

RAPPORT

Anders Lycken

Mät- och styrteknik samt processkontroll i sågverket

**Medel och metoder för bättre
produkter och högre lönsamhet**

Trätec

Anders Lycken

MÄT- OCH STYRTEKNIK SAMT PROCESSKONTROLL
I SÅGVERKET

Medel och metoder för
bättre produkter
och högre lönsamhet

TräteknikCentrum, Rapport P 9001004

Nyckelord

*computers
financial management
measurement techniques
process control
sawmilling
standards
statistical quality control*

Rättelse:

**Sid 15, näst sista stycket samt
sid 16, figur 11,
står 175 skall stå 751.**

Stockholm december 1989

Innehåll

Innehåll	1
1 FÖRORD	3
2 SAMMANFATTNING	4
3 BAKGRUND OCH SYFTE	5
4 PROJEKTETS UPPLÄGGNING	6
5 LITTERATURSTUDIE	6
6 KORT PROCESSTYRNINGSHISTORIA	6
8 PROCESSKONTROLL I ANNAN INDUSTRI	10
9 BESKRIVNING AV STATISTISK PROCESSKONTROLL MED INRIKTNING PÅ SÅGVERKSINDUSTRIN	11
9.1 <u>Statistiska grundbegrepp</u>	12
9.2 <u>Processkapabilitet</u>	15
9.3 <u>Kontrolldiagram</u>	16
9.4 <u>Bedömningskriterier</u>	20
10 BESKRIVNING AV ETT ENKELT SPC-SYSTEM	21
11 BESKRIVNING AV NÅGRA BEFINTLIGA GIVARE OCH DERAS PRESENTATIONSUTRUSTNING FÖR DIMENSIONSMÄTNING PÅ SÅGVERK	27
11.1 <u>SeeCon DM</u>	27
11.2 <u>Saab Sawcon DS</u>	29
11.3 <u>Kantverket Edgar</u>	31
11.4 <u>Kantverket Autopos</u>	33
11.5 <u>Rema 8803</u>	34
12 BESKRIVNING AV ETT INOM PROJEKTET NYUTVECKLAT DATORPROGRAM	35
12.1 <u>Programbeskrivning</u>	36

13	DATORBEHOV, ANSLUTNINGAR	39
14	INDUSTRIKONTAKTER, BESÖK	40
15	INDUSTRIFÖRSÖK	40
16	STANDARDER	41
17	VAR PÅ BITEN SKALL DET MÄTAS?	42
18	VAD KAN SÅGVERKEN GÖRA FÖR ATT FÖRBÄTTRA SIN MÅTTNOGGRANNHETSKONTROLL?	44
18.1	<u>Identifiera problemet</u>	44
18.2	<u>En ledningsfråga</u>	45
18.3	<u>Instruera personalen</u>	45
18.4	<u>Skaffa utrustning</u>	45
18.5	<u>Gör uppföljning av måttkontrollerna</u>	46
18.6	<u>Berätta för personalen hur bra måtten hålls</u>	46
18.7	<u>Berätta för kunderna hur bra måtten hålls</u>	46
	Litteraturförteckning	47

1 FÖRORD

Denna rapport är delrapport 2 i projektet "Mät- och styrteknik, processkontroll", som för Träteks del igångsattes våren 1988. Projektet ingår i STUs kunskapsuppbyggande program och är ett samarbetsprojekt mellan Träteck och KTH, Institutionen för träteknologi. En gemensam slutrapport kommer också att lämnas.

Jag vill tacka de företag och personer som ställt upp med tid och kunskap och därmed möjliggjort denna studie.

2 SAMMANFATTNING

Sågverksindustrin blir alltmer kapitalintensiv samtidigt som kostnaderna för arbetskraft och råvaror ökar. För att säkerställa ett korrekt sågutbyte och en hög tillgänglighet på maskinerna krävs en kontinuerlig uppföljning av maskinparametrar och måttnoggrannhet vid sågningen.

Den måttkontroll som finns på många sågverk består i de allra flesta fall av en manuell kontrollmätning med tolk, tumstock eller skjutmått i direkt anslutning till ompostning eller bladbyte och därefter mer eller mindre regelbundna kontroller under sågpasset.

Som hjälpmedel vid måttkontrollen finns ett antal metoder. Den metod som studerats mest och också använts i detta projekt är statistisk processtyrning, SPC. Det är en metod som med hjälp av statistiska metoder och kontrolldiagram på ett snabbavläst sätt beskriver en process förmåga att hålla sig inom uppställda ramar och ger larm när processen är på väg ur ramarna.

Ett antal av de vanligaste tjockleksgivarna på sågverken presenteras kortfattat.

Inom projektet har ett presentationsprogram för persondator utvecklats. Om man till persondatorn kopplar den givare man vill ha information från kan man med programmets hjälp rita kurvor över hur väl måtten som givaren mäter in hålls. Programmet presenteras utförligt i rapporten.

Ett antal industribesök har företagits för att undersöka både givare, program och måttnoggrannhet på det sågade virket.

För att förbättra måttnoggrannheten på den sågade varan, är det viktigt att sågverken inser:

- att det är dags att göra något
- att det är möjligt att göra något
- att det är känt vad som skall göras,

kort sagt **identifiera problemet.**

Därefter skall ledningen motiveras att satsa på måttkontroll.

Personalen måste motiveras och stimuleras i sina ansträngningar att förbättra måttkontrollen.

Utrustning skall skaffas.

Uppföljning av kontrollen måste ske med regelbundenhet och noggrannhet. De åtgärder som uppföljningen påvisar måste bli utförda för att mätning och uppföljning skall vara till någon hjälp.

Kunderna måste få reda på hur bra måtten hålls, och att man kan lita på den levererade varans måttnoggrannhet.

Sågas 1 mm övermål på en 22 mm bräda motsvarar det ca 4 % av tjockleken, en volym som i praktiken skänks bort. Studien visar att det inte är ovanligt med mer övermål än så, allt för att vara på den säkra sidan och inte såga för tunt. Med ett utarbetat måttkontrollsystem behöver man inte såga med stora marginaler. Istället kontrollerar man måtten och justerar utrustningen vid behov.

3 BAKGRUND OCH SYFTE

Sågverksindustrin blir alltmer kapitalintensiv samtidigt som kostnaderna för arbetskraft och råvaror ökar. För att säkerställa ett korrekt sågutbyte och en hög tillgänglighet på maskinerna krävs en kontinuerlig uppföljning av maskinparametrar och måttnoggrannhet vid sågningen. Om man vill minska antalet felproducerade virkesbitar skall kontroller ske nära i tiden efter respektive processled. Detta för att rätt beslut skall kunna fattas i tid.

Sågverkens måttkontroll består i de allra flesta fall av en manuell kontrollmätning med tolk, tumstock eller skjutmått. Den utförs vanligen i direkt anslutning till ompostning eller bladbyte och därefter mer eller mindre regelbundet under sågpasset. Det förväntas sedan på många sågverk att sorter-verkspersonalen skall larma om för mycket felsågat virke kommer till sorterverket. Uppföljning och analys av mätningen är i de allra flesta fall obefintlig.

Då trä är ett inhomogent och anisotropt material som krymper och sväller då det utsätts för olika fuktiga miljöer, kan det tyckas onödigt att jaga delar av millimetrar i den första bearbetningen. Ingenting kan dock vara mer felaktigt! Alla differenser från önskat mått leder till merkostnader i senare skede i produktionen. Om måttnoggrannheten ökar i sågningen kan stora summor pengar sparas in i ökat utbyte och minskade nedklassningar.

Syftet med projektet är att för träindustribranschen ta fram och undersöka både ny och anpassningsbar teknikkunskap. Denna kunskap skall leda till en produkt- och produktivitetsutveckling med färre kassationer inom sågverket, färre rek-lamationer från kunderna på grund av undermål och mindre materialspill på grund av övermål som följd.

Projektet är begränsat till de mät-, styr- och processproblem som berör dimensionsmätning och måttnoggrannhet hos det sågade virket.

4 PROJEKTETS UPPLÄGGNING

Projektet inleddes med en litteraturstudie av vad som har utförts inom träindustribranschen på områdena processkontroll samt styr- och mätteknik.

Efter denna vidtog kontakter med sågverk och maskintillverkare med förfrågan om sågverkens behov av processkontroll respektive maskintillverkarnas vilja och förmåga att tillfredsställa behoven.

När en bild av behov och befintliga system sammanstälts, började arbetet med att konstruera ett presentationsprogram för persondator. Programmet kan samla in, beräkna och presentera data på ett lättfattligt sätt.

Programmets princip och funktion diskuterades med ett antal sågverk samt maskin- och givartillverkare innan det provades i sågverksmiljö.

Vid proven medverkade personal från värdsågverken. De hade då möjlighet att komma med ytterligare synpunkter på och förslag till ändringar av presentationsprogrammet.

5 LITTERATURSTUDIE

Litteraturstudier har utförts i ett antal databaser; dessa är Compendex, Orbit, Cab och Inspec.

Det visar sig att det för träindustrin inte finns så mycket litteratur inom områdena processkontroll och mät- och styrteknik. Däremot finns det en hel del skrivet för verkstadsindustrin. Allt detta kan av olika skäl inte appliceras på trämanufakturindustrins eller sågverkens särskilda förhållanden. Som sådana särskilda förhållanden för sågverk jämfört med verkstadsindustrin kan bland annat nämnas den heterogena råvaran, höga matningshastigheter och stora volymer i bulkhantering.

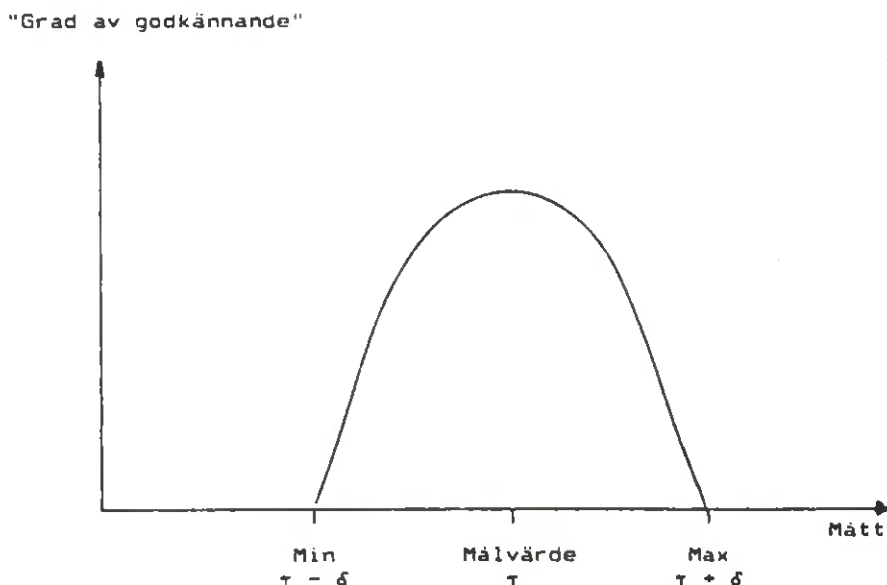
6 KORT PROCESSTYRNINGSHISTORIA

En process sett i ett större sammanhang är en kombinationen av maskiner, verktyg, operatörer, material och metoder vilka används vid framställning av produkter eller tjänster.

Tanken och viljan att kontrollera tillverkningsprocessen har funnits så länge föremål har tillverkats. Från början hade hantverkaren själv kontroll över hela processen från råvara till färdig produkt. Så småningom blev processen alltmer mekaniserad och automatiserad och maskiner övertog mycket av handarbetet. Det blev då svårare för den enskilda människan

Enligt den nya processkontrollteknologin skall man istället hålla sig så nära ett angivet målvärde, τ , som möjligt, se figur 3.

Det finns fortfarande toleransgränser, $\tau \pm \delta$, men man bör ligga på målvärdet för att vara säker på att inte överträda gränserna. Området innanför toleransgränserna är alltså "mer eller mindre" tillåtet beroende på var inom gränserna måttet ligger.



Figur 3. Den nya processkontrollteknologin med målvärde τ och toleransgränser $\tau \pm \delta$.

En tumregel inom processtyrningen är att kundens förlust ökar med kvadraten på avvikelserna från målvärdet, vilket ytterligare visar på behovet av en fungerande styrfunktion i processen.

7 PROCESSKONTROLL I SÅGVERKSINDUSTRIN

Inom sågverksindustrin har den dimensionskontrollerande processkontrollen inte varit särskilt uppmärksam. Intresset från de flesta maskintillverkare och sågverk har varit måttligt. Undantag finns naturligtvis.

Man har från sågverkens håll litat på sina maskiner och medarbetare och ansett att de har förmågan att kontrollera och hålla de mått och noggrannhetskrav som ställs. Det talas om gamla sorterare som trots tjocka vinterhandskar kunde känna tjockleksskillnader på 1/10 mm på plankorna och som då slog larm när de uppställda måtten inte hölls.

Dagens sortering är så automatiserad och sker under sådan tidspress att det inte är möjligt att ta i varje bit som passerar. Tjockleksmätningen måste därför ske maskinellt. Tjockleksgivaren som är ansluten till sorterverket är i de flesta fall inte konstruerad för att med tillräcklig noggrannhet för processtyrning mäta dimensionerna på de passerande bitarna, utan endast för att sortera bitarna och skicka dem till rätt fack.

Från kantverken kan man få en lista, bräda för bräda, med bredd, längd och tjocklek. Tjockleken mäts i kantverket endast för sortering i tjockleksklasser. Om man ser på hur dessa klasser är indelade, figur 4., ser man att till klass 16 mm läggs allt mellan 1 och 21 mm, till klass 22 mm allt mellan 21 och 29 mm och så vidare. Det ställs alltså inte några höga krav på kantverksgivaren. Tabellen haltar lite eftersom det inte sågades någon furu 32 mm. Kantverksinformationen används alltså inte i någon högre utsträckning till processtyrning, trots att brädan ofta mäts på ett tillfredsställande sätt och mätvärdet finns tillgängligt.

GRAN,16,	1.0,	21.0
GRAN,22,	21.0,	29.0
GRAN,32,	30.0,	37.0
GRAN,38,	38.0,	48.0
FURU,16,	1.0,	21.0
FURU,25,	21.0,	32.0
FURU,32,	32.0,	32.0
FURU,38,	32.0,	48.0

Figur 4. De tjockleksklasser som är inlagda i kantverksinformationen.

Man kontrollerar inte i tillräckligt hög grad om de förväntade måtten på brädor och plank hålls, trots att mycket av den informationen är tillgänglig. På många verk kontrollmäter man endast efter varje ompostning, sedan förväntar man sig att sorteraren skall larma om det kommer alltför många bitar med fel mått. Med långa transportsträckor och dessutom buffertlager tar det lång tid, ibland halvtimmar, innan eventuell felsågning uppmärksammas. Dessutom har virket tumlat om i elevatorfickor vilket innebär att en trendanalys inte är möjlig att genomföra vid mätningen vid sorteringen. Har virke från flera såglinjer blandats blir det heller inte möjligt att skilja ut den felande maskinen.

Den syn på måttnoggrannhet som råder inom sågverksindustrin grundar sig bland annat på den standard som gäller för sågat virke, SIS 23 27 11, där det står:

"För högst 10 % av ett levererat antal virkesstycken får måtten underskridas med 1 mm för mått t o m 99 mm och

2 mm för mått fr o m 100 mm. För resten av leveranspartiet får måtten inte underskridas."

Det sägs således ingenting om övermål. Skälet är att standarden skall kunna omfattas av alla sågverk vare sig man sågar med bra eller dålig precision. Nu är inte övermålen i sig så allvarliga för köparen som undermålen, men det är ju onödigt för sågverket att leverera tjockare än nominellt mått. 1 mm övermål på en 22 mm bräda är ca 4 % av tjockleken, en volym som i praktiken skänks bort.

