



RAPPORT

Kontaktperson
Göran Berggren
SP Trä
010-516 62 30
Goran.Berggren@sp.se

Datum
2012-09-20

Beteckning
PX21326

Sida
1 (17)

Gösta Gustafsson
Fastighetsutveckling
SABO
Box 474
101 29 Stockholm

Instruktioner för fuktkvotsmätning i fält och rekommendation av mätinstrument.

(3 bilagor)

Bakgrund

SABOs ambition är att skapa en branschgemensam standard för hur besiktning av utvändiga måleriarbeten ska utföras. Idag tillämpas metoden enligt SS-EN 13183-2:2002/AC:2004 för resistiva fuktkvotsmätare för mätning på stora partier av sågad träråvara. En viktig del är hur ytfuktkvotsmätning ska göras i fält då ingen verifierad metod eller standard finns idag.

Ytfuktkvoten hos trä är viktig och bör hållas låg eller i alla fall vid eller under 16% i samband med målningsarbeten för att säkra en god vidhäftning och att minimera påväxt av mögel och alger.

Uppdraget innebär att SP Trä hjälper till att ta fram en tydlig formulering i en handledning för ytfuktkvotsmätning i fält, i första hand avsedd för yrkesverksamma målare.

Innehållet kan också användas för fuktkvotsmätning i allmänhet för byggtreprenörer och andra träanvändare.

Denna rapport har också avsikten att förenkla urvalet av fuktkvotsmätare för användaren. Målsättningen är att hitta en mätare som är enkel och robust och som ger tillförlitliga mätvärden oberoende av brukare eller klimat där den används.

Avgränsning: Då antalet mätare som finns på marknaden är stort har ett mindre antal fuktkvotsmätare valts. Urvalet baseras på bla. renommé och tillgänglighet hos lokala återförsäljare.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Postadress
SP
Skeria 2
931 77 SKELLEFTEÅ

Besöksadress
Laboratorgränd 2
931 62 SKELLEFTEÅ

Tfn / Fax / E-post
010-516 50 00
0910-70 14 76
info@sp.se

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte SP i förväg skriftligen godkänt annat.

Innehåll

Sammanfattning	3
Framtagning av mätinstruktion	4
Standarder för ytfuktkvotsmätning och målfuktkvotsmätning	4
Fakta från andra undersökningar i Norden och Europa	4
Mätinstrument för utfuktkvotsmätning	6
Kravspecifikation	9
Utvärdering av Fuktkvotsmätare	10
Resultat från mätningen	11
Anteckningar från användningen	13
Slutsatser från mätningen och rekommendation av mätinstrument för ytfuktkvotsmätning	14
Rekommendation av Fuktkvotsmätare	14
Förbättringspotential hos fuktkvotsmätare	15
Referenser	16
BILAGA 1 Mätinstruktion Målfuktkvot i ett virkestycke för användare i fält	1
BILAGA 2 Mätinstruktion Ytfuktkvot för användare i fält	1
BILAGA 3 Fuktkvotsmätare, Information	1

Sammanfattning

Mätning av ytfuktkvot i fält enligt en något modifierad SS-EN 13183-2:2002/AC:2004 visade att ytfuktkvoten kan bedömas om instruktioner i Bilaga 2 följs.

Det visade sig att mätarna Delmhorst J2000, Voltcraft FM-300 och Testo 606-2 var de mätare som fungerade bäst för ändamålet.

Mätinstruktioner för målfuktkvotsmätning och ytfuktkvotsmätning i fält återfinns i BILAGA 1 och Bilaga 2 och innehåller förslag till text och bild och innehåller de centrala delarna från bland annat standarder och relevanta handböcker som Svenskt träs Hantera virket rätt och rekommendationer från AMA Hus 11. Det förutsätts att utövaren kan hantera mätaren som används och att mätaren kalibrerats för ändamålet eller kontrollerats för att bestämma det avlästa värdets avvikelse från verkligt värde.

Framtagning av mätinstruktion

En mätinstruktion görs för att minska ”den mänskliga faktorn” genom att förenkla invecklade skrivningar i standarder och belysa viktiga punkter och delmoment för att få bästa möjliga mätresultat med de förutsättningar som finns.

