Gevolgen van variabiliteit op doorlooptijd

Erjen Lefeber

Sectie Systems Engineering
Faculteit Werktuigbouwkunde
TU Eindhoven

Quiz (R. Suri): What is needed for reducing cycle time

1. Everyone will have to work faster, harder and longer hours in order to get jobs done in less time.
2. To get out jobs fast, we must keep our machines and people busy all the time.
3. To reduce our lead times, we have to improve our efficiencies.
4. We must place great importance on "on-time" delivery performance by each of our departments and suppliers
5. Installing a material requirements planning (MRP) system will help in reducing lead times.
6. Since long lead time items need to be ordered in large quantities, we should negotiate quantity discounts with suppliers.
7. We should encourage customers to buy our products in large quantities by offering price breaks and quantity discounts.

Pollaczek-Khinchin (I)

Bus

Effect van bezettingsgraad op doorlooptijd

t_e *Effectieve* bewerkingstijd op equipment

c_e Variatiecoefficient van de effectieve bewerkingstijden

t_a Tussenaankomst tijd van lots bij equipment

c_a Variatiecoefficient van de tussenaankomsttijden

Equipment A Hetzij 20 minuten, danwel 30 minuten

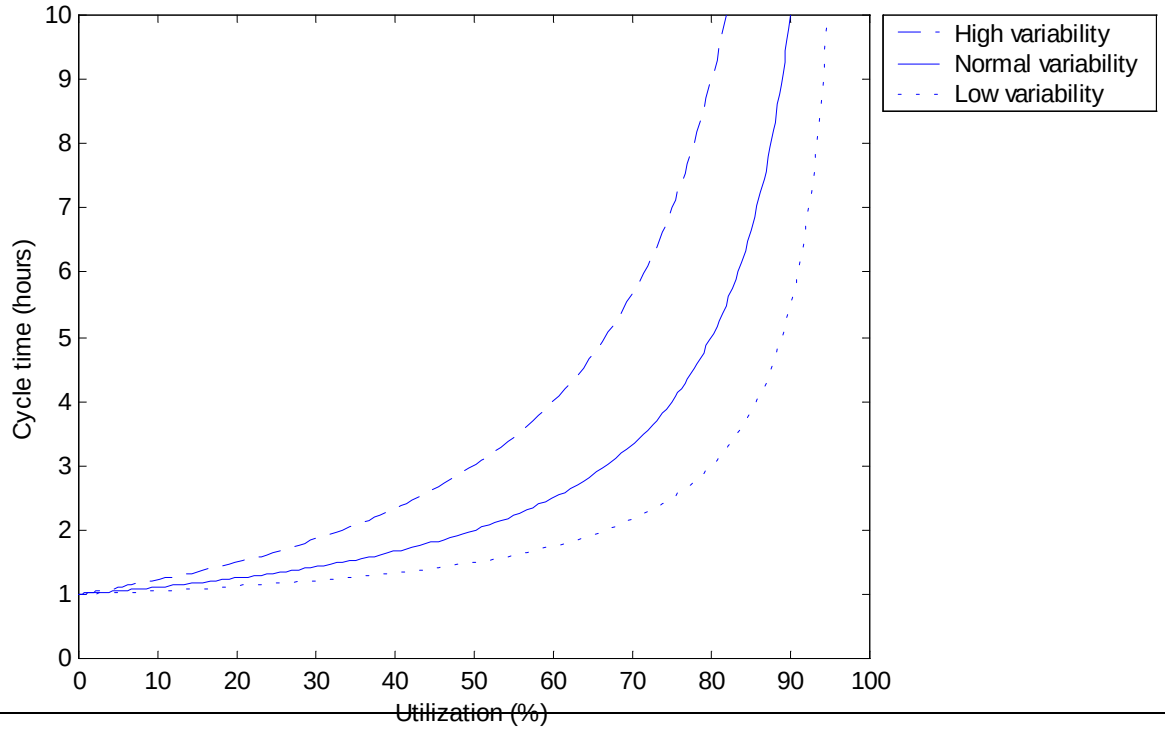
Equipment B Hetzij 245 minuten, danwel 255 minuten

