

---

## C 56

---

# Dubbel-kanbansystem

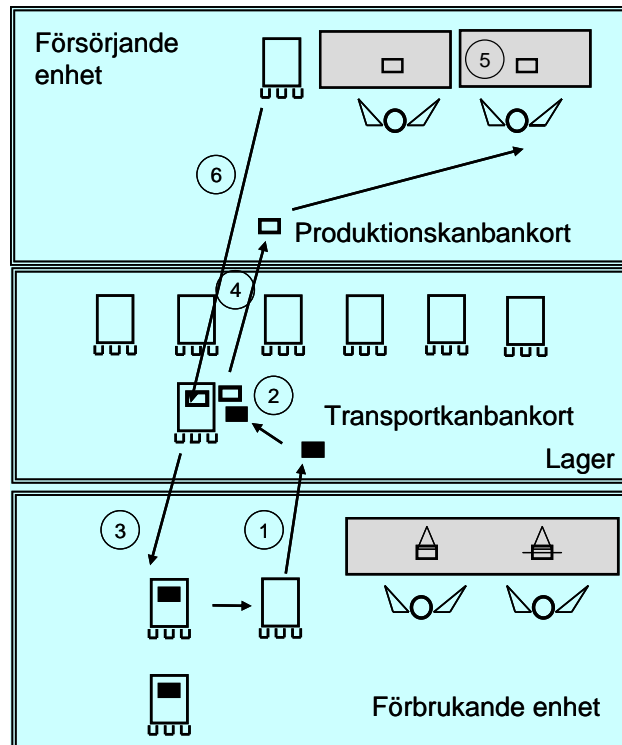
---

Materialstyrning innebär förenklat att styra materialflöden genom att för varje artikel fatta beslut om den kvantitet som behöver anskaffas från en extern leverantör eller från den egna tillverkningen samt beslut om den tidpunkt då beställning måste ske. För att besvara tidsfrågan används olika materialstyrningsmetoder.

En grupp av materialstyrningsmetoder karakteriseras av att det behov av material som uppstår hos en förbrukande enhet mer eller mindre direkt initierar anskaffning från en försörjande enhet. Metoderna karakteriseras också av att initieringen bygger på fysiska saldon och visuella signaler. De kräver därmed ingen lagerredovisning eller administrativ process för att kunna tillämpas. Den mest kända av dessa metoder är kanbansystem i vilka kort som frigörs när en lastbärare blir tom skickas till den försörjande enheten, dvs den egna verkstaden eller en extern leverantör, som en order för att fylla på lagret. I den här handboksdelen redovisas dubbel-kanbansystem för att beställa påfyllning av material i takt med att förbrukning sker, dvs. ett kanbansystem som parallellt innehåller två typer av kort. Denna typ av kanbansystem är det som utvecklades och används på Toyota.

## 1 Metodbeskrivning

Grundprincipen för kanbansystem är att när en lastbärare blir tom på en förbrukande enhet frigörs ett kanbankort. Detta kort skickas till den försörjande enheten som via kortet auktoriseras att börja tillverka den kvantitet som anges på kortet och/eller auktoriseras att transportera den fulla lastbäraren till den förbrukande enheten. För varianten dubbel-kanbansystem används två typer av kort, dels produktionskanbankort som auktoriserar tillverkning av en förutbestämd kvantitet och dels transportkanbankort som auktoriserar transport av en förutbestämd kvantitet till den förbrukande enheten. Principen för användning av dubbel-kanbansystem illustreras med hjälp av figur 1.



Figur 1 Illustration av ett dubbel-kanbansystem

Följande steg genomförs vid användning av dubbel-kanbansystem. Steg 1 till 3 utgör ett slutet kanbansystem där transportkanban initierar lageruttag och leverans av fulla lastbärare från lagret till den förbrukande enheten. Steg 4 till 6 utgör det andra slutna kanbansystemet där produktionskanbankort initierar tillverkning i den producerande enheten och lagerpåfyllning.