I handboken Fukt i trä för byggindustrin [2005] finns många felkällor vid fuktmätning uppräknade och följande går att läsa:

”Du mäter alltid fel. Hur mycket fel det blir beror både på instrument och den som gjort mätningen. Grova fel måste elimineras. Systematiska fel kan hanteras om du känner till hur stora de är. Slumpmässiga fel kan hanteras genom att mäta fler gånger.”

Vissa felkällor kan relativt enkelt elimineras eller minimeras genom tydliga instruktioner. I handboken kan man läsa vidare att:

”Ingenting blir bättre av att bara mätas. Mätningarna ska användas som beslutsunderlag för fortsatt agerande.”

Standarder för ytfuktkvotsmätning och målfuktkvotsmätning

Fuktmätning av trävaror görs enligt SS-EN 13183-2:2002/AC:2004 som är en skattning av fuktkvoten hos ett stycke sågat virke (resistansmetoden). En referensmetod är torrviktsmetoden enligt SS-EN 13183-1:2002/AC:2004 där träprovernas vikt och dimensioner dokumenteras före och efter torkning.

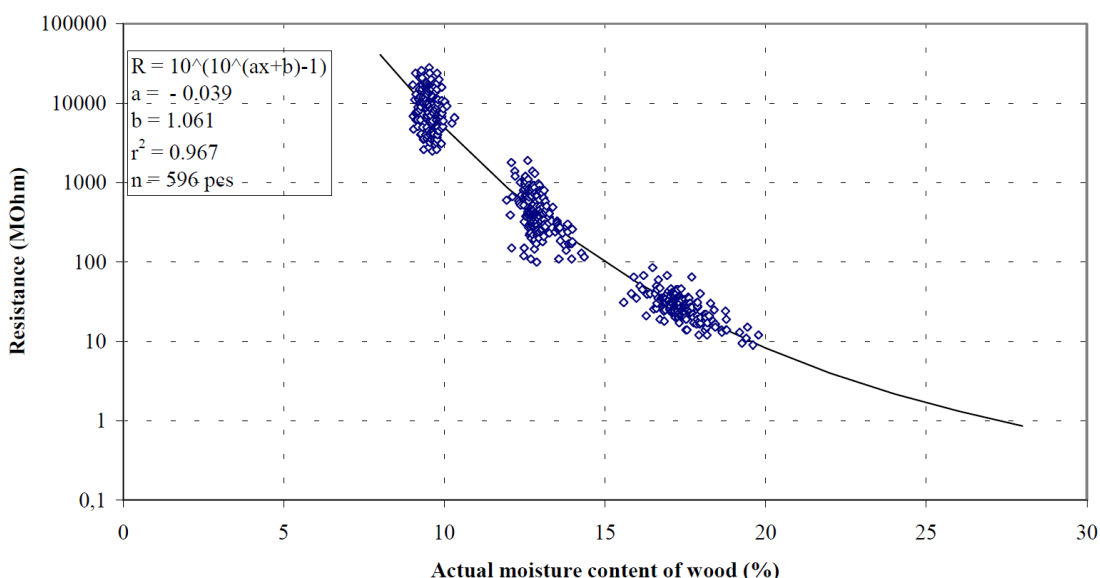
Målfuktkvot beskrivs enligt SS-EN 14298:2004. I byggsammanhang önskar man ofta 16% Målfuktkvot 16% innebär att 93,5% av virkespartiet ska ha en individuell fuktkvot mellan 11,2% och 20,8%. Medelfuktkvoten u_m får variera mellan 13,5% och 18%.

Mätning av ytfuktkvot utförs idag som en **variant** av fuktkvotsmätning enligt SS-EN 14298:2004. Se Svenskt träs, Hantera virket rätt [2012] och även AMA Hus 11 YSC.122 - Kontroll av fuktkvot i trä. I AMA Hus 11 återfinns också hur mätrapporten ska utformas. Uttag av provbitar som beskrivs SS-EN 14298:2004 och preciseras ytterligare i SIS-CEN/TS 12169:2011 är t.ex. inte möjligt eller relevant enligt standarden när man mäter ytfuktkvot på en konstruktion i fält.

