

# StaM-Bladet

Informationsblad för medlemmar i StaM (Statistisk Metodik), sektion inom SFK, Svenska Förbundet för Kvalitet

januari 1991

årgång 2 nummer 2

## Andra numret

I detta andra nummer presenterar vi ett referat från seminariet från Göteborg inklusive ett inlägg från Luleå. Att beskriva variation är en av statistikens stora uppgifter och Göran Nilsson på Pharmacia fortsätter en diskussion om detta i fallet överstyrning. Från Bertil Runström i Göteborg får vi en diskussion om användning av s.k. hierarkiska försöksplaner. Vi har också med förra årets verksamhetsberättelse. Dessutom startar vi en serie om paradoxer inom statistik och sannolikhetslära.

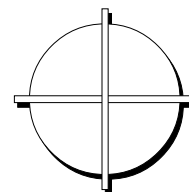
## Ordförandens ruta

God fortsättning på det nya året. Tyvärr finns det dock ett antal mörka moln på himlen. Kriget i Mellersta Östern, den sovjetiska statens konvulsioner, en internationell nedgång i ekonomin och på hemmaplan en djup produktivetskris. Det är inte mycket vi i StaM kan göra åt de internationella problemen, men produktivetskrisen är faktiskt något vi kan påverka. Jag är nämligen helt övertygad om att den dåliga produktivetsökningen beror på att man i svensk industri inte riktigt har förstått att kvalitetsfrågor är något man måste ägna sig helhjärtat åt i alla funktioner och i alla processer i företaget.

I många japanska företag och allt mera i USA har man insett att en aktiv processsyn, med andra ord ett statistiskt synsätt, och ständig förbättring är vägen till högre kvalitet och

sänkta kostnader och därmed till förbättrad produktivitet.

Hjälpmiddel är enkla statistiska metoder för problemlösning och för minskad variation, samt inte minst statistisk försöksplanering för en effektivare och bättre utveckling av produkter och processer. Låt oss slå ett slag för Deming-cykeln Plan-Do-Check-Act eller på svenska Planera-Gör-Studera-Lär. Här skall "lär" tolkas som "ta lärdom från det vi ser som resultat från processerna och låt det påverka vårt framtida handlande — förbättring av alla de processer vi är involverade i".



För övrigt vill jag göra Dig uppmärksam på decembernumret av Quality Progress, som behandlar temat variationer och som kan ge en god bakgrund till våra framtida rundabordskonferenser och seminariet i oktober, just på detta tema. Du har väl anmält Ditt intresse till Göran, Bertil eller Jan-Fredrik?

Hälsningar **Bosse Bergman**

**Förteckning över styrelsen finns på sista sidan**

## Paradoxer

**Statistiken och sannolikhetsteorin är full av paradoxer av många olika slag. Vi kommer att beskriva ett antal av dessa i StaM-bladet. Om Du har förslag på förklaring eller lösning eller vill publicera någon paradox är Du välkommen att skicka in Ditt bidrag.**

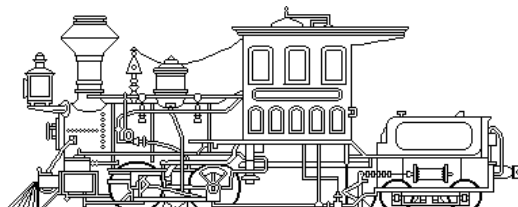
**Paradoxer visar oss att det inte alltid är tillräckligt att lita till intuitionen eller vanligt sunt förnuft. Det behövs ofta ett teoretiskt resonemang i bakgrunden. Den första paradoxen kommer från området slumpmässiga processer. Problemet nedan kommer från Bo Bergman.**

Statistikern, som brukar ta bussen in till staden då och då, givetvis vid helt slumpmässiga tidpunkter, finner att han i genomsnitt måste vänta väldigt länge på bussen.

Han studerar därför bussarnas ankomster under en tid och finner att tiderna mellan ankomster mycket väl kan beskrivas som oberoende och likafördelade. Själv säger han att ankomsterna kan beskrivas med hjälp av en *förnyelseprocess*.

Statistikern skriver därför till bussbolaget och ber dem vänligast se till att varje tid mellan ankomster blir fem minuter längre men att de, bortsett från denna förlängning har samma fördelning som tidigare. Han räknar på detta sätt med att få vänta i genomsnitt en kortare tid, när han hädanefter skall till staden.

***Ledningen för bussbolaget  
förstår ingenting – Gör Du?***



## Försöksplanering för kvalitetsförbättring

Erik Mamquist, Draco AB

En gråmulen novemberdag hade ett drygt hundratal intresserade samlats på SKF i Göteborg för att delta i SKF-StaM's andra årliga seminarie. Bland deltagarna sågs ingenjörer och statistiker representerande såväl stora som små företag och högskolor.

Årets tema var *Försöksplanering för kvalitetsförbättring*, och att resultat kan uppnås med dessa metoder demonstrerades tydligt av de föredrag som gavs.

**Claes Rehmborg, kvalitetschef på SKF,**

poängterade vikten av en helhetssyn där alla aspekter på kundernas upplevelse av företaget och dess produkter måste integreras. Denna helhet sammanfattades i "The Quality Map" som schematiskt beskriver hur produkternas önskade prestanda definieras utifrån kundernas krav, i SKF's fall bl.a genom Quality Function Deployment.

På kvalitetskartan fanns också fyra motsvarande kvalitetsbegrepp: Quality of Performance, Quality of Design, Quality of Conformance och Quality of Logistics.

