

## Statistisk proceskontrol

Af ERIK HANSEN <sup>1)</sup>

Betegnelsen statistisk kvalitetskontrol (SKK) dækker over en række statistiske metoder, som ofte anvendes med det formål at sikre kvaliteten af massefremstillede produkter ved indgreb allerede under selve fremstillingen (proceskontrol) eller ved vurdering af varepartier (modtagekontrol). En mere træffende betegnelse for disse metoder var måske statistisk kontrolteknik, idet det principielt er ligegyldigt, om der er tale om kontrol af en kvalitetsegenskab eller en anden varierende størrelse.

Det er hensigten her at koncentrere opmærksomheden om de metoder, der anvendes i proceskontrollen (kontrolkort) og herunder specielt, hvad man kan kalde deres operationsanalytiske perspektiver.

I reglen fremstilles SKK i litteraturen som en rutine-procedure, d.v.s. som udgørende en bestanddel af den konstante aktivitet, der finder sted i forbindelse med produktionen i en virksomhed.

Ved at fremstille et bestemt produkt henvender en virksomhed sine erhvervsmæssige bestræbelser mod en given kundekreds, som vil kræve visse egenskaber hos produktet opfyldt, afhængig af markedsforholdene i det hele taget. Hvilket marked virksomheden vil kunne vinde for sit produkt afhænger foruden af konkurrenceforhold og reklame principielt af et valg mellem forskellige mulige specifikationer af produktets egenskaber: *konstruktionskvaliteten*. Dette ofte vanskelige valg tager SKK ikke direkte sigte på. Er valget imidlertid truffet, har virksomhedens produktionsafdeling til opgave at sikre produktionens overensstemmelse med de valgte specifikationer, og denne sikring af *produktionskvaliteten* kan blandt andet ske ved hjælp af SKK.

For enkelheds skyld betragtes kun en enkelt specificeret egenskab ved produktet: en dimension, en materiale-egenskab som f. eks. trykstyrke el.

<sup>1)</sup> cand. oecon., Københavns Universitets Statistiske Institut.

## Statistisk proceskontrol

Af ERIK HANSEN <sup>1)</sup>

Betegnelsen statistisk kvalitetskontrol (SKK) dækker over en række statistiske metoder, som ofte anvendes med det formål at sikre kvaliteten af massefremstillede produkter ved indgreb allerede under selve fremstillingen (proceskontrol) eller ved vurdering af varepartier (modtagekontrol). En mere træffende betegnelse for disse metoder var måske statistisk kontrolteknik, idet det principielt er ligegyldigt, om der er tale om kontrol af en kvalitetsegenskab eller en anden varierende størrelse.

Det er hensigten her at koncentrere opmærksomheden om de metoder, der anvendes i proceskontrollen (kontrolkort) og herunder specielt, hvad man kan kalde deres operationsanalytiske perspektiver.

I reglen fremstilles SKK i litteraturen som en rutine-procedure, d.v.s. som udgørende en bestanddel af den konstante aktivitet, der finder sted i forbindelse med produktionen i en virksomhed.

Ved at fremstille et bestemt produkt henvender en virksomhed sine erhvervsmæssige bestræbelser mod en given kundekreds, som vil kræve visse egenskaber hos produktet opfyldt, afhængig af markedsforholdene i det hele taget. Hvilket marked virksomheden vil kunne vinde for sit produkt afhænger foruden af konkurrenceforhold og reklame principielt af et valg mellem forskellige mulige specifikationer af produktets egenskaber: *konstruktionskvaliteten*. Dette ofte vanskelige valg tager SKK ikke direkte sigte på. Er valget imidlertid truffet, har virksomhedens produktionsafdeling til opgave at sikre produktionens overensstemmelse med de valgte specifikationer, og denne sikring af *produktionskvaliteten* kan blandt andet ske ved hjælp af SKK.

For enkelheds skyld betragtes kun en enkelt specificeret egenskab ved produktet: en dimension, en materiale-egenskab som f. eks. trykstyrke el.

