

Организација производње 2



Планирање капацитета у производним системима

проф. др Весна Спасојевић Бркић

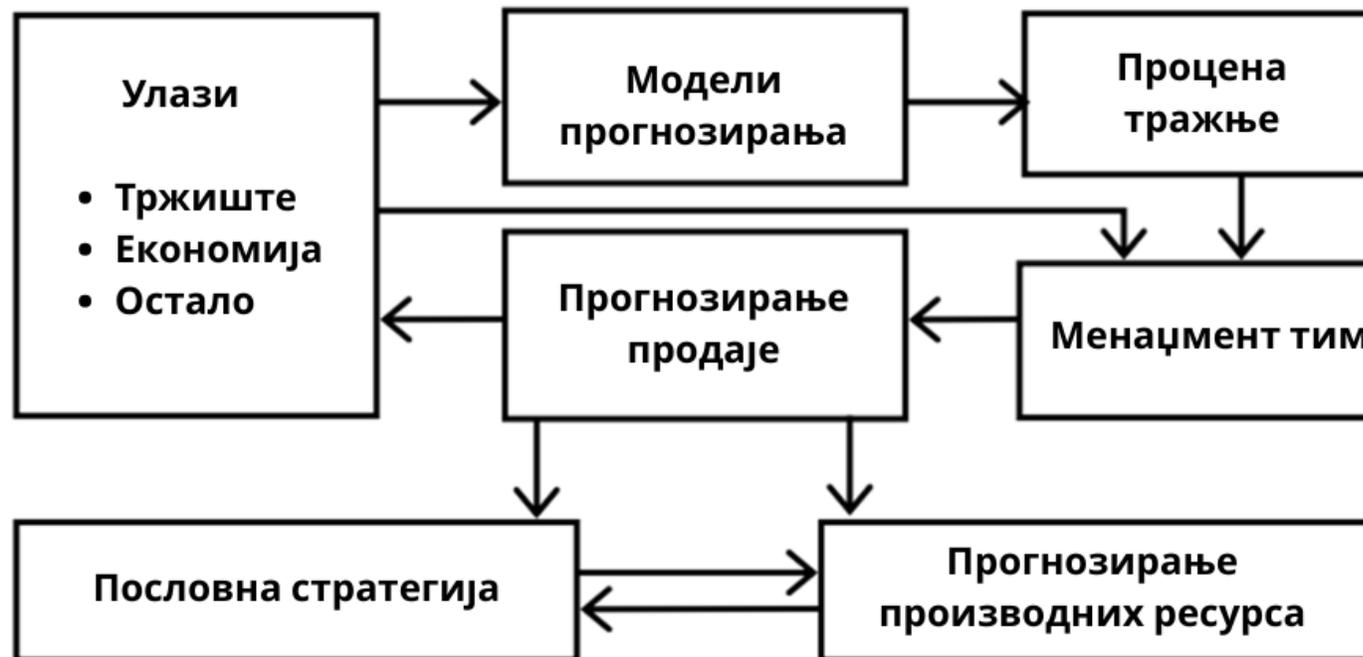
ПОДРУЧЈА УПРАВЉАЊА ПРОИЗВОДЊОМ



Планирање капацитета

- 4. Прогнозирање
- 5. Одлуке о раду и средствима рада
- 6. Агрегатно планирање и терминирање

4. ПРОГНОЗИРАЊЕ И ПРОИЗВОДЊА

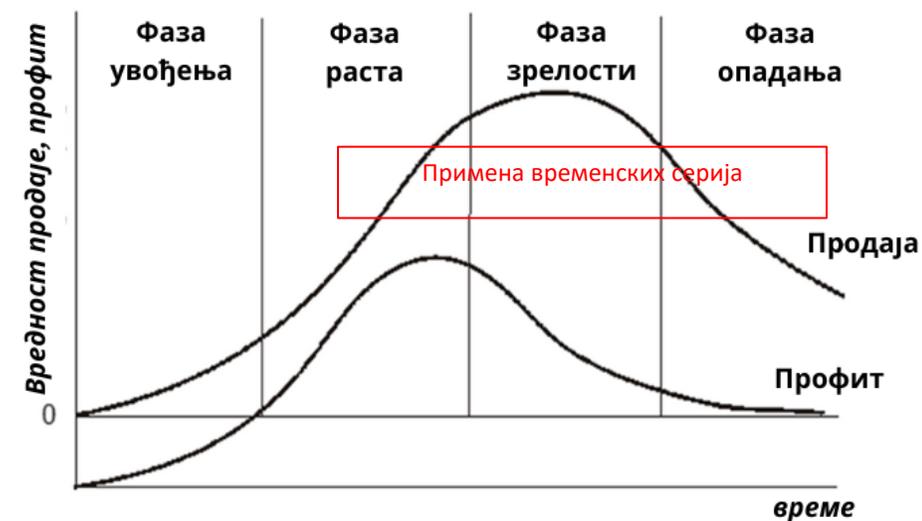


- Прогнозирање представља неопходну основу за успешно планирање.
- **Прогнозирање је процес процене будуће потражње за производима како би се оптимизовало планирање ресурса, залиха и капацитета.**
- Добијена прогноза представља кључни фактор доносиоцима одлуке око планирања будућих активности.
- Процес прогнозирања треба да обезбеди поуздане и релевантне улазне податке за краткорочно, средњорочно и дугорочно планирање свих ресурса.
- За прогнозирање се најчешће користе **квантитативни и квалитативни модели и теорија игара.**

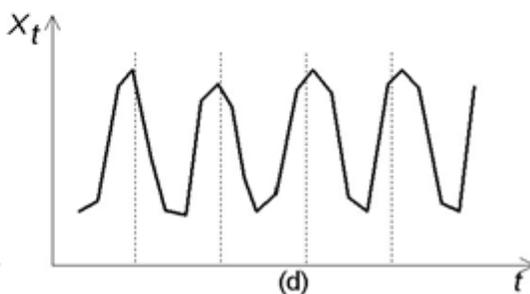
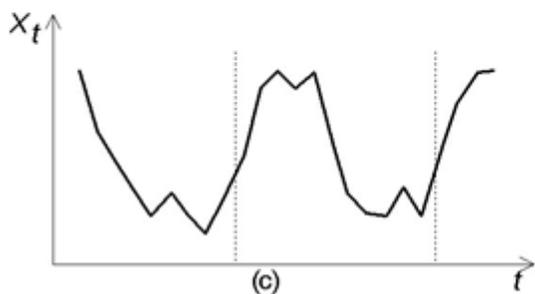
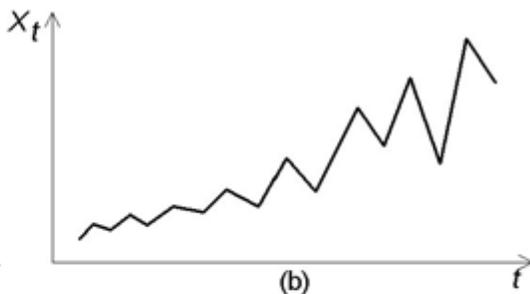
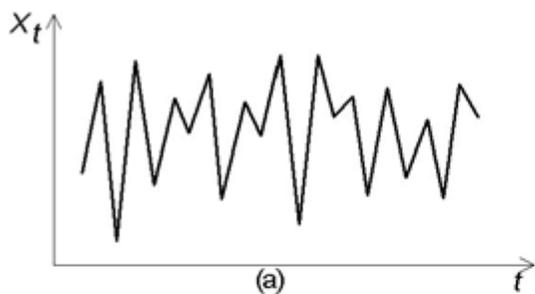
Прогнозирање и производна стратегија



- Прогнозира се потражња на тржишту, изостајање запослених са посла, расположивост машина и опреме, трошкови материјала, време испоруке, сезонски тренд код услуга и сл.