I tillverkningen fokuserar SKF på processkvaliteten och Claes Rehmborg menade att av en tillverkningsprocess bör krävas att den är kapabel, tillförlitlig dvs har få störningar, styrbar och säker dvs inte ger "outliers".

För kvalitetsstyrning i tillverkningen används bl.a de sju QC-verktygen, FMEA och försöksplanering. Claes avslutade med att visa att företags

satsning på kvalitetsstyrning kunde avläsas i minskade kassationer och mindre kapital bundet i lager.

#### **Madhav Phadke från AT&T Bell Labs, USA**

som var dagens mest långväga gäst, hade förmanen att komma i kontakt med idéerna bakom robust konstruktion redan 1980 då han var värd för Genichi Taguchi vid dennes besök på AT&T.

Phadke gav en övergripande sammanfattning av de grundläggande ideerna och metoderna inom robust konstruktion och exemplifierade med flera praktiska tillämpningar. Phadke menade att de utmaningar dagens ingenjörer står inför är att utveckla produkter med den bästa kvaliteten på marknaden, på halva tiden och till halva kostnaden jämfört med idag, och att robust konstruktion är en metodik som gör det möjligt att uppnå dessa mål.

Robust konstruktion bygger på många idéer från den traditionella försöksplaneringen som har sitt ursprung i arbeten av Fisher på 20-talet. Phadke poängterade dock att robust konstruktion lägger till en extra dimension genom frågorna:

- Hur kan man reducera variationen i en produkts funktionsegenskaper i kundens miljö med en bibehållen låg kostnad?
- Hur kan man försäkra sig om att beslut som funnits optimala under laboratorieförhållanden också är det i tillverknings- och användningsmiljön.

Med ett exempel påvisade Phadke faran med att bedöma kvaliteten på producerade produkter endast utifrån andelen felaktiga. Exemplet gällde samma typ TV-apparat tillverkad både i Japan och USA. Kunderna hade betydligt fler klagomål på de amerikanska. Apparater tillverkade i de två länderna visade ungefär samma andel felaktiga medan de japanska låg väl samlade kring målvärdet, var de amerikanska jämnt fördelade med en stor andel nära toleransgränserna vilket var orsaken till klagomålen.

I stället för andelen felaktiga bör man enligt Phadke använda en förlustfunktion som kvalitetsindikator. Dessa förlustfunktioner är tillsammans med effektiva metoder för försöksplanering de viktigaste verktygen i robust konstruktion.

Phadke avslutade med att kort beskriva ett antal tillämpningar han varit med om vid AT&T. Bland annat nämnde han ett försök gjort på en fotolitografiprocess som resulterade i en fyrfaldig minskning av process variationen, en trefaldig minskning av antalet allvarliga fel och en halvering av processtiden.

#### **Jörgen Granfeldt från universitetet i Århus**

berättade om användningen av försöksplanering och Taguchi-metoder i Danmark. De första impulserna kom 1983 och den första tillämpningen 1985, och sedan dess hade utvecklingen gått stadigt men långsamt framåt.

Jörgen arbetar med att utveckla en kurs i försöksplanering för ingenjörer och ett PC program som skall hjälpa ingenjören att planera experiment.

Jörgen diskuterade också ett försök utfört på en cirkulationspump. Försöket gav inga entydiga resultat och Jörgen menade att detta delvis berodde på att den valda försöksplanen var olämplig, och att detta hade kunnat undvikas t.ex. med hjälp av datorstöd vid försöksplaneringen.

#### **Bertil Runström, Gothia Tobak AB**

presenterade två faktor försök som utförts på Gothias anläggning i Göteborg. Det första avsåg att finna faktorer som påverkade kvaliteten på svetsarna på portionsförpackningar för snus. Man studerade nio faktorer i sexton försök och resultatet visade att det väsentligen var tre faktorer som påverkade svetskvaliteten.

I det andra försöket studerades tre faktorer inverkan på snusets smak men försöket misslyckades därför att det visade sig omöjligt att hålla de tänkta nivåerna på en faktor, fukthalten. Bertil hade försökt rädda något genom att analysera resultatet med regressionsanalys, men fann inga entydiga samband mellan faktorerna och smaken.

Bertils lärdom var att planera och kontrollera genomförandet av försöket mycket noga så att de tänkta nivåerna kan hållas så noga som möjligt.

#### **Christer Hellstrand, SKF Luton**

beskrev ett antal mycket lyckade faktor försök utförda inom SKF. I ett exempel studerades hur ljudnivån hos ett spårkullager påverkades av de tre faktorerna ytfinhet på ytter- respektive innerring och kulornas rundhet. Det visade sig att endast innerringens ytfinhet och kulans rundhet påverkade resultatet.

Christer betonade entusiastiskt vilka möjligheter detta öppnar vid utvecklingen av dessa lager. Stora ekonomiska vinster kan erhållas genom att resurser läggs på de faktorer som har stor effekt medan man kan använda billiga ytteringar.

I ett annat försök hade tre faktorer inverkan på ett kullagers livslängd studerats. Resultatet ledde till en dramatisk förbättring av livslängden. Båda Christers exempel innehöll betydande samspel mellan flera faktorer och Christer menade att förekomsten av samspel öppnade stora möjligheter till förbättringar av produkter och processer. Med traditionella "en faktor i taget" försök är ju dessa i stort

sett omöjliga att upptäcka.

Det visade sig att Phadke hade en annan syn på vikten att ta hänsyn till samspel vid planering av försök, vilket ledde till en viss diskussion. Medan Christer menade att samspelen var oundvikliga och måste studeras och utnyttjas, tyckte Phadke att man genom att välja en lämplig responsvariabel kunde minska risken för samspel mellan faktorer och därigenom kunna använda enklare försöksplaner.

