

# Produktionsstyring

Begreber, principper og modeller

Aage U. Michelsen



Nyt Teknisk Forlag

# Produktionsstyring

Tankegange, begreber og modeller



# Produktionsstyring

Tankegange, begreber og modeller

Aage U. Michelsen



*Nyt Teknisk Forlag*

**Produktionsstyring**

1. udgave 2010

© Nyt Teknisk Forlag 2010

Forlagsredaktør: Thomas Rump, tr@nyttf.dk

Omslag: Morten Kvist

Omslagstegning: Jacob Brink Laursen

Tegninger: Jacob Brink Laursen

Grafisk tilrettelæggelse og Dtp : Morten Kvist

ISBN: 978-87-571-3243-4 (e-bog)

Varenummer: 74010-9

Bogen er sat med Minion Pro og Myriad Pro

Bogen er trykt på 100g G-print

*Alle rettigheder ifølge gældende lov om ophavsret  
forbeholdes.*

*Kopiering fra denne bog må ikke finde sted.*

Nyt Teknisk Forlag

Vigerslev Allé 18

2500 Valby

info@nyttf.dk

www.nyttf.dk

Ekspedition: Erhvervsskolernes Forlag, +45 63 15 17 00

# Forord

Denne bog er udarbejdet med henblik på brug som lærebog i den grundlæggende undervisning i produktionsstyring på DTU. Da bogen ikke indeholder avancerede matematiske modeller, er det imidlertid håbet, at den også vil finde anvendelse andre steder. Bogen er skrevet på dansk, og om dette er en fordel eller ej, vil der sikkert være delte meninger om. Efter undertegnede opfattelse er der imidlertid behov for dansksproget faglitteratur inden for det driftstekniske fagområde, herunder inden for produktionsstyring. For at relatere de danske begreber til den amerikanske terminologi, er denne mange steder i bogen i parentes anført med kursiv skrift efter de danske begreber.

Med udgangspunkt i et begrænset antal sider, så må der træffes et kompromis mellem bredde og dybde. Ved udarbejdelsen af manuskriptet har bredden været prioriteret frem for dybden, idet sigtet med bogen er at give læseren et bredt kendskab til området.

Inden for fagområdet fremkommer der løbende nye begreber, og det kan umiddelbart være vanskeligt at gennemskue, hvad der er nyt i et nyt begreb, og hvilke forskelle og ligheder der er mellem de forskellige begreber. Det er håbet, at bogen kan bidrage til at give en vis afklaring heraf, og dermed til at danne baggrund for kritisk at kunne vurdere nye begreber. Når det med referencer til ældre kilder er eksemplificeret, at noget af nyheden i et nyt begreb ikke er helt nyt, så er det ikke for at nedgøre det nye begreb, men for at give en større forståelse af begrebet ved at sætte det i relation til andre begreber. Som eksempel kunne den udbredte begejstring for Lean således let føre til en anvendelse, hvor resultaterne viser sig at være skuffende, hvis Lean ikke ses i et bredere perspektiv. Nogle af bogens udsagn om Lean kunne således umiddelbart opfattes som værende negative, men de er tænkt at skulle være konstruktive.

Januar 2010

Aage U. Michelsen

# Indhold

## Indledning 12

## 1 Produktionsstyring – begreber og styringsprincipper 16

- 1.1 Produktion og styring 17
- 1.2 Kriterier for produktionsstyring 21
- 1.3 Forskellige produktionsstyringsopgaver 25
- 1.4 Rammesystem for MRP-baseret produktionsstyring 28
- 1.5 Virksomhedens styringssystemer 32
- 1.6 Proaktiv planlægning vs. reaktiv tilpasning 34
- 1.7 Udvidelse af produktionsbegrebet 38

## 2 Prognose- og forecastberegning 42

- 2.1 Prognoser – hvorfor/hvordan ? 43
  - 2.1.1 Behov for at udarbejde prognoser 43
  - 2.1.2 Forskellige prognosesituationer 44
- 2.2 Forecastteknikkens grundlag samt faser i udarbejdelsen af forecast 50
- 2.3 Dataindsamling 51
- 2.4 Fastlæggelse af model 56
- 2.5 Udjævningssteknik ved forecastberegning 58
  - 2.5.1 Udjævningssteknik til tidsseriemodeller 58
  - 2.5.2 Udjævningssteknik til probalisteriske modeller 66
  - 2.5.3 Valg af udjævningssteknik 67
- 2.6 Forecastberegning 68
- 2.7 Usikkerhedsberegning 70
  - 2.7.1 Usikkerhedsberegning ved tidsseriemodeller 70
  - 2.7.2 Usikkerhedsberegning ved probalisteriske modeller 72
- 2.8 Eksempel på anvendelse af forecast ved lagerstyring 73
- 2.9 Eksempler på forecastberegning ved fire forskellige modeller 75
  - 2.9.1 Konstant model med glidende gennemsnit 75