Steg 1: När den förbrukande enheten förbrukat de artiklar som finns i en lastbärare frigörs transportkanbankortet och skickas till den försörjande enheten, dvs. i det här fallet lagret.

Steg 2: När transportkanbankortet kommer till lagret frigörs det produktionskanbankort som är fäst på den fulla lastbäraren. För varje produktionskanbankort som avlägsnas från lastbärare i lagret, placeras ett motsvarande transportkanbankort på lastbäraren.

Steg 3: Den fulla lastbäraren med transportkanbankortet levereras till den förbrukande enheten. När de levererade artiklarna använts i den förbrukande enheten återupprepas processen från steg 1.

Steg 4: Det produktionskanbankort som frigörs vid lagret i steg 2 skickas till den enhet som tillverkar artiklarna.

Steg 5: Tillverkning av artiklarna initieras via det inkommande produktionskanbankortet. Alternativt kan det krävas att ett antal produktionskanbankort erhållits för att tillverkning kan tillåtas att påbörjas. Så är fallet om lämplig tillverkningskvantitet är större än en lastbärarkvantitet.

Steg 6: När artikeln är färdigtillverkad placeras den tillverkade kvantiteten i en tom lastbärare och tillhörande produktionskanbankort fästs på lastbäraren. Den fulla lastbäraren med sitt produktionskanbankort transporteras till lagret, för att så småningom transporteras vidare till den förbrukande enheten enligt steg 3.

I figur 2 visas exempel på innehåll i produktionskanbankort och transportkanbankort.

<b>Transportkanbankort:</b>	
* Artikelnummer	* Container kapacitet
* Kort nr (t.ex. nr 3 av 9)	* Försörjande avdelning
* Förbrukande avdelning	

<b>Produktionskanbankort:</b>	
* Artikelnummer att tillverka	* Container kapacitet
* Kort nr (t.ex. nr 3 av 9)	* Försörjande avdelning
* Utgångsmaterial	* Verktyg
* Minsta antal kort för att starta tillverkning	

Figur 2 Exempel på information i produktionskanbankort och transportkanbankort

Ett dubbel-kanbansystem är i princip två beställningspunktssystem. Eftersom tillgänglig kvantitet med den här materialstyrningsmetoden i princip kontrolleras kontinuerligt är ett kanbansystem med två kort ett (-,s,Q)-system. Se handboksdel C06, Klassificering och beteckningssätt.

Dubbel-kanbansystem fungerar även om lastbärarkvantiteten är mindre än lämplig orderkvantitet för transport respektive tillverkning. Orderkvantiteten fastställs då i stället till ett önskat antal lastbärarkvantiteter. Den tillverkande enheten väntar med att starta tillverkning tills motsvarande antal kort erhållits. Likaså väntar lagret med att transportera material till den förbrukande enheten tills motsvarande antal kort erhållits. Riktlinjer för bestämning av orderkvantiteter i kanbansystem behandlas i handboksdel D45. Alternativa sätt att hantera fall där orderkvantiteterna är större än enstaka lastbärarkvantiteter redovisas i handboksdel C57, Kanbansystem vid stora orderkvantiteter.

All materialstyrning är förknippad med osäkerheter av olika slag. Detta gäller även i miljöer där kanbansystem används, även om förhållandena i sådana miljöer uppvisar mindre osäkerheter med avseende på exempelvis efterfrågans storlek, ledtidens längd, leveranstidshållningen och inslaget av kassation. För att hantera dessa inslag av kvantitets- och tidsosäkerheter och därmed i möjligaste mån undvika störningar i materialflödena måste man använda sig av en säkerhetsmekanism i form av extra kanbankort. I handboksdel E45 redovisas metoder för att ta hänsyn till förekommande osäkerheter vid beräkning av lämpligt antal kanbankort.

Följande regler tillämpas för dubbel-kanbansystem.