Den trämekaniska industrin har inte haft samma förutsättningar till finbearbetning som verkstadsindustrin, bland annat beroende på trämateriallets egenskaper men också av tradition, varför man heller inte brytt sig så mycket om att mäta och kontrollera sin process.

8 PROCESSKONTROLL I ANNAN INDUSTRI

Inom en stor del av verkstads- och elektronikindustrin har man under en längre tid använt processtyrning som hjälpmedel för att nå en högre och jämnare kvalitet på sina produkter. Där finns det en annan tradition att kontrollera sin tillverkning än inom den trämekaniska industrin. Metaller kan bearbetas till en mycket fin yta inom snäva toleransgränser och elektroniska komponenter med dimensioner i storleksordningen μm och mindre kräver god processkontroll vid tillverkningen.

Pappers- och massaindustrin har, som alla processindustrier, sedan länge haft stor kompetens inom processkontrollområdet. Man har inom den branschen helt enkelt varit tvungen att skaffa sig kunskap om vad som händer i fabriken, då ett stopp kan få enorma ekonomiska konsekvenser.

Inom dessa branscher har det därför utvecklats givare, data-system, metoder och annat för att ta om hand de data om processen som krävs för att få en bra slutprodukt.

Flera underleverantörer till bland annat bilfabrikanter är tvungna att skicka med protokoll på genomförd statistisk processkontroll.

Ytterligare exempel på hur processkontroll används som konkurrensmedel kan ses i figur 5. En tillverkare av datadisketter talar på diskettasken om att de använder statistisk processkontroll vid tillverkningen, och att de därför kan garantera en fullgod produkt.

Nashua
Professional
Magnetic Media

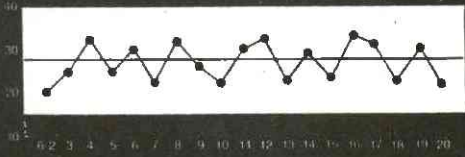
The Nashua Quality Story
Quality is a word that's rather easily tossed around today. Every manufacturer of diskettes is quick to promise you the highest quality available. But, at Nashua, quality has a much tougher definition. It not only means high performance and reliability; it also means *consistency*. Nashua can promise you quality with unequalled consistency because we manufacture our diskettes using a totally unique philosophy. It's called the "Statistical Control of Quality". And it's the same concept that revolutionized the Japanese economy, replacing a shoddy image with a reputation for product excellence.

Simply put, the idea is this: You can't inspect quality into a product. Inspection can only separate good from bad after the fact.

That's not only expensive, but unreliable as well. The way to attain consistent quality is to make every product right *in the first place*.

What makes that possible? Nashua's dedication to statistical control, as an integral part of the manufacturing process, makes that possible. Literally hundreds of charts, like the one shown here, control the enemy of any manufacturing process — variation.

These charts visually insure that each step of the manufacturing process is under statistical control. Finally, every single diskette is certified to make sure it meets or exceeds system requirements. The result is that our product is the same today, tomorrow, and thereafter. You can trust the diskettes in this box to store and preserve your most important information. And we back that promise with the most straightforward guarantee we know. Every Nashua diskette carries a lifetime guarantee. Should any diskette perform unsatisfactorily, simply return it to



place of purchase, and we'll replace it free. Nashua Corporation, 44 Franklin Street, Nashua, NH 03061

Figur 5. Baksidan på diskettasken berättar om att statistisk processkontroll används vid tillverkningen.

9 BESKRIVNING AV STATISTISK PROCESSKONTROLL MED INRIKTNING PÅ SÅGVERKSINDUSTRIN

Statistisk processkontroll är en metod att med statistik bearbeta mätdata. Genom att samla in mätvärden, bearbeta dem och därefter presentera resultatet i diagramform skapas en god bild av hur en process arbetar. På så sätt kan man förhindra att felaktiga detaljer tillverkas.

Processkontrollen kan delas in i antingen **skiljande** eller **styrande kontroll**.

Den skiljande kontrollen används för att skilja ut godkända produkter från icke godkända, till exempel före leverans, **acceptansk kontroll**.

Den styrande kontrollen används för att styra en process som är i gång. Man kontrollerar och styr processen under det att den pågår, för att förhindra att en mängd felaktiga detaljer hinner produceras innan felet upptäcks.

Det här projektet behandlar den styrande processkontrollen, **processstyrningen**. Den skiljande kontrollen behandlas inte alls i projektet.

9.1 Statistiska grundbegrepp

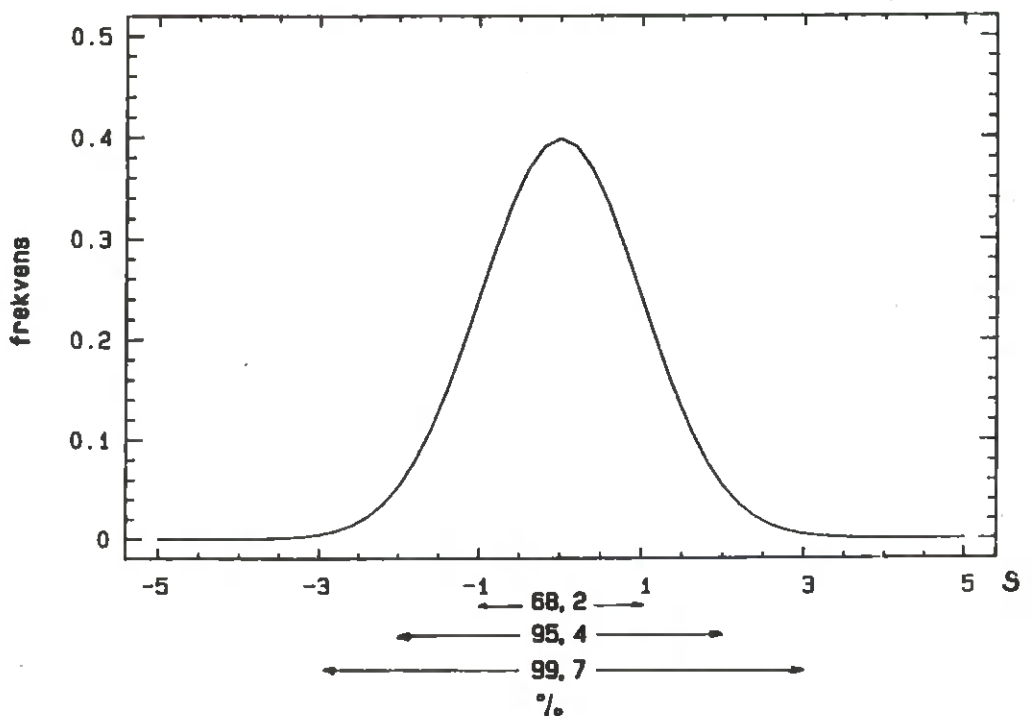
De begrepp som används vid den statistiska behandlingen är

- medelvärde, $\bar{x} = \sum X_j / n$
- standardavvikelse, $s = \sqrt{(n \cdot \sum X_j^2 - (\sum X_j)^2) / (n-1)}$
- börvärde, $V = \text{önskat värde}$
- toleransvidd, $t = (\text{max tillåtet värde}) - (\text{min tillåtet värde})$

Man bör ha i åtanke att även givarens standardavvikelse påverkar resultatet vid kontrollmätning. Om givarens spridning är känd kan den räknas bort, så att endast de uppmätta föremålens spridning kvarstår. Formeln för att räkna fram den relevanta spridningen är

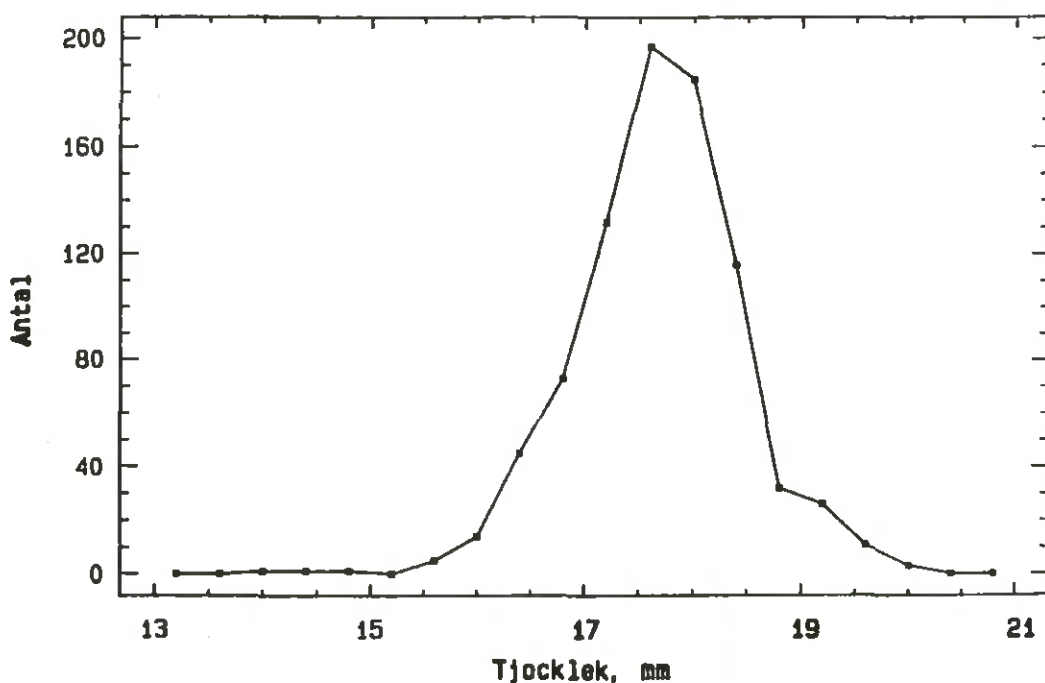
$$s(\text{föremål}) = \sqrt{(s(\text{totalt})^2 - s(\text{givare})^2)}$$

Den statistiska processtyrningen, **SPC**, förutsätter att den variabel som kontrolleras uppträder tämligen normalfördelat, se figur 6.



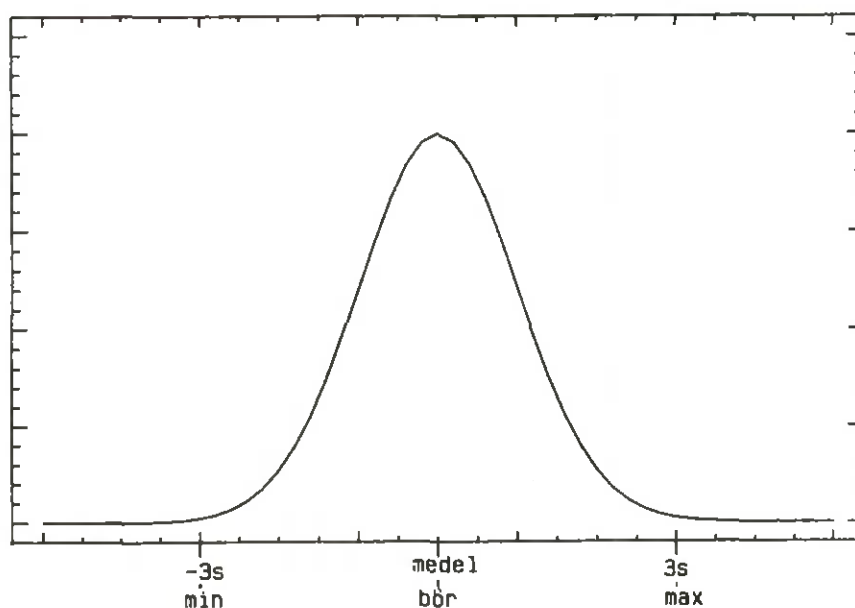
Figur 6. Normalfördelningens täthetsfunktion samt den förväntade andelen observationer inom ± 1 , ± 2 och ± 3 standardavvikelser, s .

Tjockleksmått på sågade varor är vid normala förhållanden ett exempel på en variabel som är tillräckligt normalfördelad för att SPC skall kunna användas, se figur 7.



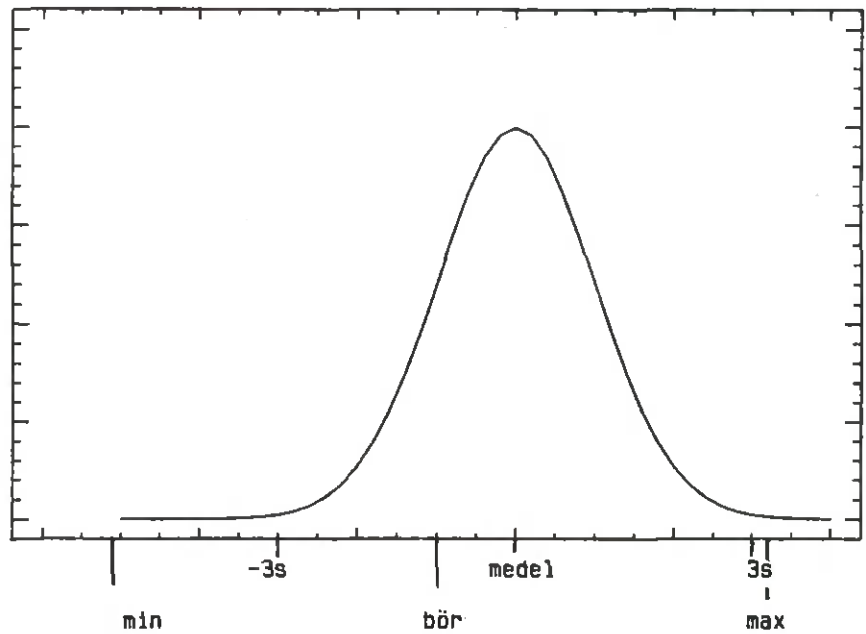
Figur 7. Exempel på täthetsfördelning på tjockleksmått på en dimension. Måtten insamlade under 2 dagar på ett bandsågverk.

Ett förhållande som kan förekomma i en process är att medelvärdet är lika med börvärdet och spridningen, angiven i $6 * s$, är lika med toleransvidden, se figur 8.

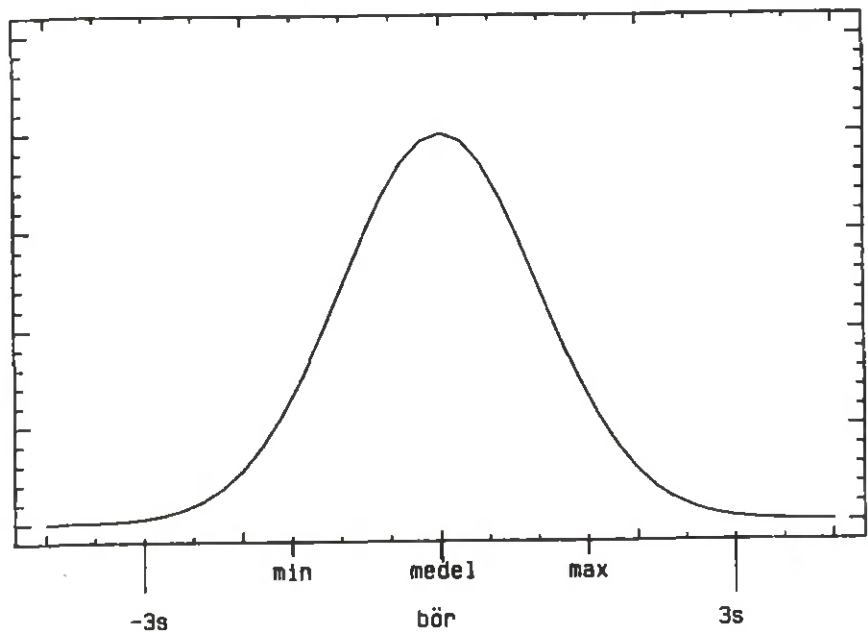


Figur 8. Medelvärdet är lika med börvärdet och spridningen, angiven i $6 * s$, är lika med toleransvidden.

