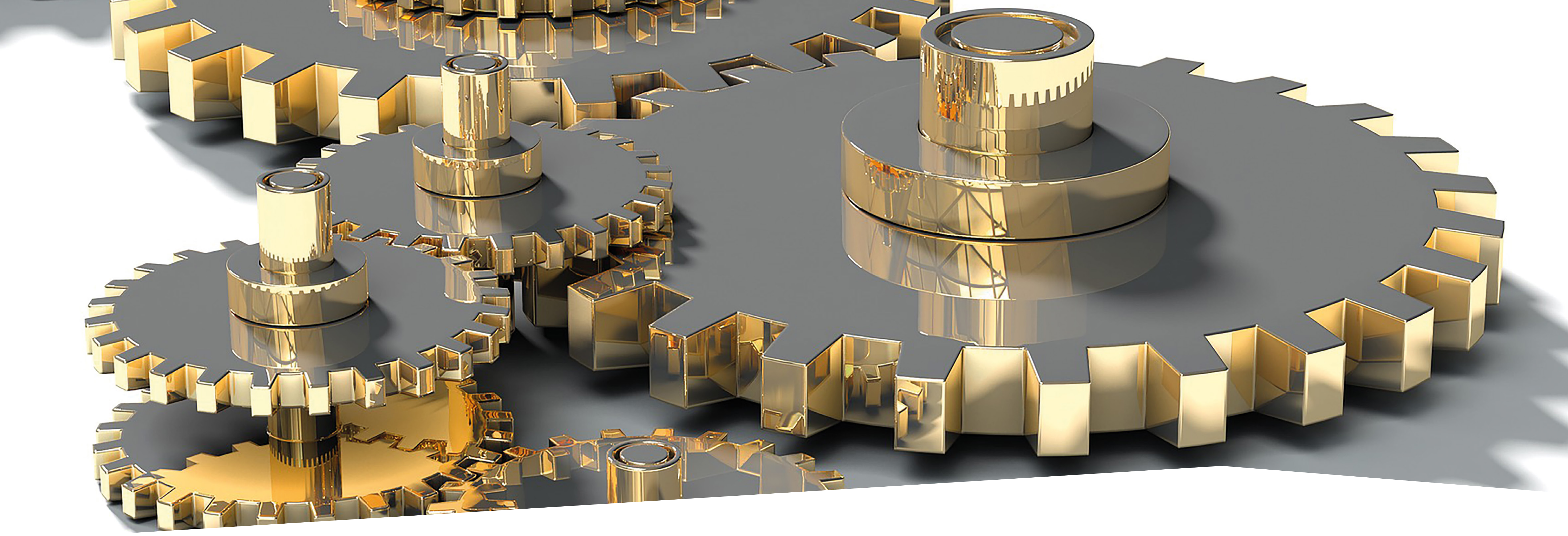




Høj oppetid på maskiner

Holger Dirac og Eli Vibeke Olsen

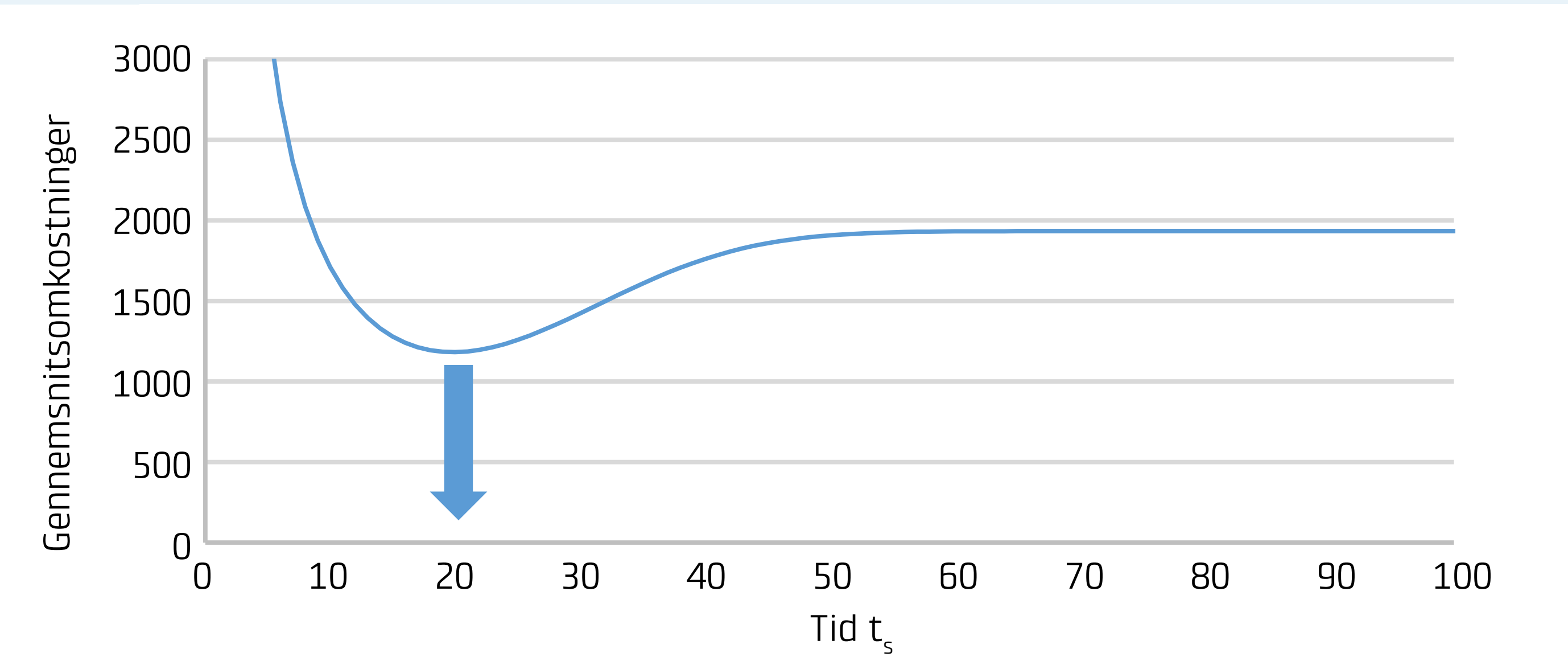
INTRODUKTION

Reparationer og nedetid er en stor omkostning for alle virksomheder, og udfordringen er at finde den optimale balance mellem forebyggende vedligehold og reparation. Nedetid kan delvis skyldes forkert anvendelse/vedligehold af automatiske maskiner og manglende kendskab til ny teknologi.

LØSNING:

Et værktøj til at fastlægge det økonomisk optimale tidspunkt for forebyggende vedligehold, baseret på statistiske beregninger (fig. 3) kombineret med *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) metodikken (fig. 4):

- Fejltilstande: Nedbrud/havari, slid, ude af justering.
- Effekt af fejl: Produktionsstop, reduceret produktionshastighed, alternativ produktion, kvalitetsreduktion, ydelsesreduktion, skader på udstyr.



Figur 1. Omkostningsraten som funktion af tid til et givet sæt af input parametre. Det optimale tidspunkt for planlagt vedligehold er tiden, der svarer til den laveste omkostningsrate.

Den gennemsnitlige tid mellem service (både planlagt og uforudset service) vs. t_s

- $\langle \tau \rangle (t_s) = \int_0^\infty t \cdot N(\mu, \sigma, t) dt = \int_0^{t_s} t \cdot N(\mu, \sigma, t) dt + t_s \cdot \int_{t_s}^\infty N(\mu, \sigma, t) dt$
- $\langle \tau \rangle (t_s) = \sigma^2 \cdot N(\mu, \sigma, t_s) + \mu \cdot \varphi(\mu, \sigma, t_s) + t_s \cdot (1 - \varphi(\mu, \sigma, t_s))$

