja

- Karty perforowane do zapisu informacji
- Pierwsze linie produkcyjne

Przemysł 2.0



3-cia Rewolucja przemysłowa

Cyfryzacja

- Mikrokontrolery do sterowania maszynami
- Wzrost automatyzacji
- Systemy IT do planowania i kontroli produkcji

Przemysł 3.0



4-ta Rewolucja przemysłowa

Sieć/Internet

- Pionowe i poziome łączenie komponentów i maszyn w sieć, przy użyciu standardów internetowych
- Identyfikowalne i komunikowalne obiekty
- Samodoskonalące się obiekty

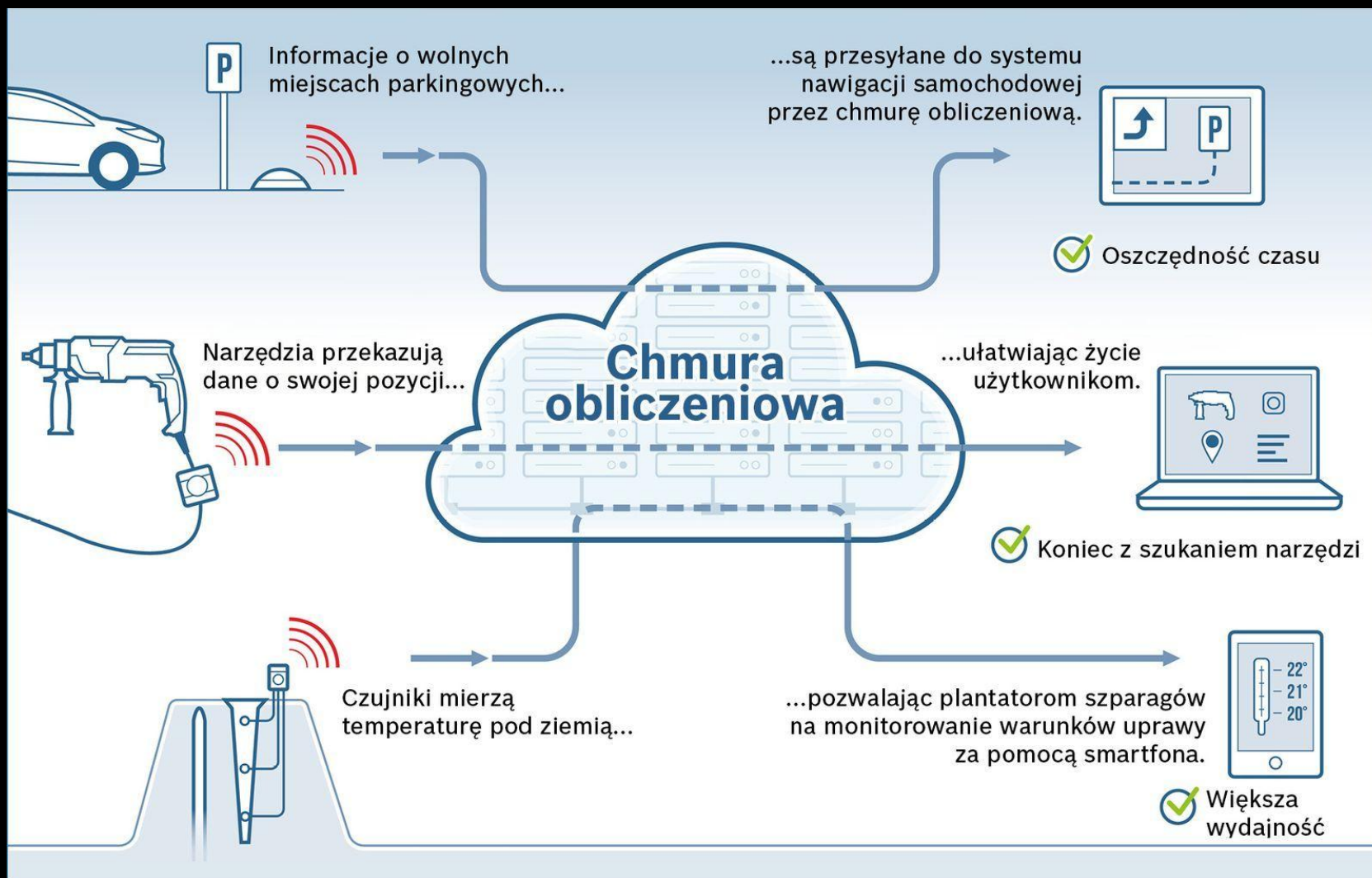
Przemysł 4.0

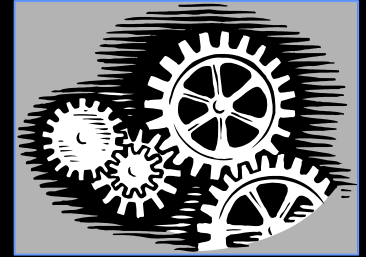
Przemysł 4.0 jako czwarta rewolucja przemysłowa

Integracja systemów i tworzenie sieci;

- integruje ludzi oraz sterowane cyfrowo maszyny z Internetem i technologiami informacyjnymi.
- materiały produkowane lub wykorzystywane do produkcji można zawsze zidentyfikować,
- mają one także możliwość niezależnego komunikowania się między sobą:
 1. Przepływ informacji jest realizowany w pionie: z poszczególnych komponentów do działu IT przedsiębiorstwa oraz z działu IT do komponentów.