Phadke menade också att förekomsten av samspel gör det svårare att översätta resultat från laboratoriet till en tillverkning- eller användningsmiljö. Diskussionen gav inget entydigt svar och vi får kanske anledning att återkomma till betydelsen av samspel i något annat StaM-sammanhang.

### **Thomas Andersson, Nobel Plast**

kom för att berätta om ett faktorförsök genomfört för att optimera en kallskumningsprocess. Målet var att göra de sätesdynor man tillverkar mjukare och att minska spridningen i processen. Man varierade sju faktorer i processen och registrerade deras inverkan på medelvärde och spridning.

Efter en enkel analys av resultaten kunde man finna nya inställningar på processparametrarna

som gjorde att mjukheten låg på målvärdet i genomsnitt med en betydligt mindre spridning.

### **Richard Berglund, IVF**

diskuterade försök utförda på en ytbehandlingsprocess. Försöken var en del i ett IVF-projektet "Kvalitetsstyrning vid elektrolytisk och kemisk ytbehandling" och syftet var att finna de faktorer i processen som påverkar den utgående kvaliteten. Elva faktorer varierades i sexton försök och den egenskap man studerade var de behandlade plåtarnas korrosionshårdighet. Försöket har resulterat i en ökad kunskap om processen bl.a i form av vilka faktorer i processen som påverkar kvaliteten.

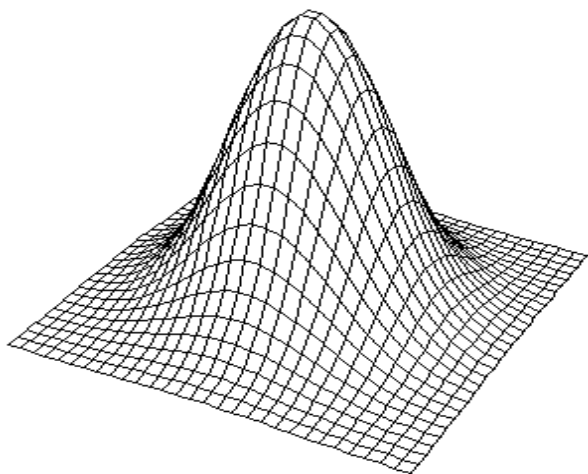
Richard pekade dock på några problem som gör att han med dagens erfarenhet hade genomfört försöket något annorlunda. Korrosionshårdigheten mättes enligt flera metoder som inte gav entydiga resultat och Richard menade att mätmetoderna borde ha utvärderats innan försöket genomfördes. Försöket var mycket tidskrävande och Richard tyckte att det förmodligen hade vara bättre att göra flera mindre försök för att kunna ta tillvara erfarenheter succesivt.

Dessutom saknade Richard ett eller par försök körda med standardinställning av processen att ha som jämförelse.

## **Sammanfattning**

Sammanfattningsvis kan sägas att de erfarenheter som redovisades under dagen visade på den enorma potential försöksplanering och robust konstruktion har när det gäller att förbättra kvalitet och produktivitet, men också på de problem som kan uppkomma vid planering, genomförande och analys av försök.

Användningen av dessa metoder i svensk industri är fortfarande liten men under stark utveckling och med dagens ekonomiska situation är det angeläget att denna utveckling fortsätter. Målet måste vara att försöksplanering och robust konstruktion används regelmässigt vid utveckling av nya produkter och tillverkningsprocesser.



***"In our society, loving dogs, cats, and goldfish is OK. Saying a kind word for numbers qualifies you as being a little mad."***

Robert Samuelsson,

*Newsweek* (nov 4, 1985)

# Robust design och/eller klassisk försöksplanering ?

Ett inlägg från Robert Lundström, Luleå

Den 13:e november gick StaM:s seminarium: "Försöksplanering för kvalitetsförbättring" av stapeln i Göteborg. För min egen del, och säkert för de flesta av deltagarna, var det en mycket givande dag. Både MS Phadkes presentation "Designing Robust Products and Processes using the Taguchi Approach" och de mer direkta exemplen på lyckade och misslyckade planerade försök gav värdefulla inblickar i ett spännande område.

Samtidigt uppstod det en del frågetecken framförallt efter diskussionerna kring Phadkes föreläsning. Dessa har jag under en tid försökt räta ut, och eftersom jag kan tänka mig att en del frågor kanske delas av fler tänkte jag föra ut mina resonemang till StaM-bladets läsare.

## Samspel: vara eller icke vara?

Efter Phadkes föredragning uppstod en viss diskussion om samspelets vara eller icke vara. Phadke menade att samspelseffekter bör elimineras, medan exempelvis Christer Hellstrand hävdade att de snarare bör utnyttjas för att få en så bra nivå som möjligt på den respons som studeras. Detta orsakade en del huvudbry eftersom båda alternativen framstod som rimliga.

Mina fortsatta funderingar och det tillfälle som gavs att diskutera mer med Phadke, när han kom upp till Luleå dagen efter seminariet, gjorde att min bild klarnade. Risken finns nu att detta är självklarheter eller rent av fel. Då hoppas jag dock få hjälp av StaMbladets läsare att klara ut detta, så reaktioner uppmuntras !

Det är ofta av värde att försöka se i vilket sammanhang metoder är tänkta att användas. Även om en speciell metod används i flera olika sammanhang behöver det inte betyda att syftet med metoden är detsamma. Det medför att jämförelser av situationerna blir svåra att göra på ett meningsfullt sätt. Samtidigt har vi väl alla varit med om hur man i olika diskussioner tror att man pratar om samma sak, medan det visar sig att man i praktiken talar förbi varandra.