Andra förhållanden som kan uppstå är att medelvärdet är förskjutet i förhållande till börvärdet medan spridningen är mindre än toleransvidden, se figur 9. Med ett medelvärde lika med börvärdet och spridningen större än toleransvidden blir bilden som i figur 10.



Figur 9. Medelvärdet är större än börvärdet och spridningen mindre än toleransvidden.



Figur 10. Medelvärdet är lika med börvärdet och spridningen större än toleransvidden.

Om förhållandet är som i figur 8. att medelvärdet är lika med börvärdet och spridningen lika med toleransvidden har man inga marginaler alls i sin process. Varje förskjutning av medelvärdet eller ökning av spridningen medför i ett sådant fall att de felaktiga detaljernas antal ökar. Därför strävar man efter att minska spridningen i processen så att den hamnar väl innanför toleransvidden. Då kan man fortfarande hålla sig inom toleransgränserna om spridningen i processen skulle öka eller medelvärdet driva uppåt eller nedåt.

9.2 Processkapabilitet

Ett sätt att ange hur bra marginaler man har tills måtten statistiskt hamnar utanför toleransgränserna är att använda **kapabilitetsindex, Cp**. Kapabilitetsindex kallas också **duglighetsindex**. Cp beräknas genom att dividera toleransvidden med $6 * s$. För att ha tillräckliga marginaler skall Cp vara större än 1,33. Då har man ytterligare $\pm s$ att "svänga" på, om medelvärdet är korrekt från början. Ett annat sätt att ange detta är att toleransvidden bör vara minst $8 * s$.

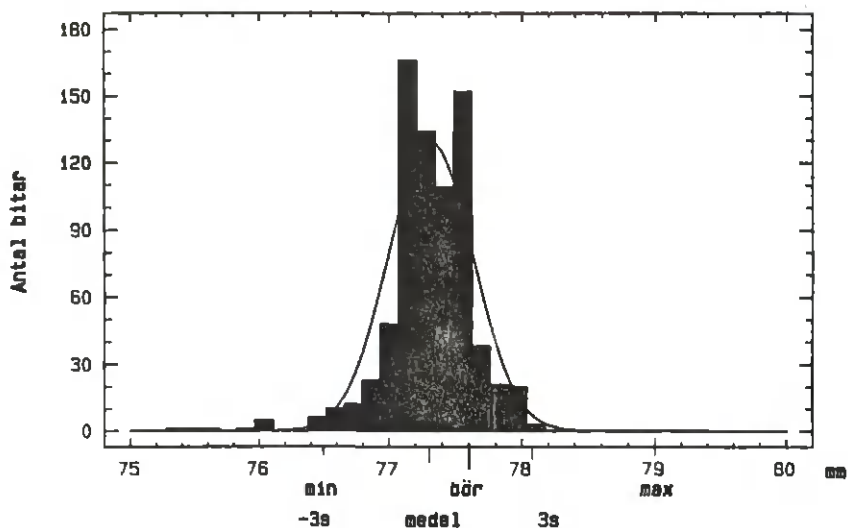
Om **Cp är mindre än 1** bör maskinen och verktyget undersökas och justeras eller eventuellt bytas ut. Alternativt utreds om den uppställda toleransvidden är för snäv.

Är Cp mellan 1 och 1,33 måste processen centreras, justeras så att medelvärdet överensstämmer med målvärdet, och sedan kontrolleras och styras mycket noggrant.

Med ett **Cp över 1,33** kan det undersökas om toleransvidden kan minskas för att ge bättre ekonomi i ett annat tillverkningsled, till exempel hyvling, eller så kan man utföra kontrollerna mer sällan.

I figur 11. nedan visas ett exempel på hur fördelningsfunktionen på tjockleksmättet kan se ut. Antalet mätta plankor är 175. Börvärdet är 77,5 mm och toleransen är $-1 - +1,5$ mm, toleransvidden är alltså 2,5 mm. Medeltjockleken är 77,3 mm och standardavvikelsen 0,25 mm. Förhållandet mellan toleransvidden och $6 * s$, vilket är detsamma som Cp, är 1,67 och alltså tillräckligt. Däremot ligger medelvärdet för lågt i förhållande till börvärdet. När spridningen är så liten som den är, kan man dock tillåta en viss ocentrering av medelvärdet.

Man ser på figuren att $-3s$ -linjen ligger nära undre toleransgränsen, varför man bör vara uppmärksam på om processen är på väg ur kontroll genom att mäta ofta och rita in observationerna i ett diagram.



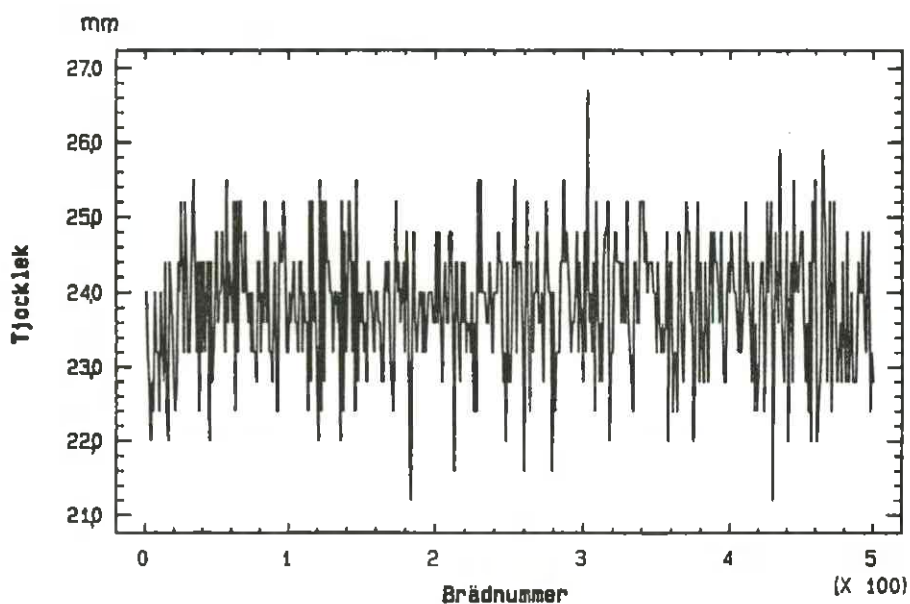
Figur 11. Exempel på tjockleksmåttutfallet på ett ramsågverk. 175 plankor sågade i följd.

9.3 Kontrolldiagram

För att förstå fördelen med att redovisa måttkontrollen i diagramform visas figurerna 12. och 13. Det är samma mätvärden i de båda figurerna men de är presenterade på olika sätt.

24.0	23.2	22.8	22.0	22.8	22.4	24.0	23.2	23.2	22.4
24.0	23.2	22.8	24.4	22.4	22.0	24.4	24.0	23.2	22.8
22.4	22.8	24.4	24.0	25.2	24.4	23.2	24.4	25.2	24.4
23.2	24.0	24.8	25.5	24.4	23.2	24.4	22.4	24.4	23.2
24.4	23.2	24.0	24.4	22.0	24.4	22.8	23.2	24.4	24.0
23.6	24.0	24.0	24.8	24.0	23.2	25.2	24.0	24.0	24.0
23.6	25.2	22.4	25.2	23.2	25.2	23.2	22.8	24.4	24.0
24.0	23.6	24.0	23.2	24.0	23.2	23.2	22.8	24.4	24.0
23.2	24.0	23.6	25.2	23.6	24.8	23.2	23.2	22.8	24.0
24.4	22.4	22.4	24.8	24.4	24.4	25.2	24.8	23.2	23.2
24.0	23.6	24.0	24.4	23.6	23.6	23.2	24.4	24.4	23.2
24.0	23.6	24.0	24.4	23.6	23.6	23.2	24.4	24.4	23.2
24.0	23.6	23.6	22.4	25.2	22.8	25.2	23.6	24.0	22.8
22.0	25.5	22.4	25.2	22.8	25.2	24.4	24.4	24.0	23.2
23.2	24.0	24.0	23.6	24.0	22.0	25.2	22.4	24.0	23.2
24.0	25.2	24.8	23.2	24.4	22.4	25.5	22.8	24.0	23.6
24.0	23.2	23.6	22.8	24.4	24.0	24.0	23.6	23.2	24.0
24.0	23.6	23.6	22.8	22.8	24.0	24.4	24.0	24.0	23.2
22.8	22.4	24.0	25.2	24.0	24.4	23.6	24.0	24.4	23.2
24.8	24.4	22.0	21.2	23.6	24.8	23.6	23.2	23.6	24.0
24.0	23.2	24.0	23.2	23.6	24.0	24.0	24.0	23.6	23.6
24.8	23.6	24.8	23.6	22.8	24.0	24.4	23.6	23.6	24.8
24.8	23.6	21.6	24.4	24.4	23.2	22.8	24.4	23.6	24.4
23.2	23.6	23.6	23.2	24.0	22.4	23.6	22.4	25.5	24.0
23.3	24.0	24.0	24.0	23.6	23.6	24.4	24.0	23.2	24.0
24.0	24.0	24.8	24.4	24.4	22.8	23.2	22.0	24.4	22.8
22.8	23.6	24.8	25.5	23.2	24.4	24.4	24.4	23.6	21.6
24.0	25.2	23.2	22.4	24.4	23.2	24.0	24.0	24.0	23.6
23.8	24.0	22.8	24.0	25.2	24.4	24.0	24.0	21.6	24.0
22.4	23.2	23.2	23.2	24.4	24.4	25.5	24.4	24.0	24.4
24.0	23.2	23.6	23.6	24.0	24.8	23.2	24.4	23.6	22.8
24.8	23.2	24.7	23.6	24.0	23.2	24.4	22.4	25.2	24.0
22.8	23.6	22.8	24.4	24.8	24.8	25.2	22.0	23.2	23.2
23.4	24.8	24.4	24.4	24.8	23.6	24.4	23.6	23.6	25.2
23.4	23.2	22.8	22.4	24.4	24.4	23.6	23.6	25.2	25.2
25.2	24.4	24.8	24.0	24.4	24.4	24.4	24.0	24.0	23.2
24.4	23.6	23.2	23.4	23.2	23.8	24.8	22.0	24.4	24.4
22.4	23.2	23.2	22.4	24.8	24.4	23.2	22.8	24.0	25.2
24.8	24.8	23.6	24.0	22.0	22.8	24.4	23.2	22.8	24.4
23.2	22.8	24.4	23.6	22.8	24.4	24.4	23.2	22.8	24.4
24.4	24.0	23.6	24.8	23.6	22.8	22.8	24.0	24.4	24.0
24.4	24.0	24.0	24.0	23.6	23.2	24.8	23.2	23.6	24.0
25.2	24.0	24.4	23.6	22.8	24.4	22.4	23.6	22.4	22.8
24.0	24.4	24.4	22.4	23.6	25.2	24.0	24.8	25.2	21.2
23.2	24.8	24.0	23.6	25.9	24.0	23.2	22.8	24.0	24.8
22.0	24.0	24.4	22.8	25.5	24.0	24.4	24.0	24.4	24.8
24.8	23.6	22.8	23.6	22.4	24.4	22.0	25.2	24.4	25.5
22.0	22.4	22.8	23.2	25.9	25.2	24.8	22.8	24.0	25.2
22.4	24.0	25.2	23.6	22.8	23.2	23.6	22.8	24.4	23.2
22.8	24.8	22.8	23.2	24.0	22.8	22.8	22.8	23.6	24.4
24.0	24.0	24.8	23.6	23.2	24.4	24.8	22.4	23.2	22.8

Figur 12. Mätvärden i tabellform.



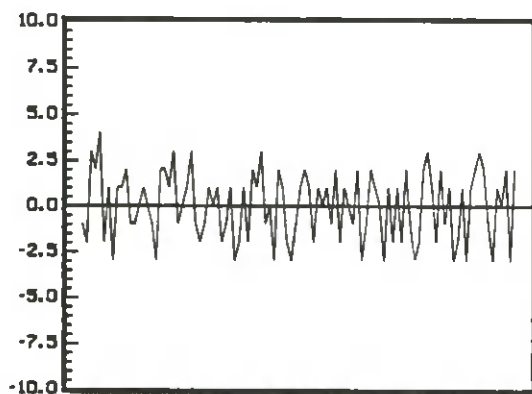
Figur 13. Samma mätvärden som ovan men i diagramform.

Omedelbart ser man fördelen med diagramredovisning då det gäller att se trender och långsamma skeenden liksom för att se ungefärligt medelvärde, spridning och ytterlighetsvärden.

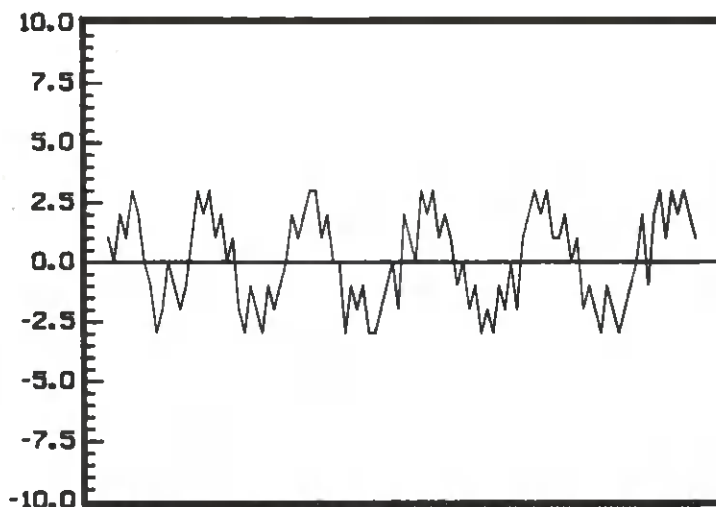
En av grundtankarna bakom SPC är att man skall utnyttja diagram i stor utsträckning för att åskådliggöra resultat och för att snabbt få en uppfattning om hur processen uppför sig.

För att kontinuerligt hålla sig informerad om sin process kan man mäta varje detalj, i sågverket varje bräda eller plank. Man kan också mäta ett urval av de producerade bitarna och behandla mätvärdena statistiskt med SPC.

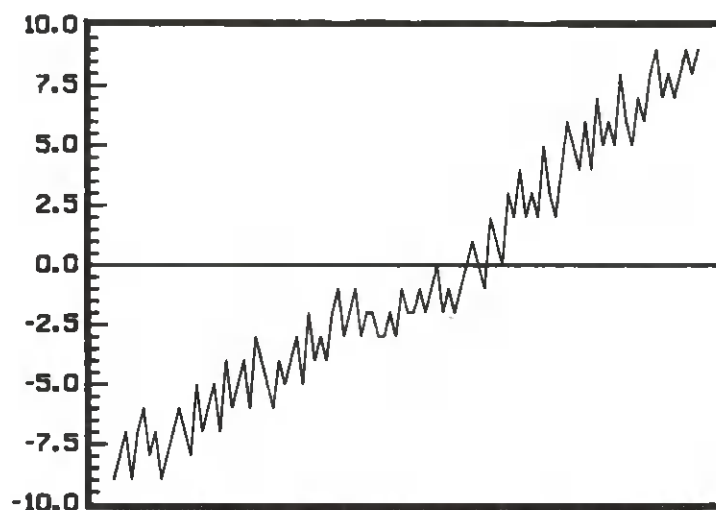
En process är mycket sällan statisk och stabil en längre tid i sträck, se figur 14. Den har både långsamma och snabba variationer, se figurerna 15., 16. och 17. I figurerna kan man se en process med svängningar, en process med trend respektive en process med sprängvis förändring av mätvärdet.