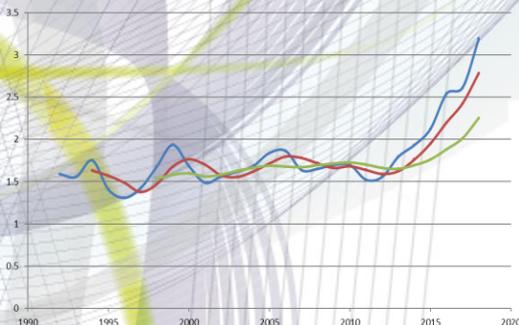
ПРОГНОЗИРАЊЕ И ВРЕМЕНСКЕ СЕРИЈЕ



Типови временских серија: (а) константан процес; (б) процес са трендом; (ц) серија са цикличним варијацијама; (д) серија са сезонским варијацијама

- **Стохастички или случајан процес** је математички модел који описује низ насумичних догађаја током времена или простора, где се елементи неуређености и вероватноће користе за анализу стварних појава.
- **Временска серија је реализација стохастичког процеса.** Колекција свих могућих реализација стохастичког процеса назива се ансамбл функција или ансамбл реализација. У анализи временских серија полазимо од тога да смо временску серију "извукли" као узорак из неког ансамбла.
- **Временска серија је низ мерења једне променљиве кроз време којим настојимо да откријемо и разумемо флукуације у времену.**
- Прогноза је екстраполација вредности серије ван области оцењених података. Регуларне варијације временске серије могу бити предмет прогнозе, за разлику од случајних варијација.
- Циљеви примене временских серија су:
 - Да би се разумела варијабилност.
 - Да би се идентификовале правилне и неправилне осцилације.
 - Да би се описале карактеристике осцилација.
 - Да би се разумели физички процеси који доводе до сваке од ових осцилација
 - **ДА БИ СЕ ПРОГНОЗИРАЛА БУДУЋНОСТ.**
- Типови варијација временске серије су:
 - Тренд
 - Сезона
 - Циклус и
 - Случајна компонента.
- **Моделом анализе временских серија можемо описати изучавану појаву, дати објашњење зашто и како је до ње дошло, предвидети њено кретање у наредном периоду и коначно, манипулацијом величина које условљавају посматрану појаву, исту држати под контролом.**

Временске серије - метод покретних просека



Година	Приход
1992	1,588
1993	1,558
1994	1,753
1995	1,408
1996	1,31
1997	1,424
1998	1,677
1999	1,937
2000	1,685
2001	1,488
2002	1,562
2003	1,619
2004	1,687
2005	1,841
2006	1,865
2007	1,637
2008	1,653
2009	1,699
2010	1,698
2011	1,523
2012	1,557
2013	1,795
2014	1,934
2015	2,125
2016	2,543
2017	2,616
2018	3,191

- Приликом испитивања података, веома често је тешко одредити дугорочни тренд посматране појаве због великог броја варијација кроз време.
- Ради бољег уочавања тенденције кретања појаве током времена, користе се **метод покретних просека** и метод експоненцијалног поравнања.
- Метод покретних просека користи просек последњих k вредности временске серије као основ за предвиђање у времену t :

$$\hat{y}_t = \frac{y_{t-1} + y_{t-2} + \dots + y_{t-k}}{k}$$

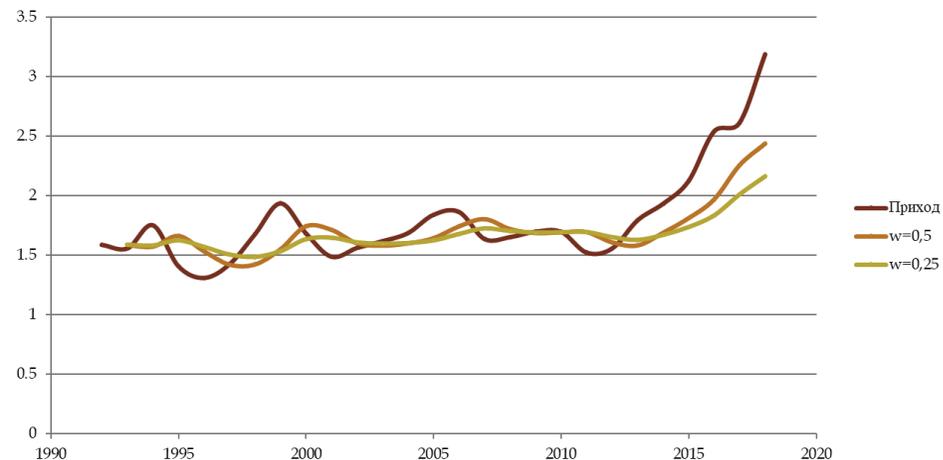
- Код годишњих података, k вредност треба да буде непаран број година, тако да не постоји могућност израчунавања покретне средине за прве године посматране серије (#N/A-not available).
- Прво се за ширину интервала одређује да је $k = 3$ (покретне средине за ову ширину интервала су приказане у трећој колони).
- Затим се за ширину интервала узима да је $k = 7$ (покретне средине за ову ширину интервала су приказане у четвртој колони). Седмогодишњи покретни просек (MA-7) више изравнава посматрану серију, пошто се за рачунање покретних просека узима дужи временски период.

Година	Приход	MA-3	MA-7
1992	1,588	#N/A	#N/A
1993	1,558	#N/A	#N/A
1994	1,753	1,633	#N/A
1995	1,408	1,573	#N/A
1996	1,31	1,490333	#N/A
1997	1,424	1,380667	#N/A
1998	1,677	1,470333	1,531143
1999	1,937	1,679333	1,581
2000	1,685	1,766333	1,599143
2001	1,488	1,703333	1,561286
2002	1,562	1,578333	1,583286
2003	1,619	1,556333	1,627429
2004	1,687	1,622667	1,665
2005	1,841	1,715667	1,688429
2006	1,865	1,797667	1,678143
2007	1,637	1,781	1,671286
2008	1,653	1,718333	1,694857
2009	1,699	1,663	1,714429
2010	1,698	1,683333	1,725714
2011	1,523	1,64	1,702286
2012	1,557	1,592667	1,661714
2013	1,795	1,625	1,651714
2014	1,934	1,762	1,694143
2015	2,125	1,951333	1,761571
2016	2,543	2,200667	1,882143
2017	2,616	2,428	2,013286
2018	3,191	2,783333	2,251571

Временске серије - метод експоненцијалног поравнања



- Модел експоненцијалног поравнања садржи серије експоненцијално пондерисаних покретних средина.
- Додељени пондери се мењају тако да последње вредности добијају највише пондере, а прве вредности најниже пондере.
- У серији, свака експоненцијално поравната вредност зависи од свих претходних вредности, што је предност овог метода у односу на МПС, где израчуната вредност зависи само од одређеног броја претходних вредности (у зависности од величине k).
- Код МПС, све вредности су једнако пондерисане и предвиђање будућег кретања зависи само од претходног k периода.
- Модел експоненцијалног поравнања користи пондерисане средине посматраних података y_{t-1} и предвиђене вредности \hat{y}_{t-1} као предвиђање за временски период t .
- Једначина предвиђања је:
$$\hat{y}_t = w y_{t-1} + (1 - w) \hat{y}_{t-1}$$
- Пондер w је константа поравнања и може узети вредност између 0 и 1.
- Што је вредност w нижа, вредности су више изравнате.



