

Test av kommersiella fuktkvotsmätare in-line



Utrustning för in-linemätning av fuktkvot

Mätnoggrannhet – köpråd – kalibreringstips

Marknadskraven på rätt fuktkvotnivå och fuktkvotsspridning hos ett virkesparti ökar successivt. Skälet är att virkets fuktkvot väsentligt påverkar övriga kvalitetsegenskaper såsom formstabilitet, beständighet och hållfasthet. Därför är det viktigt att sågverken kan mäta fuktkvoten med tillräckligt hög noggrannhet. Undersökningen visar att kapacitiva fuktkvotsmätare brister i mätnoggrannhet. Exempelvis skulle densitetskompensering väsentligt öka mätnoggrannheten.

De flesta sågverk bedömer virkesfuktkvoten för hela sin produktion med resistiv handfuktkvotsmätare. Ca 15 mätningar görs i genomsnitt per torksats som innehåller ca 4000 virkestyckena. Detta lilla stickprov – i kombination med att resistansmätningen bara görs i en begränsad punkt i virkets tvärsnitt – innebär en mycket grov uppskattning av medelfuktkvoten. Bedömningen av fukt-

kvotsvariationen i torksatsen blir ännu grövre och är i de flesta fall oanvändbar. Utrustningarna för allkontroll av fuktkvoten in-line i denna undersökning har också sina mätnoggrannhetsbrister. Men de ger en bättre mätnoggrannhet än om ett stickprov skulle tas med en handmätare – förutsatt att in-linemätarna är rätt kalibrerade. Kalibreringen är en tidsödande men viktig del av deras funktion.

De fyra vanligaste in-linemätarna i Norden, Brookhuis, Exotek, Quasar och Wagner, har testats under normala driftförhållanden och deras mätnoggrannhet undersökts. Även kalibreringsmetoderna har utvärderats och förslag till förbättringar har angivits.

Vid testet kalibrerades mätarna med torrviktsmetoden med 50 stycken plank per dimension. Sju testomgångar genomfördes – ett paket med 25 x 125 furu och två paket, med 50 x 125 mm furu (paket C och D).

Eftersom kapacitiva mätare normalt är gjorda för mätning under fibermättnad,

koncentrerades mätningarna till detta område.

Med in-linemätarnas mätnoggrannhet menar man normalt mätnoggrannheten vid mätning av ett virkespaket eller ett virkesparti, inte bara mätning av ett virkestykke. Vid mätning av ett virkespaket är man i första hand intresserad av mätnoggrannheten för paketets uppmätta:

- 1) medelfuktkvot,
- 2) fuktkvotsspridningen i paketet, vanligtvis uttryckt som standardavvikelse,
- 3) fuktkvot hos de enskilda virkestyckena.

Men dessutom är det av intresse att veta:

- 4) om mätarna kan avgöra om fuktkvoten är över eller under fibermättnad (25–30%),
- 5) deras repeterbarhet.

I denna undersökning har alla de fem mätnoggrannheterna bestämts hos de fyra mätarna.



De genomförda testomgångarna kan sammanfattas i nedanstående tabell.

1. **Mätnoggrannheten för uppmätt medelfuktkvot vid de sju testomgångarna.** Värdena anger avvikelser från den verkliga medelfuktkvoten mätt med torrviktsmetoden. Medelfuktkvotens avvikelse kan också kallas "det systematiska felet". Med "absolut avvikelse" menas att man inte visar om avvikelser är positiv eller negativ. Medelvärden av den absoluta avvikelserna var *liten* (max 0,9) medan differensen mellan den största och minsta avvikelserna var ganska stor (2,1% respektive 2,2%) för E och Q.

	B	E	Q	W
Medelvärde av den absoluta avvikelserna för de sju testomgångarna, %	0,7	0,9	0,7	0,5
Största/minsta avvikelse per testomgång, %	1,3/0,0	0,0/-2,1	1,2/-1,0	0,3/-1,0
Differensen mellan största och minsta avvikelse, %	1,3	2,1	2,2	1,3

2. **Bestämningen av ett virkespartis fuktkvotsvariation (fuktkvotsspridning)** uttryckt som standardavvikelse var grovt felaktig hos två av mätarna. Felen anges i % av den verkliga standardavvikelsen (mätt med torrviktsmetoden).

	B	E	Q	W
25 mm tjockt virke (1 testomgång), %	20 för lågt	40 för lågt	87 för högt	0
50 mm tjockt virke (6 testomgångar), %	22 för lågt	13 för lågt	28 för högt	13 för lågt

3. **Mätnoggrannheten för varje enskilt virkesstycke** (det slumpmässiga felet) var i medeltal *låg* vid de 7 testomgångarna och ganska lika för de fyra mätarna, $\pm 2,4$ till $\pm 3,7\%$ (90% konfidensintervall). Detta innebär att om den verkliga fuktkvoten hos ett virkesstycke är 12% (mätt med torrviktsmetoden) kan en in-linemätare i medeltal visa en fuktkvot från 9,6 till 14,4% vid 90% konfidensintervall.