 2. Drugi kierunek przepływu informacji jest realizowany w poziomie: pomiędzy maszynami zaangażowanymi w proces produkcji a systemem produkcyjnym przedsiębiorstwa.

Przemysł 4.0 jako czwarta rewolucja przemysłowa

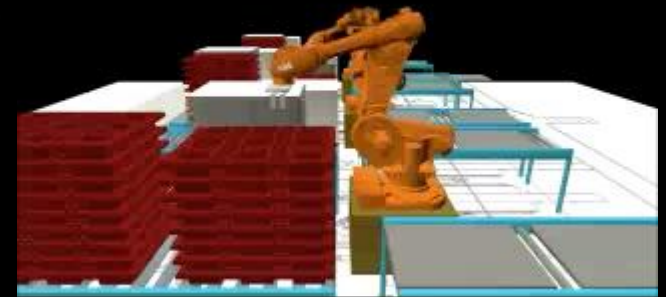
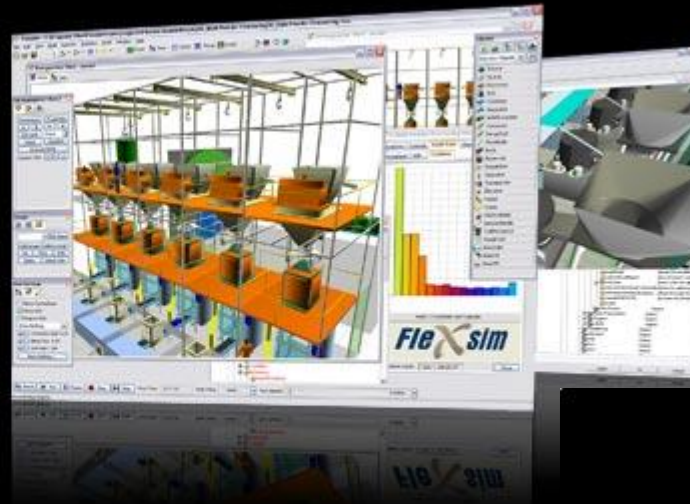




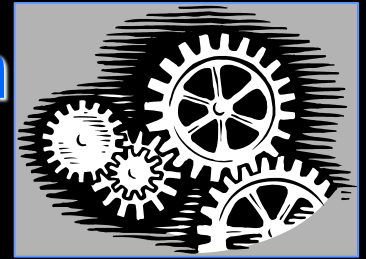
Proces produkcyjny

- modelowanie, symulacja,
parametryzacja i optymalizacja

FlexSim Simulation Software



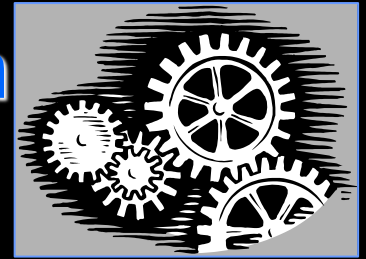
Projektowanie procesów produkcyjnych



- **Metoda Flexsim:**

- ✓ **Flexsim Simulation Software** jest oprogramowaniem symulacyjnym nowej generacji, przeznaczonym do modelowania, wizualizacji, sterowania i optymalizacji procesów, w tym procesów produkcyjnych.
- ✓ **Flexsim** potrafi wirtualnie modelować każdy proces, od tych w przemyśle, w ruchu ulicznym, w rozwoju biologicznym, w przepływie pracy, aż do kompletnie abstrakcyjnych koncepcji.