<sup>1)</sup> cand. oecon., Københavns Universitets Statistiske Institut.

lgn., og det forudsættes, at denne egenskab er målelig (i cm, kg pr. cm<sup>2</sup> o.s.v.). I reglen er talrige sådanne specifikationer overholdelse af betydning for produktets kvalitet; om de alle skal kontrolleres hver for sig, samlet, sammenfattet i et indextal eller en anden summarisk størrelse, giver anledning til en række problemer, som også forbigås her.

Efter disse forenklende forudsætninger er produktkvaliteten kvantitativt udtrykt ved et enkelt tal. Vi interesserer os nu for, hvorledes vi kan regulere produktionsprocessen således, at de producerede enheder stemmer så godt overens med specifikationerne som muligt.

Den vigtigste statistiske metode ved denne *proceskontrol* består i at føre et såkaldt *kontrolkort*. En praktisk udbredt form er  $\bar{X}$ -kortet, der er eksemplificeret i fig. 1. Tekniken består i at sammenligne en variabel størrelse, her  $\bar{X} = \sum_i X_i/n$ , d.v.s. det aritmetiske middeltal af målinger af kvalitetsegenskaben  $X$  i en stikprøve af produktenheder på  $n$  enheder, med nogle såkaldte *kontrolgrænser* ( $KG$ ).

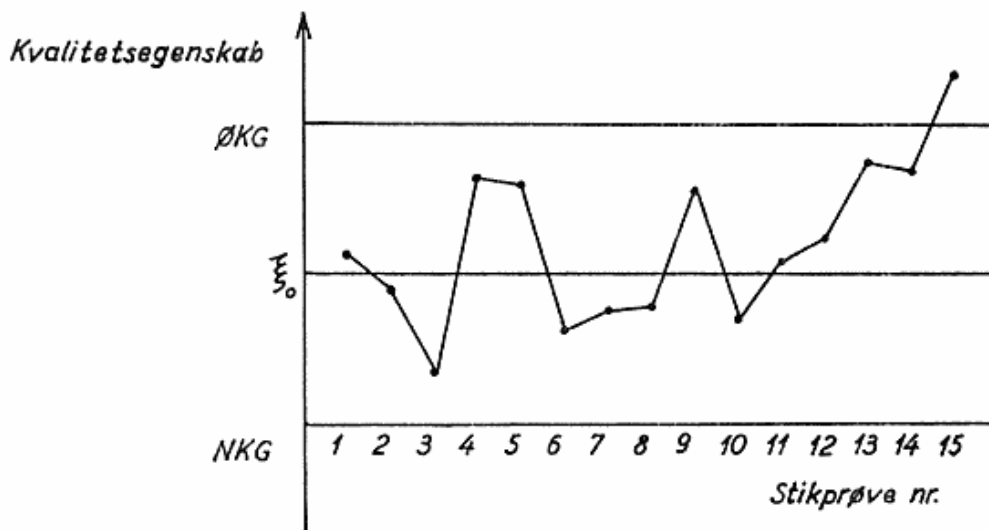


Fig. 1. Styrkefunktion.

På kontrolkortet i fig. 1 er indtegnet en række middeltal,  $\bar{X}$ , for successive stikprøver udtaget af produktionsstrømmen (f. eks. fra en bestemt maskine) med visse (i reglen konstante) tidsmellemlum. De indtegnede øvre og nedre kontrolgrænser ( $ØKG$  og  $NKG$ ) er beregnet under forudsætning af en given sandsynlighedsfordeling (i reglen en normalfordeling), der karakteriserer *den tilfældige variation* i de indtegnede middeltal. Denne variation afhænger atter af den tilfældige variation i enkeltmålingerne samt af stikprøvens størrelse,  $n$ . En grafisk fremstilling af

normalfordelingen ses i fig. 2. Arealer under kurven som f. eks. det på fig. 2 skraverede angiver sandsynligheder for, at middeltallet i en tilfældigt udvalgt stikprøve vil antage en værdi i et bestemt interval, f. eks. intervallet  $X_1$ - $X_2$ . Så længe variationen i  $X$ -værdierne kun består af den således beskrevne tilfældige variation, siges processen, hvorfra de stammer, at være i *statistisk kontrol*.