Година	Приход	$w=0,5$	$w=0,25$
1992	1,588	#N/A	#N/A
1993	1,558	1,588	1,588
1994	1,753	1,573	1,5805
1995	1,408	1,663	1,623625
1996	1,31	1,5355	1,569719
1997	1,424	1,42275	1,504789
1998	1,677	1,423375	1,484592
1999	1,937	1,550188	1,532694
2000	1,685	1,743594	1,63377
2001	1,488	1,714297	1,646578
2002	1,562	1,601148	1,606933
2003	1,619	1,581574	1,5957
2004	1,687	1,600287	1,601525
2005	1,841	1,643644	1,622894
2006	1,865	1,742322	1,67742
2007	1,637	1,803661	1,724315
2008	1,653	1,72033	1,702486
2009	1,699	1,686665	1,690115
2010	1,698	1,692833	1,692336
2011	1,523	1,695416	1,693752
2012	1,557	1,609208	1,651064
2013	1,795	1,583104	1,627548
2014	1,934	1,689052	1,669411
2015	2,125	1,811526	1,735558
2016	2,543	1,968263	1,832919
2017	2,616	2,255632	2,010439
2018	3,191	2,435816	2,161829

Временске серије - ауторегресивни модел



Ауторегресивни модел – техника која се користи за предвиђање временских серија између чијих података постоји аутокорелација.

Аутокорелација првог реда – односи се на везу између узастопних вредности у временској серији.

Аутокорелација другог реда - односи се на везу између вредности које су удаљене два периода.

Аутокорелација p -тог реда - односи се на везу између вредности које су удаљене p периода.

Ауторегресивни модел првог реда: $Y_i = A_0 + A_1Y_{i-1} + \delta_i$

Ауторегресивни модел другог реда: $Y_i = A_0 + A_1Y_{i-1} + A_2Y_{i-2} + \delta_i$

Ауторегресивни модел p -тог реда: $Y_i = A_0 + A_1Y_{i-1} + A_2Y_{i-2} + \dots + A_pY_{i-p} + \delta_i$, где је

Оцењена ауторегресивна једначина: $\hat{Y}_i = a_0 + a_1Y_{i-1} + a_2Y_{i-2} + \dots + a_pY_{i-p}$, где је:

- Y_i - посматрана вредност у времену i ,
- Y_{i-1} - посматрана вредност у времену $i-1$,
- Y_{i-2} - посматрана вредност у времену $i-2$,
- Y_{i-p} - посматрана вредност у времену $i-p$,
- $A_0, A_1, A_2, \dots, A_p$ - ауторегресиони параметри које треба оценити,
- δ_i - не-аутокорелисана случајна грешка са $\bar{x} = 0$ и константном варијансом.

\hat{Y}_i - оцењена вредност у времену i ,

Y_{i-1} - посматрана вредност у времену $i-1$,

Y_{i-2} - посматрана вредност у времену $i-2$,

Y_{i-p} - посматрана вредност у времену $i-p$,

$a_0, a_1, a_2, \dots, a_p$ - оцене параметара.

Тестира се хипотеза $t = \frac{a_p - A_p}{S_{a_p}}$

A_p - хипотетичка вредност параметра највишег реда, a_p - оцена параметра највишег реда A_p , S_{a_p} - стандардна девијација a_p , t статистика - број степени слободе = $n - 2p - 1$

Ако је $t < -\frac{t_{\alpha}}{2}$ или $t > \frac{t_{\alpha}}{2}$ одбацује се H_0 , у супротном се не одбацује.

Временске серије - ауторегресивни модел



На основу података о висини прихода у милионима динара оствареним у периоду од 2005- 2018. године дефинисати ауторегресивне моделе првог, другог и трећег реда и одабрати модел који највише одговара датим подацима уз ниво поверења од 95%.

Година	Приходи
2005	18
2006	18,5
2007	18,9
2008	18,8
2009	19,8
2010	20,5
2011	20,1
2012	19,6
2013	21
2014	21,9
2015	23,1
2016	24,1
2017	28,9
2018	31,9

Година	Приходи	Lag 1	Lag 2	Lag 3
2005	18	#N/A	#N/A	#N/A
2006	18,5	18	#N/A	#N/A
2007	18,9	18,5	18	#N/A
2008	18,8	18,9	18,5	18
2009	19,8	18,8	18,9	18,5
2010	20,5	19,8	18,8	18,9
2011	20,1	20,5	19,8	18,8
2012	19,6	20,1	20,5	19,8
2013	21	19,6	20,1	20,5
2014	21,9	21	19,6	20,1
2015	23,1	21,9	21	19,6
2016	24,1	23,1	21,9	21
2017	28,9	24,1	23,1	21,9
2018	31,9	28,9	24,1	23,1

Временске серије - ауторегресивни модел



	Coefficients	Standard Error
Intercept	-15,10237588	6,39201786
X Variable 1	0,884865495	0,357122052
X Variable 2	0,329428851	0,747620763
X Variable 3	0,598677216	0,718713568

Ауторегресивна једначина трећег реда гласи: $\hat{Y}_i = -15,1024 + 0,8849Y_{i-1} + 0,3294Y_{i-2} + 0,5987Y_{i-3}$

$$t \text{ тест: } t = \frac{a_3 - A_3}{S_{a_3}} = \frac{0,5987 - 0}{0,7187} = 0,833$$

$$\alpha = 0,05$$

број степени слободе $n - 2p - 1 = 14 - 2 * 3 - 1 = 7$

$$t_{\frac{\alpha}{2}; 7} = t_{0,025; 7} = \pm 2,3646$$

Зато што је: $-2,3646 < t = 0,833 < +2,3646$ и $p = 0,4324 > 0,05$ не одбацује се нулта хипотеза и закључујемо да параметар трећег реда ауторегресивног модела није статистички значајан и да се може избрисати из модела.