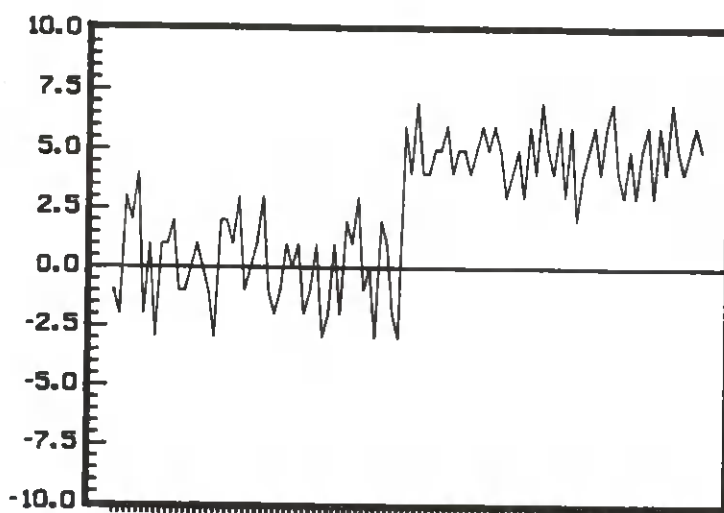
Figur 14. En stabil process med enbart slumpmässiga variationer. Processen är i statistisk kontroll.



Figur 15. En process med svängningar. Både slumpmässiga och systematiska variationer uppvisas.



Figur 16. En process med trend. Både slumpmässiga och systematiska variationer uppvisas.



Figur 17. En process med språngvis förändring. Både slumpmässiga och systematiska variationer uppvisas.

De **slumpmässiga variationerna** kan ha många orsaker. De har var för sig en så liten inverkan på resultatet att det inte är motiverat att försöka åtgärda dem. Exempel på slumpmässiga variationer är kvistsågning med efterföljande svajning i sågbladet, små lagerglapp m m.

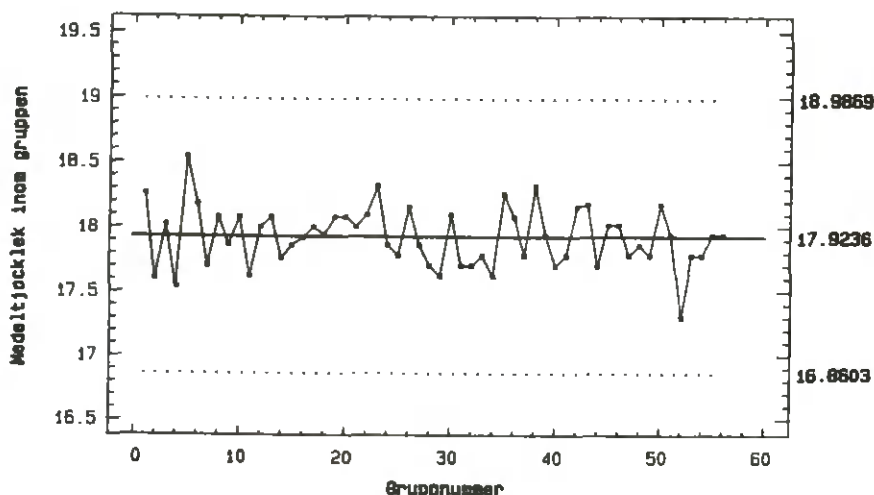
Orsaken till de **systematiska variationerna** är däremot oftast få men kan var och en ha stor inverkan. Dessa orsaker lönar det sig oftast att åtgärda. Exempel på systematiska variationer är kontinuerlig verktygsförslitning, stensågning med tandskada som följd, operatörsbyte m m.

Till hjälp vid utvärderingen av måttkontrollen har man **kontrolldiagram**. Kontrolldiagrammet konstrueras genom att man samlar in mätvärden från ca 100 bitar och utför statistiska beräkningar på dessa mätvärden. Man samlar in mätvärdena i grupper, vanligen med 5 värden i varje grupp. Mätvärdena samlas in med regelbundna intervall eller kontinuerligt, beroende på hur mätutrustningen är konstruerad. Inom gruppen beräknas medelvärde och standardavvikelse, \bar{x} och s . Det totala medelvärdet, medelvärdenas medelvärde, beräknas som $\bar{\bar{x}} = \sum \bar{x} / n$, och standardavvikelsens medelvärde beräknas som $\bar{s} = \sum s / n$.

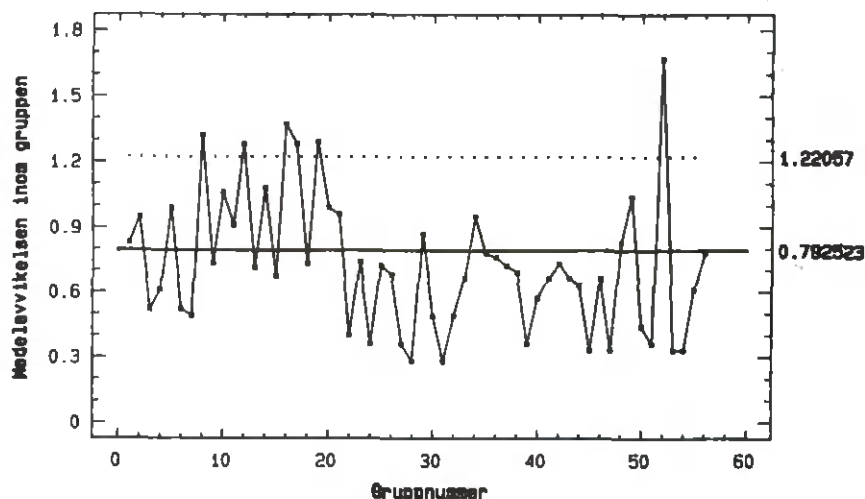
Vid \bar{x} - diagrammets ritning sätter man centrallinjen $CL = \bar{\bar{x}}$. **Övre kontrollgränsen, KÖ eller UCL** $= \bar{\bar{x}} + (A3 * s)$ och **undre kontrollgränsen, KU eller LCL** $= \bar{\bar{x}} - (A3 * s)$ där $A3$ är en konstant som beror på gruppstorleken. Vid en gruppstorlek på 5 är $A3 = 1,43$.

Vid ritningen av s - diagrammet är $CL = \bar{s}$, $UCL = B4 * s$. LCL sätts till 0. $B4$ är vid en gruppstorlek på 5 = 2,114.

Ett \bar{x} - s kontrolldiagram kan se ut som i figur 18. och 19.



Figur 18. Ett exempel på hur ett kontrolldiagram för tjockleksvariationer kan se ut.



Figur 19. Ett exempel på hur ett kontrolldiagram för spridningsvariationer kan se ut.

Kontrolldiagrammen visar 56 grupper om 5 brädor, totalt 280 brädor. CL i medelvärdesdiagrammet, \bar{x} diagrammet, är 17,9236 och kontrollgränserna är 18,9869 resp 16,8603. I spridningsdiagrammet, s-diagrammet, är CL = 0,792523 och UCL = 1,22057. Antalet decimaler tycks vara alltför många för den mätnoggrannhet som man har, givarupplösning 0,1 mm och noggrannhet 0,3 mm. Anvisningar för decimalantalet finns angivet i beskrivningen för måttkontroll med hjälp av SPC.

Man ser verkan av ett klingbyte efter 20 inmätta grupper. Spridningen ökade fram till klingbytet. Efter bytet minskade spridningen inom grupperna till hälften av vad den var före bytet, från ca 1 mm till ca 0,5 mm. Medeltjockleken höll sig tämligen oförändrad efter klingbytet.

9.4 Bedömningskriterier

Ett kontrolldiagram visar vid korrekt utförande tydligt om processen uppför sig på önskvärt sätt. För att bedöma processen med hjälp av kontrolldiagrammet, finns det ett antal kriterier som indikerar avvikelser i processen.

Om alla punkter ligger inom kontrollgränserna och inte grupperar sig på någon sida om centrallinjen eller i något speciellt mönster sägs processen vara i **statistisk kontroll**.

Avvikelse från statistisk kontroll indikeras av att några punkter ligger på eller utanför kontrollgränserna, att punkter grupperar sig i mönster eller att grupper ligger på samma sida om centrallinjen. Om till exempel minst 7 grupper i följd ligger på samma sida om centrallinjen eller om medelvärdet hos minst 7 grupper i följd stiger eller sjunker föreligger en avvikelse. Periodicitet är också en form av av-

vikelse som det emellertid är svårt att komma tillrätta med. Se figurerna 14. - 17. ovan.

För en god processtyrning är det viktigt att man följer de kriterier som är uppställda. Gör man inte det är risken stor att kontrollsystemet blir utan värde eftersom processen antingen inte styrs alls eller blir överstyrd och att svängningar uppstår i den.

10 BESKRIVNING AV ETT ENKELT SPC-SYSTEM

Ett enkelt bärbart system för statistisk processkontroll har inköpts och provats på ett par sågverk. Liknande system finns i ett flertal versioner och av olika fabrikat. Det system Träteknik inhandlat är av märket Mitutoyo och kostade år 1988 ca 10 000 kr, se figur 20.

Systemet består av ett digitalskjutmått med datautgång, en processor och mellankopplande sladd. Dessutom innehåller systemet en anslutningssladd till persondator för att man vid den skall kunna vidarebehandla mätdata.



Figur 20. Bild visande Mitutoyo Digimatic Miniprocessor DP-3 DX för SPC.

Systemet är lättanvänt, och även personer utan datavana kan tämligen enkelt och snabbt lära sig använda det för processkontroll på sågverk.

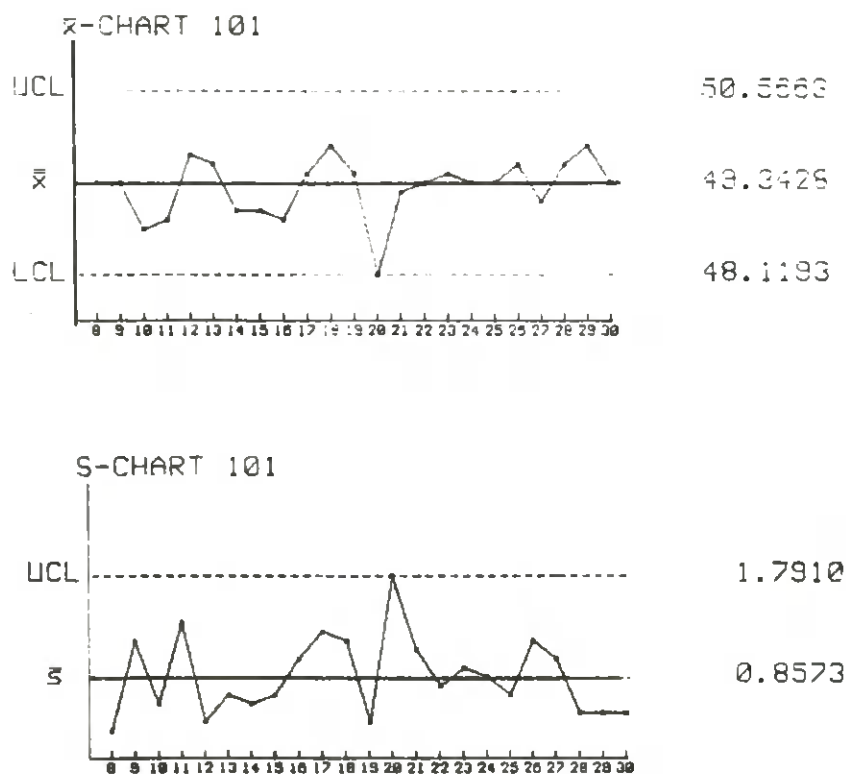
Man kan mäta ett antal dimensioner parallellt, till exempel både centrum- och sidoutbyte och både höger- och vänsterbitar. Vi manar dock till en viss försiktighet, då systemet lätt blir överskådligt om många olika dimensioner skall kontrolleras samtidigt.

Här följer en kort beskrivning av hur en kontrollmätning med den beskrivna utrustningen kan gå till.

En mätning startar alltid med att man formulerar vad man vill mäta, exempelvis centrumutbytets tjocklek, både höger- och vänsterplankor.

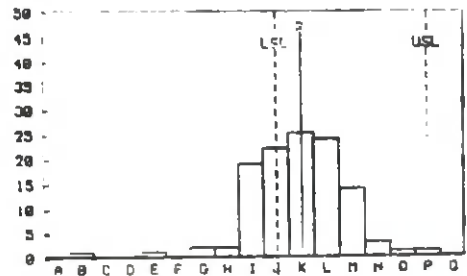
Sample size	gruppstorlek
N	antal inmätta detaljer
R	variationsvidd
\bar{x}	medelvärde
$\hat{\sigma}(\bar{s})$	omräknad standardavvikelse, s / konstant beroende på gruppstorlek
Cp	processkapabilitet, toleransvidden / (6 * $\hat{\sigma}(\bar{s})$)
Cpk	processkapabilitet, minsta toleransen / (3 * $\hat{\sigma}$), där minsta toleransen är det minsta värdet av övre toleransgräns - medelvärdet och medelvärdet - undre toleransgräns
Cm	maskinkapabilitet, toleransvidden / (8 * $\hat{\sigma}(\bar{s})$)
Cmk	maskinkapabilitet, minsta toleransen / (4 * $\hat{\sigma}$)
P	% felaktiga
Pe	förväntad felkvot

Cp och Cpk är kapabiliteten, se kapitel 9.2., för hela processen medan Cm och Cmk är kapabiliteten för maskinen.



Figur 22. Utskrift som visar diagram för medelvärde och för standardavvikelse.

A	44.195~	0
B	44.695~	1
C	45.195~	0
D	45.695~	0
E	46.195~	1
F	46.695~	0
G	47.195~	2
H	47.695~	2
I	48.195~	19
J	48.695~	22
K	49.195~	25
L	49.695~	24
M	50.195~	14
N	50.695~	3
O	51.195~	1
P	51.695~	1
Q	52.195~	0
TOTAL		115



Figur 23. Utskrift som visar frekvensfördelningen i tabell- och histogramform.

Med dessa tre utskrifter, 21. - 23., har man alla data som behövs för att avgöra hur processen går. I det här fallet har kontrollgränserna beräknats av miniprocessorn.

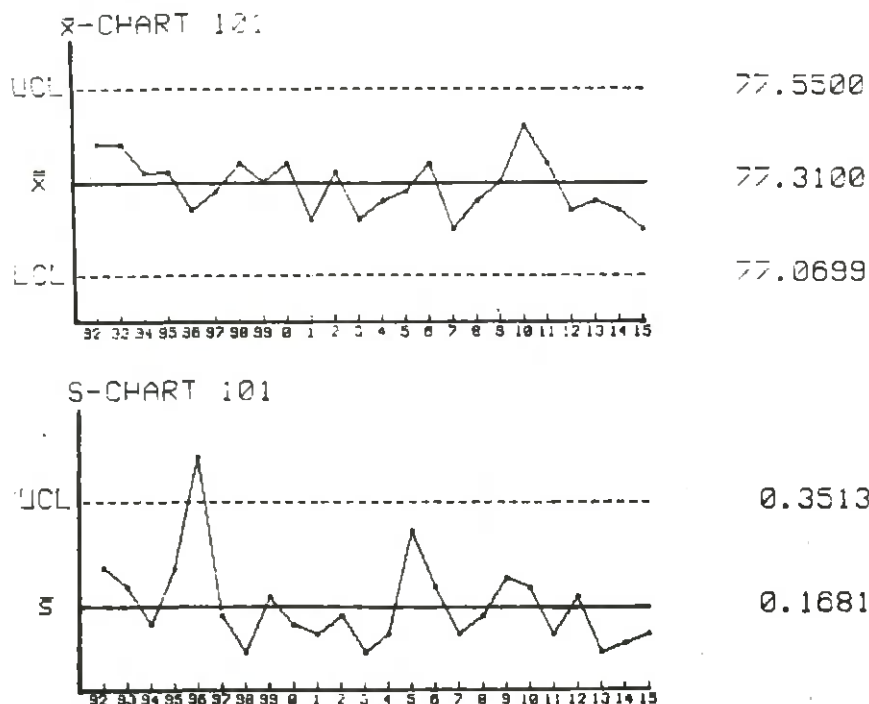
Med ett C_p på 0,548, se figur 21., för den gjorda mätningen, ser man på en gång att spridningen är alldeles för stor för att vara godkänd. C_p skall ju vara större än 1,33, se kapitel 9.2.