Projektowanie procesów produkcyjnych



- **Metoda Flexsim:**



- ✓ Podstawowe **zalety** to:

- łatwość użycia,
- szybkość symulacji,
- otwarta architektura,
- zorientowanie obiektowe,
- prosta i elegancka koncepcja modelowania,
- pełna skalowalność.

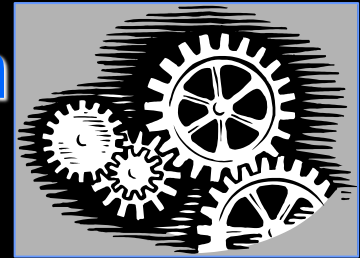
Projektowanie procesów produkcyjnych



- **Metoda Flexsim - modelowanie:**

- ✓ Flexsim jest klasyfikowany jako oprogramowanie do symulacji **zdarzeń dyskretnych** (zmiennych).
- ✓ Oznacza to, że jest ono wykorzystywane do modelowania systemów, w których w wyniku określonych zdarzeń **zmienia się w czasie stan w dyskretnych jego punktach**.
- ✓ Elementy, które są przetwarzane w dyskretnym modelu symulacyjnym mogą odzwierciedlać fizyczne produkty, ale także mogą to być klienci, dokumenty, zadania, rysunki, rozmowy telefoniczne, wiadomości elektroniczne.

Projektowanie procesów produkcyjnych



- **Metoda Flexsim - modelowanie:**

- ✓ **MODELOWANIE:** Zdefiniowane elementy (obiekty), przechodzą przez różne serie przetwarzania, kroki kolejowania, transportu co definiuje się jako przebieg (przepływ) procesu.
- ✓ **INFRASTRUKTURA:** Każdy etap tego procesu może wymagać jednego lub więcej zasobów takich jak maszyny, przenośniki, operatorzy, pojazdy lub różnego rodzaju narzędzi.
- ✓ **KOORDYNACJA:** Niektóre z tych zasobów są stacjonarne, niektóre ruchome, niektóre są dedykowane do konkretnego zadania, niektóre trzeba współdzielić na kilka zadań.