Mitt intryck är att det kanske är just detta vi riskerar att göra när vi talar om robust konstruktion och försöksplanering. Huvudsyftet med robust konstruktion är som jag uppfattat det en minskning

av variationer och att åstadkomma en konstruktion som är okänslig för variationer. I "klassisk" försöksplanering studeras i första hand nivån på resultatsvariabeln. Denna skillnad i syfte har för mig varit rätt förvirrande. Menar de som arbetar med robust konstruktion att nivån inte är väsentlig?

Hur gör de som använder ett mer "klassiskt" synsätt för att minska variationerna? Finns det en motsättning, eller är detta bara olika synsätt på ett och samma tema? Eller mer specifikt, ska samspelseffekterna elimineras eller utnyttjas ?

Utan att våga göra anspråk på att sitta inne med sanningen tror jag att man kan beskriva det hela på detta vis:

---

När man pratar om robust konstruktion får man inte glömma bort att det handlar om två viktiga delar: minskning av variationer och känsligheten för variationer å ena sidan, och å andra sidan att det handlar om konstruktion av en ny produkt och inte en direkt förbättring av en redan "färdig" produkt.

---

## Etsning av mönsterkort

Låt oss ta ett konkret exempel från seminariet. När Phadke berättade om etsningen av mönsterkort handlade det om att utforma en tillverkningsprocess så att produkten fick önskade egenskaper. Med det menades bl.a. okänslighet för variationer i ingångsparametrarna. Detta kunde nås genom att försöka upptäcka och utnyttja icke-lineariteter mellan faktorer. Givetvis var nivån på resultaten också viktiga. I de planerade försök som utfördes ville man hitta de parametrar som kunde användas till att göra produkten okänslig för variationer. I samma försök studerades även de faktorer som kunde utnyttjas för att skala om nivån till önskvärt läge.

I detta stadium gick det alltså att inte bara göra produkten robust mot både tillverkningsprocessens egenheter och användares varierande bruk, utan också att se till att man fick lämpliga nivåer på produktens egenskaper.

Detta ser jag som ett resultatet av ett rätt pragmatiskt förhållningssätt: försök hitta kombinationer av tillverkningsparametrarna som ger önskade egenskaper hos produkten, och då med avseende på både variationer och nivå. Det kan säkert inträffa att man i vissa fall inte kan göra det ena utan att det inkräktar på det andra, men då får man antagligen välja det som anses vara viktigast.

Denna nödvändiga kompromiss kan dock antagligen bäst lösas på konstruktionsstadiet, dvs när man har ett avgörande inflytande över produktens utformning. På en direkt fråga om detta svarade Phadke att konstruktörerna ofta kan lösa denna uppgift bra om de får börja från början.

### Motsättning?

Står detta i någon motsättning till "klassisk" försöksplanering? Nej, knappast. Det måste finnas ett mycket stort utrymme att använda dessa metoder – faktorförsök, responsytemetoder m.m. – i många situationer. Metoderna är av mycket stor betydelse när man exempelvis vill förbättra en tillverkningsprocess eller få kunskap om på vilket sätt olika faktorer påverkar studerade effekter. Verkligheten är tillräckligt komplicerad för att vi både ska behöva lägga ner arbete på konstruktion och på förbättring av "färdiga" produkter.

Innebär detta att man bör 'eliminera' samspels-effekter? Enligt mitt sätt att se det hela kan detta besvaras med både ja och nej. Om syftet är att göra en produkt okänslig för variationer i användarnas bruk bör man rimligen försöka eliminera samspel mellan dessa användarbestämda faktorer. Annars kan ju produkttegenskaperna komma att variera på ett obehagligt och oförutsägbart sätt.

Samtidigt vore det naturligtvis fel att inte försöka utnyttja samspelen när man själv kan kontrollera faktorerna. Ska man sätta ihop en kullagertyp vore det dumt att inte dra fördel av de kombinationer av faktorerna som tillsammans ger ett bra resultat. Phadke talade också om att utnyttja icke-lineariteter i sambanden mellan faktorer. En gissning i detta sammanhang är att de icke-linjära sambanden kanske t.o.m kan ses som orsakade av samspel.

### Sammanfattning

Sammantaget tror jag alltså att vi bör betrakta metoderna utifrån vad de syftar till. Rent allmänt är det av yttersta vikt för framtida kvalitetsförbättringar att variationerna systematiskt minskas, både i produktionsprocessen och i de färdiga produkternas egenskaper. Robust konstruktion som ett övergripande mål kommer att bli allt mer angeläget, och i detta arbete spelar försöksplanering en viktig roll.

.....

Kvalitetsteknikerns första huvudsats formulerades för länge sedan:

"The causes of events are ever more interesting than the events themselves".

– Cicero

.....

## Skattning av variationer

Av Bertil Runström, Göteborg

### Balanserad, nästlad försöksplan

En mätprocedur eller arbetsoperation kan till exempel bestå av flera steg:

- provtagning (sampling)
- provbearbetning
- analys

Vilken del av analysen svarar för det största bidraget till variation i mätresultatet? För skattning av dessa slumpmässiga variationer eller varianskomponenter tillämpas ofta s.k. *nästlade* eller *hierarkiska* försöksplaner ("nested designs").

I det enklaste fallet dubblar vi varje steg i proceduren vid varje mättillfälle. Vi tar *två* sampel (prov), gör *två* provbearbetningar av varje sampel och analyserar varje bearbetning *två* gånger.