Om man studerar figur 22., kurvan för medelvärden, kan man skönja en viss trend mot grövre mått, i kurvan för standardavvikelsen ser man att spridningen ligger på en ganska jämn, om än hög nivå.

I histogrammet i figur 23. ser man att medelvärdet ligger ocentrerat och alldeles för lågt i förhållande till toleransgränserna. En stor andel plankor sågas alltså för tunt.

Genom en sådan här mätning har man fått fram ett gott underlag för att kunna justera sin sågning.

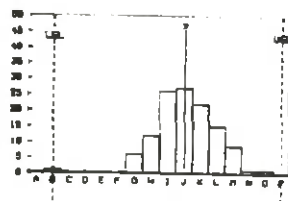
Ett annat sågverks mått noggrannhet kan ses i figurerna 24. och 25. Här har man haft snävare toleranser, men ändå har man ett C_p på 2,328. Ett mycket gott resultat så långt.



Figur 24. Utskrift från en bra sågning. Diagram för medelvärde och för standardavvikelse.

CHR.101		LSL	76.5000
CHART		\bar{x}	77.3100
SAMPLE SIZE	$n=3$	USL	79.0000
SUBGROUP NO	32~113		
N	120		
MAX	77.60		
MIN	76.50		
\bar{x}	1.30		
$\hat{\sigma}(S)$	77.3100		
Cp	0.1799		
Cpk	2.329		
Cm	1.508		
Cmk	1.746		
P	1.131		
P _e	0.000 x		
	0.000 x		

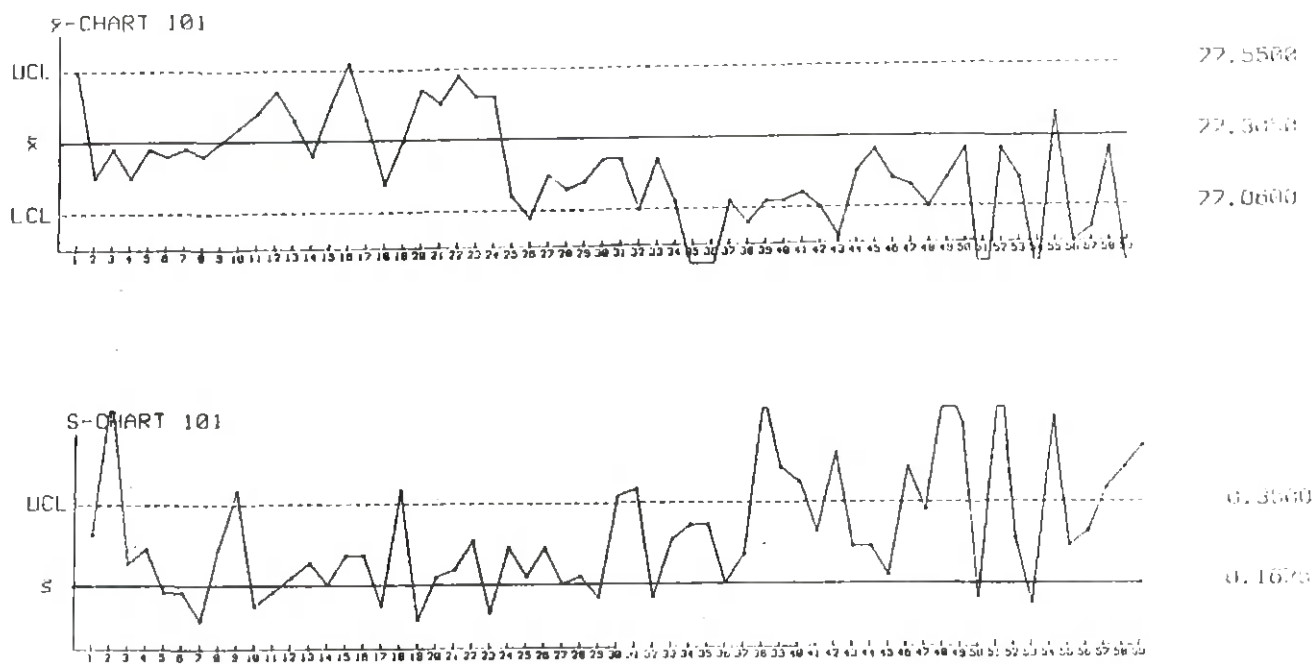
A	76.494	0
B	76.495	1
C	76.595	0
D	76.695	0
E	76.795	0
F	76.835	0
G	76.995	1
H	77.095	12
I	77.195	26
J	77.295	27
K	77.395	22
L	77.495	15
M	77.595	9
N	77.695	1
O	77.795	1
P	77.895	0
TOTAL		120



Figur 25. Utskrift från en bra sågning. Resultat i tabell- och histogramform.

Dessa senare värden på kontrollgränser och kurvor speglar förhållandena då maskinen var i ordningställd och justerad på ett normalt sätt i samband med bladbyte. De kontrollgränser man då får är de gränser som (åtminstone) är möjliga att hålla. Ännu snävare gränser går troligen att hålla om justeringen görs ännu noggrannare. Vid den fortsatta sågningen skall man alltså hålla sig innanför kontrollgränserna och vara uppmärksam på avvikelser om man skall vara säker på att sågresultatet är fullgott vad gäller tjockleksmättet.

Med regelbundna intervall mäts tjockleken igen.



Figur 26. Diagram som visar mättdata från sågning med avvikelse från statistisk kontroll. Medelvärde och spridning.

I figur 26. ser man att för de första 25 grupperna ökar medelvärdet. Sedan minskar medelvärdet språngvis samtidigt som spridningen börjar öka långsamt. Det tyder på att någonting hänt i sågningen, till exempel stensågning. Om man har

ett kontrolldiagram där 7 eller flera punkter ligger på samma sida om centrallinjen kan processen anses vara ur kontroll, se kapitel 9.4. Om sågningen stoppats efter 32 grupper, då 7 grupper ligger under CL, och klingorna kontrollerats, hade man kunnat undvika en stor mängd felsågat virke. Cp för dessa mätningar var så lågt som 0,812, vilket också pekar på en process ur kontroll.

11 **BESKRIVNING AV NÅGRA BEFINTLIGA GIVARE OCH DERAS PRESENTATIONSUTRUSTNING FÖR DIMENSIONS MÄTNING PÅ SÅGVERK**

Det enklaste sättet att till träindustrin föra ut tekniken och teknologin att mäta och styra processer, är att använda befintliga givare och ta information från dem om den information de lämnar är tillräckligt bra.

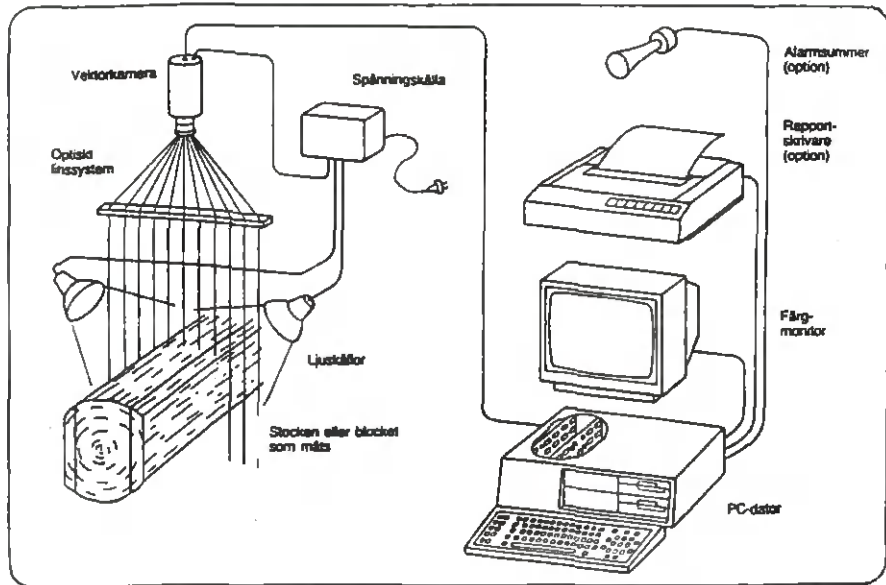
Mätning bör, som nämnts tidigare, ske så snart som möjligt efter processen. I ett sågverk skall man alltså mäta direkt efter varje sågmaskin. Man skall då mäta sidobrädornas tjocklek och blockets höjd efter kantsågen, sidobrädornas och centrumutbytets tjocklek efter delningssågen och sidobrädornas bredd efter kantverket. En sådan uppbyggnad av mätsystem ger en totalbild av hela sågprocessens förmåga att hålla inställda råmått.

I väntan på en mer genomgripande ombyggnad av såghuset kan det vara svårt eller omöjligt att få plats med de givare som man önskar få installerade. I stället får man då försöka använda de mätstationer som redan finns monterade för mätning inför andra operationer. Exempel på sådana mätställen som så gott som alltid finns i ett sågverk är i automatkantverk och i råsorteringsverk. Dessutom finns det ett antal verk som har installerat givare efter både kant- och delningssåg.

De befintliga givare som har undersökts är SeeCon DM, vilken kan monteras efter både kant- och delningssåg, och Saab-Sawcon DS, som monteras efter delningssågen. Båda dessa givare är beröringsfria. Två kantverk från Söderhamns Verkstäder, Edgar och Autopos, samt en givare avsedd för sorterwerk Rema 8803 har också ingått i undersökningen.

11.1 **SeeCon DM**

SeeCon DM är en beröringsfri tjockleksgivare som tillverkas av OY Decon i Finland, se figur 27. Försäljning i Sverige sker genom SAWCO System AB. Givaren kan placeras efter både kant- och delningssåg.



Figur 27. SeeCon DMs mätprincip och systemuppbyggnad.

SeeCon är ett persondatorbaserat tjockleksmätsystem. I PC:n monteras ett speciellt anslutningskort och mätprocessor. SeeCon DM mäter tjockleken med parallella strålar genom ett system av linser och speglar. Det innebär att mätsystemet blir avståndsberoende inom vissa gränser och blockhöjden därför inte behöver vara känd vid mätningen. Upp till 8 virkesbitar kan mätas samtidigt, även bitar med vankant. Kameran är en 1024-pixels vektorkamera med 7 bitars A/D-omvandling för gråskaleseparering. Mätfrekvensen är inställbar mellan 50 och 100 Hz. Mätområdets bredd är 470 mm. Maximalt avstånd mellan kamera och mätobjekt är 2 m. Genom att medelvärdesbilda informationen från kameran fås en angiven upplösning på 0,1 mm. Noggrannheten har angivits till 0,5 mm. Presentationen sker på färgskärm i tabellform, se figur 28.

04.06.1988 Virkesbit nr	1	2	3	4	5	6	7	8
Nom. mått	25.0	100.0	25.0					
POSTNING: + tolerans	0.7	1.0	0.7					
ts2 - tolerans	-0.7	-1.0	-0.7					
19:07	topp	24.7	98.9	24.2				
SeeCon	mitt	24.7	98.9	24.2				
	rot	24.7	98.9	24.1				
	topp	24.6	99.7	24.9				
kontinuerligt mättkontroll- system	mitt	24.6	99.8	24.9				
	rot	24.5	99.8	24.9				
	topp	24.4	99.2	24.3				
Oy Decon Ab RL 03.05.88	mitt	24.5	99.2	24.3				
	rot	24.4	99.1	24.3				
	topp							
	rot		0:00:02	sedan senaste stock				
F3 - postning F9 - paus Esc - meny	topp	25.1	99.2	24.9				
	mitt	25.2	99.2	25.0				
	rot	25.1	99.1	24.9				
Senaste alarm 04.06.1988 19:07 13 stockar	topp	24.7	98.9	24.2				
	mitt	24.7	98.9	24.2				
	rot	24.7	98.9	24.1				
	3 alarm			sedan F6-kvitteringen	04.06.1988 19:06			

Figur 28. Exempel på skärmutskrift från SeeCon.

Alarm ges då ett valbart antal mått i rad eller ett valbart antal av de 10 senast inmätta måtten registrerats vara utanför toleransgränserna. Samma system kan monteras efter både kant- och delningssåg. Skrivare och signalhorn för larm kan också ingå i systemet.

11.2 Saab Sawcon DS

Sawcon DS är en beröringsfri givare, se figur 29.



Figur 29. Saab-Sawcon DS.

Givaren monteras direkt efter delningssågen och kontrollmåtar centrumvirkets tjocklek. Mätningen sker med en vektorkamera med 1024 pixel. Givaren kan samtidigt mäta upp till 6 mått med en upplösning på 0,1 mm. Standardavvikelsen är angiven till 0,3 mm. Tillåten blockhöjd är mellan 70 och 280 mm. Mätområdet är 350 mm. Kameran skall monteras cirka 1,6 m ovanför transportören. Matningshastigheten får vara mellan 15 och 75 m/minut. Givaren kan förutom tjocklek också detektera wobbling om våglängden är mer än 0,3 m. Givaren kräver, för att mäta korrekt, information om blockhöjden, detta beroende på att mätningen inte sker med parallella strålar. Operatören ställer in blockhöjd, postningsbild och toleranser, både för tjockleken och wobblingen. Alternativt överförs blockdata från delningssågens ställinformation. Presentationen sker på skärm dit data sänds seriellt. Se figur 30. för exempel på skärmutskrift.