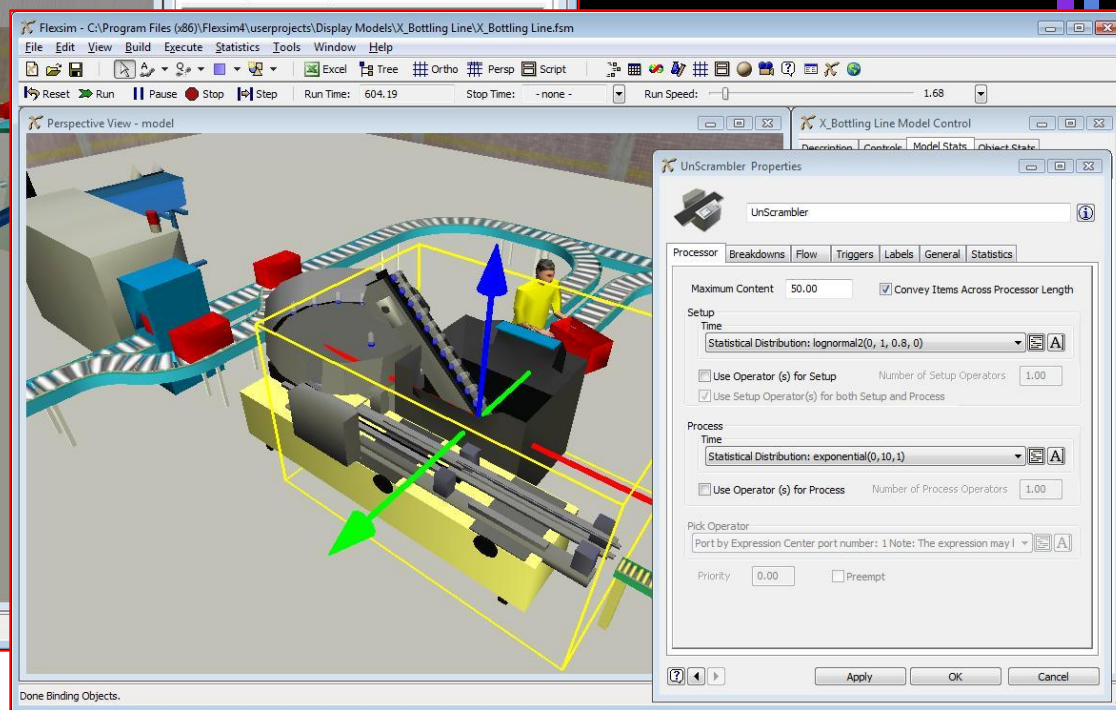
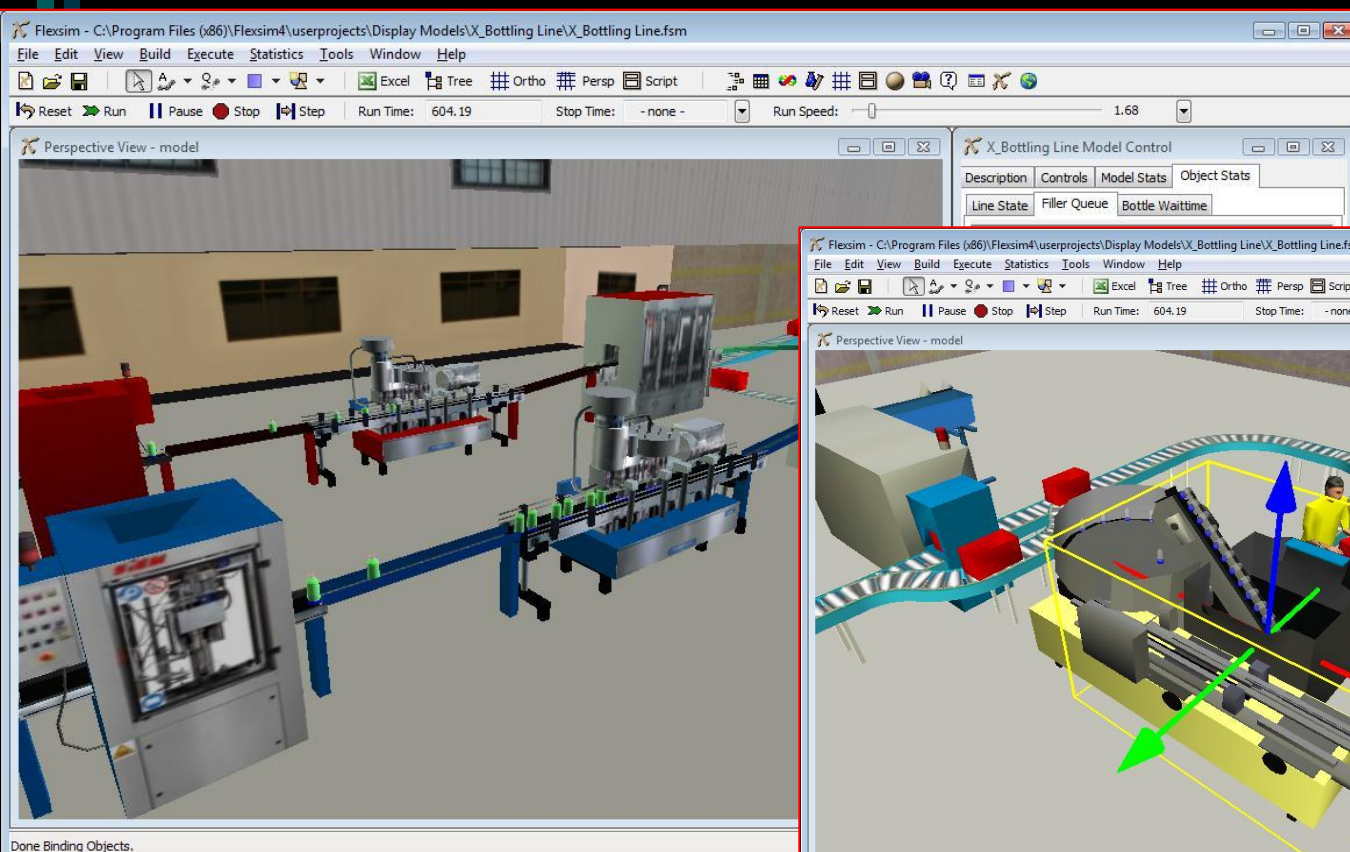
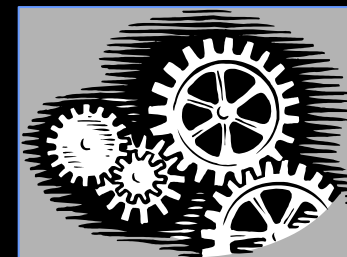
Projektowanie procesów produkcyjnych