Gennemsnitsomkostningerne pr. tid vs. t_s

- $\frac{\langle FC \rangle}{T} (t_s) = \int_0^{t_s} N(\mu, \sigma, t) \cdot FC \cdot dt \cdot \frac{T}{\langle \tau \rangle (t_s)} \cdot \frac{1}{T} = FC \cdot \frac{\varphi(\mu, \sigma, t_s)}{\langle \tau \rangle (t_s)}$
- $\frac{\langle PMC \rangle}{T} (t_s) = PMC \cdot \frac{(1 - \varphi(\mu, \sigma, t_s))}{\langle \tau \rangle (t_s)}$
- $\frac{\langle TC \rangle}{T} (t_s) = \frac{PMC + (FC - PMC) \cdot \varphi(\mu, \sigma, t_s)}{\sigma^2 \cdot N(\mu, \sigma, t_s) + \mu \cdot \varphi(\mu, \sigma, t_s) + t_s \cdot (1 - \varphi(\mu, \sigma, t_s))}$

Figur 3. Bagvedliggende beregninger.

METODE: OPTIMALT VEDLIGEHOOLD

Med forebyggende vedligehold menes, at maskiner og maskinkomponenter serviceres inden fejl opstår, men ikke så tit, at fejl (stort set) aldrig forekommer. Spørgsmål: Hvor ofte skal forebyggende vedligehold gennemføres, så de samlede omkostninger minimeres?

- Effekt af fejl: Udgifter til reservedele, arbejdstid til service, tabt eller dyrere produktion.
- Forebyggende vedligehold: Udgifter til reservedele, arbejdstid til service, tabt/dyrere produktion.
- Middellevetid inkl. variation.

På baggrund af informationerne beregnes omkostningsraten, det vil sige gennemsnitlig omkostning per år eller kvartal (fig.1). Det optimale tidspunkt for planlagt vedligehold er tiden, der svarer til den laveste omkostningsrate. Dette tidspunkt vil typisk være kortere end middellevetiden.

Hvad koster havari (FC)?

Hvad koster forebyggelse (PMC)?

- Produktionsstop (reduceret produktionshastighed)
- Alternativ dyr produktionsafvikling
- Kvalitetsforringelser
- Udbytteforringelser
- Skade på udstyr (reservedele og arbejdstid)

Figur 2. Input parametre til beregning af omkostningsraten.

FMEA skema til bestemmelse af optimal vedligeholdsplan											Beregn optimale servicetider								
Udstyr: Visionskontrol																			
Fejl og effekter				Forekomststatistik				Forebyggende serviceomkostninger [kr]							Optimal komponent	Gennemsnitlig omkostning pr. år [kr]			
Komponent	Fejltype	Fejlbeskrivelse	Effekttype	Effektbeskrivelse	U [dage]	I [dage]	Reserve-deler	Service-timer	Tabt-/dyr prod.	I alt effekt omk.	Foreb. service	Reserve-deler	Service-timer	Tabt-/dyr prod.	I alt service omk.	Service-tid [dage]	Optimum	Ved fejl	Besparelse
Kamera	Dårlig justering	Forkert billedvinkel	Produktionsstop	10-20 Falske positive om dagen over 3 måneder, juster kamera.	100	25		3000	50000	53000	Juster kamera		500		500	32	7,664	193,450	185,786
Lampe	Nedbrud	Pære går	Produktionsstop	2 timer til diagnose, bestil reservedele og etablere manuel inspektion	300	100	1000	1500	33000	35500	Skift pære	1000	500		1500	109	8,300	43,192	34,891
			Alternativ (dyr) produktions-afvikling	16 timer manuel inspektion				1000	25000	26000					0				0
			Skade på udstyr: Reservedele	Skift pære			1000	500		1500					0				0
PC	Nedbrud	PC går i stykker	Produktionsstop	2 timer til diagnose, bestil reservedele og etablere manuel inspektion	800	100	15000	2000	41000	58000	Skift PC	15000	1000		16000	610	10,314	26,463	16,148
			Alternativ (dyr) produktions-afvikling	32 timer manuel inspektion				1000	25000	26000					0				0
			Skade på udstyr: Reservedele	Skift af PC			15000	1000		16000					0				0
										0					0				0

Figur 4. FMEA skema til bestemmelse af optimal vedligehold.