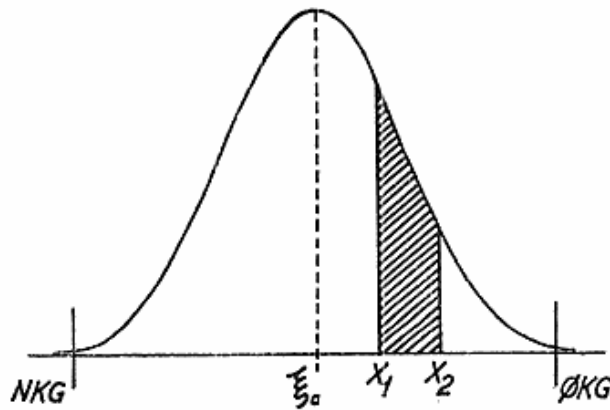


Fig. 2.  $\bar{X}$ -kort.

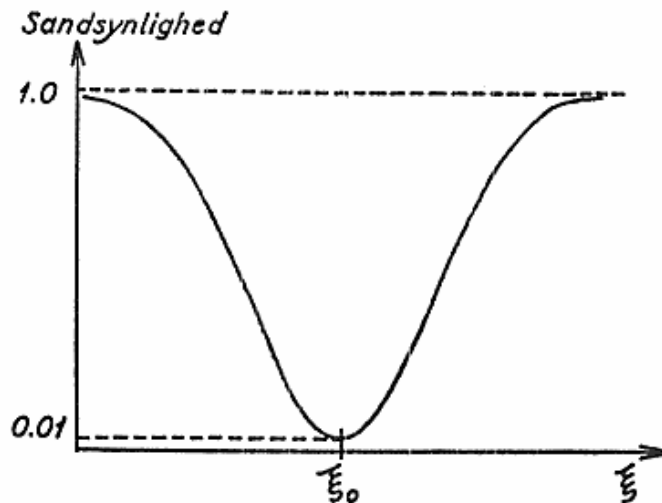


Fig. 3. Normalfordeling.

Midterlinien i  $\bar{X}$ -kortet i fig. 1 repræsenterer  $\bar{X}$ -værdiernes teoretiske middelværdi,  $\xi_0$ . I reglen vil man tilstræbe, at denne værdi netop svarer til den specificerede værdi af den kontrollerede produkttegenskab. Så længe processen er i kontrol med denne middelværdi, er der en vis ringe sandsynlighed, f. eks. 1 %, for, at en  $\bar{X}$ -værdi vil falde uden for kontrol-

grænserne. Kurven i fig. 2 nærmer sig nemlig kun asymptotisk til  $X$ -aksen, og man kan derfor ikke angive absolutte over- og undergrænser, men må vælge grænser, der kun overskrides med en vis ringe sandsynlighed. Sker der under produktionen en forskydning af middelværdien, f. eks. fra  $\xi_0$  til  $\xi_1$ , siges processen at være kommet *ud af kontrol*. Dette vil medføre, at sandsynligheden for en  $\bar{X}$ -værdi uden for KG forøges, og desto mere jo større forskydning af  $\xi$ . Denne sandsynlighedsvariation med  $\xi$  illustreres i fig. 3. Kurven, der angiver variationen, kaldes *stikprøveplanens styrkefunktion*. Når der tales om „stikprøveplan“, tænkes i denne forbindelse på fastlæggelse af stikprøvens størrelse: en større stikprøve vil have en styrkefunktion, der undtagen for  $\xi = \xi_0$  ligger over den indtegnede, for en mindre stikprøve vil funktionen tilsvarende ligge under.

Betragter vi nu situationen efter udtagningen af stikprøve nr. 15 på fig. 1, hvor  $\bar{X} > \text{ØKG}$ , har vi valget mellem to konklusioner:

- (1) den indtrufne begivenhed skyldes tilfældig variation omkring  $\xi_0$ ,
- (2) begivenheden skyldes, at processen er kommet ud af kontrol ved en forskydning af  $\xi$  til en værdi større end  $\xi_0$ .