Se även handboken från SP Träteknik, Fukt i trä för byggindustrin [2005].

Fakta från andra undersökningar i Norden och Europa

Träts elektriska egenskaper har en ganska stor variation som innebär att resistansmätningen inte blir helt exakt. Figur 1 visar den naturliga spridningen av resistans för fuktkvoter 8-10% 12-14% 16-18%.

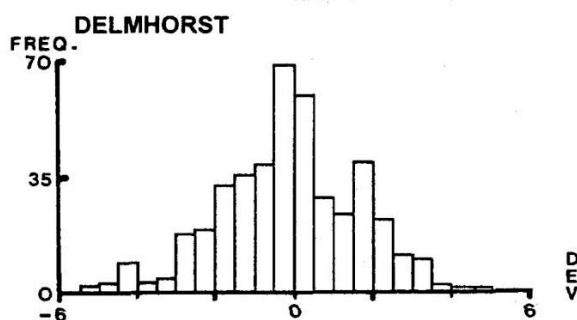


Figur 1 : Verklig fuktkvot hos nordisk furu med motsvarande resistans. VTT publikation 420 [2000]

När det gäller repeterbarhet har trä stor individuell variation både mellan brädor och inom samma bräda. För resistiva fuktkvotmätare är det därför viktigt att mäta på flera ställen.

Avläsning av mätvärde ska också göras direkt som det visas då trämaterialalets elektriska egenskaper ändras när jonerna under spänning polariseras i virket.

Mätnoggrannhet för fuktkvotmätare i laboriemiljö med helt konditionerade träprover utan defekter är mellan ±1,5% till ±2,5%. För motsvarande mätningar i industriell miljö gäller ±2,0% till ±5,0% enligt VTT publikation 420 [2000]. Se också Figur 2.



Figur 2 : Frekvensfördelning, Avvikelse från korrekt fuktkvot mätt på 14 träslag i 30 batcher totalt 441 bitar med en Delhorst RDM-2S. (Wilson, 1999)

Mätfelet i fält med en bra resistans- eller kapacitansfuktkvotmätare är ungefär ±0,1 • medelfuktkvoten respektive ±2,6% över hela fuktkvotsspannet, se Fukt i trä för byggindustrin [2005].

Temperaturkompensering är för resistiva fuktkvotmätare viktig då mätvärdet ändras 0,1-0,15%-enheter per grad °C från 20°C. Temperaturkompensering görs antingen via en inställning på mätaren, automatiskt via en sensor på mätaren eller tumregeln: Dra ifrån 1,6%

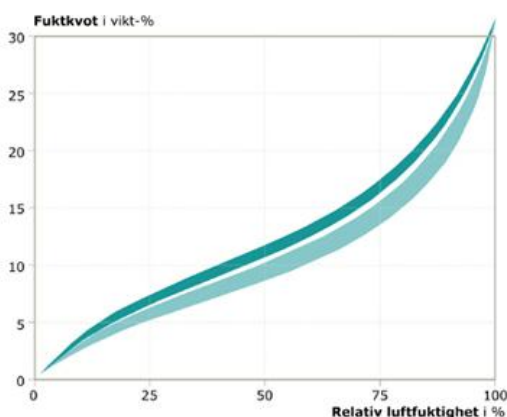
per 10°C från avläst värde över 20°C och lägg till 1,6% per 10°C från avläst värde under 20°C, se Fukt i trä för byggindustrin [2005].

Mätningen tvärs eller längs fibrerna har ingen stor betydelse enligt VTT publikation 420 [2000]. Mätspetsarnas utformning eller distans mellan dem har också liten eller ingen betydelse enligt nämnda publikation.

Vid ytfuktkvotsmätning registreras en lite för låg (0,5-2,0%) fuktighet p g a elektrodernas minskade anliggningsyta enligt Fukt i trä för byggindustrin [2005]. Där menar man också att mätspetsarnas utseende har betydelse d v s tvärtemot vad som sägs i VTT publikation 420 [2000] vid mätning av fuktkvot i virket.