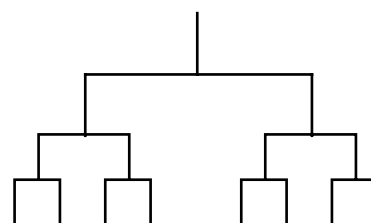
Försöksplanen ser ut som ett organisations-schema; härav namnet hierarkisk försöksplan. Varje steg är nästlat inom det föregående steget.

Mättillfälle

Provtagning

Provbearbetning

Analys



Ovanstående figur är en *balanserad* försöksplan. Ett problem uppstår, speciellt om antalet varianskomponenter är fler än ovanstående tre. Om vi vill skatta den översta komponenten (variens p.g.a provtagning) med ett rimligt antal frihetsgrader, skattas den understa (variens p.g.a analysen) med onödigt många.

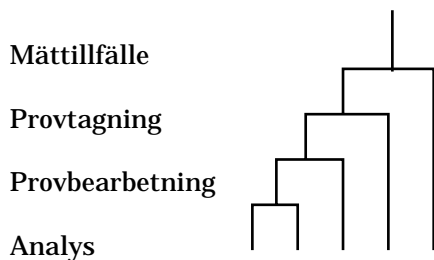
Varje mättillfälle ovan ger t.ex. en frihetsgrad för skattning av variationen p.g.a provtagning och fyra frihetsgrader för analysfelet. Vill vi skatta provtagningsfelet med t.ex. 20 frihetsgrader, får vi samtidigt analysfelet skattat med 80 frihetsgrader. Planen kräver då 160 (20\*2\*2\*2) olika analyser.

### Obalanserad, nästlad försöksplan

Ett elegant sätt att undvika detta problem är att tillämpa en obalanserad, nästlad försöksplan. En

typ beskrivs av Nelson (1983). Den kallas "Staggered, nested design" vilket kan översättas med "Vacklande nästlad försöksplan".

I denna typ leder (från det andra steget) endast en av faktorns två "ben" eller nivåer vidare till nästa stegs två "ben". Exemplet ovan skulle då få nedanstående plan. Vid varje mättillfälle tas två prov. Två provbearbetningar (nr 1 och 2) görs på provnr 1; på prov nr 2 görs endast en provbearbetning (nr 3). Två analyser görs på provbearbetning nr 1; endast en analys på vardera provbearbetning nr 2 och 3.



Med denna plan kan vi skatta varianskomponenterna med samma precision. Om vi har  $m$  mättillfällen skattas variationen mellan mättillfällena (översta steget) med  $m-1$  frihetsgrader. Övriga komponenter skattas vardera med  $m$  frihetsgrader. Vill vi nu skatta provtagningsfelet med 20 frihetsgrader så upprepar vi mätproceduren 20 gånger.

Variationen p.g.a provbearbetning och analysfel skattas med samma precision, dvs 20 frihetsgrader. 80 analyser krävs då, dvs hälften av motsvarande balanserad plan.

### Exempel

THF (tetrahydrofuran) analyseras på katalysatorsatser. Ett satsprov tas med hjälp av en provtagningsbomb. Ur innehållet i bomben görs en lösning som sedan injiceras i en gaskromatograf. Satsprovet kan tas från olika delar av satsen. En obalanserad, nästlad plan sattes upp för att skatta mätprocedurens varianskomponenter.

Vi har fem steg i proceduren: sats, satsprov, bomb, lösning och injektion. Efter produktion av fem olika satser med fem värden per sats, har vi följande data:

<b>K-43</b>	12.6	12.5	12.7	12.5	12.6
<b>K-49</b>	14.4	14.4	14.3	15.2	14.3
<b>K-52</b>	14.3	14.3	14.3	13.9	13.9
<b>K-57</b>	16.8	16.8	16.5	16.8	16.3
<b>K-60</b>	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0

Variansanalys av ovanstående data ger följande skattning av varianskomponenterna:

Källa	df	Varians	Procent av Total
Total	24	2.608	
Satser	4	2.518	96.54
Satsprov (inom sats)	5	0	0.00
Bomb	5	0.078	2.98
Lösning	5	0.012	0.44
Injektion	5	0.001	0.04

I analysproceduren tycks således bombprovtagningen svara för större delen av variationen i mätresultatet. Fler satser bör emellertid analyseras för att få en tillfredsställande precision i skattningarna.

Nelson (1983) ger information om hur varianskomponenterna beräknas samt ett BASIC-program. Variansanalysen ovan är gjord med SAS (PROC NESTED).

Referens: Nelson, L. S. (1983). "Variance Estimation Using Staggered, Nested Designs". Journal of Quality Technology, Vol. 15, Nr 4, Oktober 1983, sidan 195-198.

## Ståplats på jorden

**Denna rubrik hade DN på sin KRÖNIKA/ONSDAG vid ett tillfälle förra året. Krönikan finns i bilaga B längst till höger och handlade om befolkningsutvecklingen.**

Krönikan får här klä skott för den lättsinniga behandling av siffermaterial som man återfinner i dagspressen. Utan att fördjupa oss i de teorier som diskuteras kan vi i stället se på faktauppgifterna och deras relation till varandra.

Artikeln inleder med att berätta att det fanns 500 miljoner människor år 1650 på jorden. År 1850 fanns det 1 miljard, 1925 uppskattades antalet till 2 miljarder och man beräknar att år 2010 är vi 8 miljarder bröder och systrar.

*forts. överst sidan 8*

Sedan följer en diskussion om tredje världen, befolkningsexplosion, öken-spridning, jätteslumstäder, utfiskade hav och andra, ofattbara hemskheter.

Slutklämmen är följande:

*Jordens landyta räcker bara till en kvadratfot per person vid 50 miljarders befolkning lär någon ha räknat ut. Då blir också trängseln för 15 - 20 miljarder också svåruthärdlig, utöver alla biverkningar".*

Var och en inser att om vi är 4 miljarder idag, och trots att det kan vara trångt på

många platser, finns det många kvadratfot för var och en.