Equipment C Hetzij 200 minuten, danwel 300 minuten

Pollaczek-Khinchin (II)

Definitie bezettingsgraad ($u = \frac{t_e}{t_a}$).

$$CT_q = \underbrace{\frac{c_a^2 + c_e^2}{2}}_{\text{variabiliteit}} \times \underbrace{\frac{u}{1-u}}_{\text{bezetting}} \times \underbrace{t_e}_{\text{bewerking}}$$



Pollaczek-Khinchin (III)

Multi-machine

$$CT_q = MM \cdot \frac{c_a^2 + c_e^2}{2} \cdot \frac{u}{1-u} \cdot t_e$$

$$MM = \frac{1}{m} u^{\sqrt{2m+2}-2}$$

Lot-dedication bij Litho

Wet van Little (1962)

$$\text{WIP} = \text{Doorzet} \times \text{Doorlooptijd}$$

Consistente doelstellingen

Aantal wafers per lot

k Aantal wafers per lot

r_a Aankomstsnelheid van wafers bij equipment

t_0 Bewerkingstijd voor één wafer

t_s Setup tijd voor lot

c_a Variatiecoefficient van de tussenaankomsttijden van wafers

c_e Variatiecoefficient van de effectieve bewerkingstijden

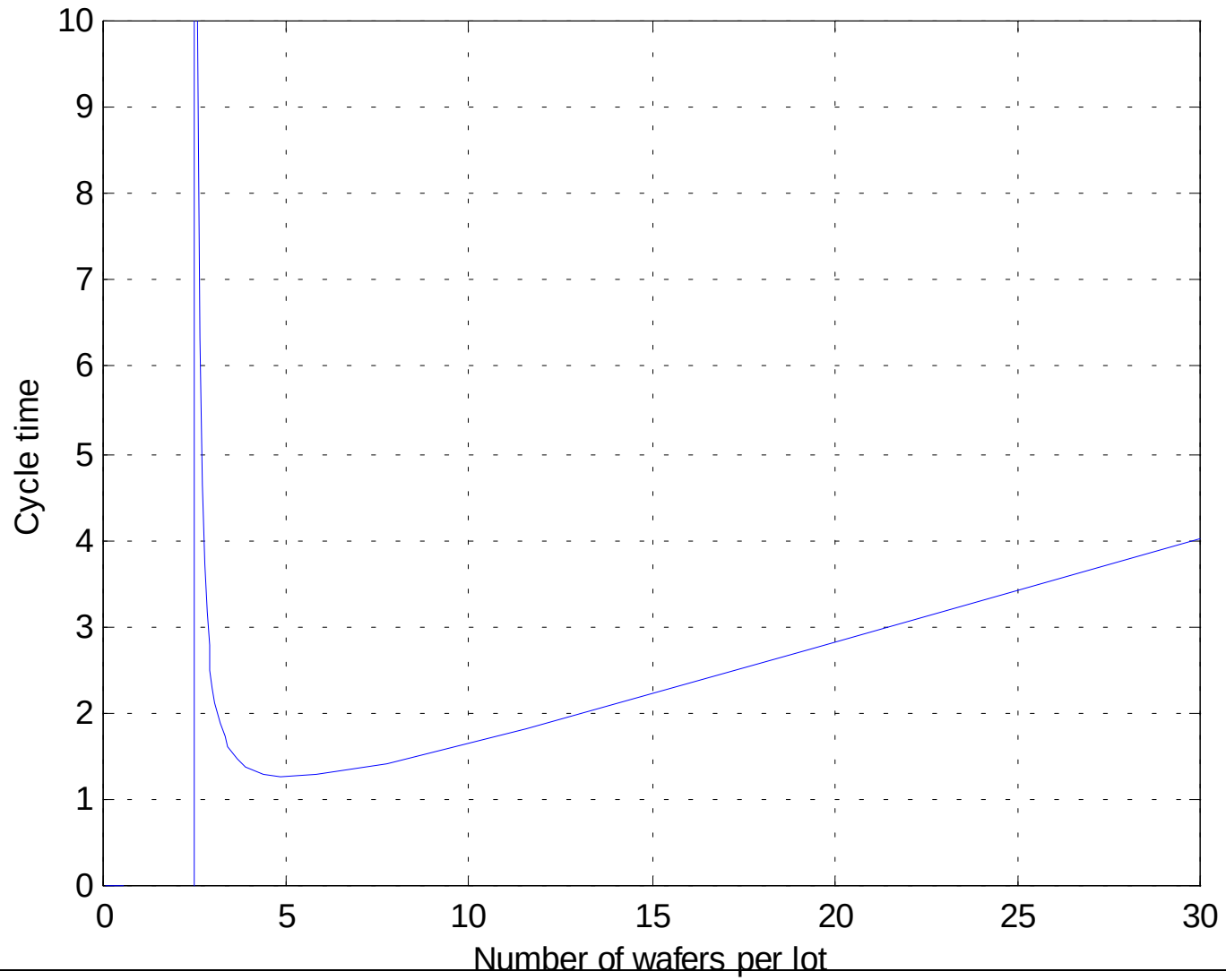
$$t_e = t_s + k \cdot t_0$$

$$u = \frac{r_a \cdot t_e}{k}$$

Invullen in Pollaczek-Khinchin

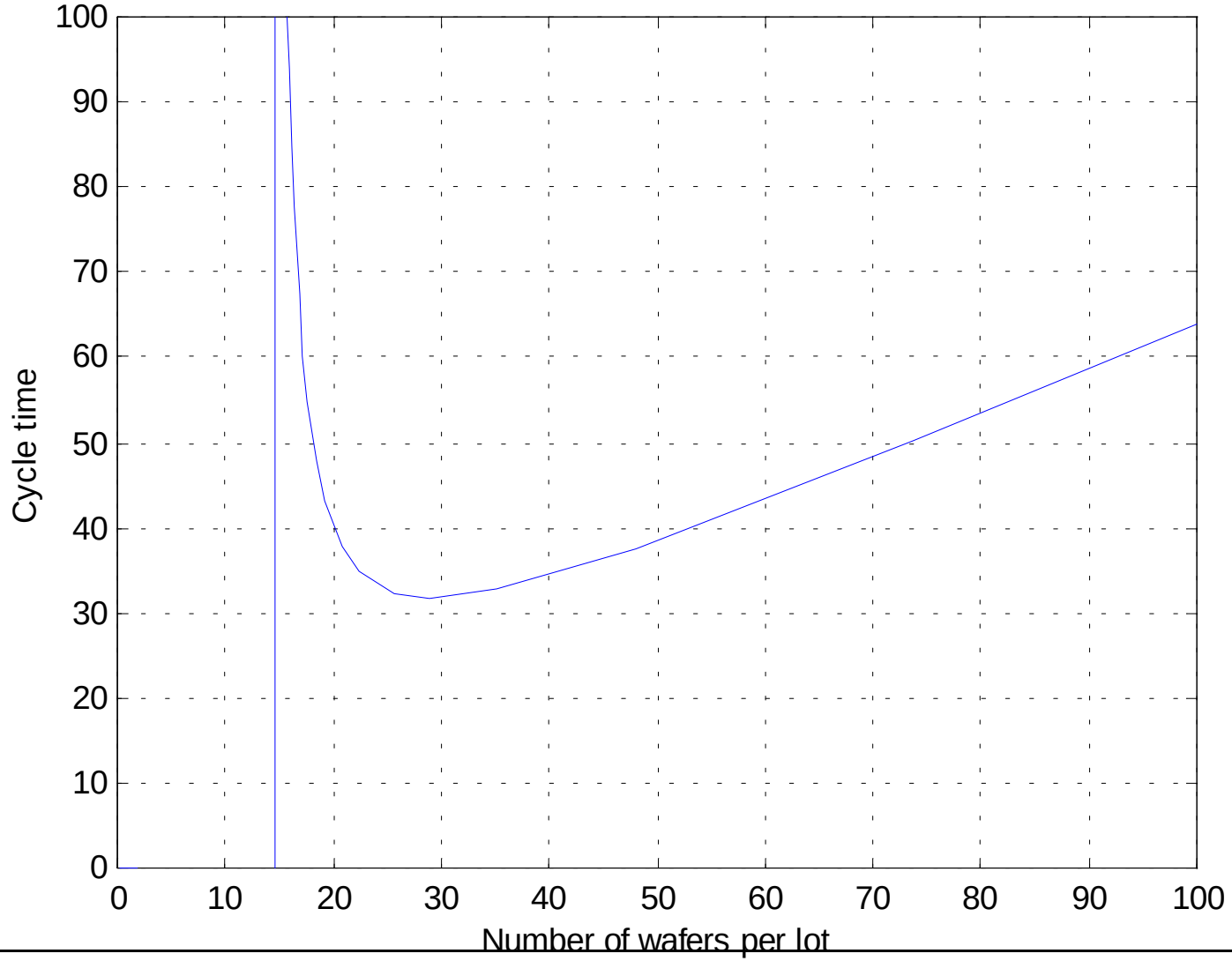
Serial (II)