Mätvärden under 10% fuktkvot är mycket osäkra enligt VTT publikation 420 [2000]. I Fukt i trä för byggindustrin [2005] nämns att mätarens lägsta värde på fuktkvot som kan mätas erhålls då mätning görs i ”fria luften”.

Utomhus kan relativa luftfuktigheten (RF) under höst, vinter och tidig vår vara så hög som 85-95%. Allt trävirke får då en ytfuktkvot på 18 - 25% se Figur 3. Ytfuktkvoten kan också snabbt ändras på grund av sol och vind. RF i luft är också kraftigt temperaturberoende då 1°C förändrar RF med ca 5%.



Figur 3 : Sambandet fuktkvot i trä och luftens relativa fuktighet

En metod för mätning av ytfuktkvot på trä har provats genom att bstryka trämaterialiet med koboltklorid (CoCl₂) och detektera färgen med spektrometer då koboltkloriden ändrar färg från blå till rödrosa när materialet blir fuktigt. Produkter som finns idag är t.ex. fuktindikatorer av papper och ”klisterlappar” för placering i källare och krypgrunder. Metoden är snabb och enkel men är inte praktisk genomförbar på trämaterial då ljusförhållanden och personers färgseende är för stora felkällor [Yeo, Smith et al.].

NOTERA att referenser till ytfuktkvotsmätning med resistiva mätare saknas!

Mätinstrument för utfuktkvotsmätning

Det finns idag ett stort antal tillverkare av mätinstrument. Mer kända märken är t.ex. Delmhorst, Protimeter, Bollman, Testo, Trotec, Exotek, Gann, Extech och Lignomat. Det finns också ett okänt antal fuktmätare som säljs via internet och via detaljhandel vars noggrannhet och robusthet är helt okänd. Vissa enkla modeller säljs också under olika namn där endast färgen och logga skiljer dem åt (Figur 4).

De fuktkvotsmätare som testats här visas nedan (Figur 5 & 6). Priset för dessa varierar från 100:- till cirka 5000:-. Några av dessa mätare finns normalt hos SP och används av SPs personal i det dagliga arbetet i laboratoriemiljö eller ute i fält. Några mätare som SP saknat erfarenhet av har lånats ut av leverantörer eller från SPs kunder. Ett par mätare har också enkom köpts in för detta projekt. Mer information om testade mätare finns i Bilaga 3.

- | | |
|--------------------------------|--|
| - Delmhorst RDM-2S | Gammal Trotjänare som jämförelse mot... |
| - Delmhorst RDM3 | Modern avancerad multimätare trä |
| - Delmhorst J2000 | Robust standardmätare trä |
| - BES Bollmann Combo 200 | Avancerad multimätare som funnits länge |
| - Protimeter Surveymaster SM | Multimätare med stift och radiovågor |
| - EXTECH MO260 | Multimätare med stift och radiovågor |
| - Testo 606-2 | Fickvänlig med både RH och tempgivare |
| - Voltcraft FM-300* | Standardmätare trä med temperaturprobe |
| - Gann Hydromette BL Compact B | Dielektriskkonstant mätare m h a högfrekvens |
| - Exotec BDD-MINI | Enklast och kanske den minsta mätaren? |
| - Greppa EM-2G** | Lågprisalternativet. Marknadsförs av Rusta |

* Tillverkas av LAESENT INTERNATIONAL CO. LTD i Kina då som LAESENT DT-129. Säljs också under varumärket Exotec som MC-410, EXTECH som MO220.

** Tillverkas av LAESENT i Kina som LAESENT EM-2G



Figur 4 : Samma mätare i olika skepnad.