Valget mellem de to konklusioner er risikobehæftet. I den her eksempelificerede situation er risikoen for at slutte (2), når (1) er sand, 1 %. Risikoen for at slutte (1), når (2) er sand, vil afhænge af forskydningens størrelse. Ved man noget om, hvilke forskydninger der i givet fald kan blive tale om, kan stikprøvestørrelsen vælges med henblik på at opnå en sådan styrkekurve, at forskydninger af denne størrelse med stor sikkerhed afsløres (cf. fig. 3). Man kalder ofte de to former for mulige fejlslutninger henholdsvis *fejl af første og af anden art*. (\*).

De to risici afhænger for en bestemt kontrolprocedure (stikprøveplan) af den sandsynlighedsfordeling, der karakteriserer den tilfældige variation i enkeltmålingerne,  $X$ . Man kan også formulere dette således, at en sondring mellem *væsentlige* og *uvæsentlige* forskydninger i det målte karakteristikum for produktet kan bygge på dette kendskab til den tilfældige variation (med en vis, men kendt, risiko for fejlslutninger).

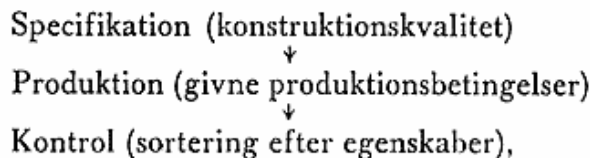
Tænker man sig en maskines ydelse reguleret ved en automatisk mekanisme (en servomekanisme), som reagerer på enhver variation i den målte egenskab (altså også en tilfældig), eller af en person, som reagerer ud fra skønsommæssige vurderinger, vil man se, at man kan få en masse u hensigtsmæssige korrektioner af processen, der vil medføre en mindre

ensartet produktkvalitet end hvad der er muligt ved en procedure, der rationelt afvejer de to risici. Det er her navnlig fejl af første art, der vil blive begået alt for ofte.

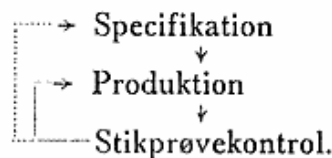
Der var her tale om en styret proces, som har tilbøjelighed til at gå ud af indstilling, og derfor stadig korrigeres. For en produktionsproces i almindelighed indicerer punkter uden for KG på  $\bar{X}$ -kortet, at der sandsynligvis er indtruffet en eller anden fejl i produktionsprocessen.

Det særlige ved  $\bar{X}$ -kortet i forbindelse med fejlfinding er, at  $X$ -værdierne er direkte målinger af den *egenskab*, som er afgørende for proceskvaliteten. Et punkt uden for KG indicerer, at en eller anden fejl ved produktionsprocessen optræder, men det kan godt være en på forhånd ukendt fejlårsag. Ved enhver produktionsproces vil man desuden have en eller anden kontrol med de vigtigste *produktionsbetingelser*, en række virksomme årsager såsom temperaturforhold, produktionshastighed, råstofkonsistens etc. Her er naturligvis en række potentielle fejkilder, men at en kontrol med disse alene er tilstrækkelig til at forebygge alle fejl forudsætter, at alle fejlårsager kan forudses. Alene fordi dette i reglen er umuligt, er SKK-metoderne påkrævede.

Måling af produktets egenskaber foretages undertiden længe efter produktionens afslutning (måske efter en lagertid), f. eks. som grundlag for en sortering efter kvalitet. Det karakteristiske for den statistiske proceskontrol er, at målingerne foretages under selve fremstillingen, så at denne kan indstilles og eventuelt rettes, dersom fejl viser sig. Medens den første fremgangsmåde består i en ensrettet sekvens:



så indfører man ved SKK en tilbagekobling:



Som den stiplede pil antyder, kan tilbagekoblingen gå helt tilbage til udformningen af specifikationen, idet den løbende kontrol kan afsløre, at specifikationen ikke er rationelt udformet set i relation til det givne produktive anlæg. Den statistiske proceskontrol er altså i sig selv en form for

servoregulering (og det har i praksis vist sig, at økonomiske kalkuler kan afgøre valg mellem manuel produktion + SKK og en automatisk reguleret proces til fordel for det første alternativ; principielt vil dette valg naturligvis bero på prisrelationerne).

