Време такта

Вежба 5

Задатак

Кључни процес производње (кључна производна линија) састоји се од четири операције (O1–O4), чија времена циклуса износе 40 s, 55 s, 35 s и 50 s, респективно, а за сваку операцију задужен је по један радник. Производња је организована у две смене, при чему расположиво време по смени износи 27.600,00 s (28.800,00 s са две паузе по 10 мин = 1.200 s). Тренутна дневна производња износи 920 комада, а у наредних шест месеци очекује се њено повећање за 30%. На основу датих података потребно је:

a. Израчунати тренутни и нови такт производње.

b. Упоредити времена циклуса појединачних операција са новим тактом производње.

c. Идентификовати операције које не могу да задовоље нови такт и одредити главно уско грло производне линије.

d. Објаснити како идентификована ограничења утичу на могућност задовољења повећане тражње.

Додатно, машина која се користи за операцију 3, може обављати и операцију 4, док операцију 2 може обављати само и искључиво та машина.



Решење:

Стварни капацитет линије одређује најспорија операција: $Q_{\text{стварно}} = \frac{27600}{55} \approx 501 \frac{\text{ком}}{\text{смена}}$. Након повећања повећања 30% потребан капацитет се рачуна као:

$$Q_{\text{потрено}} = \frac{920 \cdot 1{,}30}{2} = 598 \frac{\text{ком}}{\text{смена}}$$

$$\text{Такт}_1 = \frac{\text{расположиво време}}{Q_{\text{тренутно}}} = \frac{27600 \cdot 2}{920} = 60s$$

$$\text{Такт}_2 = \frac{\text{Такт}_1}{1 + 0{,}3} = \frac{60}{1{,}30} = 46{,}15 \approx 46s$$

Операција	Време циклуса	Такт 60 s	Такт 46 s (+30%)
O1	40 s	стиже	стиже
O2	55 s	стиже	УСКО ГРЛО
O3	35 s	стиже	стиже
O4	50 s	стиже	УСКО ГРЛО
Укупно	180 s	мин. 180/60 = 3 места; имамо 4 (75%)	мин. 180/46 ≈ 4 места, али не стиже

РЕШЕЊЕ 1: ТРЕЋА СМЕНА

Дневна тражња пре повећања капацитета износи $Q_1 = 920$ комада, а након повећања капацитета за 30% $Q_2 = 920 \cdot 1{,}3 = 1.196{,}00$ комада.

Уколико се производња организује у 3 смене: $Q_{\text{смена}} = \frac{1196}{3} \approx 399 \frac{\text{ком}}{\text{смена}}$.

Сада је такт: $\text{Такт}_{\text{нови}} = \frac{\text{расположиво време}}{Q_{\text{смени}}} = \frac{27600}{399} = 69{,}17s$, што значи да све операције стижу.

Закључак: Производна линија се не мења. Потребна су још 4 радника (по један на свакој операцији) и надзор у трећој смени. Ово повећава трошкове радне снаге, односно подразумева се ноћни рад и увећана зарада, умор, већи ризик грешака и повреда.

Ово решење је изводљиво.

РЕШЕЊЕ 2: ПРЕКОВРЕМЕНИ РАД

Производња је ограничена на две смене. Уско грло О2 (55 s) одређује максимални капацитет.

$Q_{\text{стварно}} = \frac{27600}{55} \approx 501 \frac{\text{ком}}{\text{смена}}$, што значи да је максимални дневни капацитет 1.003,00 комада.

Како би се повећали капацитети неопходно је произвести још $Q_{\text{недостаје}} = 1196 - 1003 = 93$ комада дневно.

- Потребно додатно време је тада $T_{\text{додатно}} = 193 \cdot 55s = 10.600{,}00\ s \approx 3$ часа дневно прековремено, што је око 15 часова недељно.

Према члану 53. Закона о раду Републике Србије:

Прековремени рад не може трајати дуже од 8 часова недељно по запосленом!!!

Укупно дневно радно време, укључујући прековремени рад, не може бити дуже од 12 часова.