**Även om vi fördubblar till 8 miljarder kommer det att finnas gott om plats. Man behöver knappast använda några formler för att inse att uppgiften om en person per kvadratfot vid en befolkning om 50 miljarder är fullständigt fel!**

På sidan 10 ber vi om fler läsarbjudrag om statistik i dagspressen.

## Statistiken i praktiken

Under denna rubrik vill vi skapa ett forum för utbyte av åsikter och insikter om den praktiska användningen av statistiska metoder som ett verktyg för kvalitetsförbättringar. Bidragen kan t.ex. utgöras av problem som du vill ha synpunkter på, mer eller mindre lyckade tillämpningar, intressanta erfarenheter, vilda idéer, kritiska synpunkter, referat av tidskriftsartiklar som förtjänar att uppmärksammas. Bidragen skickas till:

Göran Nilsson, Pharmacia Diagnostics, 751 82 Uppsala

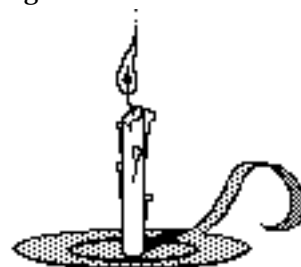
I förra numret försökte jag starta en diskussion om styrning och överstyrning. Jag har inte precis drunknat i brevsörden. Skall sanningen fram så har jag bara hittat ett bidrag till diskussionen och det är från John F. MacGregor som valt att publicera sitt inlägg i oktobernumret av Journal of Quality Technology under rubriken *A different view of the funnel experiment*. Jag skall strax återkomma till MacGregors artikel.

Den situation jag betraktade i förra numret av StaM-Bladet var följande:

En lösning, som skall ha en viss koncentration av en substans, produceras satsvis. Vi kan mäta halten i en producerad sats och eventuellt justera halten genom spädning eller spetsning.

Vi inför följande beteckningar och antaganden:

$b$	Verklig avvikelse från avsedd halt före justering
$y_b = b + e_1$	Observerad avvikelse från avsedd halt före justering
$u$	Effekt av justering
$c = b + u$	Verklig avvikelse från avsedd halt efter justering
$y_c = c + e_2$	Observerad avvikelse från avsedd halt efter justering
	$e_1$ och $e_2$ är mätfele



En avsedd justering med ett visst värde antas kunna ske utan fel. Om justeringen är baserad på en mätning fortplantas naturligtvis mätfelet till slutresultatet.



Standardavvikelserna för e, b och c betecknas  $\sigma_e$ ,  $\sigma_b$  och  $\sigma_c$  respektive och e och b antas vara oberoende om inget annat sägs.

Låt oss betrakta följande justeringsregler:

Regel 1: Justera aldrig

Regel 2: Justera med  $u = -y_b$

Med Regel 1 är  $c = b$  och standardavvikelsen mellan sats  $\sigma_c = \sigma_b$ .

Med Regel 2 blir  $c = b - y_b = -e_1$  och  $\sigma_c = \sigma_e$ . För de observerade värdena blir varianserna  $\sigma_b^2 + \sigma_e^2$  och  $2\sigma_e^2$  med Regel 1 respektive Regel 2. Om  $\sigma_b < \sigma_e$  leder alltså Regel 2 till en ökning av både verklig och observerad variation.

Låt oss nu modifiera Regel 2 så att vi justerar med  $u = -\gamma y_b$ . Vi bestämmer  $\gamma$  så att  $\sigma_c$  minimeras vilket sker för

$$\gamma = \sigma_b^2 / (\sigma_b^2 + \sigma_e^2) \quad \text{då} \quad \sigma_c^2 = \sigma_b^2 \sigma_e^2 / (\sigma_b^2 + \sigma_e^2) \leq \sigma_b^2$$

som är variansen med Regel 1.

I praktiken är naturligtvis problemet att vi ofta inte har bra skattningar av  $\sigma_e$  och  $\sigma_b$  så att vi kan beräkna  $\gamma$ .

Om vi tolkar MacGregors försöksmodell till vår situation skulle det innebära att vi inte kunde justera den aktuella satsen utan gjorde en justering vid tillverkningen av nästa sats. Vi låter t.ex. den observerade avvikelserna från avsedd halt för sats  $k$ ,  $y_k$ , vara en skattning av den avvikelse vi skulle få i sats  $k+1$  om vi inte gjorde någon justering. Enligt Regel 2 justerar vi med  $u_k = -y_k$  vid tillverkning av sats  $k+1$ .

MacGregor antar nu att vi utan justering skulle ha

$$y_k = \eta_k + e_k, \quad \text{där} \quad \eta_k = \Phi \eta_{k-1} + a_k.$$

$a_k$  är en följd av oberoende slumpmässiga störningar med standardavvikelsen  $= \sigma_a$  och  $\Phi$  är en parameter i intervallet  $-1 \leq \Phi \leq 1$ . MacGregor tycks antaga att  $e_k$  är ett mätfel och att  $a_k$  är en verklig variation även om det inte är helt klart uttalat.