At en produktionsproces er *i kontrol i praktisk forstand*, indebærer en vurdering af processens ydelser i relation til, hvad det kan være rimeligt at kræve med det givne tekniske udstyr, personalets uddannelse, kvaliteten af indkøbte råmaterialer; m.a.o. de givne produktionsbetingelser.

Over for dette praktiske kontrolbegreb, som fastlægger, at en vis variation (nemlig den, der er karakteristisk for de givne produktionsbetingelser) må tillades, *den tilladelige variation*, står det teoretiske begreb *statistisk kontrol*, d.v.s. at en variation kan beskrives ved en sandsynlighedsfordeling, der er stabil i tid. En normalfordeling er f. eks. stabil i tid, når middelværdien  $\xi$  og et mål for variationen,  $\sigma$ , er konstante i tid. Den statistiske kontrol er, som ovenfor antydnet, forudsætningen for beregningen af KG på  $\bar{X}$ -kortet.

Det gælder da om, når man vil føre en kontrol ved hjælp af et  $\bar{X}$ -kort, at finde frem til en form for udtagning af stikprøven, der medfører, at  $\bar{X}$  er i statistisk kontrol, når og kun når produktionsprocessen er i kontrol i praktisk forstand, d.v.s. når produktionsbetingelserne reguleres netop som planlagt. Ved etablering af en rutinekontrol er dette i princippet ret enkelt: man beregner de skøn over  $\xi$  og  $\sigma$ , der skal ligge til grund for kontrolkortet, på basis af et iagttagelsesmateriale, der er indsamlet fra maskinen, når denne er i orden, tilføres råstof af standardkvalitet, passes af sin sædvanlige operatør etc.

Det er imidlertid sådan, at den forudsatte situation: at en detaljeret udarbejdet produktspecifikation entydigt fastlægger de ideale produktionsbetingelser, hvorefter problemet er at tilvejebringe og opretholde disse, kun er et idealbillede. Ofte er produktspecifikationen ufuldstændig, således at den endelige konstruktionskvalitet tildels fastlægges af produktionsafdelingen; i mange tilfælde kender man vel en enkelt, måske nogle få alternative metoder til fremstilling af det givne produkt, men ikke nødvendigvis den optimale. Der vil da være en række ikke-tilfældigt virkende årsager til variation i produkttegenskaben, som man ikke får taget hensyn til i sin produktionsplanlægning, men som måske gør sig gældende, når produktionen er kommet i gang. Fører man nu et kontrolkort, vil man ofte i sådanne tilfælde få punkter uden for KG. Er alle forhold, som er med i ens produktionsplan, i orden, begynder da et detektivarbejde for at finde frem til den ukendte årsag: man kan måske blive opmærksom på, at småforskelle i råmaterialer (som hidtil har været forudsat homo-

gene) influerer på produktkvaliteten, at meteorologiske forhold påvirker forløbet af kemiske processer etc. Den hjælp, som kontrollkortet her giver – foruden indikationen af den manglende kontrol – ligger bl. a. i, at det er muligt at angive det *tidspunkt*, hvor forskydningen indtraf, hvilket f. eks. ikke er tilfældet, dersom fejlen først opdages ved en efterfølgende sortering af færdigproduktionen (\*\*).

Ved indførelse af kontrollkort for en sådan ikke fuldt ud behersket proces må man stræbe imod at igangsætte en sekvens af successive indgreb, som fører en stadig nærmere ideale produktionsbetingelser, hvorved samtidig kontrollen stabiliseres i en rutinekontrol. Man kan tænke sig noget i retning af følgende:

- (1) Variationen i produkttegenskaben under normal drift ud fra den foreliggende produktionsplan studeres ved indsamling af et egnet iagttagemateriale.
- (2) Den under (1) bestemte variation opfattes som tilladelig variation, og herudfra opstilles en stikprøveplan med tilhørende kontrollkort.
- (3) Herefter kan indtræffe to tilfælde:
  - I. Punkterne på  $\bar{X}$ -kortet holder sig til stadighed inden for KG. Dette vil praktisk taget altid betyde, at man har begået fejl under undersøgelsen i punkt (1). Sammenblanding af heterogene observationer fører til for stor beregnet variation. En mere omhyggelig analyse med opspaltning af observationerne i grupper er da påkrævet.
  - II. Punkterne på  $\bar{X}$ -kortet går ud af kontrol. Her må skelnes mellem en række undertilfælde:
    - a. Årsagen kan som under I. skyldes en fejlagtig afgrænsning af den tilladelige variation. Man har måske indsamlet sine data under prøvekørsler overvåget af særlig sagkyndigt personel eller sågar benyttet laboratoriedata, og en tilsvarende produktion viser sig ikke at kunne realiseres i driften. Hyppigt forekommende er det, at man for hurtigt at opnå et stort antal iagttagelser under (1) tager umiddelbart successive observationer, medens stikprøverne i kontrollen udtages med tidsmellemlum og derfor viser sig mere variable.
    - b. Punkterne uden for KG indicerer fejl opstået som følge af



ændringer i de forud fastlagte produktionsbetingelser alene. Kontrollen stabiliseres da som rutinekontrol.

- c. Det viser sig undertiden, at punkter uden for KG må tilskrives uforudsete variationsårsager, som enten
  - A. giver tilskyndelse til ændring af produktionsbetingelserne eller en udvidelse af den direkte kontrol med disse, så den tilfældige variation fremtidig formindskes, eller
  - B. giver tilskyndelse til en differentiering af produktionen (f. eks. individuel behandling af forskellige råstofarter, som tidligere behandlede ens).

- (4) Såfremt man ikke allerede under (3) havner i en rutinekontrol, må man som allerede anført begynde forfra ved (1). Før eller siden vil man enten direkte komme frem til den i (3) II. b. omtalte situation eller forinden udfra økonomiske overvejelser standse den fortsatte forbedring af produktionen. I sidste fald må man da ved omlægning af stikprøveproceduren sikre sig, at kontrolkortet som hovedregel kun giver udslag, når den fastlagte tilladelige variation overskrides, d.v.s. at der som tidligere udtrykt bliver overensstemmelse mellem den såkaldte praktiske kontrol og den statistiske kontrol for  $\bar{X}$ . Det vil ofte være således, at visse systematiske variationer i produkt-egenskaben må akcepteres som uundgåelige, f. eks. dagsvariationer som følge af svingninger i personalets ydeevne (træthedsfænomener) eller sæsonvariationer beroende på svingninger i vejrforholdene. Man kan også nævne slid på værktøj o. lgn. Man må da enten udforme kontrolkort af speciel type med variable kontrolgrænser eller udtage stikprøver, der dækker sådanne tidsintervaller, at variationen i  $\bar{X}$  stadig har en tilfældig karakter (er i statistisk kontrol).

En undersøgelse af SKK-metodernes anvendelse i praksis i en række danske virksomheder (\*\*\*) viser, at det ofte er således, at virksomhederne nøjes med at anvende proceskontrollen på processer, som volder vanskeligheder, indtil sådanne vanskeligheder er overvundet, altså som fejlfindingsmetode. Herefter nøjes man med regulering af produktionsbetingelserne, d.v.s. rutinekontrollen bygger ikke på kontrolkortet.

Dog benyttes kontrolkortet af nogle virksomheder på den oprindelig forudsatte måde, altså til rutinekontrol. Det ser ud til, at det navnlig er tilfældet, når der er tale om en proces, som til stadighed skal styres, d.v.s. at kontrolkortet benyttes som et reguleringssystem. Dette er navnlig ofte

tilfældet ved pakkeprocesser, hvor problemet er at holde vægtvariationen inden for så snævre grænser som muligt. Det karakteristiske her er vel dette, at der som hovedregel kun er tale om en enkelt fejlårsag, som hurtigt kan fjernes af operatøren, så snart den indiceres (indstilling af maskinen), og som altså ikke giver anledning til et langvarigt studium af forholdene.