	Coefficients	Standard Error
Intercept	-10,75793671	4,645857357
X Variable 1	0,990312318	0,324640261
X Variable 2	0,593399661	0,511245939

Ауторегресивна једначина другог реда гласи: $\hat{Y}_i = -10,7579 + 0,9903Y_{i-1} + 0,5934Y_{i-2}$

$$t = \frac{a_2 - A_2}{S_{a_2}} = \frac{0,5934 - 0}{0,5112} = 1,1607 \text{ не одбацује се нулта хипотеза и закључујемо да параметар другог реда}$$

ауторегресивног модела није статистички значајан и да се може избрисати из модела.

	Coefficients	Standard Error
Intercept	-5,838372834	2,257434903
X Variable 1	1,328692704	0,106438338

Тестира се нулта хипотеза: $H_0: A_1 = 0$ против алтернативне: $H_1: A_1 \neq 0$

$$t \text{ тест: } t = \frac{a_1 - A_1}{S_{a_1}} = \frac{1,3287 - 0}{0,1064} = 12,4832$$

$$\alpha = 0,05$$

број степени слободе $n - 2p - 1 = 14 - 2 * 1 - 1 = 11$

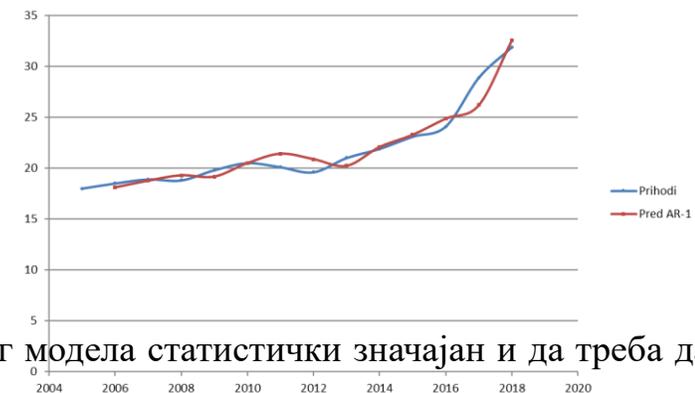
$$t_{\frac{\alpha}{2}; 11} = t_{0,025; 11} = \pm 2,2010$$

Зато што је:

$$t = 12,4832 > 2,2010 \text{ и}$$

$$p = 0,000 < 0,05$$

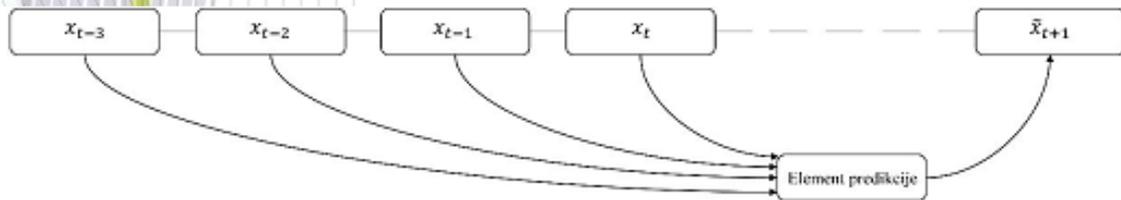
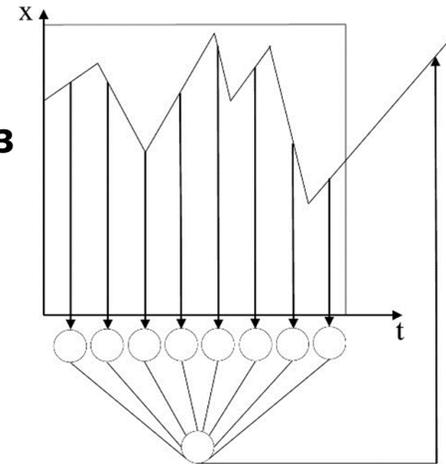
одбацује се нулта хипотеза и закључујемо да је параметар првог реда ауторегресивног модела статистички значајан и да треба да остане у моделу.



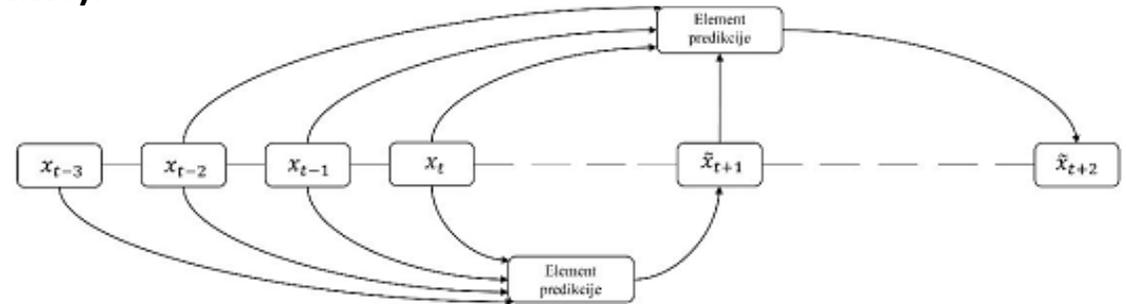
Неуронске мреже и временске серије



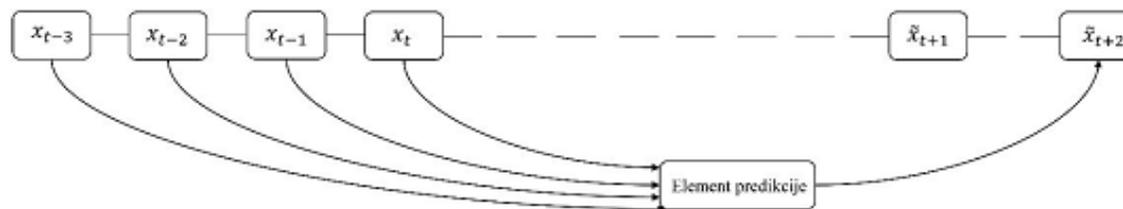
- Основу вештачких неуронских мрежа чине алгоритми дубоког учења (енг. Deep learning).
- **Дубоко учење је скуп техника у оквиру машинског учења (енг. Machine learning) које омогућавају машинама људски приступ решавању проблема, тј. омогућавају учење кроз примере.**
- За предвиђање временске серије потребна је неуронска мрежа која мапира претходне вредности серије у будући развој временске серије, као на слици. Да би предвиђање неуронске мреже било прецизно потребан је већи број узорака анализiranог дела временске серије ради генерализације процеса.
- **Најзначајнији приступи за предвиђање временских серија су:**
 - Предвиђање један корак унапред.
 - Предвиђање два корака унапред (рекурзивно и директно).