BLOCKNUMMER: 1153						BLOCKHÖJD: 155 MM
TJOCKLEK	ANGIVEN	BÖRJAN	SLUTET	MEDEL	WOBBLING	
TOLERANS				-1.0 +1.5	1.5	
BIT 1	77.5	78.4	77.6	78.1	.7	
BIT 2	77.5	78.9	78.5	78.2	1.3	
BLOCKNUMMER: 1154						BLOCKHÖJD: 155 MM
TJOCKLEK	ANGIVEN	BÖRJAN	SLUTET	MEDEL	WOBBLING	
TOLERANS				-1.0 +1.5	1.5	
BIT 1	77.5	78.6	78.0	78.2	.4	
BIT 2	77.5	79.8	79.6	79.1	1.5	ALARM
BLOCKNUMMER: 1155						BLOCKHÖJD: 155 MM
TJOCKLEK	ANGIVEN	BÖRJAN	SLUTET	MEDEL	WOBBLING	
TOLERANS				-1.0 +1.5	1.5	
BIT 1	77.5	77.8	77.3	77.8	.5	
BIT 2	77.5	78.4	78.1	78.1	.5	
BLOCKNUMMER: 1156						BLOCKHÖJD: 155 MM
TJOCKLEK	ANGIVEN	BÖRJAN	SLUTET	MEDEL	WOBBLING	
TOLERANS				-1.0 +1.5	1.5	
BIT 1	77.5	78.2	78.0	78.2	.9	
BIT 2	77.5	78.5	78.1	78.0	.6	
BLOCKNUMMER: 1157						BLOCKHÖJD: 155 MM
TJOCKLEK	ANGIVEN	BÖRJAN	SLUTET	MEDEL	WOBBLING	
TOLERANS				-1.0 +1.5	1.5	
BIT 1	77.5	78.0	77.6	77.9	.5	
BIT 2	77.5	78.4	78.3	78.0	.7	
BLOCKNUMMER: 1158						BLOCKHÖJD: 155 MM
TJOCKLEK	ANGIVEN	BÖRJAN	SLUTET	MEDEL	WOBBLING	
TOLERANS				-1.0 +1.5	1.5	
BIT 1	77.5	78.2	77.7	78.0	.6	
BIT 2	77.5	78.6	77.9	78.0	.6	
BLOCKNUMMER: 1159						BLOCKHÖJD: 155 MM
TJOCKLEK	ANGIVEN	BÖRJAN	SLUTET	MEDEL	WOBBLING	
TOLERANS				-1.0 +1.5	1.5	
BIT 1	77.5	77.3	77.8	78.1	2.8	
BIT 2	77.5	79.5	77.9	78.1	.5	
BLOCKNUMMER: 1160						BLOCKHÖJD: 155 MM
TJOCKLEK	ANGIVEN	BÖRJAN	SLUTET	MEDEL	WOBBLING	
TOLERANS				-1.0 +1.5	1.5	
BIT 1	77.5	78.3	77.6	77.9	.4	
BIT 2	77.5	78.4	78.3	78.3	.5	

Figur 30. Exempel på skärmutskrift från Sawcon DS.

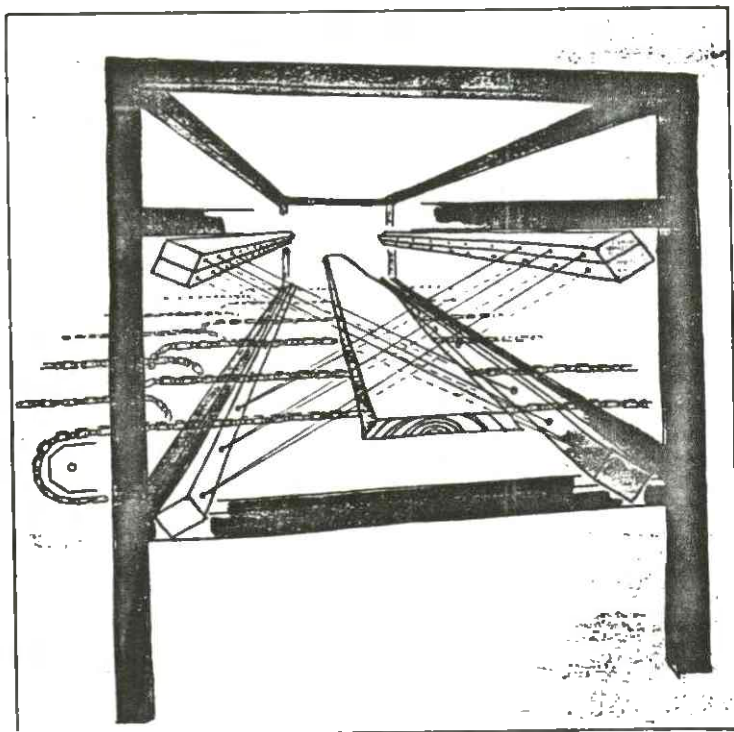
I bildskärmspresentationen ser man blocknummer, som är ett löpnummer, och blockhöjden i millimeter. Man ser det angivna toleransområdet, både för tjocklek och wobbling. I övrigt syns angivet börvärde på tjockleken, mått i början, vilket är de första ca 6 dm, mått i slutet, vilket är de sista ca 6 dm, och medeltjockleken på hela biten, vilket är hela biten utom första och sista 3 dm. Wobblingen anges i sista kolumnen i presentationen. Wobblingen är den varierande avvikelser från medelmåttet inom blocket.

Vid gränsöverskridande skrivs ett felmeddelande ut vid den felsågade biten. Alarmfunktionen kan också programmeras till att inte ge larm vid varje gränsöverskridande utan vid ett valt antal fel i följd eller ett valt antal fel av 10 sågade block.

Antalet block som visas på skärmen beror på antalet bitar i posten. Med två bitar ur centrumposten ser man 4 block åt gången. Skärmen uppdateras för varje nytt sågat block. Man har också möjlighet att se de senaste larmen samt delmedelvärden för varje block.

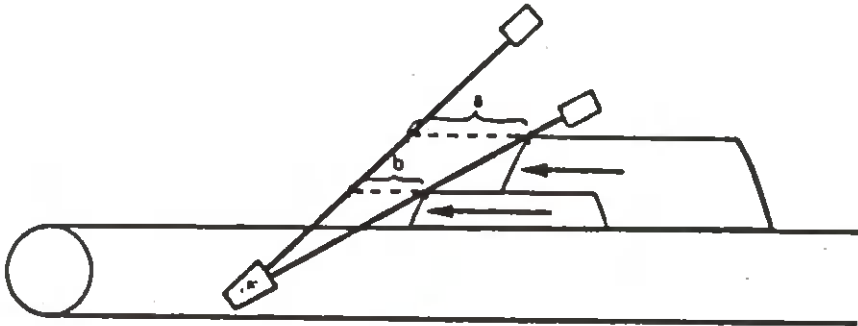
11.3 Kantverket Edgar

Edgar är ett automatkantverk som tillverkas av Söderhamns Verkstäder, se figur 31.



Figur 31. Kantverket Edgar.

Bredd- och tjockleksmätningen sker beröringsfritt med osynlig IR-laser enligt en metod som visas i figur 32.



Figur 32. Edgars mätprincip med korsande strålar.

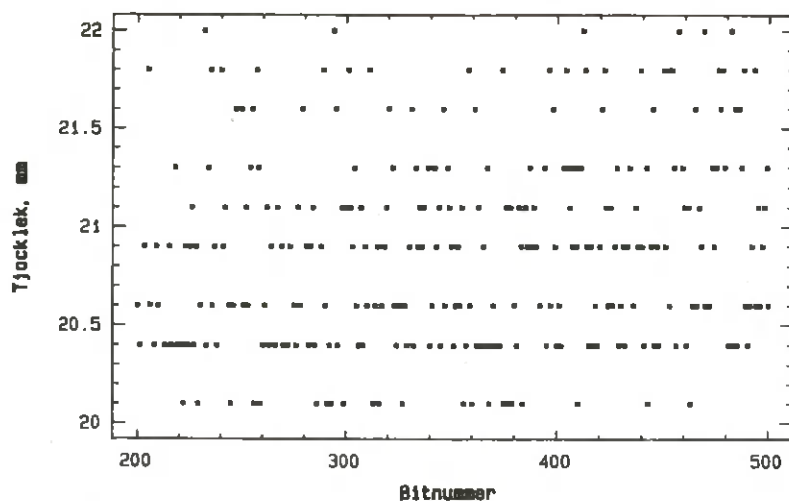
Mätningen sker med ett ljusstrålepar med en liten inbördes vinkelskillnad mellan strålarna. Ett hörn som ligger högre över transportören måste färdas en längre sträcka, a , än ett hörn som ligger lägre, sträcka b . I transportören sitter en pulsräknare som räknar frammatad sträcka. Hörnets höjd är på detta vis proportionell mot den frammatade sträckan. När alla hörn har brutit respektive lämnat ljusstrålen får man tjockleken genom att beräkna skillnaden mellan övre och undre hörnets höjd. Man kan också beräkna skillnaden mellan fram- och bakkant och på så sätt avgöra om brädan lutar. Genom att även mäta in bredden får man den fullständiga bilden av brädans tvärsnitt.

Med denna mätmetod kan man mäta in brädorna oavsett om vankanten ligger uppåt eller nedåt.

Upplösningen är 0,2 - 0,3 mm, se figur 33., noggrannheten finns inte angiven.

Eftersom tjockleksmätningen på kantverk inte är avsett att vara en kontrollmätning av det sågade virket, utan endast en sorteringsmätning inför kantningsoperationen, har man på Söderhamns inte lagt ner mer arbete på mätprecision än vad som nu är fallet.

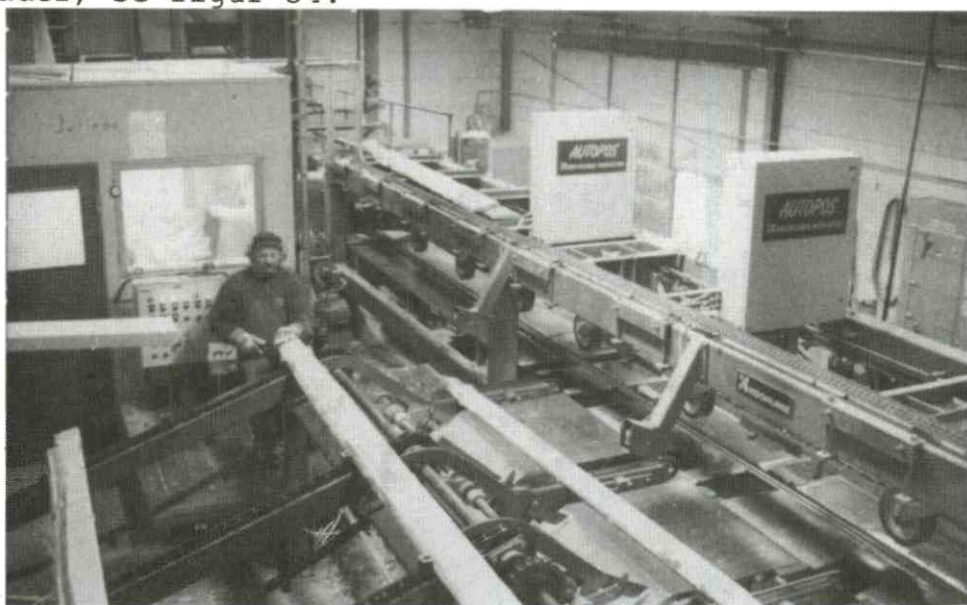
Presentationen sker i tabellform på en terminal dit informationen sänds seriellt.



Figur 33. Tjockleksmått inmätta med Edgar. Man ser på bilden att upplösningen varierar mellan 0,2 och 0,3 mm. Varje punkt i diagrammet motsvarar ett mätvärde. Punkterna samlas på linjer med 0,2 eller 0,3 mm avstånd.

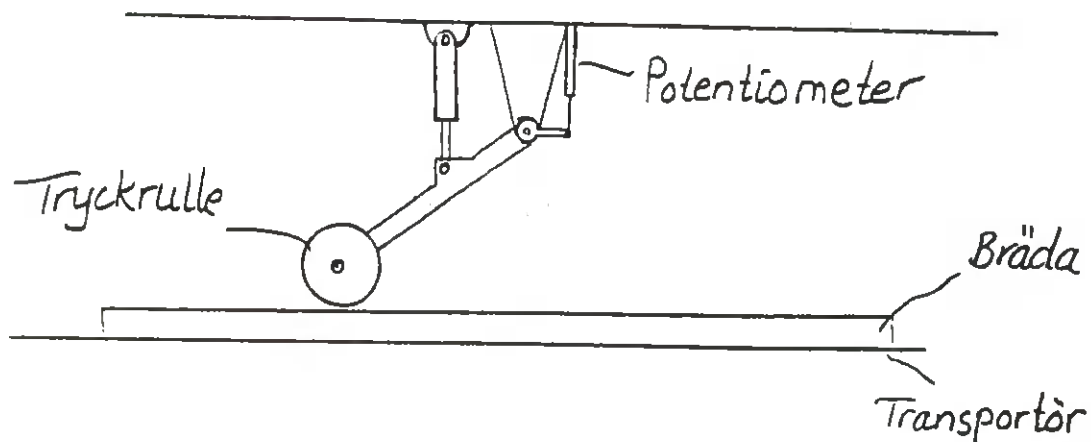
11.4 Kantverket Autopos

Även Autopos är ett automatkantverk tillverkat av Söderhamns Verkstäder, se figur 34.



Figur 34. Kantverket Autopos.

Tjockleksmätningen på Autopos sker med en potentiometer monterad på en av de tre tryckrullarna, se figur 35.

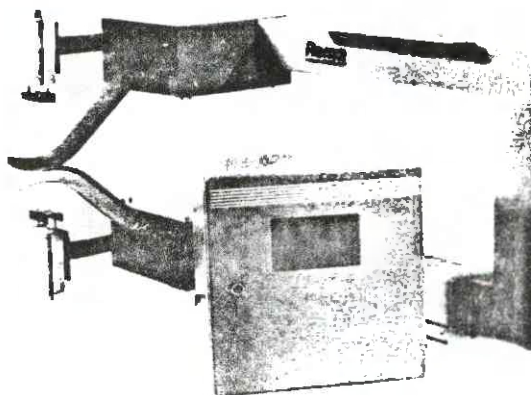


Figur 35. Principskiss över potentiometerplacering på tryckrulle på Autopos.

Inte heller detta kantverk har konstruerats med avsikt att mäta för processtyrning, och frågan är om det är möjligt att använda en så låg upplösning som 0,4 mm vid processtyrning. Presentationen sker här på ett liknande sätt som beskrivits för Edgar.

11.5 Rema 8803

Rema 8803 är en givare med anliggande släpskor, se figur 36.



Figur 36. Rema 8803.

Givaren är avsedd att monteras i råsorteringen där dess uppgift är att mäta virket för sortering till rätt fack. Mätningen sker med differentialkopplade temperaturkom-penserade trådtöjningsgivare. Klämkraften är ca 20 N från

undersidan och ca 20 - 80 N från ovansidan. Virkesstycken upp till 110 mm tjocklek kan mätas. Upplösningen är 0,1 mm och maximalt mätfel uppges vara 1,0 mm. Presentationen sker på en display som visar senast uppmätta tjocklek.

Alla försök att samla in mätdata från givaren misslyckades. Givaren har en parallell BCD-kodad utgång. En parallell--seriellomvandlare byggdes för ändamålet. Omvandlaren, som fungerade utmärkt i labmiljö, fungerade dock inte i sågverksmiljö, varför inga data har samlats in från sorterverksgivare.

12 BESKRIVNING AV ETT INOM PROJEKTET NYUTVECKLAT DATORPROGRAM

Under projektets framskridande stod det klart att det redan finns givare som klarar att mäta de elementära storheterna tjocklek och bredd med tillräcklig noggrannhet för processtyrning. Vad som däremot saknas är ett presentationsinstrument som alla sågverk kan nyttja och som är lätt att överblicka.

En av de viktigaste uppgifterna för en processtyrningsutrustning är att kunna tala om vad man har, alltså till exempel vilken måttnoggrannhet som hålls. På så sätt kan man få en möjlighet att förutsäga vad man kommer att få, alltså vilka mått som man kan förvänta sig att få om en minut, en kvart eller en halvtimme.

Uppgifterna som förutsägelsen bygger på får inte vara för gamla, eftersom man då redan kan ha passerat händelsen som förutsägs. Presentationen bör därför ske så snart som möjligt efter det att mätvärdet finns tillgängligt.

Ett sådant presentationsinstrument kan till exempel vara ett program som omvandlar data från mätgivare till kurvor och beräknar medelvärden, spridningar och så vidare. En avancerad form av detta är program som utnyttjar SPC, statistisk processkontroll, som har beskrivits i kapitel 9. Då det i SPC ingår en mängd statistiska funktioner som kan verka besvärliga att arbeta med på sågverket, kan man istället tänka sig att visa endast medelvärde och standardavvikelse beräknade på ett sätt som inte leder till några missförstånd och komplikationer.