- **Metoda Flexsim – zadania / problemy:**
 1. **Problemy obsługi:** potrzeba obsługi klientów i ich żądań na najwyższym poziomie satysfakcji przy możliwie najniższym poziomie kosztów.
 2. **Problemy produkcyjne:** konieczność wytworzenia właściwego produktu, we właściwym czasie przy możliwie najniższych kosztach.
 3. **Problemy logistyczne:** konieczność dostarczenia odpowiedniego produktu w odpowiednim miejscu i w odpowiednim czasie przy możliwie najniższych kosztach.

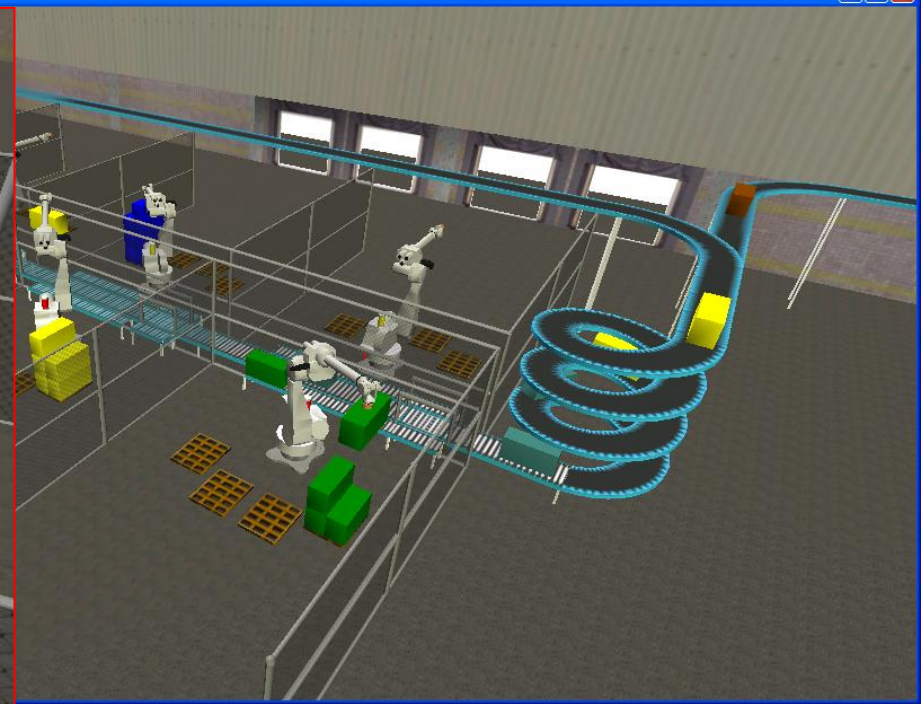
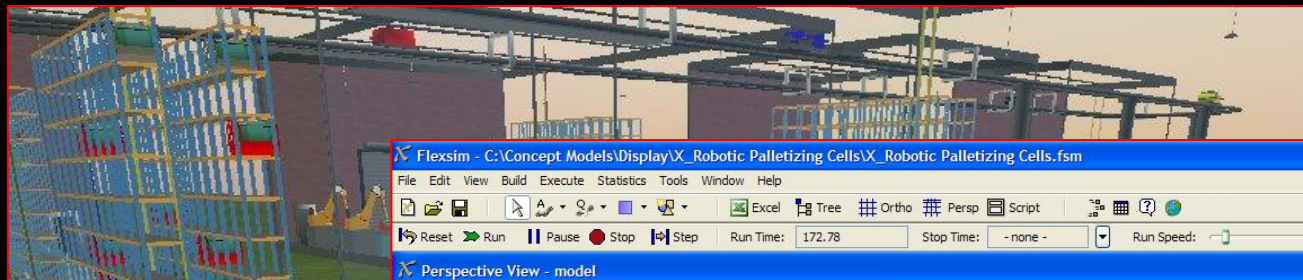
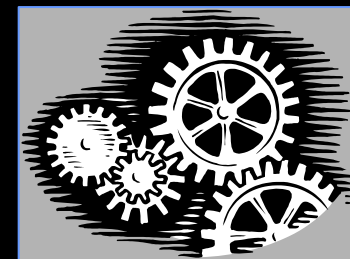
Metoda Flexsim – przykłady