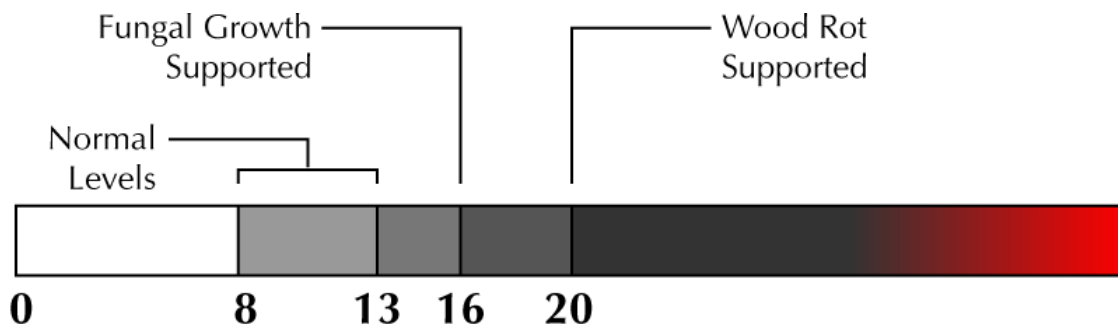


Figur 5 : RDM 3, J2000, MO 260, FM-300, BL Compact B, EM-2G, 606-2, BDD-Mini



Figur 6 : Surveymaster SM, COMBO 200, RDM-2S

Vissa instrument (EXTECH MO 260, Gann BL Compact B) som inte har särskild inställning för träslag använder WME Wood Moisture Equivalency (Figur 7) som är fuktnivån i ett byggmaterial som kommer i kontakt med trä, och då intar jämviktsfuktkvoten för trämaterial. Värdet som visas motsvarar då träfuktkvoten. OBS! I praktiken behöver inte byggmaterialet alls vara i kontakt med trämaterial.



Wood Moisture Equivalent Percentages with Building Risk Considerations.

Figur 7 : WME eller Träfuktekivalent med tillhörande bedömning av risk för mögel och röta. Tyler LeClear Vachta Wikipedia

Kravspecifikation

Att göra en kravspecifikation på en fuktkvotsmätare och då ta hänsyn till funktion, användarvänlighet och även ergonomi är svår. I VTTs publikation 420 [2000] har användare i Europa intervjuats och en sammanställning ger följande krav och önskemål utöver de rent självklara att mäta korrekt:

Display: Tydlig och lättavläst ur olika vinklar i både solsken och skugga.

Funktion: Enkelt byte av träslag och helst en automatisk temperaturkompensering. Tydlig indikering av detta bör finnas vid varje mätning.

Elektroder: Stabila och hållbara. Billiga och enkla och att byta. Ett avtagbart skydd bör finnas för användning under ”transport”. Skyddet bör vara säkrat mot att försvinna genom en snodd eller motsvarande.

Fuktkvotsmätaren ska vid mätning av målfuktkvot ha en hammare med minst 25 mm långa elektroder för korrekta fuktkvotsmätningar på byggnadsvirke (upp till 75 mm). Detta är ej nödvändigt vid mätning av ytfuktkvot.

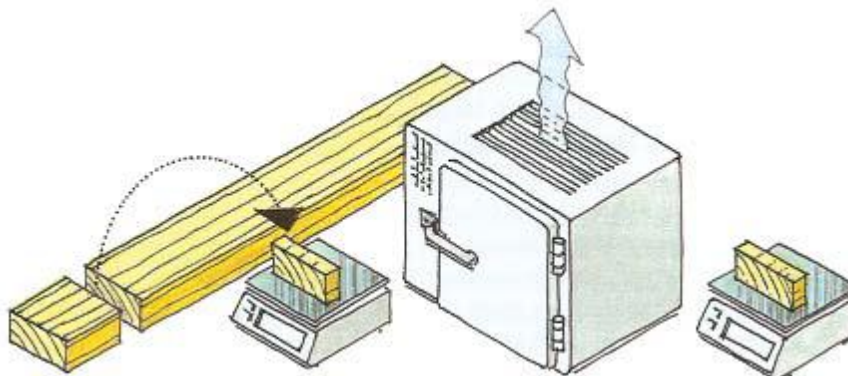
Kalibrering: Bör vara möjlig, men görs i annat fall som en kontroll mot ett kalibreringsblock eller en känd resistans som ibland levereras med mätaren. En avvikelse från kalibreringsblock har i undersökning visats sig vara näst intill linjär, det vill säga att man kan addera avvikelsen till visat mätvärde för att då erhålla ett korrekt resultat.