РЕШЕЊЕ 2: ПРЕКОВРЕМЕНИ РАД

АЛИ…

Како предузеће послује у 2 смене, то значи да је по смени потребно:

$$T_{\text{по смени}} = \frac{3}{2} = 1{,}5 \text{ час}$$

За пет радних дана, по раднику:

$$T_{\text{недељно}} = 1{,}5 \cdot 5 = 7{,}5 \text{ час}$$

Начин организације	Прековремено по раднику недељно	У законском лимиту?
Једна смена ради додатна 3 h дневно	15 h	Не
Обе смене раде додатних 1,5 h дневно	7,5 h	Да

Закључак: Прековремени рад је математички могуће решење ако се додатно радно време равномерно расподели на обе смене, уз одговарајућу организацију рада. Међутим, пошто је у задатку предвиђено да повећана тражња траје шест месеци, треба размотрити и правну оправданост тако дуготрајног прековременог рада, трошкове зарада, замор радника и ризик од грешака. Такође 7,5 сати је веома близу лимиту од 8 сати, па се мора поступати крајње опрезно.

РЕШЕЊЕ 3: ПРЕБАЛАНСИРАЊЕ

Операција	**Време циклуса**	**Такт 46 s**	**Закључак**
O1	40 s	46 s	Задовољава
O2	55 s	46 s	Не задовољава
O3	35 s	46 s	Задовољава
O4	50 s	46 s	Не задовољава

Операција O3 траје 35 секунди, док O4 траје 50 секунди. Пошто O3 има слободног времена у односу на такт, можемо размотрити пребацивање дела посла са O4 на O3. Према условима задатка, технолошки је могуће пребацити 10 секунди посла са O4 на O3. Нова времена циклуса су: $T_{O_3} = 35 + 10 = 45\ s$,

$$T_{O_4} = 50 - 10 = 40\ s$$

Сада обе операције задовољавају такт од 46 секунди.

Операција O2 и даље траје 55 секунди, што је дуже од дозвољеног такта. Зато се уводи још једно паралелно радно место на операцији O2. То значи да уместо једног радника који обрађује све комаде, сада има два радника који паралелно обављају исту операцију.

Сваки радник на O2 и даље обрађује један комад за 55 секунди, али пошто раде паралелно, њихов заједнички ефективни интервал излаза износи: $T_2 = \frac{55}{2} = 27{,}5\ s/\text{ком}$

То значи да две паралелне станице у просеку могу да заврше један комад на сваких 27,5 секунди, када линија ради у устаљеном режиму.

РЕШЕЊЕ 3: ПРЕБАЛАНСИРАЊЕ

Након пребалансирања:

Операција	Ново време циклуса	Задовољава такт?
O1	40 s	Да
O2 (два паралелна места)	27,5 s ефективно	Да
O3	45 s	Да
O4	40 s	Да

Шематски приказ паралелних радних места



Све операције сада задовољавају такт од 46 секунди. Најспорија ефективна операција сада је O3, са временом циклуса од 45 секунди.

Нови капацитет линије:

$$Q_{\text{смена}} = \frac{27600}{45} \approx 613\ s/\text{ком}$$

За две смене:

$$Q_{\text{смена}} = 613 \cdot 2 = 1226\ \text{ком/дан}$$

Закључак: Пребалансирање производне линије представља изводљиво решење јер се: отклањају ограничења операција O2 и O4, повећава капацитет линије на 1.226 комада дневно, задржавају две смене, без прековременог рада, запошљавају само два додатна радника, уводи додатна опрема за паралелно радно место O2.

У поређењу са решењем 1 (трећа смена), потребно је мање нових радника, али постоји додатно улагање у опрему и организацију рада.

Ово решење је изводљиво.

ПОРЕЂЕЊЕ РЕШЕЊА

Критеријум	Решење 1: Трећа смена	Решење 2: Прековремени рад	Решење 3: Пребалансирање
Број смена	3	2	2
Производни такт	69 s	46 s захтевани*	46 s
Дневни капацитет	1.503 ком	1.200 ком**	1.226 ком
Нови радници	+4	0	+2
Додатна опрема	Није потребна	Није потребна	Потребна за O2
Главни трошак	Трећа смена и ноћни рад	Прековремене зараде	Опрема и обука
Задовољава тражњу?	Да	Условно	Да

Код прековременог рада захтевани такт од 46 s не може да се оствари у редовном радном времену. Линија наставља да производи један комад на сваких 55 s, али ради дуже.

** Капацитет од 1.200 комада дневно добија се ако обе смене раде по 1,5 часова дуже, односно укупно три додатна часа рада линије дневно.

- Избор оптималног решења зависи од потребног капацитета, трошкова радне снаге и опреме, организационих ограничења и трајања повећане тражње. Сва три решења могу технички да обезбеде тражену производњу, али се разликују по економској и организационој оправданости. Ипак да би се донела коначна одлука, неопходно је имати податке о трошковима.