- 2.9.2 Konstant model med eksponentiel udjævning 76
- 2.9.3 Lineær model med eksponentiel udjævning 76
- 2.9.4 Sæsonmodel 79

### **3 Lagerstyring 82**

- 3.1 Grundbegreber og disponeringssystemer 83
  - 3.1.1 Formål med lagre 83
  - 3.1.2 Lageromkostninger 86
  - 3.1.3 Mål for styring af lagre 88
  - 3.1.4 Materialestyringsprincipper 91
  - 3.1.5 Disponeringssystemer for forbrugsstyrede lagre 92
  - 3.1.6 Eksempler på disponeringsregler ved transaktionsrapportering 94
- 3.2 Seriestørrelser ved forbrugsstyring 97
  - 3.2.1 Den klassiske Wilsons formel (EOQ) 98
  - 3.2.2 EOQ ved kontinuert tilgang til lageret 102
  - 3.2.3 Pris afhængig af mængde (rabat) 103
  - 3.2.4 Forventet pristigning 107
  - 3.2.5 Tilpasning af seriestørrelser for forskellige varer 110
  - 3.2.6 Omkostningernes følsomhed over for ændringer i seriestørrelsen 112
  - 3.2.7 Afrunding omkring seriestørrelser 116
- 3.3 Sikkerhedslagre ved forbrugsstyring 117
  - 3.3.1 Stokastisk forbrug og deterministisk genanskaffelsestid 118
  - 3.3.2 Stokastisk forbrug og stokastisk genanskaffelsestid 125
- 3.4 Seriestørrelsesmodeller ved éngangsdisponeringer 127
- 3.5 Aggregerede lagerbetragtninger 130
  - 3.5.1 ABC-analyser 130
  - 3.5.2 Omkostningssammenhænge for det samlede lager 133
- 3.6 Afrunding 137

### **4 MRP-baseret materialeplanlægning 138**

- 4.1 Opgavestruktur ved MRP-baseret produktionsstyring 139
- 4.2 Styklister/varenetværk 142



- 4.3 Hovedplanlægning (Master Planning) 145
  - 4.3.1 Planlægning for produktfamilier 146
  - 4.3.2 Planlægning for færdigvarer (MPS) 149
  - 4.3.3 Anvendelse af MPS 156
  - 4.3.4 Planlægningsstyklistes 158
- 4.4 Brutto-/nettobehovsberegning (Material Requirements Planning) 159
  - 4.4.1 Princippet i MRP-beregning (brutto-/nettobehovsberegning) 159
  - 4.4.2 Grundlaget for seriestørrelsesberegning 165
  - 4.4.3 Seriestørrelsesmodeller, baseret på diskrete afgange 165
  - 4.4.4 Seriestørrelsesmodeller, baseret på kontinuert afgang 175
  - 4.4.5 Sammenligning og vurdering af seriestørrelsesmodellerne 181
  - 4.4.6 Pris afhængig af mængde 182
  - 4.4.7 Konsekvenser af brug af seriestørrelser 184
- 4.5 Komplexitet i MRP-planer 187
  
- 5 Kapacitetsplanlægning og finplanlægning/beordring 191**
  - 5.1 Begreberne "kapacitet" og "belastning" 191
  - 5.2 Operationsnetværk/operationslister 194
  - 5.3 Kapacitetsplanlægning på forskellige planlægningsniveauer 196
    - 5.3.1 Beregning af kapacitetsbehov for en Sales and Operation Plan (SOP) 198
    - 5.3.2 Beregning af kapacitetsbehov for en Master Production Schedule 198
    - 5.3.3 Beregning af kapacitetsbehov for en MRP-plan 204
  - 5.4 Finplanlægning 206
    - 5.4.1 Centraliseret finplanlægning 207
    - 5.4.2 Decentraliseret beslutningstagen om igangsættelse af ordrer 211
  - 5.5 Input-/outputstyring 216
  - 5.6 Afrunding 217
  
- 6 Theory of Constraints (TOC) 219**
  - 6.1 Historien bag TOC 219
  - 6.2 Tankegangen bag TOC 221
  - 6.3 Økonomiske begreber i TOC 223