Övrigt:

- Eventuell kabelanslutning och kontakt till extern hammare med stift eller temperaturprob skall vara sådan att dålig kontakt undviks och att mätaren då blir svår att hantera.
- Själva mätningen bör indikeras genom ljud eller tydligt ”klick”.
- Väsentliga instruktioner bör vara ingraverade på mätaren om inte mätarens display kan presentera denna information.

Kontroll av mätarens kalibrering kan t.ex. i fält göras mot kalibreringsblock med ett flertal inbyggda resistanser eller ett kalibreringsmotstånd som vissa fuktkvotsmätare levereras med.. Ett kalibreringsblock som är beräknat efter SP Träs rekommenderade formler mellan resistans och motsvarande 4 stycken olika fuktkvoter på nordisk furu och gran, kan t.ex. beställas från Sågteknik i Södermanland AB www.sagteknik.se eller Fuktteknik i Lund på www.fuktbutiken.se. Det är också möjligt att jämföra mot en känd resistans. Metoden och materialkonstanter för olika träslag finns t.ex. i VTTs publikation 420 [2000]. En mer tids-

krävande kontroll av mätarens kalibrering kan göras med hjälp av torrviktsmetoden SS-EN 13183-1:2002/AC:2004 enligt Figur 8.



Figur 8 : Princip för Torrviktsmetoden SS-EN 13183-1:2002/AC:2004

Utvärdering av Fuktkvotsmätare

Mätarna bedöms utifrån hur de visar rätt mätvärde, hantering och funktion. Inställningar på Instrumentet och kalibrering utfördes enligt medföljande manual. Fuktkvotsmätarna kontrollerades initialt mot SP Träs kalibreringsblock (Figur 9) och avvikelse noteras innan mätning.

Kontroll mot kalibreringsblock ger en god indikation om hur väl mätaren är anpassad för svenska träslag. Om denna kontroll visar på stora avvikelser kan man i fält göra feltolkningar som leder till felaktiga slutsatser om trämateriallets fuktillstånd

Mätning gjordes sedan på 5+5 stycken kvalitetssäkrade råsågade konditionerade provkroppar av gran och furu som normalt används för provningar enligt standarder för Ytbehandling SS-EN 927 och Träskydd EN 252, EN 275. Bitarna av gran var ungefär 40*7,5 furu 40*8,5 centimeter och har legat flera månader i konditioneringskammare vilket innebär att extraktivämnen migrerat ut på ytan i synnerhet på furubitar. Mätningen genomfördes på 5 punkter på ytan (Figur 9) på varje bit med alla mätare.

En mätning görs efter att 2 prov av gran resp. furu sprejats med cirka 4 gram vatten för att se hur fuktkvotsmätarna reagerar och likformigheten mellan resultaten jämförs och bedöms utifrån mätning mot kalibreringsblock. För att inte mätningarna skall ta alltför lång tid och ytan torka allt för mycket mellan mätningarna mäts endast på tre ställen. Endast stift används på mätare med hammaralternativ. Endast RDM-2S mätaren med hammarelektrod används.



Figur 9 : Kalibreringsblock och princip för mätning på ytan

Resultat från mätningen

Mätning av fuktkvot är komplicerat på grund av flera skäl. Dels på grund av materialets variationer och dels på grund av med vad och hur mätningen görs. Med förutsättningen att mätarens visade resultat av målfuktkvot är korrekt redovisas här resultat från kalibreringskontroll. Mätning på konditionerade bitar, samt mätningar efter att ytan sprayats med vatten. Där så varit möjligt har träslag och temperatur matats in i instrumentet före mätning. Ytemperatur har mätts med hjälp av en FLUKE 62 MINI IR termometer.

Första mätning mot kalibreringsblock Tabell 1 visar direkt vilka mätare som programmerats med resistanskurvor för våra träslag. Alla mätare från Delmhorst ligger mycket nära de teoretiska fuktkvotvärden som kalibreringsblockets resistanser skall motsvara.