Предвиђање један корак унапред



Рекурзивно предвиђање са два корака унапред



Директно предвиђање два корака унапред

ПРОГНОЗИРАЊЕ И ТЕОРИЈА ИГАРА



- **Теорија игара** представља математичку теорију која се бави рационалним одлучивањем у конфликтним или делимично конфликтним условима, када међусобна условљеност акција два или више учесника детерминише све индивидуалне резултате.
- **Теорија игара** је скуп знања о логичком и математичком промишљању стратегије и акције, на основу одређених критеријума, који би требало да помогну доносиоцу одлука да донесе "добре" (оптималне) одлуке, према датој ситуацији.
- Основна питања којима се теорија игара бави су:
 - Шта значи изабрати рационалну стратегију ако исход стратегије зависи и од стратегије противника?
 - Уколико игра дозвољава узајамни добитак (губитак), да ли је рационално сарађивати у циљу обезбеђивања најповољнијег међусобног резултата или треба поступати агресивно без обзира на могућност узајамног добитка или губитка?
- Помоћу теорије игара решавају се проблеми:
 - развоја и организације предузећа (стратегијско инвестирање, производни планови, маркетиншке опције и комбинације и др.),
 - транспортни и производни проблеми,
 - питања колаборативног развоја производа,
 - отворена питања у ланцима снабдевања,
 - питања ценовне политике,
 - конкурентске тржишне структуре и ситуације,
 - билатерални преговори, моделовање избора, међународни односи
 - војна питања итд.



ПРОГНОЗИРАЊЕ И ТЕОРИЈА ИГАРА

- Теорија игара је научна област која се бави стратешким одлучивањем, у различитим ситуацијама, у коме учествује више доносилаца одлука, са различитим интересима.
- Теорија игара пружа могућност предузећу да предвиди поједине стратегијске потезе партнера (коопераната) и/или конкурената и на тај начин своје стратегијско понашање прилагоди условима постојећих ризика и неизвесности.
- Постоје различите врсте игара, при чему се при класификацији обично узимају следећи критеријуми:
 - број играча (учесника),
 - игра са два лица,
 - игра са три лица, итд.
 - број стратегија,
 - карактер функције плаћања,
 - коначна игра (сваком од играча у игри стоји на располагању коначан број стратегија) и
 - бесконачна игра (број стратегија играча није ограничен).

ПРОГНОЗИРАЊЕ И ТЕОРИЈА ИГАРА



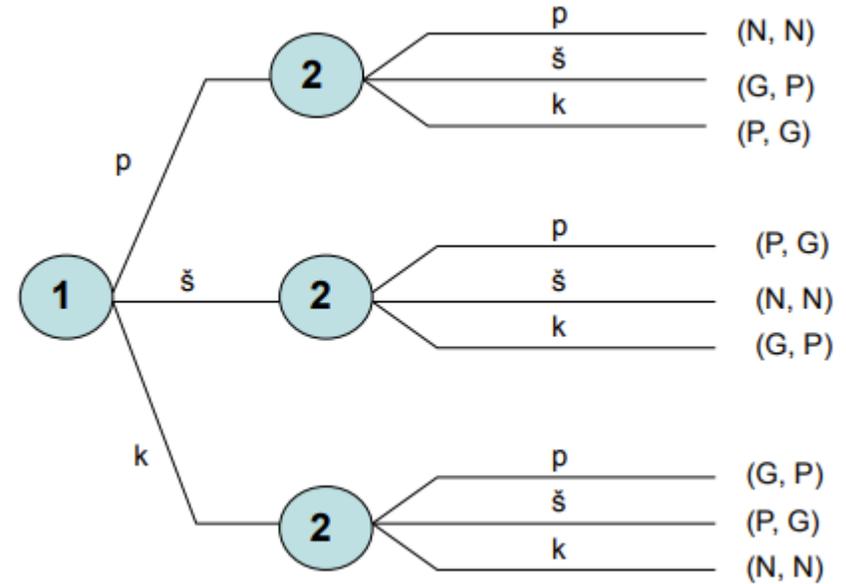
- ЧЕТИРИ Нобелове награде за примену теорије игара 1994: Џон Неш, Рајнхард Зелтен и Џон Харшањи, 2005: Роберт Ауман, Томас Шелинг и 2012: Алвин Рот и Лојд Шепли и 2014: Жан Тирол.
- Игра је уређена четворка $G = (P, v_0, P_0, S)$, чије су компоненте дефинисане на следећи начин:
 - P - коначан скуп чији су елементи позиције игре,
 - $v_0 \in P$ - почетна позиција,
 - $P_0 \subseteq P$ - скуп завршних позиција игре,
 - S - пресликавање $S : P \rightarrow 2^P$, где је 2^P партитивни скуп скупа P .
- Критеријуми, који се користе за избор оптималне стратегије могу бити многобројни:
 - мин мах/мах мин критеријум (Wald-ов; песимистички);
 - мах мах/мин мин критеријум (оптимистички);
 - Hurwitz-ов критеријум (метод оптимизма-песимизма);
 - Laplace-ов критеријум (принцип недовољног разлога);
 - Savage-ов критеријум; (метод минимах кајања);
 - Критеријум очекиване вредности;
 - Бернулијев критеријум; итд.



ПРОГНОЗИРАЊЕ И ТЕОРИЈА ИГАРА

- Начин приказивања игре:
 - Матрицом
 - Стаблом.

	S_1	S_2	S_3	S_4
R_1	0	-5	2	-3
R_2	-5	-1	3	-4
R_3	2	0	3	-3
R_4	5	-4	2	-3



Почетни чвор – први играч повлачи потез
Други чвор – други играч повлачи потез
На крајевима гране су резултати игре

МАТРИЧНЕ ИГРЕ



- Матричне игре су стратешке игре *два играча са супротним интересима*. Игра се завршава одређеним исходом, који се изражава добицима или оценама.
- После сваког одигравања - избора по једне стратегије од стране сваког играча, врши се обрачун и плаћање, на основу матрице плаћања.
- Играч који губи плаћа играчу који добија износ који је одређен правилима игре.

Алтернативе играча А	Алтернативе играча В					
	b_1	b_2	...	b_j	...	b_n
a_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1j}	...	a_{1n}
a_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2j}	...	a_{2n}
⋮
a_i	a_{i1}	a_{i2}	...	a_{ij}	...	a_{in}
⋮
a_m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mj}	...	a_{mn}

Табеларни приказ матричне игре

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix} = [a_{ij}]$$

Матрица плаћања

- **Претпоставке које морају бити испуњене да би се ситуација могла посматрати као матрична игра:**
 - Игра мора бити игра нулте суме са коначним бројем стратегија;
 - У њој морају учествовати 2 играча.
 - Играчи истовремено повлаче своје потезе, не знајући потез другог играча (нормална форма);
 - Концепт рационалног понашања играча (сваки појединац тежи да максимизира своју добит).

МАТРИЧНА ИГРА НУЛТЕ СУМЕ



$$C = \begin{vmatrix} c_{11} & c_{12} \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} \dots & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & c_{m2} \dots & c_{mn} \end{vmatrix}$$

$$c_{ij} = C(a_i, b_j)$$

Матрица C се назива матрицом плаћања, а њен елемент c_{ij} представља добитак I односно губитак II играча када играч I бира стратегију a_i , а играч II b_j ;

Нормална форма игре два играча са нултом сумом је тројка (A, B, C) где је:

- 1) $A = \{a_i\}$ непразан скуп стратегија I играча;
- 2) $B = \{b_i\}$ непразан скуп стратегија II играча;
- 3) C је функција дефинисана на Декартовом производу $A \times B$ тако да је $c_{ij} = C(a_i, b_j)$ реалан број;

доња граница вредности игре: $\alpha = \max \min c_{ij}$

горња граница вредности игре: $\beta = \min \max c_{ij}$

увек је

$$\alpha \leq \beta$$



ПРОСТЕ И МЕШОВИТЕ МАТРИЧНЕ ИГРЕ

- Просте матричне игре су игре са чистом стратегијом и имају седласту тачку, а мешовите немају.
- Уколико неки елемент c_{ij} матрице плаћања C има особине:
 - 1) c_{ij} минималан елемент у реду i матрице C
 - 2) c_{ij} максималан елемент у колони j матрице C

тада кажемо да је c_{ij} *седласта тачка* матрице плаћања.