1. Varje lastbärare som innehåller artiklar måste vara försedd med ett produktionskanbankort eller ett transportkanbankort.
2. Det är den förbrukande enheten som via kanbankort auktoriserar tillverkning på respektive transport från den försörjande enheten.
3. Tillverkning och transport får endast initieras via fria kanbankort
4. Standardcontainers med en given containerkvantitet måste alltid användas.

Genom att tillämpa de här reglerna kommer den totala kvantiteten i materialflödet alltid att ligga mellan noll och antalet kanbankort gånger lastbärarkvantiteten.

## 2 Antal kanbankort

Eftersom kanbansystem i princip är beställningspunktssystem och beställningspunkten utgörs av ett antal kanbankort bör antalet kanbankort beräknas så att man får effektiva materialflöden med så låg kapitalbindning som möjligt. Traditionellt har följande formel använts för detta ändamål

$$n = \frac{E_d \cdot LT(1 + \alpha)}{LBK}$$

där  $E_d$  = efterfrågan per dag

$LT$  = ledtiden i dagar

$\alpha$  = säkerhetsfaktor

$LBK$  = lastbärarkvantitet, dvs det antal styck som avses finnas i varje lastbärare

Genom att skriva om ovanstående formel på följande sätt ser man tydligt att kanbansystem är beställningspunktssystem.

$$n \cdot LBK = E_d \cdot LT + E_d \cdot LT \cdot \alpha$$

Den första termen på höger sida avser förväntad efterfrågan under ledtid och den andra ett säkerhetslager.

För produktionskanbankort skall ledtiden avse produktionsledtid plus transportledtid till mellanlager och för transportkanbankort transportledtid. Om den försörjande enheten är en extern leverantör kan tillägg behöva göras för att skicka kanbankorten. Vid uppskattning av produktionsledtiden kan hänsyn behöva tas till att tillverkningen avser flera lastbärarkvantiteter om det krävs mer än ett kanbankort för att få starta tillverkning.

Formeln är giltig under förutsättning att regeln att kanbankort frigörs när man börjar förbruka material i en container tillämpas. Om kanbankortet inte får frigöras förrän lastbäraren är tom skall antalet kanbankort enligt formeln utökas med 1. Formeln är också

endast giltig om orderkvantiteten för tillverkning respektive transport är lika med en lastbärarkvantitet. Om orderkvantiteten är lika med  $x$  antal lastbärarkvantiteter skall  $x$  läggas till antalet kort enligt formeln.

### Exempel

En artikel används som insatsmaterial vid montering av en produkt. Ledtiden för leverans av artikeln till ett lager från den tillverkande enheten är två dagar och dagsförbrukningen 100 styck. Säkerhetsfaktorn har fastställts till 0,5 vilket motsvarar en dags förbrukning. Den använda lastbäraren är avsedd för 40 stycken artiklar. Ett dubbelkanbansystem används för att styra påfyllningen av artiklar i ett lager som sedan försörjer monteringen med material. Enligt formeln ovan krävs då  $100 \cdot 2 \cdot 1,5 / 40 = 7,5$  kort. 8 produktionskanbankort bör väljas.

## 3 Metodegenskaper

Dubbel-kanbansystems egenskaper ur användningssynpunkt kan sammanfattas enligt följande tabell. Vad de olika egenskaperna innebär finns redovisat i handboksdel C03, Egenskaper hos materialstyrningsmetoder.

<i>Egenskap</i>	<i>Beskrivning</i>
Efterfrågetyp	Prognoser, förbrukningshistorik,
Efterfrågans tidsfördelning	Totalsummerad efterfrågan
Produkt/komponentorientering	Komponentorientering
Efterfrågekaraktär	Oberoende efterfrågan
Initieringsprincip	Förbrukningsinitierande
Inplaneringsprincip	Från förbrukningstidpunkt
Planeringsframförhållning	Inte möjlig
Prioritetsgrundande	Nej
Omplaneringsförmåga	Nej
Typ av materialplan	Ej aktuell
Intervall mellan beställningar	Varierande

Tabell 1 Egenskaper hos dubbel-kanbansystem

Egenskapen komponentorientering är endast tillämplig om det gäller artiklar som ingår som komponenter i produkter, dvs egentillverkande halvfabrikat samt inköpta komponenter och råmaterial.