$r_a = 25$, $t_0 = 2/60$, $t_s = 1/60$, $c_a = 1$, $c_e = 0.25$



Serial (III)

$r_a = 29$, **i.p.v.** 25



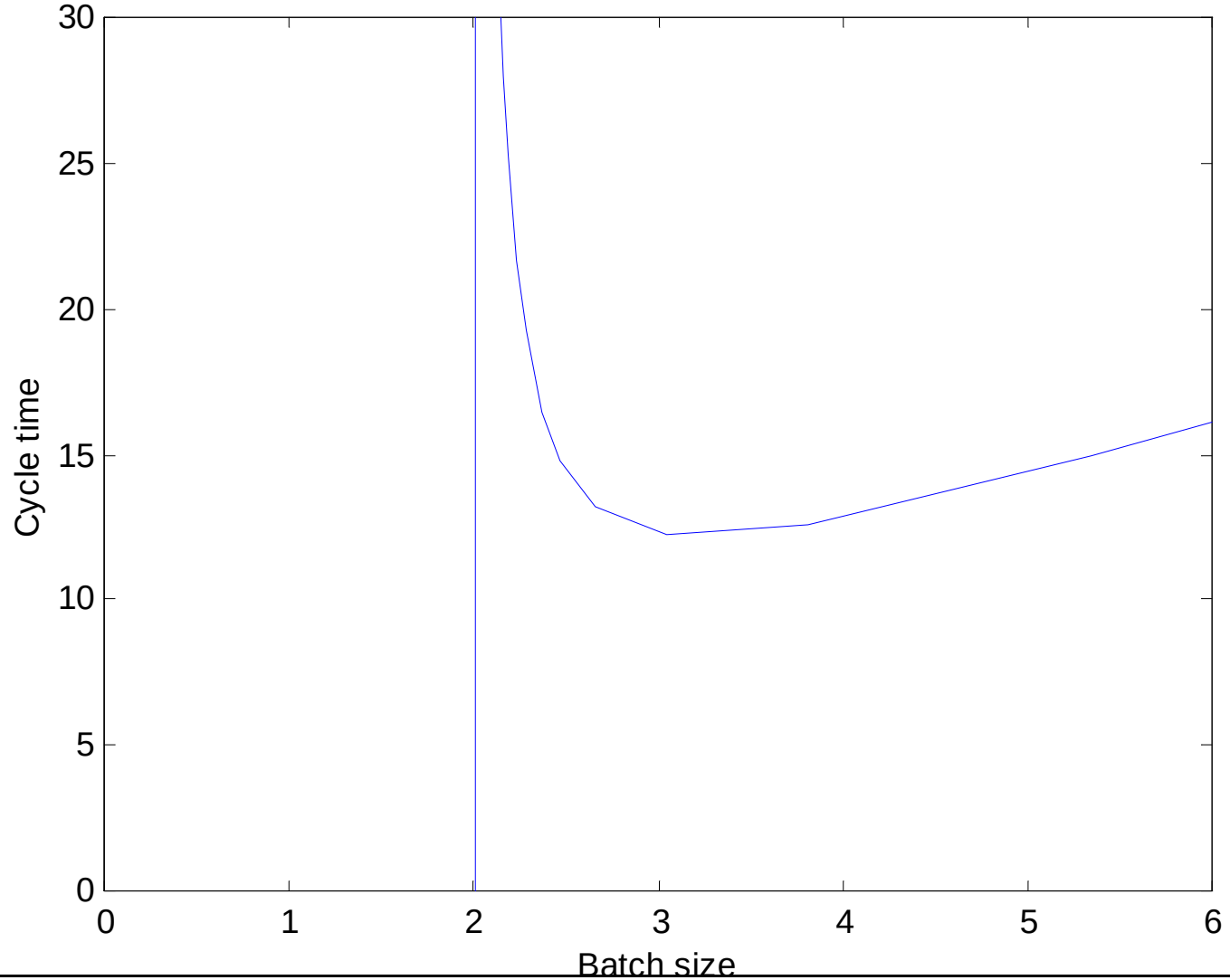
$$CT = \underbrace{\frac{k-1}{2} \cdot t_a}_{\text{batch-vorming}} + \underbrace{\frac{c_a^2/k + c_e^2}{2} \cdot \frac{u}{1-u} \cdot t_e}_{\text{wachten voor oven}} + \underbrace{t_e}_{\text{bewerking}}$$