Programmen som medföljer de givare som nämnts tidigare utför vissa beräkningar och skriver ut sina resultat i tabeller. En sådan uppläggning blir svåröverskådlig vid de stora mätvärdesmängder som produceras i ett sågverk. Dessutom visas inga trender. All historik som kan visas är tabeller över fellarm på grund av dålig måttnoggrannhet.

För att råda bot på denna brist på presentationsprogram har ett dylikt utvecklats inom ramen för detta projekt.

Förutsättningarna för programmet är att det skall vara lätt att installera och använda tillsammans med befintliga givare, det skall vara lätt att handha och det skall vara lätt att fatta beslut utifrån presentationen.

12.1 Programbeskrivning

Här följer en beskrivning av ett beräknings- och presentationsprogram som utvecklats inom projektet. Programmet är skrivet i Microsoft QuickBASIC och är avsett att köras på en persondator med högupplösande färgskärm. Upp till 6 olika dimensioner eller måttklasser kan i nuvarande version visas samtidigt. Dessa kan samlas in från en eller flera givare. Det behöver alltså inte vara enbart tjocklekar utan även bredder och längder kan presenteras med detta program. Om ingen särskild rutin införs i programmet sorteras bitarna på mätvärdesstorleken. Man kan också sortera på särskilda kriterier, till exempel på var i meddelandet från givaren måttet står, om man vill skilja på höger- och vänsterbitar i en post. Så görs det till exempel vid anslutning till Saab DS.

Datorn ansluts till den önskade givaren på så sätt att mätvärdena kan samlas in seriellt. Eventuellt måste givar-signalen omformas till ett för persondatorn läsbart format. Så är fallet för till exempel givaren Rema 8803, där ut-signalen är parallell med en spänningsnivå på 24V. Anpassningskort finns i de flesta fall att köpa och montera in i datorn.

Programmets rutin för att sortera ut det relevanta mätvärdet ur all information måste specialanpassas för varje givardator. I fallet med Saab DS, se figur 31., skall man till exempel välja ut medelvärdet och wobblingen för alla bitar i blocket. Från kantverken ser informationen ut på ett annat sätt, men även där måste man sortera ut den relevanta informationen.

När man anslutit persondatorn till givardatorn är det bara att sätta igång programmet. Se figur 37., där första frågesidan kan ses.

Man väljer först hur många dimensioner man vill se kurvor på. Man kan välja hur många mätvärden man vill se av varje dimension, samma antal för alla dimensioner. Man väljer hur många mått inom dimensionen medelvärdet skall bildas av samt hur många "gångar standardavvikelsen" spridningskurvorna skall representeras av. Med $1 * s$ får man ett konfidensintervall på 68,2%, med $2 * s$ får man 95,4% och med $3 * s$ får man ett

konfidensintervall på 99,7%, se figur 6. Man väljer till sist hur många mått, sammanlagt i alla dimensioner, som skall läsas in innan uppdatering av kurvorna sker.

På nedanstående frågor är värdet inom parentes förvalt. Om inget nytt värde anges startar programmet med värdena inom parentes som inparametrar

Gå direkt till att ändra 'rutparametrarna' med <F9> <RETURN>
Avsluta inmatningen med <F10> <RETURN>

Hur många mätvärden, minst 2, vill du se av varje dimension (50) ?

Hur många mått ska medelvärdet bildas av, (10) ?

Hur många 'gångar standardavvikelsen' ska användas vid beräkningen, (3) * s?

Hur många mått ska tas in innan kurvorna uppdateras (10) ?

Hur många dimensioner (max 6) vill Du se kurvor på (6) ? ■

Figur 37. Första frågesidan i presentationsprogrammet. Information om beräkningsparametrar.

För att få en god uppföljning och ett rimligt tidsförhållande kan man vara tvungen att pröva sig fram till hur många mått man vill se respektive hur många som skall samlas in innan uppdatering görs. Det tar olika lång tid för olika datorer att utföra beräkningarna och sedan rita det som har beräknats.

Sedan anger man hur själva diagrammet skall vara uppbyggt, se figur 38. För varje dimension skall man ange börvärde i form av dimension samt tolerans. Dessutom kan man ange en beskrivande text som står som överskrift över respektive kurva. Om sortering skall ske på dimension får man vara noggrann då parametrarna anges, så att inte dimensionerna överlappar varandra. Sålunda skall medelvärdet $\pm 2 * \text{toleransen}$ för en dimension inte överlappa medelvärdet $\pm 2 * \text{toleransen}$ för en annan, om man inte skall riskera att bitar från den ena dimensionen faller i fel fack. Om det till exempel sägas bitar med råmått 18 och 21 mm samtidigt, får man inte ange $18 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ och $21 \pm 1 \text{ m}$, eftersom $18 + 2 * 1$ och $21 - 2 * 1$ överlappar varandra.

Ruta nummer	1	2	3
Dimension, mm	150	41	34
Tolerans, mm \pm	1.3	1.3	1
Text	Kantsåg, blockhöjd	Delningssåg, centrum	Delningssåg, centrum

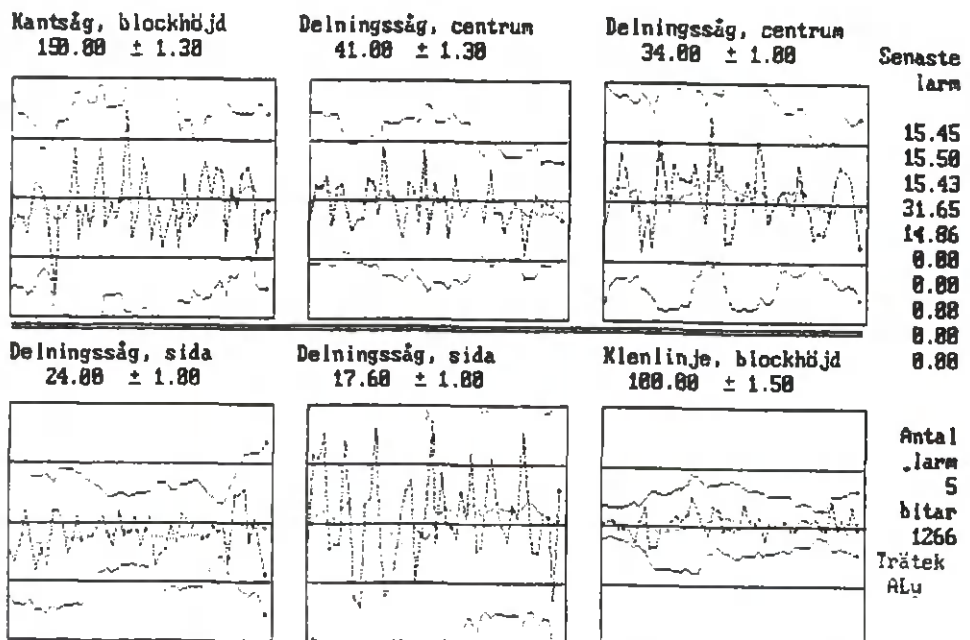
Ruta nummer	4	5	6
Dimension, mm	24	17.6	100
Tolerans, mm \pm	1	1	1.5
Text	Delningssåg, sida	Delningssåg, sida	Klenlinje, blockhöjd

Vilken ruta vill Du ändra? 0 => tillbaka till förra menysidan.
 1 - 6 rutnummer.
 <RETURN> => klart. ■

Figur 38. Andra frågesidan i presentationsprogrammet. Information om dimensionerna som skall presenteras.

Vid felinslagna parametrar och vid dimensionsbyte är det enkelt att ändra de angivna värdena.

När alla parametrar är inmatade och godkända startar datainsamlingen, beräkningarna och kurvritandet. Efter ett tag kan skärmen se ut som i figur 39.



Figur 39. Skärmutseende efter en tids mätvärdesinsamlande och kurvritande.

I varje ruta ser man tre fasta linjer: en mittlinje som på bildskärmen är gul och motsvarar börvärdet, samt på varsin sida om mittlinjen en röd toleranslinje.

Varje mätvärde motsvaras av en vit punkt i diagrammet. Man kan också välja att inte se varje mätvärde, utan endast medelvärde och standardavvikelse. Medelvärdet representeras av en grön linje och beräknas som medelvärdet av de senaste mätvärdena i varje klass. Antalet mätvärden som ingår i beräkningen har angivits på frågesida 1, se figur 37. Spridningen representeras av blå linjer och beräknas även den utifrån de senaste mätvärdena. Konfidensintervallet har angivits på frågesida 1.

Mätvärden som faller utanför rutan för lämplig dimension, det vill säga värden som ligger utanför börvärdet $\pm 2 \cdot$ toleransen, läggs i ett "slaskfack" vid sidan om diagrammen. Överskriften är "Senaste larm" och visar de 10 senaste felaktiga måtten. Hur många larm som avgivits och hur många bitar som inmätts står också angivet.

Om man anser att SPC bättre skulle motsvara behoven som föreligger, är det tämligen enkelt att införa en sådan beräkningsrutin i programmet istället för den nuvarande med endast medelvärde och spridning.

13 DATORBEHOV, ANSLUTNINGAR

För att kunna köra programmet krävs en persondator med högupplösande färgskärm. Eftersom miljön inte alltid är den bästa på sågverk, bör datorn vara anpassad till en dammig och skakig omgivning. Datorn bör vara av minst AT-typ eller motsvarande, då många beräkningar skall utföras, och allt måste ske i realtid. En flyttalsprocessor snabbar upp programmet åtskilligt, 6 - 8 gånger, men är inte nödvändig om endast ett fåtal dimensioner skall visas och man har en väljusterad parameterinställning. Datorn måste ju hinna utföra alla beräkningar och diagramritningar innan de följande värdena skall behandlas.

Programmet i nuvarande version läser serieingången och plockar in mätvärdena den vägen. Man behöver därför en anslutningssladd mellan givarsystemet och presentationsdatorn för att kunna avlyssna kommunikationen mellan givardatorn och en terminal. En del givarsystem har direktutgång till seriell skrivare eller liknande och då kan man ofta använda den.

Man bör inte ha någon möjlighet att skriva till givaren från datorn. En sådan konversation medför alltför stora risker att förvirra för givardatorn. Den kan man ju alltid kommunicera med genom dess egen terminal.

För anslutning av givare med parallella signaler får ett omvandlingskort monteras i datorn. Det är ett kort som omvandlar den parallella signalen till en för datorn läsbar information.

14 INDUSTRIKONTAKTER, BESÖK

Kontakter har tagits med SAAB Wood, Söderhamns Verkstäder AB, Rema Control AB och Sawco System AB.

SAAB Wood och Rema har inte visat något större intresse för projektet och anser att de har tillräckligt bra produkter och presentationsutrustning redan.

Söderhamns och Sawco visade ett större intresse.

Besök har därför gjorts på Söderhamns Verkstäders elektronikavdelning i Västerås och på Sawco System i Nyköping.

På dessa företag var man intresserade av möjligheten att presentera mätdata på ett annat sätt än i tabellform.

Sawco System säljer SeeCon mätutrustning i Sverige. Man ansåg att denna utrustning har vissa begränsningar i presentationen, som skulle kunna förbättras genom att kurvor över mätningarna visas i stället för tabeller.

Söderhamns var intresserade av möjligheten att koppla samman sina automatkantverk med en noggrann produktionsuppföljning av måttnoggrannheten. Givarna finns ju redan och används på ett sätt. Ytterligare en applikation ökar kantverkets nytta och användbarhet.

15 INDUSTRIFÖRSÖK

Demonstration och försök har utförts vid fyra sågverk: Knivsta Sågverk i Knivsta, Nyby Sågverk i Björklinge, Wilhelmssons Trä i Linghem och Kastets Sågverk i Gävle.

Dessa sågverk har olika produktionskapacitet och utrustningar.

Vid Knivsta Sågverk har man automatisk tjockleksmätning bara vid råsorteringen. Givaren där är en Rema 8802, vilken skiljer sig från 8803 på ett sådant väsentligt sätt att inkoppling var omöjlig att utföra utan en omkonstruktion av anslutningen till insamlingsdatorn.

Mätningen fick därför göras manuellt med skjutmått och med den tidigare, i kapitel 10, beskrivna miniprocessorn.

Vid Nyby Sågverk gjordes ett försök att ansluta insamlingsdatorn till givaren Rema 8803, men det visade sig att givaren

inte orkade driva en extra last, trots att Remas tekniker konsulterats vid konstruktionen av anslutningsdon och parallell-seriellomvandlaren. En inkoppling till automatkantverkets dator kunde dock göras utan problem, och ett antal timmars produktion kunde mätas in med avseende på sidobrädornas tjocklek.

Samtidigt med den automatiska inmätningen utfördes en manuell mätning på samma sätt som på Knivsta Sågverk. En jämförelse mellan automatisk och manuell mätning visade på en god överensstämmelse med avseende på måttnoggrannhetens stabilitet och trend.

Vid Wilhelmssons Trä gjordes ännu ett försök med Remas sorterverksgivare. Inte heller denna gång lyckades det, trots ytterligare omkonstruktion av anslutningsdon och omvandlare. Anslutningen till kantverket gick dock även här utan problem, och nästan två dagars produktion av sidobrädor kunde mätas in automatiskt.

På Kastets Sågverk anslöts SAAB DS till insamlingssystemet. Efter vissa modifieringar i sorteringsrutinen i programmet kunde måttnoggrannheten och wobblingen på produktionen av centrumutbyte presenteras i kurvform på ett lättfattligt sätt. Även här samlades nästan två dagars produktion från en linje in.

Vid besöken var sågverkets personal med vid datainsamlingen och presentationen. Mottagandet var överlag positivt och man kunde märka ett stort intresse för mättekniska frågor.

16 **STANDARDS**

Den standard som berör måttnoggrannhetsområdet är SIS 23 27 11, sågat virke, dimensioner. För kvalitetssäkring och kvalitetskontroll finns ett antal standarder. De för kvalitetssäkring har benämningarna

- SS-ISO 9000, Kvalitetssystemstandarder - Vägledning för val och användning
- SS-ISO 9001, Kvalitetssystem - Krav vid konstruktion, utveckling, produktion, installation och service
- SS-ISO 9002, Kvalitetssystem - Krav vid produktion och installation
- SS-ISO 9003, Kvalitetssystem - Krav vid slutkontroll och slutprovning
- SS-ISO 9004, Kvalitetssystem - Allmänna riktlinjer

SS-ISO 9000 är avsedd att klargöra skillnaderna och sambanden mellan de viktigaste kvalitetsbegreppen och att ge vägledning för val och användning av standarder för kvalitetssystem som

kan användas för internt syfte och för extern kvalitets-säkring.

SS-ISO 9001 - 9003 är avsedda att användas när en köpare vill försäkra sig om att en leverantörs kvalitetssystem säkerställer att kvalitetskraven uppfylls.