Med de tidigare nämnda reglerna erhålles nedanstående varianser för observerade koncentrationer:

Regel 1:

$$\text{Var}(y_k) = \frac{2}{1 - \Phi^2} \sigma_a^2 + 2\sigma_e^2 = \sigma_y^2$$

Regel 2:

$$\text{Var}(y_k) = \frac{2}{1 + \Phi} \sigma_a^2 + 2\sigma_e^2$$

Som mått på effekten av Regel 2 i jämförelse med Regel 1 använder sig MacGregor av kvoten mellan varianserna för de *observerade* koncentrationerna. Han har beräknat denna kvot för olika kombinationer av  $\Phi$  och  $\sigma_e^2 / \sigma_y^2$ , men efter vad jag kan förstå har han förbisett att  $\sigma_y^2$  är en funktion av  $\Phi$  och att därmed en del kombinationer är oförenliga.

Med  $\Phi = 1$  blir t.ex.  $\sigma_y = \infty$  och  $\sigma_e^2 / \sigma_y^2$  kan då inte vara  $> 0$ . Det bör dock inte ändra på hans slutsatser i princip och han konstaterar alltså att då  $\Phi$  är litet ( $< 0.5$ ) innebär Regel 2 en ökning av kvoten.

För en process enligt den beskrivna modellen minimeras variationen enligt MacGregor om justering sker med

$$u_k = \Phi u_{k-1} - (\Phi - \theta) y_k$$

där  $\Phi$  är den tidigare definierade parametern och  $\theta$  kan bestämmas från givna värden på  $\Phi$  och  $\sigma_e^2 / \sigma_y^2$ . Problemet är naturligtvis hur man i praktiken skall validera processmodellen och skatta dessa värden.

Förutom den ovan nämnda detaljanmärkningen har jag en invändning av mer fundamental natur mot MacGregors behandling av ämnet. Han tycks ju nämligen förutsätta att det endast är den verkliga variationen som bidrar till autokorrelationen i de observerade värdena. Enligt min erfarenhet kan det ofta vara själva mätprocessen som står för det dominerande inslaget i autokorrelationen.

Låt oss ett ögonblick antaga att produktionsprocessen inte skulle ge någon variation om vi inte gjorde några justeringar men att mätprocessen följer den modell MacGregor har föreslagit. Justeringar enligt MacGregors modifierade Regel 2 skulle naturligtvis introducera en verklig variation men den observerade variationen skulle minska i förhållande till den orörda processen.

Det verkar kanske paradoxalt att vi kan få en ökning av verklig variation samtidigt som den observerade variationen minskar. Att det inte bara är en teoretisk möjlighet hade jag tillfälle att konstatera för en del år sedan. Samtidigt som en ny sats av en lösning haltbestämde mätte man också koncentrationen i en referenssats.

I en lång serie av resultat visade det sig att spridningen var större för bestämningarna av referenssatsen än för bestämningarna av de olika nyproducerade satserna. Det förelåg inte någon monoton trend, orsakad t.ex av nedbrytning i referenssatsen, som skulle kunna förklara detta resultat.

Det visade sig emellertid att den mätmetod, som användes för slutkontrollen också användes för att bestämma halten i den råvara som utnyttjades vid tillverkningen och mängd satsad råvara bestämdes från denna haltbestämning. Gav mätmetoden vid det aktuella tillfället t.ex för högt värde satsade man mindre än man borde men eftersom metoden på grund av autokorrelationen ofta gav för högt värde även vid slutkontrollen fick man till synes en mindre variation för de nya satserna.

Det är uppenbarligen inte tillräckligt att använda kvoten mellan varianser för observerade koncentrationer som ett mått på effekten av en justeringsregel.

Vare sig det gäller styrning, kontroll eller försöksplanering måste vi använda någon form av mätning för att observera den verklighet vi vill ha information om. Förvånansvärt ofta tycks man dock glömma att beakta de fel och variationer som introduceras av själva mätprocessen.

Avslutningsvis vill jag påminna om att den här spalten inte var tänkt som en monolog. Hör därför av er!



## **Statistik och sifferuppgifter i dagspressen**

är en intressant och outtömlig källa för den som vill inta en granskande, analytisk ståndpunkt. Ibland tycks det bara vara sidnumreringen som är något så när tillförlitlig.

Dessutom finns det anledning att ifrågasätta många slutsatser. Vi inbjuder därför läsarna att skicka in bidrag av allmänt intresse. Adresser finns på sista sidan.

## **Verksamhetsberättelse för SFK – StaM 1989/90**

StaM har under sitt första år sedan starten i oktober 1989 haft följande verksamheter:

Styrelsen har genomfört sju protokollförda möten varav ett telefonmöte. Under året adjungerades Bertil Runström, Gothia Tobak AB och Marie Olausson, IVF till styrelsen.

I början av året distribuerades en sammanfattning med rubriken *Kvalitet i focus* till medlemmarna. Detta var en sammanfattning av seminarium -89 "Statistiska metoder för ständig kvalitets- och produktivitetsförbättring". I samma utskick fanns en enkät som uppmanade medlemmarna till att ge synpunkter på StaMs framtida verksamhet. Cirka 35 svar erhöles. En sammanställning av resultatet presenterades i StaM-Bladet, augusti 1990.

I augusti -90 distribuerades det första numret av StaMs tidning "StaM-Bladet". Detta nummer gick ut till samtliga medlemmar i SFK. StaM-Bladet bestod denna gång av 10 sidor i informerande, undervisande och underhållande form. Allt detta i direkt anknytning till eller nära anknytning till statistisk metodik. Ett av målen med StaM-Bladet är att på ett enkelt sätt presentera statistisk metodik. Ambitionen är att varje år distribuera tre nummer av StaM-Bladet till medlemmarna.

Under året har ett arbete påbörjats som ska leda till ett antal workshops och ett större seminarium under 1991. Temat för dessa workshops är "Variationer och deras orsaker". Målet är att mer aktivt genom workshops engagera StaMs medlemmar i detta för industrin intressanta problemområde.