PRODUKCJA



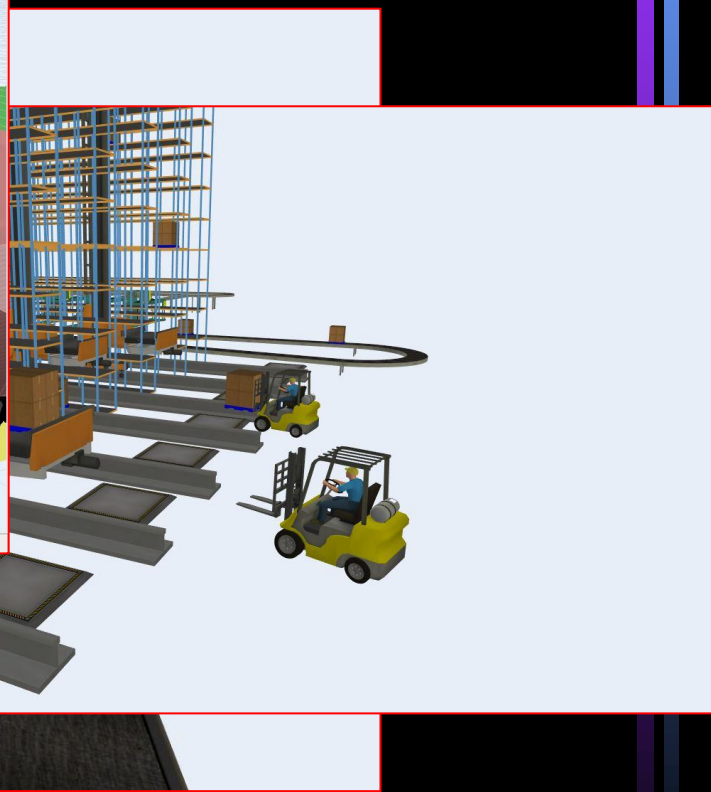
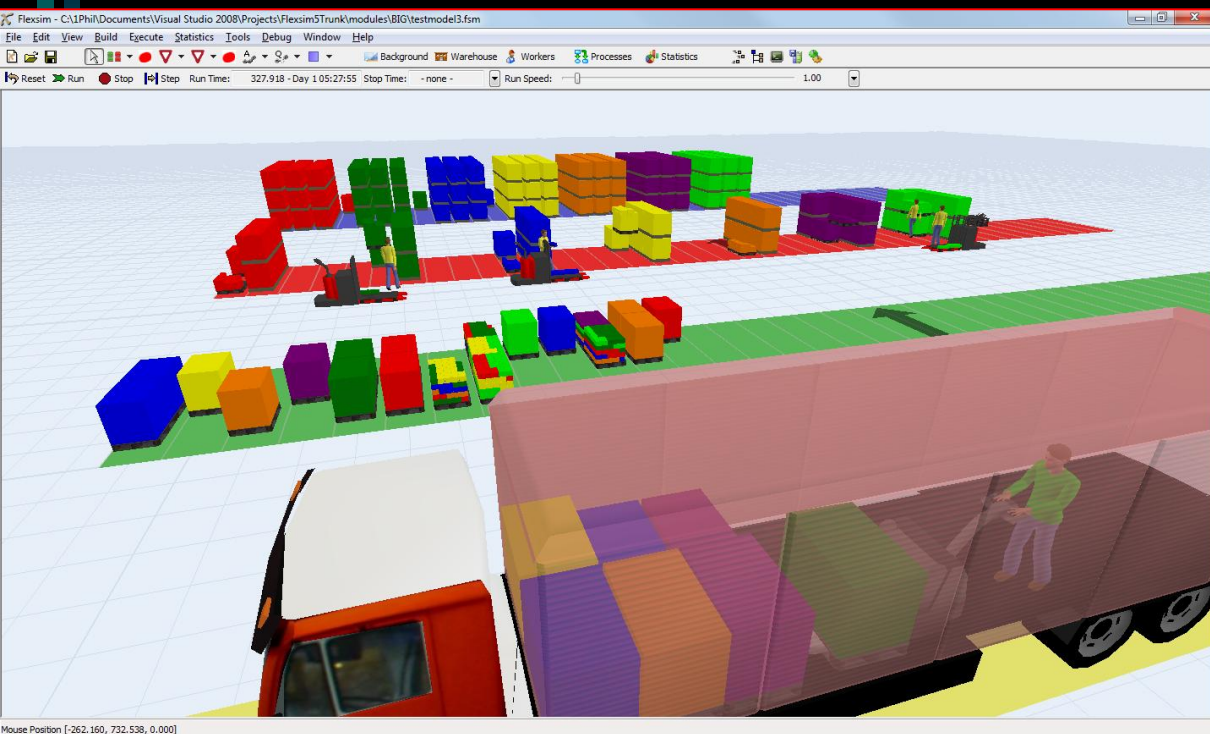
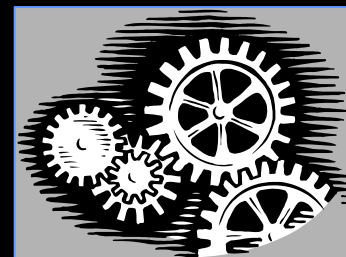
Metoda Flexsim – przykłady