---

6.4	Planlægningsprincippet i TOC (Drum-Buffer-Rope (DBR))	226
6.5	The Thinking Process	230
6.6	Afrundning	233
<b>7</b>	<b>Materialestyring i produktionsnetværk – SCM</b>	<b>236</b>
7.1	Fra produktionsvirksomhed til forsyningsnetværk/-kæde	237
7.2	Et produktionsnetværk opfattet som ét produktionssystem	243
7.3	Styring af materialestrømme i produktionsnetværk	247
7.3.1	Styring af forsyninger til virksomheden	247
7.3.2	Muligheder for og konsekvenser af indførelse af VMI	251
7.3.3	Styring af leveringer til distributionslagre	255
<b>8</b>	<b>Postponement og Mass Customization</b>	<b>264</b>
8.1	Postponement	264
8.1.1	Postponement i fremstillingssystemet	266
8.1.2	Postponement i distributionssystemet	272
8.1.3	Postponement i et integreret produktions- og distributionssystem	273
8.2	Mass Customization	277
<b>9</b>	<b>Just-in-Time (JIT) og Lean</b>	<b>282</b>
9.1	JIT-begrebets indhold i 70'erne og 80'erne	283
9.2	KAIZEN	289
9.3	JIT-principper og -teknikker	295
9.3.1	Toyotas 7 spildkategorier	295
9.3.2	Reduktion af lagre	296
9.3.3	Reduktion af omstillingstider (SMED)	298
9.3.4	De 5 S'er	299
9.3.5	Poka-yoke (0-fejl)	300
9.3.6	No blame – no fear	301
9.3.7	Flermaskinbetjening og U-layout	301
9.3.8	Kundefokus – på såvel eksterne som interne kunder	302
9.3.9	Forenkling og synliggørelse	303

9.3.10	Teams – motivation, uddannelse og træning	303
9.4	Kanban-system	303
9.4.1	To-kort Kanban-system	304
9.4.2	Et-kort Kanban-system	305
9.4.3	Dimensionering af et Kanban-system	307
9.5	Toyota Production System (TPS)	310
9.5.1	Toyota-huset	311
9.5.2	Jidoka	313
9.6	Lean	315
9.6.1	De grundlæggende principper bag Lean	317
9.6.2	Value Stream Mapping (VSM)	320
9.6.3	Eksempel på udarbejdelse af Current State Map	321
9.6.4	Principper ved udarbejdelse af Future State Map	324
9.7	Case: Udarbejdelse af Future State Map	327
9.8	Caseløsning: Udarbejdelse af Future State Map	329
9.9	Sammenfatning	333
<b>10</b>	<b>Six Sigma og Lean Six Sigma</b>	<b>336</b>
10.1	Baggrunden for begrebet Six Sigma	336
10.2	Udviklingen af indholdet i begrebet Six Sigma	340
10.3	Implementering af Six Sigma	343
10.4	Metoder i Six Sigma	345
10.5	Relationer mellem Six Sigma og TQM	348
10.6	Lean Six Sigma (LSS)	350
<b>11</b>	<b>Total Productive Maintenance (TPM)</b>	<b>354</b>
11.1	Baggrunden for TPM	355
11.2	Fra PM til TPM	358
11.3	Indholdet i TPM I (TPM på produktionsniveau)	360
11.4	Implementering af TPM I	363
11.5	Indholdet i TPM II (TPM på virksomhedsniveau)	366
11.6	Implementering af TPM II	369

- 11.7 Indholdet i TPM III 371
- 11.8 Relationer mellem TPM og TPS/JIT 372

## **12 Agile og Quick Response Manufacturing (QRM) 374**

- 12.1 Agile Manufacturing 374
- 12.2 Quick Response manufacturing (QRM) 381
- 12.3 Afrundning 386

## **13 Nytænkninger om udvikling af produktionssystemer 388**

- 13.1 The Focused Factory 389
- 13.2 UPS (Udvikling af ProduktionsSystemer) 391
- 13.3 Non-Stock Production 393
- 13.4 Reduktion af omstillingstid (SMED) 395
- 13.5 KAIZEN – løbende forbedringer 395
- 13.6 World Class Manufacturing (WCM) 396
- 13.7 Time-based Competition (TBC) 398
- 13.8 Business Process Reengineering (BPR) 402
- 13.9 Sammenfatning 406
- 13.10 Afslutning 407

### **Epilog: Om pull og push 410**

### **Bilag A: Normalfordeling 416**

### **Litteratur 418**

### **Index 425**