Ett dubbel-kanbansystem är ett pullbaserat system eftersom produktion och förflyttning endast sker på initiativ av och auktoriserat av den förbrukande enheten i materialflödet.

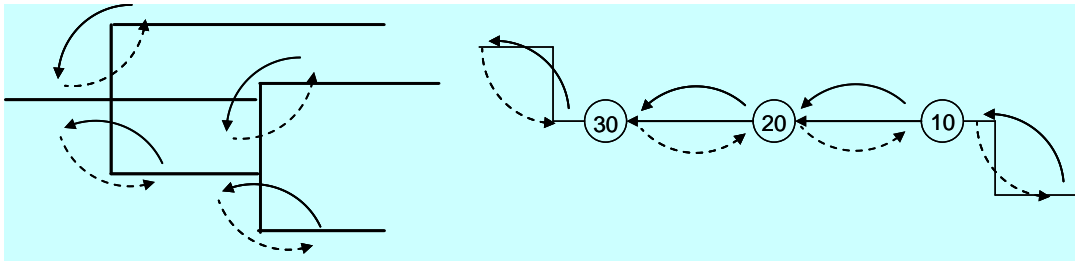
## 4 Användningsmiljöer

Dubbel-kanbansystem är i första hand användbara för styrning av artiklar för vilka förbrukningen är tämligen stabil och förutsägbar. Korta ledtider för lagerpåfyllnad och små

orderkvantiteter är andra viktiga miljöfaktorer för att metoden skall kunna fungera tillfredsställande. Det är vanligare att metoden används för lågvärdesartiklar än för högvärdeartiklar.

Eftersom metoden inte ställer krav på lagerredovisning är den speciellt fördelaktig att använda i miljöer där det är svårt och/eller kostnadskrävande att räkna uttagen kvantitet vid plockning och att åstadkomma hög saldokvalitet. Det är den fysiska kvantiteten i lastbäraren som avgör när lagerpåfyllnad skall ske.

För råmaterial och komponenter i produkter används administrativa materialstyrningssystem för att länka samman materialflöden mellan artiklar i produktstrukturer enligt den vänstra bilden i figur 3. Utöver denna funktion möjliggör kanbansystem även sammanlänkning av successiva förädlingssteg tillhörande en och samma artikel enligt den högra bilden i figuren. Streckade pilar avser kanbankort och heldragna pilar materialleveranser. Cirkclar avser förädlingssteg.



Figur 3 Sammanlänkning av artiklar respektive förädlingssteg i materialflöden med hjälp av kanbansystem

## 5 Kompletterande synpunkter på användning

- Det finns inga speciella regelverk för val av lastbärarkvantitet. Kvantiteten måste i första hand väljas med utgångspunkt från transport- och hanteringsaspekter. Rent allmänt bör den vara så liten som möjligt för att få så jämna flöden som möjligt och så låg kapitalbindning som möjligt. Som exempel kan nämnas att Toyota strävar efter en lastbärarkvantitet som utgör storleksordningen 10 % av den genomsnittliga efterfrågan per dag. Kvantiteten bör emellertid alltid anpassas till de förhållanden som råder i den miljö där systemet skall användas.

Att använda små lastbärarkvantiteter innebär att man får mindre kapitalbindning i materialflödet. Detta beror på att man måste avrunda beräknat antal kanbankort uppåt och att avrundningskvantiteten blir mindre ju mindre lastbärarkvantiteten är. Det beror också på att man alltid måste ha en lastbärare att plocka från när beställning görs och att ju större denna är, desto mer kapitalbindning.