Формално:

$$c_{ij^*} \leq c_{i^*j} \leq c_{i^*j^*}$$

У седластој тачки важи:

$$\max \min c_{ij} = \min \max c_{ij} = c_{i^*j^*}$$

- У мешовитој игри играчи имају на располагању m алтернатива (стратегија) и сваку од њих одабирају са одређеном вероватноћом

$$p_1, p_2, \dots, p_m$$

$$p_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m p_i = 1$$

$$\max_i \min_j a_{ij} = 8$$

-4	4	-1
3	3	2
8	-2	0

$$\min_j a_{ij} = -4$$

$$\min_j a_{ij} = 2$$

$$\min_j a_{ij} = -2$$

$$\max_i \min_j a_{ij} = a_{23} = \min_j \max_i a_{ij} = a_{23} = 2,$$

РАВНОТЕЖА ИГРЕ



- **Доминантна равнотежа** у теорији игара је исход у игри у којој сваки играч бира своју стратегију која је најбоља за њега, без обзира на то шта други играчи одаберу.
- **Минимакс равнотежа** је исход игре са два играча са нултом сумом, где сваки играч тежи да минимизира свој максимални могући губитак.
- **Нешова равнотежа или еквилибријум** (по Џону Нешу) је, у принципу, концепт решења игре која укључује два или више играча, код ког се подразумева да сваки играч зна равнотежне стратегије осталих играча, и да ниједан играч ништа не може да додатно добије (оствари неку додатну корист, добитак) тако што ће само он да промени своју стратегију (ниједан играч не може да „профитира” променом своје стратегије под претпоставком да остали играчи не промене своје стратегије).
- Тако су, на пример, два играча у Нешовом еквилибријуму, ако је сваки од њих донео најбољу могућу одлуку, узевши у обзир одлуку противника (у случају више играча, ако је сваки од њих донео најбољу могућу одлуку, узевши у обзир одлуке свих осталих играча). То не мора да значи и највећи (укупни) добитак за све играче. Нешовом еквилибријум се може описати и као скуп стратегија при којима ниједан играч не може да прође боље ако унилатерално промени своју стратегију.
- Неш је доказао да, ако се допусте мешовите стратегије (играчи бирају стратегије на случајан начин преко унапред додељених вероватноћа), онда свака игра са n играча у којој сваки играч врши избор од коначно много стратегија, има најмање један Нешов еквилибријум.



ПРИМЕРИ ПРИМЕНЕ ТЕОРИЈЕ ИГАРА

Међународна компанија жели да отвори нову фабрику у Србији, у Београду. За отварање фабрике, требају јој додатна финансијска средства, па се она одлучила на подизање кредита. Има могућност подизања кредита у еурима, америчким доларима и динарима. Пондерисане вредности које резултују из каматних стопе на кредите подигнуте у наведеним валутама, у условима инфлације, стабилног тржишта и дефлације, дате су у табели. Приликом подизања кредита компанију занима која јој је могућност, односно стратегија најбоља у оптималном смислу, у случајевима инфлације, дефлације и стабилног стања који се могу појавити у Србији као последица тренутне ситуације. Оптимална је стратегија са максималном вредношћу, јер су вероватноће једнаке.

	Дефлација	Стабилно	Инфлација
€	3	2	-1
дин	2	1	-3
\$	1	3	-2

Матрица исплате

$$\max_i [1/n \cdot a_{i1} + 1/n \cdot a_{i2} + \dots + 1/n \cdot a_{in}]$$

$$A_1 = 1/3 \cdot 3 + 1/3 \cdot 2 + 1/3 \cdot (-1) = 4/3 = 1,33$$

$$A_2 = 1/3 \cdot 2 + 1/3 \cdot 1 + 1/3 \cdot (-3) = 0$$

$$A_3 = 1/3 \cdot 1 + 1/3 \cdot 3 + 1/3 \cdot (-2) = 2/3 = 0,67$$

Оптимална стратегија је у А1 → кредит у €

Планирање капацитета

4. Прогнозирање
5. Одлуке о раду и средствима рада
6. Агрегатно планирање и терминирање



6. АГРЕГАТНО ПЛАНИРАЊЕ

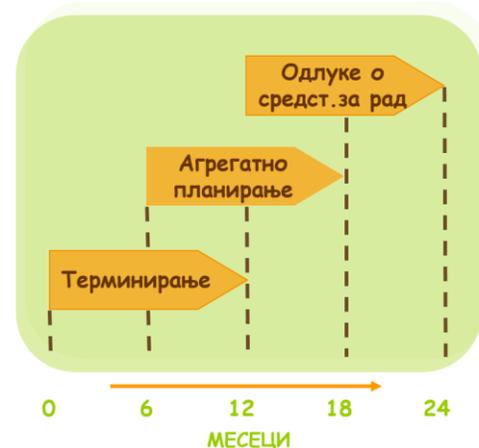


Време	Шта планирамо?	Ко планира?
Године	Производне групе (нпр. сви камиони)	Менаџмент направи дугорочни план за производне ресурсе, фабрике, главне добављаче, нове технологије и процесе
6-18 месеци	Производне варијанте (нпр. сви камиони модела ху)	Вође производних група креирају планове за запослење, залихе, машине, добављаче...
Неколико седмица	Производи (нпр. 150 камиона модела ху)	Вође производње планирају колико и када требамо материјалних ресурса
Дани	Све сировине, полупроизводи, ресурси и рад потребни за производњу 150 камиона	Вође производње планирају начин одвијања производње, замене алата радне расподеле...