I november -90 gick StaMs årliga seminarium av stapeln. I år var rubriken "Försöksplanering för kvalitetsförbättring". Cirka 100 personer deltog. Sju föreläsare gav sin syn och redovisade olika infallsvinklar på användning av försöksplanering. Huvudföreläsare var M Phadke, AT&T, Bell Laboratories.

Referat av detta seminarium ges på annat ställe i detta nummer av StaM-Bladet. Ambitionen är att varje år inbjuda till ett seminarium som inriktas på ett tema inom statistisk metodik. StaMs medlemsantal är stadigt ökande. I november -90 hade StaM cirka 130 medlemmar.

## Inbjudan till statistisk kontaktdag industri-högskola

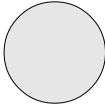
Svenska statistikersamfundet anordnar via sin utbildningskommitté för fjärde året en kontaktdag för statistiker och företrädare för industrin. Speciellt vänder sig kontaktdagen till personer i industrin med intresse för statistiska metoder och till personer vid högskolor och universitet som undervisar i statistik och har intresse för industriella tillämpningar.

Tidigare kontaktdagar har varit på LM Ericsson i Stockholm, SKF i Göteborg och hos SAABScania Flygdivisionen i Linköping. Kontaktdagen arrangeras denna gång i samarbete med Statens Provningsanstalt i Borås och äger rum onsdagen den 24 april 1991. Deltagarantalet är maximerat till 70 personer. För kontaktdagen utgår en avgift på 500 kr, som innefattar lunch och kaffe.

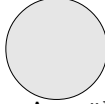
### Program

- 09:30 — 10:00 Samling med kaffe
- 10:00 — 10:10 *Inledning*  
**Ingemar Sjöström**, Telefon AB LM Ericsson
- 10:10 — 10:40 *Presentation av Statens Provningsanstalt, SP*  
**Hans Andersson**, Statens Provningsanstalt, Borås
- 10:40 — 11:20 *Kedjan och den svagaste länken - viktighetsmått för komponenter i system*  
**Lennart Råde**, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg
- 11:20 — 11:50 Paus med kaffe/te och frukt
- 11:50 — 12:30 *Måste allting vara rätlinjigt? - om användningen av icke-linjära modeller i tillförlitlighetstekniken*  
**Georg Lindgren**, Lunds Universitet
- 12:30 — 13:10 *Kvalitetsval - att sätta pris på variabilitet*  
**Olle Carlsson**, Umeå Universitet
- 13:10 — 14:00 Lunch
- 14:00 — 15:00 Studiebesök på Statens Provningsanstalt
- 15:10 — 15:30 Kaffepaus
- 15:30 — 16:10 *Neddelning av kilogrammet*  
**Leslie Pendrill**, Statens Provningsanstalt, Borås
- 16:10 — 16:30 Diskussion med avslutning

En bok- och kompendiutställning över statistisk litteratur kommer att ordnas direkt anslutning till föreläsningssalen och deltagarna uppmanas att till utställningen själva ta med böcker, kompendier m.m. som kan vara av intresse.



Ansvariga för kontaktdagen är en kommitté bestående av  
Kerstin Vännman, Högskolan i Luleå (0920/911 27)  
Ulla Dahlbom, Göteborgs Universitet (031/631250)  
Ingemar Sjöström, Telefon AB LM Ericsson (011/241052)  
Marianne Pettersson, Statens Provningsanstalt (033/165251)



Anmälningssblankett på sista sidan!

## Styrelsen

**Ordförande:**

Bo Bergman  
Tekniska Högskolan  
i Linköping  
581 83 Linköping  
013 – 28 17 86

**Sekreterare:**

Marie Olausson  
IVF  
Mölnadalsvägen 85  
412 85 Göteborg  
031 – 83 87 07

**Kassör:**

Erik Malmquist  
Draco, Medicinsk statistik  
Box 34  
221 00 Lund  
046 – 16 66 75

**Ledamöter:**

Sören Karlsson  
Tekniska Högskolan  
i Linköping  
581 83 Linköping  
013 – 28 18 95

Göran Nilsson  
Pharmacia AB  
Applied Mathematics  
751 82 Uppsala  
018 – 16 35 05

Ingemar Sjöström  
Ericsson Telecom AB  
Box 72  
601 02 Norrköping  
011 – 24 10 52

Bertil Runström  
Gothia Tobak AB  
Box 77  
401 21 Göteborg  
031 – 80 49 20

Peter Bökmark  
SKF Sverige AB  
415 50 Göteborg  
031 – 37 21 27

**Redaktionskommitté:**

Bo Bergman  
Ingemar Sjöström  
Göran Nilsson

Bidrag accepteras gärna via 3.5"-diskett men med textmängden i format TEXT (ASCII).

Medlem i SFK–StaM blir man genom att kontakta Svenska Förbundet för Kvalitet telefon 08 – 783 82 54 eller 08 – 783 01 71. Kanslissekreterare är Anne-Charlotte Mark.

### Anmälan till statistisk kontaktdag industri-högskola

Jag anmäler mig härmed till kontaktdagen onsdagen den 24 april 1991. Jag är medveten om att deltagarantalet är maximerat till 70 personer. Avgiften är 500 kr och anmälan skall skickas senast den 28 februari.

Namn:

Företag/Högskola/Universitet:

Adress:

Antal böcker/kompendier som jag tar med mig till utställningen:

Bekräftelse på anmälan tillsammans med mer information om kontaktdagen erhålles senare.

Anmälan skickas snarast och senast den 28 februari 1991 till

**Marianne Pettersson**

**STATENS PROVNINGSANSTALT**

**Box 857**

**501 15 BORÅS**