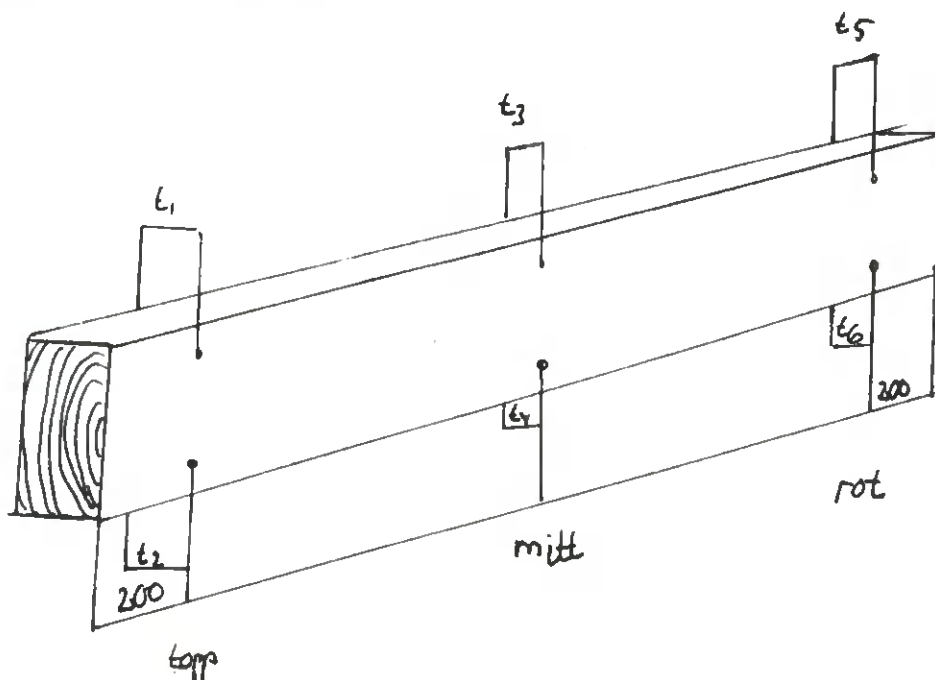
SS-ISO 9004 används av företag som av eget intresse vill införa och driva kvalitetssystem.

SSG, Skogsindustriella standardiseringsgruppen, har utarbetat flera standarder för bildskärmsergonomi. Till exempel finns det en standard för hur bildskärmspresentationen skall vara utformad vid bildskärmsbaserade styrsystem för presentation av stora mängder information, hur larm skall behandlas och hur processbilden skall byggas upp. Dessa standarder är främst avsedda för den träkemiska industrin, men kan förstås, i tillämpliga delar, även appliceras på den trämekaniska industrin.

17

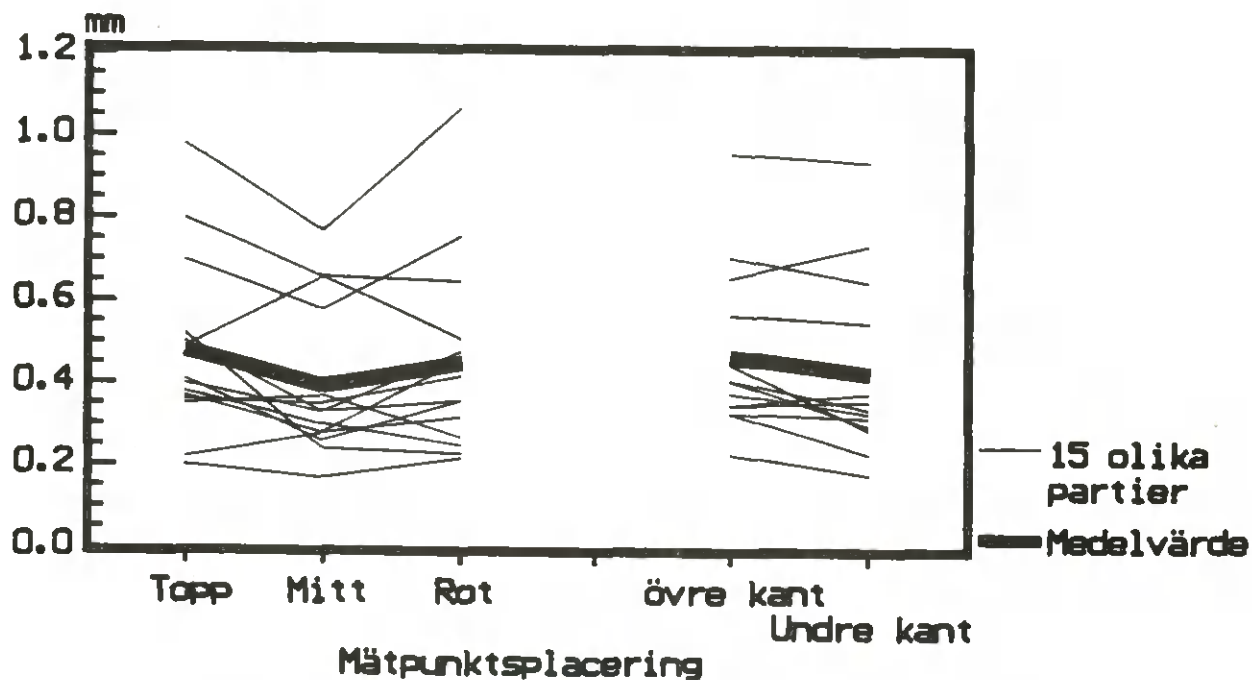
VAR PÅ BITEN SKALL DET MÄTAS?

En mindre undersökning av måttnoggrannhetens variation inom biten har utförts på ett antal sågverk. 15 virkespartier om tillsammans 641 bitar har mätts in manuellt, utan att skilja på höger- och vänsterbitar. Måtten har tagits i över- och underkant på biten, på tre ställen i bitens längsled, summa 6 mått per bit, se figur 40.

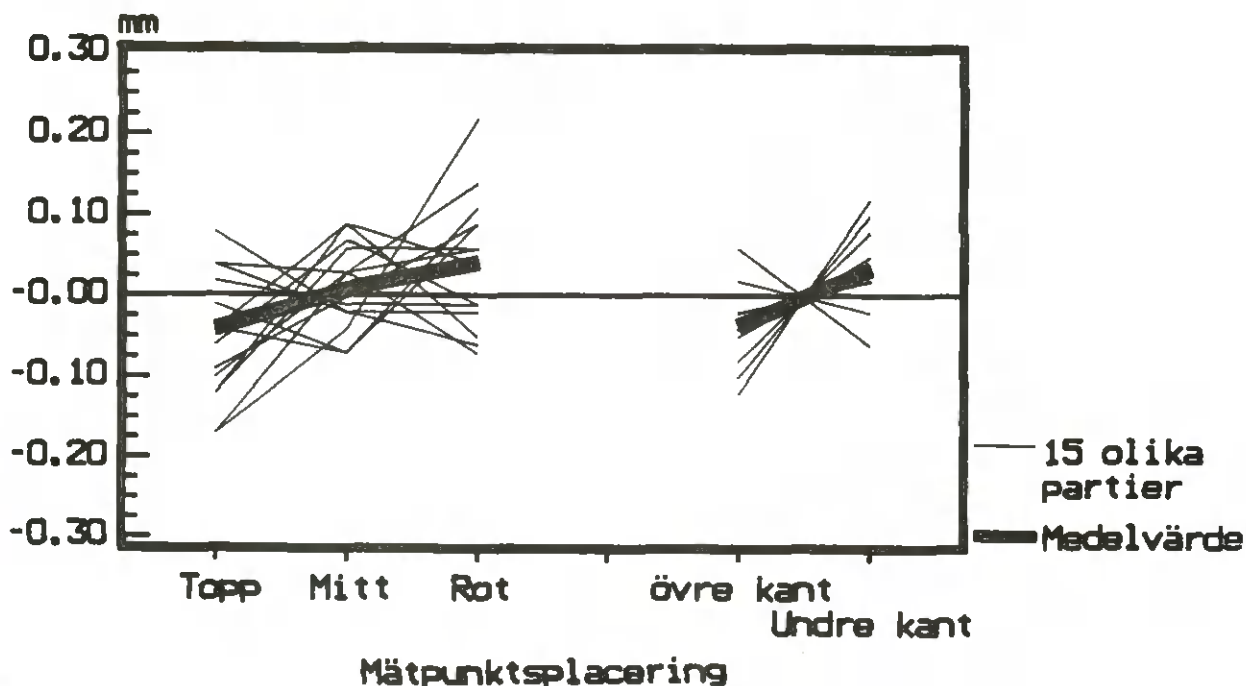


Figur 40. Mätmetod vid måttkontroll enligt Träteknik-metoden.

Resultatet av undersökningen visas i figurerna 41. och 42. Man ser att bitarna generellt är tunnare i toppen än i roten liksom att de är tunnare i överkanten än i nederkanten. Tjockleksdifferensen är relaterad till medelvärdet av de 6 tjockleksmått. Spridningen på måttet är störst i toppen och minst på mitten av biten samt större i överkanten än i nederkanten. Spridningen som visas är måttspridningen i varje mät-punkt.



Figur 41. Differensen mellan virkesbitens medeltjocklek och tjockleken i respektive mät-punkt.



Figur 42. Standardavvikelsen på tjockleksmättet som funktion av mät-punkt-placeringen.

Man kan i figur 41. se att medelvärdet kan skilja upp till 0,4 mm mellan topp- och rotmått. Ett parti hade toppmättet ca 0,15 mm tunnare än mittmättet och rotmättet ca 0,25 mm tjockare.

Om bara ett mått per bit ska tas bör man alltså mäta i toppen av biten eftersom det är där den största spridningen i mått uppträder. Man får då också en kontroll på att biten inte blir för tunn, eftersom bitarna oftast är tunnast i toppen.

18 VAD KAN SÅGVERKEN GÖRA FÖR ATT FÖRBÄTTRA SIN MÄTTNOGGRANNHETSKONTROLL?

18.1 Identifiera problemet

Som alltid när det gäller förändringar är grunden till framgång att inse att ett problem verkligen existerar och därefter att problemet identifieras.

Sågverken måste själva komma underfund om och inse att **måttkontroll är viktigt!**

Ett par mycket enkla frågor, med inte alltid så enkla svar, som sågverket kan ställa sig när måttkontrollutrustning kommer på tal är:

Hur mycket övermål sågas det med "för säkerhets skull"?
 Vad kostar det i minskat utbyte?
 Vad kostar det i efterföljande hyvling?

Hur mycket undermål sågas det med?
 Vad kostar det i dimensionsnedklassning?
 Vad kostar det i kundrelationer om undermåliga bitar skickas med?

Varför sågar vi med övermål / undermål?
 Är det av tradition eller kan vi inte bättre?
 Är det någon som önskar övermål / undermål?

Vad kostar det att göra rätt från början?
 Är det billigare att klassa ner en del virke till en tunnare dimensionsklass eller att såga med övermål än att mäta och justera vid felaktiga mått?
 Vad kostar det att köra runt för omsortering då det fattas fack i sorterverket beroende på felsågning?

Det enklaste sättet att upptäcka och identifiera problemet är att under ett par dagar genomföra en kontrollmätning med SPC-

metoden och utvärdera hur mycket felsågningar som sker, varför de sker och vad de kostar. Till en sådan undersökning behövs skjutmått, tid, instruktioner och eventuellt en data-processor liknande den Träteck använder.

18.2 En ledningsfråga

Införandet av måttkontrollsystem är i mångt och mycket ett administrativt problem.

Alla nyheter som införs måste vara sanktionerade av företagsledningen. Det är därför viktigt att ledningen inser att i ett initialskede av uppbyggnaden av måttkontrollkompetens kommer kostnaden att överstiga de intäkter som genereras. Enligt de undersökningar som gjorts i världen genom åren betalar sig så gott som alla kvalitetsförhöjande åtgärder inom kortare tid än vad som antogs från början, varför ledningen troligen kan acceptera en initialkostnad om det kan antas att intäkterna kommer inom kort.

18.3 Instruera personalen

Personalen måste vara informerad om vad som kontrolleras och varför. Personalen måste även bli motiverad och inspirerad av den potential som finns i att behandla virket på rätt sätt och att kunna leverera en fullgod produkt. Om inte personalen förstår varför måttkontroll behövs, finns det ingen möjlighet att få respons på införandet av kontrollmätning.

Ansvariga för måttkontrollen måste utses och rutiner för provtagning måste införas. Om inte detta görs är risken att måttkontrollen, liksom idag, blir satt på undantag och bara görs om det finns spilltid över.

18.4 Skaffa utrustning

Utrustningen som behövs i ett inledningsskede är i princip bara ett skjutmått med lättavläst skala. Kurvritning och utvärdering kan man utföra manuellt, men det är lätt att rita fel i diagrammen (presentationen bör ju, som visats tidigare, ske i diagramform). En utrustning för SPC kan därför vara en god investering för att komma igång. Denna utrustning kommer ju att användas i fortsättningen också.

Om man redan från början vet med sig att ett måttkontrollsystem behövs är det mest en fråga om plats och kostnad. System som mäter tillräckligt bra finns att köpa, även om presentationen av resultaten inte är fullkomlig.

I sågverkslayouten skall det vid redan vid projektering planeras för måttkontrollsystem.

18.5 Gör uppföljning av måttkontrollerna

En åtgärd utan uppföljning kan lika gärna vara ogjord.

Låt måttkontrollen bli en vana.

Se till att mätning inte bara görs då "inget bättre" finns att göra.

Följ de anvisningar som finns för måttkontroll och uppföljning, antingen det gäller SPC eller någon annan mät- och utvärderingsmetod.

Mät ofta och följ upp mätningen med diagram som hela sågverkspersonalen kan se. På det viset sporras personalen till bättre resultat.

Åtgärda de brister som kontrollerna pekar på och se hur resultatet förbättras.

18.6 Berätta för personalen hur bra måtten hålls

Om personalen kontinuerligt har möjlighet att följa måttnoggrannhetsundersökningarna, till exempel genom att anslå mätprotokoll på anslagstavla, kommer intresset för kontrollerna att öka. En viss bonus kan kanske komma i fråga också.

18.7 Berätta för kunderna hur bra måtten hålls

Ett sätt att informera kunden är att skicka med protokoll från måttkontrollen så att det dels finns uppgift om att sågverket är intresserat av att hålla måttet, dels att sågverket har förmåga till detta.

På så vis skapas också ett visst tryck på verket att kontrollera och hålla måttet - ett tryck som kan fungera som uppmuntran när det syns hur bra det sågas.

Litteraturförteckning

- Grönlund, A, Karlsson, G, 1977.
Manuellt måttkontrollsystem i sågverk.
STFI-meddelande serie A nr 469.
- Holöyen, S, Mote, C.D, Jr, 1977.
Undersökelse av skurnöjaktighetsmålemetoder.
Norsk Treteknisk Institutt.
- Nordberg, L, 1977.
Statistisk kvalitetskontroll för allmän kurs III och matematisk statistik.
Matematisk statistik, KTH.
- Sandholm, L, 1978.
Kvalitetsstyrning - ett medel för bättre lönsamhet.
Sveriges Mekanförbund.
- Sandholm, L, 1988.
Kvalitetsstyrning.
Studentlitteratur.
- Sandqvist, I, 1982.
Dimensionsmätning av sågade trävaror - teorier och tekniska lösningar.
STFI-meddelande serie A nr 632.
- How to increase profit in bandsawing. Practical models for increased lumber recovery.
Uddeholm.
- Manualer till Mitutoyo Digimatic miniprocessor DP-3DX
- Statistisk Processtyrning (SPC), 1988
Kursmaterial.
STF Ingenjörsutbildning.

Detta digitala dokument
skapades med anslag från

**Stiftelsen Nils och Dorthi
Troëdssons forskningsfond**

TräteknikCentrum

INSTITUTET FÖR TRÄTEKNISK FORSKNING

Box 5609, 114 86 STOCKHOLM
Besöksadress: Drottning Kristinas väg 67
Telefon: 08-14 53 00
Telex: 144 45 tratek s
Telefax: 08-11 61 88
Huvudenhet med kansli

Åsensvägen 9, 552 58 JÖNKÖPING
Telefon: 036-12 60 41
Telefax: 036-16 87 98

ISSN 0283-4634

931 87 SKELLEFTEÅ
Besöksadress: Bockholmsvägen
Telefon: 0910-652 00
Telex: 650 31 expolar s
Telefax: 0910-652 65