AUTOMATYKA PRZEMYSŁOWA



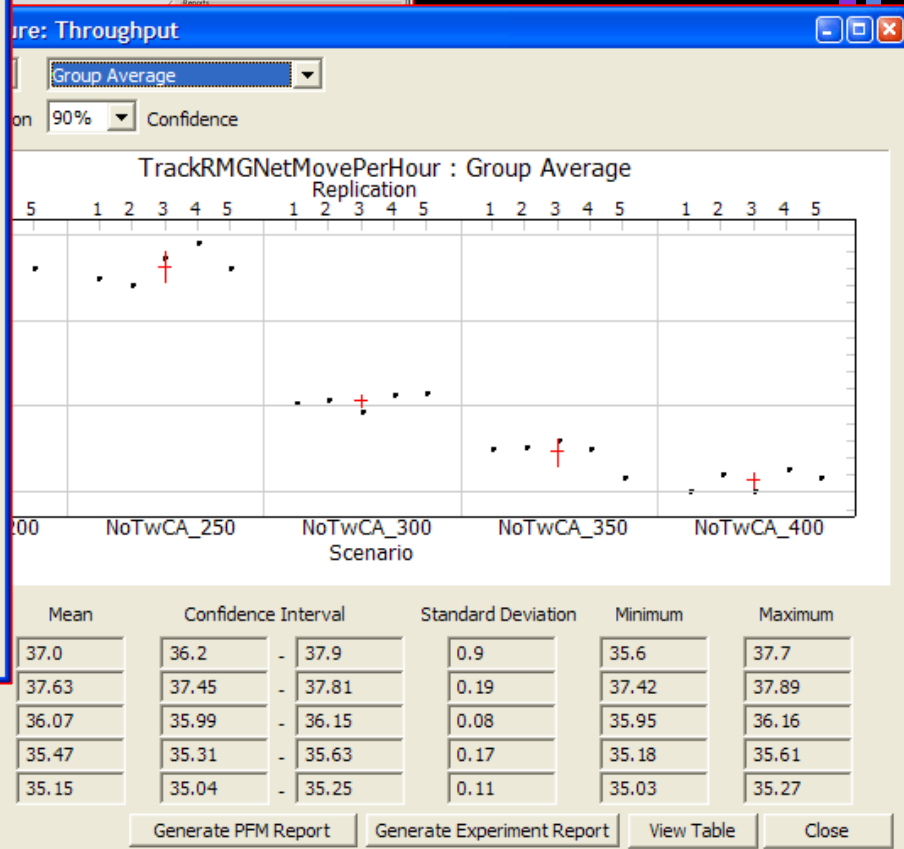
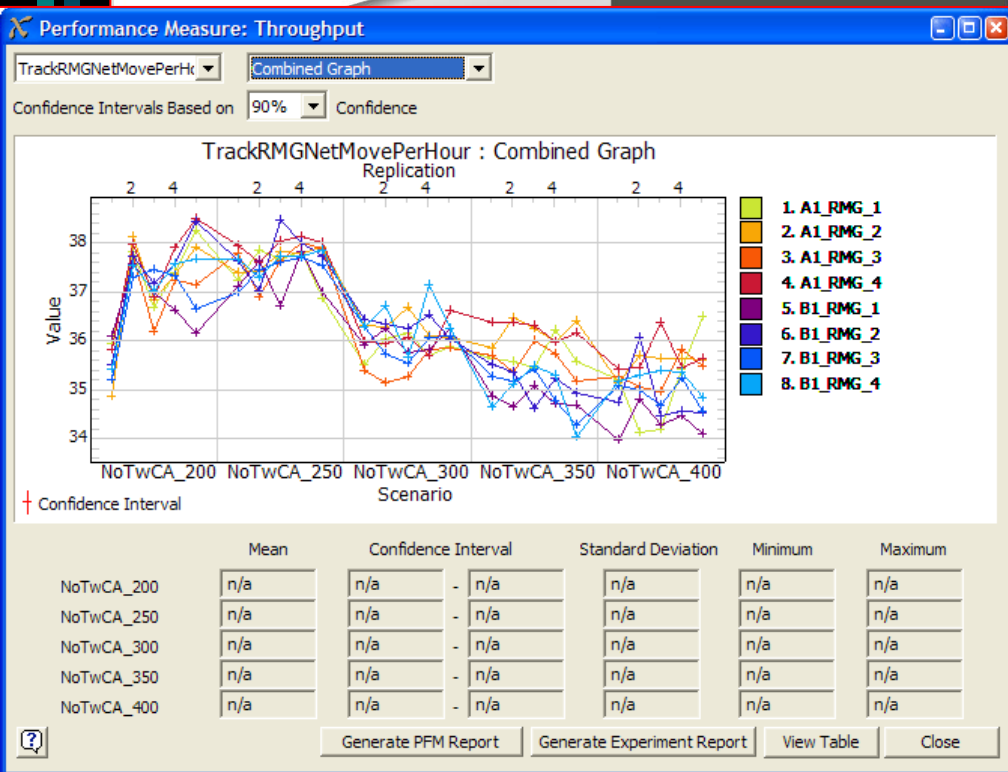
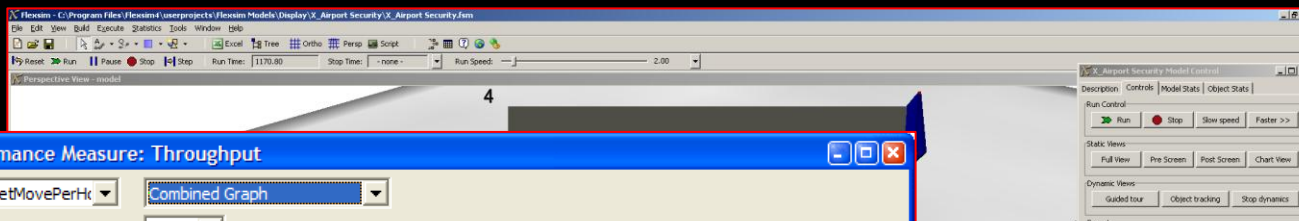
Metoda Flexsim – przykłady

MAGAZYNOWANIE

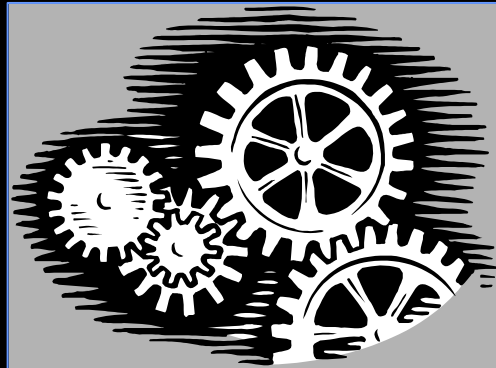


Metoda Flexsim – przykłady

ANALIZY - RAPORTOWANIE - OPTYMALIZACJA



PYTANIA?



- dr Marian Krupa