	B	E	Q	W
Medelmätnoggrannhet vid 90% konf., %	$\pm 2,4$	$\pm 2,8$	$\pm 3,7$	$\pm 2,9$
Minsta/högsta medelmätnoggrannhet per mätomgång vid 90% konf., %	$\pm 1,4/\pm 2,8$	$\pm 1,9/\pm 3,2$	$\pm 2,4/\pm 6,1$	$\pm 1,9/\pm 3,3$
Vid 12% medelfuktkvot vid 90% konf., %	9,6–14,4	9,2–14,8	8,3–15,7	9,1–14,9

4. **En in-linemätare måste kunna registrera ett virkesstycke som har en fuktkvot över fibermättnad (mer än 25%).** Vid denna test hade tre otorkade virkesstycken slumpmässigt lagts in i paket D respektive E. Paketerna mättes 2–3 gånger. En av mätarna (B) registrerade värdena 28–31% hos de 25 mm tjocka otorkade virkesstyckena. En annan mätare (Q) registrerade korrekt mycket höga fuktkvotsvärden (100%). En tredje mätare (W) registrerade för låga värden och (E) registrerade inga fuktkvotsvärden alls för de otorkade virkesstyckena. För 50 mm tjockt virke visade både B och W för låga värden.

	B	E	Q	W
25 x 125 mm 124%	31%	Ingen registrering	100%	22–30%
25 x 125 mm 36%	28–29%	Ingen registrering	100%	19–24%
50 x 125 mm 85%	19–20%	Ingen registrering	47–57%	20–25%
50 x 125 mm 48%	21–23%	Ingen registrering	46–57%	13–14%

5. **Repeterbarhet.** Virkespaketerna C och D med 50 x 125 mm furu kördes om flera gånger. En perfekt mätare ska varje gång mäta samma värde när virket passerar sensorn. I praktiken kommer mätvärdet alltid att avvika. Standardavvikelsen för avvikelserna mellan de två mätningarna av de 50 virkesstyckena i respektive testpaket var ganska stor för alla mätare. Bästa resultatet var standardavvikelsen $s = 0,84$ för mätare B. Detta innebär att mätningarnas avvikelse för 90% av virket kommer att ligga inom $s \cdot t = \pm 0,84 \times 1,64 = 1,38\%$ fuktkvot (repetering 2 med mätare B), där det s k t-värdet är ett värde som tas ur vanliga statistikböcker för ett visst värde på sannolikheten. För 90% konfidensintervallet är $t = 1,64$.

	B	E	Q	W
Repetering 1	$\pm 1,48$	$\pm 2,61$	$\pm 2,34$	$\pm 2,39$
Repetering 2	$\pm 1,38$	$\pm 3,11$	$\pm 2,51$	$\pm 3,04$
Repetering 3	$\pm 2,04$	$\pm 3,67$	$\pm 6,66$	$\pm 2,68$
Repetering 4	$\pm 2,48$	$\pm 4,04$	$\pm 7,65$	$\pm 3,27$
Medel av repetering 1–4	$\pm 1,8$	$\pm 3,4$	$\pm 4,8$	$\pm 2,8$

B = Brookhuis, E = Exotek, Q = Quasar, W = Wagner

Slutbedömning

- Mätarna är användbara för bestämning av *ett virkespakets medelfuktkvot* men mätare E visade i en av testomgångarna 2,1 fuktkvotsprocent för låg medelfuktkvot – trots att samma mätare visade exakt medelfuktkvot för en annan testomgång med ett annat virkespaket med samma virkesdimension. I medeltal erhöles det bästa resultatet vid alla mätomgångar med mätare W med en absolut medelavvikelse på 0,5 fuktkvotsprocent – tätt följd av mätare B med medelavvikelsen 0,7, se tabellen. (Vid bestämningen har hänsyn inte tagits till om avvikelsen var negativ eller positiv, vilket ger det mest rättvisa resultatet).
- Många gånger är det viktigare med en bra mätnoggrannhet vad gäller *virkespartiets fuktkvotsspridning* än vad gäller medelfuktkvoten. Fuktkvotsspridningen anges normalt som standardavvikelse s. Mätare Q visade i medeltal, för de sex testomgångarna med 50 mm tjockt virke, 28% för hög standardavvikelse. Det bästa resultatet hade mätare W och E båda med i medeltal 13% för låg standardavvikelse följda av mätare B (22% för lågt), se tabellen.
- Mätarna är mindre bra på att mäta *enskilda virkesstycken*. Mätare B hade den högsta mätnoggrannheten (90% av virket inom $\pm 2,4\%$) men E och W var nästan lika noggranna ($\pm 2,8\%$) respektive ($\pm 2,9\%$). Mätare Q hade betydligt sämre mätnoggrannhet för ett enskilt virkesstycke.