Et typisk eksempel på en sådan rutinekontrol er kontrollen med maskiner til automatisk smørpakning som anvendt af det danske mejeribrug, hvor kontrolkortmetoden har vist sig meget fordelagtig, driftsøkonomisk set (\*\*\*)). At den samme fremgangsmåde kan være anvendelig ved pakkeprocesser i margarinefabrikker, sukkerfabrikker, tobaksfabrikker o.s.fr. er umiddelbart forståeligt og bekræftes også af det omtalte rundspørge, hvor bl. a. en sådan virksomhed oplyser, at man efter indførelsen af kontrolkort har nedbragt variationen i pakkevægten til det halve.

Af andre typer af virksomheder, som ved rundspørget har rapporteret fordelagtige resultater af den statistiske proceskontrol, kan f. eks. nævnes et jernstøberi, som ved at føre kontrolkort for prøveresultaterne for støbejern har opnået at formindske variationen i jernets styrke, hårdhed og bearbejdelighed.

Det var påfaldende ved bedømmelsen af rundspørgets resultater, i hvor høj grad den elektromekaniske industri meldte om gode resultater ved benyttelsen af SKK. Der er her tale om såvel rutinekontrol som specielle undersøgelser; et stort og kendt firma indenfor branchen angiver således at anvende  $\bar{X}$ -kortet ved undersøgelsen af processer, hvorimod det lettere førte, men knap så effektive mediankort anvendes i den løbende proces.

En virksomhed indenfor metalindustrien anfører ligeledes, at kontrolkortet „anvendes i nogle tilfælde, hvor der er tale om store serier og en tolerance, der er lidt vanskelig at holde.“

I et interessant materiale fra en stor virksomhed, hvor spørgeskemaet var besvaret separat i hver af virksomhedens afdelinger, findes f. eks. et svar som: „Ved eengangsundersøgelser af processer er ofte anvendt kontrolkort – og da med ubetinget fordel“. I øvrigt er det påfaldende ved dette materiale den varierende reaktion fra afdeling til afdeling: nogle steder anvendes metoderne direkte i den ortodokse form, andre steder i mere eller mindre modificeret form, og atter andre steder har man ikke formået at tilpasse metoderne til de konkrete problemer (f. eks. på grund af uundgåelig tidsafstand mellem produktion og stikprøveudtagning).

Man har undertiden tilskrevet succeseksempler på anvendelsen af SKK

det forhold, at man tvinges til et studium af processen, som i sig selv, også uden SKK, ville resultere i en forbedring af processen. Dette synspunkt – som kun er relevant over for fejlfindingen – indeholder naturligvis noget rigtigt, men det må dog fremhæves, at en systematisk anvendelse af kontrolkortene med rationelt valg af stikprøveplan (f. eks. m.h.t. fejl af første og anden art) er hensigtsmæssig i forbindelse med et sådant studium. Man bør her undgå en for mekanisk anvendelse af metoderne, d.v.s. med omhu overveje, hvad man vil kræve af sin proces, hvilke fejlårsager der på forhånd kan ventes at optræde, om en forbedring af kvaliteten er økonomisk begrundet etc., således at man kan tilrettelægge sin stikprøveudtagning rationelt, d.v.s. så at man med den i det foregående benyttede formulering opnår overensstemmelse med den tilstræbte praktiske kontrol og stikprøvevariablens statistiske kontrol.

Vi har her – for at kunne koncentrere fremstillingen om de principielle problemer – kun omtalt  $\bar{X}$ -kortet. Der findes imidlertid mange andre former for kontrolkort: det netop nævnte mediankort, R-kort til kontrol med variabiliteten, i reglen brugt sammen med  $\bar{X}$ -kortet, p-kort, np-kort og c-kort til kontrol med talte data (f. eks. antal defekte). Med hensyn til disse andre former henvises til den nedenfor anførte generelle litteratur.