Дугорочно планирање



Радни налози и друга радна документација (распис из позиције плана)



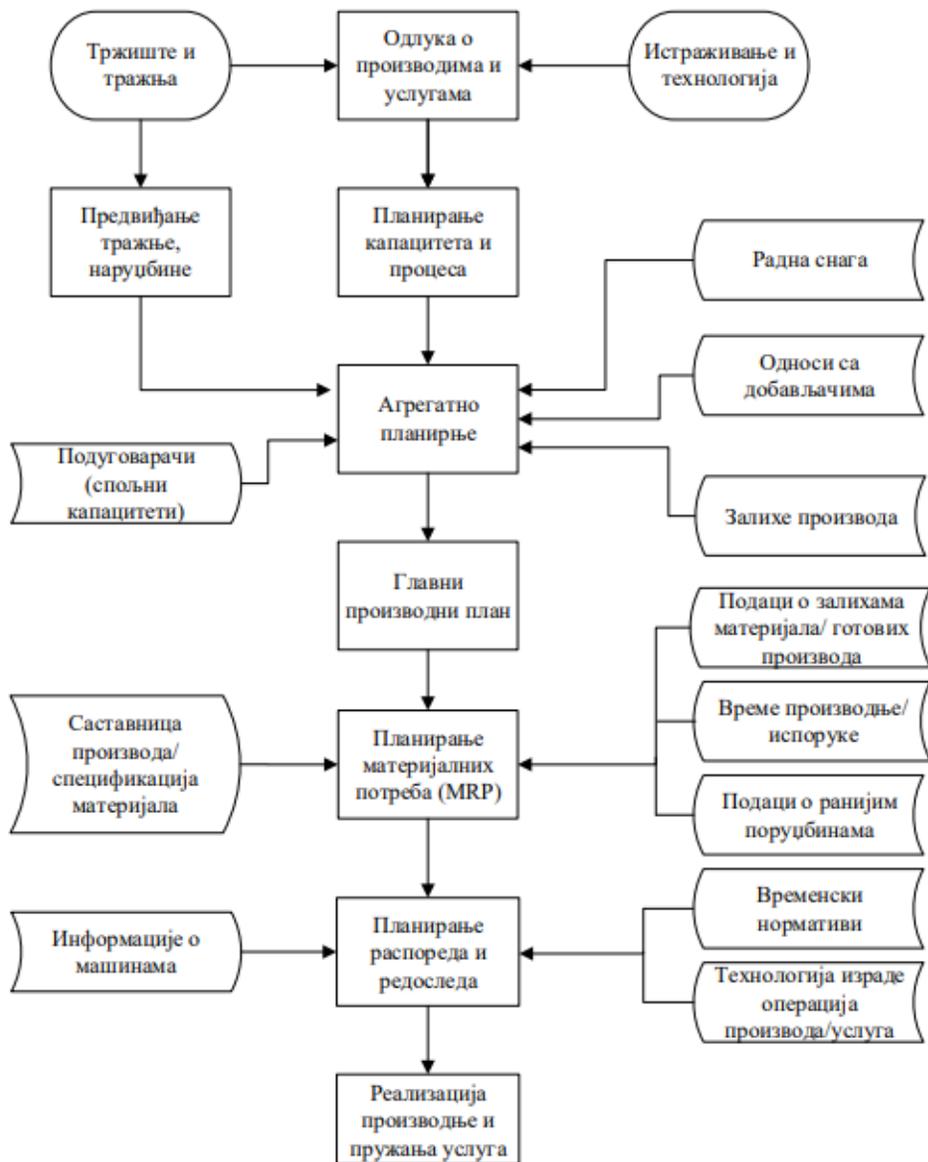
- Агрегатно планирање (АП), познато и као агрегатни распоред, подразумева усклађивање капацитета и тражње на **средњи рок, од 6 до 18 месеци унапред** (одређивање количине и времена производње).
- АП покушава да на најбољи начин одговори на предвиђену тражњу усклађивањем стопе производње, нивоа радне снаге, залиха, прековременог рада, степена предуговарачких послова и осталих варијабли које се могу контролисати.
- Циљ агрегатног планирања је минимизација трошкова током периода у коме се планира.
- Да би се АП могао израдити потребни су подаци: о прогнозираној потражњи и трошковима (људског рада, материјала, залиха, делова за уградњу и сл.).
- **Агрегатно планирање обликује везу између планирања средстава за рад и терминирања.**
- **Агрегатни план је основа за терминирање** - на основу њега креирамо **главни производни план (MPS)**.
- Агрегатно планирање обезбеђује, а терминирање распоређује ресурсе!
- MPS је главни план, на основу кога расписујемо производњу: планирамо број и врсту појединих производа, количину и терминирање, заузетост ресурса и запослених.

Планирање капацитета

4. Прогнозирање
5. Одлуке о раду и средствима рада
6. Агрегатно планирање и терминирање



6. ТЕРМИНИРАЊЕ



- **Главни производни план (MPS)** је основ за наредне фазе процеса планирања: планирање материјалних потреба методом (MRP - енгл. Material Requirements Planning), распоређивање послова у будућем процесу производње и пружања услуга, наручивање сировина и материјала, лансирање производње и отпремање материјала у производњу.
- MRP служи за одређивање материјалних потреба будућих производа или услуга које је потребно произвести.
- Улази у MRP су:
 - саставница производа (BOM – енгл. Bill of Material),
 - подаци из главног производног плана, подаци о залихама готових производа и материјала,
 - подаци о актуелним пријемима материјала и информације о временима испоруке.
- Излази MRP су:
 - Примарни извештаји (количине потребних залиха материјала, распоред набавке и распоред производње);
 - Секундарни извештаји (предвиђање потребних залиха за одређени временски период, извештаји о перформансама и одступањима).
- MRP показује да одређени производ мора бити завршен одређеног дана или недеље, али не одређује прецизан распоред у смислу да ли производња производа треба да почне у одређеном временском часу и на којим радним местима ће се реализовати производне активности (машине, радници, опрема).

ERP и MES



- **ERP** системи су велики интегрисани системи који се користе за управљање пословним процесима у значајном броју пословних јединица и пословних функција.
- SAP (нем. Systeme, Anwendungen, Produkte in der Datenverarbeitung - Системи, апликације, производи у обради података) је водећи светски испоручилац ERP софтвера; компанију основало је пет бивших инжењера IBM-а 1972. године у Валдорфу, Немачкој.
- SAP S4/HANA испуњава захтеве клијената у 21. веку и служи као платформа за дигиталну трансформацију производних система.
- Док се ERP/MRP фокусира на планирање, MES се фокусира на извршење. MES системи се често интегришу са SAP ERP-ом како би премостили јаз између планирања (ERP) и стварних производних активности у погону, пружајући бољу видљивост и контролу над производним операцијама.

Improved MRP and PP with Suite on SAP HANA

More frequent MRP runs & improved, streamlined UI for fast resolution

NEW MRP RUN:
~10X faster, ~5 x reduced storage compared w. SAP ERP

MRP RUN X
Creates and schedules orders for requirement date

External Requirements (Sales Orders, Forecast) →

Internal Requirements (Independent & Dep. Requirements, Subcontracting) →

Leveraging HANA capabilities for parallelization

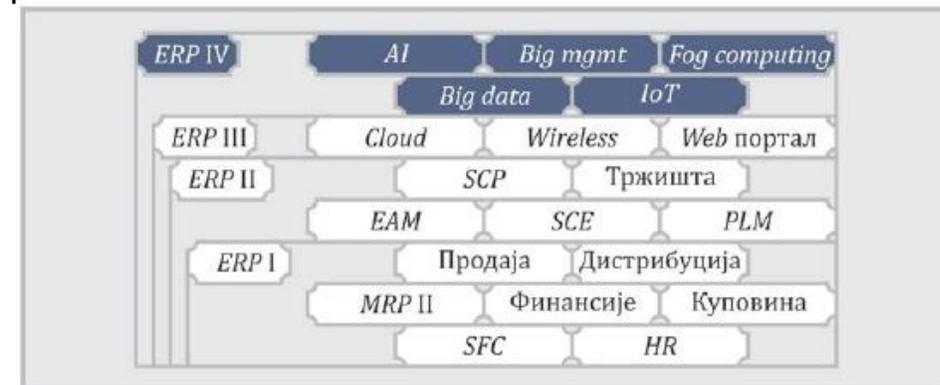
Outputs: Purchase Order / Requisition, Stock Transfer Reservations, Production Order, Planned Order, Schedule Lines