Is nog niet alles. Equipment na ovens: batch-afbouw

$$CT = \frac{k-1}{2} \cdot t_a + \frac{c_a^2/k + c_e^2}{2} \cdot \frac{u}{1-u} \cdot t_e + t_e + \frac{k-1}{2} \cdot t_{e,next}$$

Voorbeeld: $t_a = 1/3,\ t_e = 6,\ c_a = 1,\ c_e = 0.25,\ t_{e,next} = 55/60$

Parallel (II)



Terug naar de quiz

Oppassen met batching. Vaak te grote batches.

Focus op "On time"?
Moet een gevolg zijn, niet middel. Beter: focus op doorlooptijd-reductie.

MRP: fixed lead times $\Leftrightarrow$ lead time afhankelijk van bezettingsgraad

Hoe CT omlaag?

- Batch-grootte (serial, parallel).
- *effectieve* bezettingsgraad
- *effectieve* bewerkingstijd
- variabiliteit *effectieve* bewerkingstijd
- variabiliteit aankomst bij machines

$$t_d = t_a$$
$$c_d^2 = u^2 c_e^2 + (1 - u^2) c_a^2$$

Overige observaties

Performance measure

- objectief, nauwkeurig gedefinieerd en quantificeerbaar
- iets dat de gemeten mensen/afdeling kunnen beïnvloeden
- stimuleert het juiste gedrag (overall efficiency)

Efficiency? Utilization? Unit cost? $\Rightarrow$ Moet gevolg zijn!

Doorlooptijd-reductie. Maar...

- Cycle time=Tijdstip Laatste die bij klant - Tijdstip lot gestart in fab.
- Voor elke seconde iemand verantwoordelijk. Wie waarvoor? (gewenst gedrag)
- Klok loopt niet als lot te vroeg is

Logistiek

Veel lopen efficiënt: meerdere lots tegelijk

Stocker Langzaam ⇒ meerdere tegelijk ⇒ anderen moeten langer wachten dus nog langzamer

Locale optimalisatie ⇔ globale optimalsatie
(moves gehaald (ipv goede), grotere batches bij ovens

Lijnbalans: lijn in balans heeft niet overal evenveel lots.