*Litteraturhenvisninger:*

- \*) Cf. f. eks. Th. Herborg Nielsen: Statistisk kontrol med udskrivning af regninger på hulkort-tabulator (Appendiks), Nordisk Tidsskrift for industriel Statistik, Bind 2, hæfte 3, 1958.
- \*\*\*) Cf. B. E. Keiser-Nielsen: Statistisk kvalitetskontrol ved produktion af gasbeton, Nordisk Tidsskrift for industriel Statistik, bind 3, hæfte 2, 1958.
- \*\*\*\*) Erik Hansen: En undersøgelse af statistiske kvalitetskontrolmetoders anvendelse i nogle danske industrivirksomheder, Nordisk Tidsskrift for industriel Statistik, bind 2, hæfte 3, 1958.
- \*\*\*\*\*) Holger Gad: Anvendelse af statistisk kvalitetskontrol ved automatisk smørpakning (Nordisk Tidsskrift for teknisk Økonomi, løbe nr. 40, side 55ff.).

Foruden det nævnte tidsskrift, Nordisk Tidsskrift for industriel Statistik, der udsendes af Teknisk Forlag, kan af litteratur på dansk om SKK nævnes:

A. Hald (red.): Elementær lærebog i statistisk kvalitetskontrol, 119 s. Københavns Universitets statistiske Institut, 1956.

A. Hald og E. Lykke Jensen: Statistisk Kvalitetskontrol, 399 s., Teknisk Forlag, 1954.

det forhold, at man tvinges til et studium af processen, som i sig selv, også uden SKK, ville resultere i en forbedring af processen. Dette synspunkt – som kun er relevant over for fejlfindingen – indeholder naturligvis noget rigtigt, men det må dog fremhæves, at en systematisk anvendelse af kontrolkortene med rationelt valg af stikprøveplan (f. eks. m.h.t. fejl af første og anden art) er hensigtsmæssig i forbindelse med et sådant studium. Man bør her undgå en for mekanisk anvendelse af metoderne, d.v.s. med omhu overveje, hvad man vil kræve af sin proces, hvilke fejlårsager der på forhånd kan ventes at optræde, om en forbedring af kvaliteten er økonomisk begrundet etc., således at man kan tilrettelægge sin stikprøveudtagning rationelt, d.v.s. så at man med den i det foregående benyttede formulering opnår overensstemmelse med den tilstræbte praktiske kontrol og stikprøvevariablens statistiske kontrol.

Vi har her – for at kunne koncentrere fremstillingen om de principielle problemer – kun omtalt  $\bar{X}$ -kortet. Der findes imidlertid mange andre former for kontrolkort: det netop nævnte mediankort, R-kort til kontrol med variabiliteten, i reglen brugt sammen med  $\bar{X}$ -kortet, p-kort, np-kort og c-kort til kontrol med talte data (f. eks. antal defekte). Med hensyn til disse andre former henvises til den nedenfor anførte generelle litteratur.

*Litteraturhenvisninger:*

- \*) Cf. f. eks. Th. Herborg Nielsen: Statistisk kontrol med udskrivning af regninger på hulkort-tabulator (Appendiks), Nordisk Tidsskrift for industriel Statistik, Bind 2, hæfte 3, 1958.
- \*\*\*) Cf. B. E. Keiser-Nielsen: Statistisk kvalitetskontrol ved produktion af gasbeton, Nordisk Tidsskrift for industriel Statistik, bind 3, hæfte 2, 1958.
- \*\*\*\*) Erik Hansen: En undersøgelse af statistiske kvalitetskontrolmetoders anvendelse i nogle danske industrivirksomheder, Nordisk Tidsskrift for industriel Statistik, bind 2, hæfte 3, 1958.
- \*\*\*\*\*) Holger Gad: Anvendelse af statistisk kvalitetskontrol ved automatisk smørpakning (Nordisk Tidsskrift for teknisk Økonomi, løbe nr. 40, side 55ff.).

Foruden det nævnte tidsskrift, Nordisk Tidsskrift for industriel Statistik, der udsendes af Teknisk Forlag, kan af litteratur på dansk om SKK nævnes:

A. Hald (red.): Elementær lærebog i statistisk kvalitetskontrol, 119 s. Københavns Universitets statistiske Institut, 1956.

A. Hald og E. Lykke Jensen: Statistisk Kvalitetskontrol, 399 s., Teknisk Forlag, 1954.