MRP Analysis for External & Internal Requirements
Detect disruptions in material availability & flow
Exception & KPI driven process
Shorter time-to-action
Customize own worklists

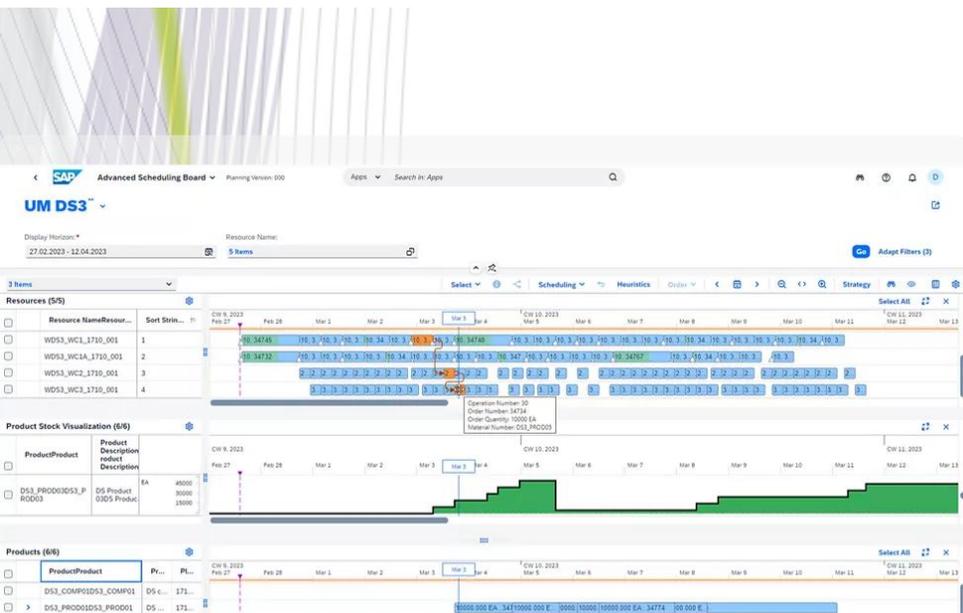
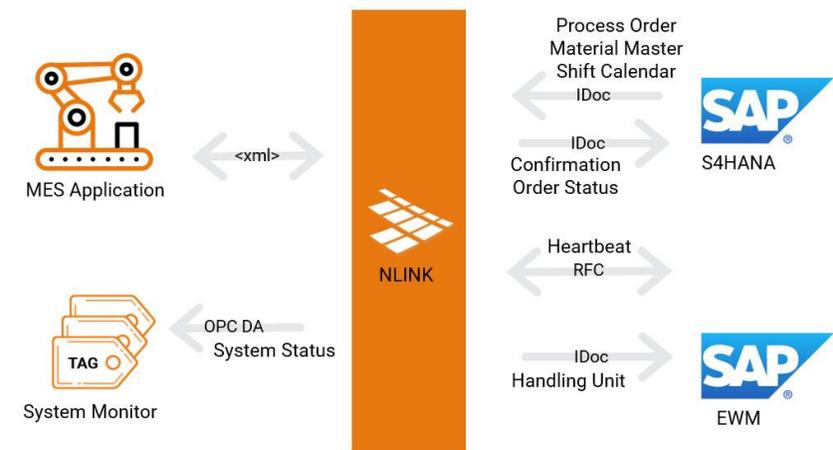
Manage Internal or External Requirements
Find issues
Simulate their impact in real-time
Use Change Requests to track resolution flow

Monitor Capacity or Constraint based planning (PPDS)*
Analyze resource impact of schedules
Provide solution alternatives
Use PPDS Planning Board for Reschedules & Pegging Optimization and Create Collective Orders for Suppliers*

© 2016 SAP SE or SAP affiliates. All rights reserved. | PUBLIC
*Additional license - **Additional installation and license - *Partially) Compatibility scope



MES



- **MES je softverski sistem za upravljanje i nadzor proizvodnje koji u realnom vremenu prati i optimizuje sve faze proizvodnje, od sirovina do gotovih proizvoda, obezbeđujući transparentnost i efikasnost.**
- **MES (Manufacturing Execution System) je razvijen da bi pomogao u izvođenju proizvodnje, sa konceptom onlajn upravljanja aktivnostima. On premošćuje jaz između sistema planiranja (kao što je ERP) i kontrolnih sistema (kao što su senzori, PLC) i koristi informacije o proizvodnji (kao što su oprema, resursi i narudžbine) za podršku proizvodnim procesima.**
- **MES podrazumeva sledeće domene upravljanja proizvodnim procesom:**
 - **Upravljanje proizvodnjom** (upravljanje proizvodima, upravljanje radnim nalogima, napredno planiranje i terminiranje, elektronsko slanje zadataka i dokumenata, prikupljanje podataka o proizvodnji, upravljanje „bez papira“, praćenje u realnom vremenu i nadzor, OEE - izračunavanje i analiza ucinaka, web analiza stađa u proizvodnji, interfejs za poslovne aplikacije i napredno planiranje i raspoređivanje).
 - **Upravljanje održavaњem** (upravljanje održavaњem, preventivno održavaње, upravljanje отказима, аутономно održavaње, предиктивно održavaње, отрошња резервних делова/материјала, анализа учинка у održavaњу).
 - **Upravljanje материјалом** (аутоматска идентификација материјала, менаџмент складишта, пријем и испорука робе, upravljanje одабиром материјала и производа, коришћење и манипулација материјалом, мониторинг стања и анализа нивоа залиха, електронски канбан, интерфејс с аутоматским складиштима).
 - **Upravljanje квалитетом** (upravljanje nalogima за контролу квалитета, улазна, процесна и завршна контрола квалитета, upravljanje инструменталним или визуелним тестовима, праћење серијских бројева и тестова квалитета, следљивост серија, праћење серија, аутоматска идентификација серијских бројева, upravljanje процесним подацима, аутоматско сакупљање података из процеса, праћење података о производњи у реалном времену, контролне карте).
 - **Прикључење спољних IoT уређаја** (протоколи и upravljanje логиком повезивања уређаја, аутоматско прикупљање података са уређаја, аутоматско slanje података на уређаје, контролна табла у реалном времену).
 - **Предиктивна аналитика** (интеграција вештачке интелигенције, предиктивно праћење стања, предиктивно održavaње, предиктивно upravljanje квалитетом, контролна табла у реалном времену, upravljanje алармима и обавештењима).
 - **Употреба вештачке интелигенције** (препознавање лица, праћење температуре, праћење међуљудске дистанце, праћење броја људи у области, праћење употребе личне заштитне опреме).