Även om mätare B i medeltal hade den högsta mätnoggrannheten för enskilt virkesstycke, varierade mätnoggrannheten mellan testomgångarna från $\pm 1,4\%$ till $\pm 2,8\%$, se tabellen.

- Några mätare kan inte avgöra om rätt virke med fuktkvoter på 50-125% ligger *över fibermättnad*. Mätare B och W hade sådana brister. Mätare E registrerade över huvud taget inte något mätvärde för rätt virke – vilket i sig är en indikering. Det var bara mätare Q som kunde indikera med en hög fuktkvot att virket hade en fuktkvot över fibermättnad.
- *Repetierbarheten*, d v s förmågan att visa samma mätvärde för samma virkesstycke vid flera mätomgångar, visade sig vara ännu lägre än mätnoggrannheten för enskilda virkesstycken. Bäst repetierbarhet hade i medeltal mätare B med 90% av mätvärdenas avvikelse inom $\pm 1,8\%$ fuktkvot följt av W med $\pm 2,8\%$, E med $\pm 3,4$ och Q med så högt värde som $\pm 4,8\%$.
- Då in-linemätarna *kalibreras* bör torrviktsmetoden användas. Vid undersökningen användes 50 plankor per virkesdimension för kalibrering. Kalibreringen blir nästan lika bra med 30 plankor. Det finns olika sätt att genomföra kalibreringen på. Det viktigaste är att inte genomföra den med avvikande medeldensitet. Många sågverk bör effektivisera sina kalibreringsrutiner för att höja mätnoggrannheten genom t ex regelbundna kalibreringar av alla vanliga virkesdimensioner. Lämplig person att utföra denna kalibrering är ofta sågverkets tork-

operatör men ibland kan han behöva hjälp av någon med statistikkunskaper som utvärderar kalibreringarna med hjälp av t ex ett Excel-program.

- Virkesanvändarnas ökade krav på preciserade fuktkvoter innebär på sikt att mätarna bör förbättras med exempelvis *densitetskompensering*.
- Mätarna bör vara så beskaffade att *kalibrering* kan ske *under drift*. Man vill sällan göra regelbundna avbrott under produktionen. Vidare blir det enklare att göra de nödvändigt regelbundna kalibreringarna. Och att kunna addera de nya kalibreringsvärdena till de gamla.
- Vid köp av in-linemätare ska leverantören kunna garantera mätnoggrannheten. Den är i allmänhet bättre vid låg än vid hög fuktkvot. Därför är det lämpligt att mätnoggrannheten specificeras både för *en låg och en hög fuktkvotnivå*, exempelvis klass A (7-12%) och klass C (14-25%) enligt den nya standarden EN 13183-3. För att slippa diskussioner vid en reklamation är det viktigt att mätproceduren för en *garantiprovnin*g är angiven i köpekontraktet.
- Vid köp av en ny fuktkvotsmätare rekommenderas att köparen utifrån denna undersökning bedömer vilka egenskaper som är viktigast för hans kunder. Kundkraven kan t ex vara hög precision på medelfuktkvoten, fuktkvotsspridningen eller mätnoggrannheten för ett enskilt virkesstycke. I det senare fallet ställer kunden t ex krav på maximal fuktkvot för att undvika mögel.

Mer att läsa

Trätekt Rapport P0309026 Test av kommersiella fuktkvotsmätare in-line. Björn Esping, Trätekt, 2003.

Kontaktperson på Trätekt

Björn Esping, 08-762 18 00, bjorn.esping@tratek.se

Hemsida: www.tratek.se

Denna undersökning har bekostats av Svenskt Trä, VINNOVA och de fyra leverantörerna av in-linemätare.



INSTITUTET FÖR TRÄTEKNISK FORSKNING

Box 5609, 114 86 STOCKHOLM
Besöksadress: Drottning Kristinas väg 67
Telefon: 08-762 18 00
Telefax: 08-762 18 01

Vidéum Science Park, 351 96 VÄXJÖ
Besöksadress: Lückligs plats 1
Telefon: 0470-59 97 00
Telefax: 0470-59 97 01

Skeria 2, 931 77 SKELLEFTEÅ
Besöksadress: Laboratorgränd 2
Telefon: 0910-28 56 00
Telefax: 0910-28 56 01