- Att använda kanbansystem är en del av just-in-time filosofin. Metoden skapar möjligheter till kontinuerlig förbättring som också utgör en central del av just-in-time. Kontinuerlig förbättring kan exempelvis åstadkommas genom att successivt minska antalet kanbankort i cirkulation. Genom sådana åtgärder får man kunskap om var i verksamheten problem uppstår och följaktligen får underlag för var förbättringsin-

satser bör sättas in för att ytterligare kunna minska mängden material i flödet.

- Dubbel-kanbansystem är jämfört med enkel-kanbansystem framför allt användbara när det behövs någon form av mellanlager mellan försörjande och förbrukande enhet och speciellt då den försörjande enheten försörjer flera förbrukande enheter med samma artikel. Det räcker då inte med inbound-buffertar hos de förbrukande enheterna.
- Vid beräkning av beställningspunkter i beställningspunktssystem antas att varje uttag från lager är ett styck. Detta är ett villkor för att lagersaldot skall vara lika med beställningspunkten när en ny order skall planeras in. I annat fall kommer saldot att vara mindre än beställningspunkten och därmed kommer kvantiteten i lager i princip inte att räcka tills nästa inleverans eftersom beställningspunkten exklusive säkerhetslagret sätts lika med förväntad efterfrågan under ledtid. Den kvantitet med vilken lagersaldot underskrider beställningspunkten kallas överdrag och beställningspunkten måste ökas med detta överdrag för att uppnå den leveransförmåga som man önskar och säkerhetslagret dimensionerats för.

I kanbansystem utgörs i princip hela lastbärarkvantiteten ett uttag. Om kanbankort inte frigörs förrän en lastbärare är tom kommer därför ett överdrag på en lastbärarkvantitet att uppstå. Detta överdrag kompenseras med att öka antalet kanbankort enligt formeln ovan med 1 styck. Att frisläppa kanbankortet redan när material börjar förbrukas i en lastbärare är det samma som att beställa i samma ögonblick som beställningspunkten i form av ett antal lastbärarkvantiteter underskrids.

- Transportkanbankort i dubbel-kanbansystem kan också användas för att beordra leveranser från externa leverantörer. Då talar man om leveranstörskanban. Traditionella kanbankort kan överföras fysiskt till leverantörer. De kan emellertid också överföras via fax, så kallade faxban, samt som attachements till e-mail, via EDI eller via Web-EDI, så kallad elektroniska kanban.

## 6 Övriga kommentarer

- Enligt en studie om användning av materialstyrningsmetoder i svensk industri använder 31 % av tillverkande företag kanban och 8 % av distribuerande företag. 47 % av företagen använde lastbärarkvantiteter som motsvarade en veckas efterfrågan eller mer.
- Den engelskspråkiga termen för dubbel-kanbansystem är dual kanban system.

## Referenslitteratur

Hyers, N. och Wemmerlöv, U. (2002) Reorganizing the factory – Competing through cellular manufacturing, Productivity Press.

Jonsson, P. och Mattsson, S-A. (2014) Best practice vid lagerstyrning i svensk industri, Forskningsrapport, Logistik & Transport, Chalmers Tekniska Högskola.

Mahoney, M. (1997) High-mix, low-volume manufacturing, Hewlett-Packard Professional Books.

Mattsson, S-A. (2010) En jämförelse mellan kanban och beställningspunktssystem, Forskningsrapport, Logistik & Transport, Chalmers Tekniska Högskola.

Mattsson, S-A. och Jonsson, P. (2013) Material- och produktionsstyrning, Studentlitteratur.

Nicholas, J. (1998) Competitive manufacturing management, Irwin – McGraw-Hill.

Olhager, J. (2000) Produktionsekonomi, Studentlitteratur.

Sandras, W. (1989) Just-in-time: Making it happen, Oliver Wight Companies.

Schonberger, R. (1982) Japansk kvalitet och produktivitet – Nio lektioner i enkelhet, Liber.