Mätare från Bollman, Testo och Voltcraft har en liten konstant felvisning men mäter i övrigt i enlighet med kalibreringsblocket. Om man adderar denna avvikelse till visat resultat är dessa mätare bra.

Protimeter och Exotech är mätare utan möjlighet att ändra träslag men om man har kännedom om avvikelsen eller vill ha en indikation är dessa mätare bra.

Mätning med radiovågor penetrerar djupt vilket också är meningen men innebär att de inte är direkt lämpade för ytfuktkvotmätning vilket mätresultaten för sprejade provbitar också visar.

Mätaren från EXTECH och Greppa är mätare utan möjlighet att ändra träslag och har störst avvikelse på mätningar mot kalibreringsblock (Tabell 1) och mätningar på gran avviker upp till 25%. Risken för feltolkning och felbedömning av fuktkvot är överhängande och mätarna bör därför undvikas.

Tabell 1 Mätning med kalibreringsblock.

Resultat redovisas som medel och standardavvikelse från verkligt värde.	Kalibreringsblock Gran		Kalibreringsblock Furu		Notering
Delmhorst RDM-2S:	-0,15	0,08	0,12	0,08	Mycket Bra
Delmhorst RDM3	0,10	0,07	-0,02	0,11	Mycket Bra
Delmhorst J2000	-0,02	0,04	0	0,1	Mycket Bra
BES Bollmann Combo 200	-0,88	0,98	-1,53	1,19	Avvikelse först vid fuktkvoter > 18%
Protimeter Surveymaster SM	-2,20	0,41	-0,42	0,71	OK med konstant felvisning
EXTECH MO260	-2,95	0,84	-1,18	0,52	Stora avvikelser
Testo 606-2	-0,55	0,78	-0,52	0,68	OK med konstant felvisning
Voltcraft FM-300	-0,90	0,25	-1,20	0,22	Bra med konstant felvisning
Gann Hydromette BL Compact B	Ej mätt	Ej mätt	Ej mätt	Ej mätt	Inte en stiftmätare
Exotec BDD-MINI	-1,45	0,88	0,33	0,62	OK
Greppa EM-2G	-2,15	1,76	-0,38	1,37	Stora avvikelser

Mätningar på konditionerade provkroppar (Tabell 2) visar att alla mätare har mycket god eller god repeterbarhet. Skillnaden i mätvärde mellan inbyggda och externa mätstift på mätare där sådan möjlighet finns är också mycket liten.

EXTECH MO260 som kan använda både resistansmätning och radioteknik för mätning och visar helt olika värden med avseende på metod. Resistansmätningen ger en extremt torr bit och radiomätningen en lätt fuktig bit.

Alla resistansmätare visar dock för låga värden på ytfuktkvot. Detta överensstämmer väl med Fukt i trä för byggindustrin [2005] där man nämner 0,5-2,0 % för lågt visat värde. Mätvärden på furu blir lägre än för gran då extraktivämnena på ytan sannolikt påverkar resistansen.

Kompensation för ytfuktkvotmätningen på gran blir i snitt +1,3% enheter för mätare programmerade med träresistanskurvor från SP Trä. För andra mätare blir kompensation upp emot +2,2% i snitt. Om vi bortser från Mätarna EXTECH MO260 och Greppa EM-2G som avvikit mest vid mätningen på kalibreringsblock.

Kompensation för ytfuktkvotmätningen på furu är högre och ett nytt försök borde göras för att se differensen mellan ytor på lagrad och nysågad konditionerad furu.

Tabell 2 Mätning av ytfuktkvot på konditionerade provbitar enligt krav i standarder EN-927 [-3, -5, -6, och -7], EN 252 och EN 275

Resultat redovisas som medel och standardavvikelse från verklig fuktkvot.	Konditionerade provbitar Gran		Konditionerade provbitar Furu		
Delmhorst RDM-2S:	-1,13	0,20	-1,82	0,36	
Delmhorst RDM3	-1,41	0,17	-0,14	0,32	
Delmhorst RDM3 med hammare	-1,07	0,11	-0,22	0,35	
Delmhorst J2000	-1,44	0,27	-2,26	0,33	
Delmhorst J2000 Med hammare	-1,31	0,33	-2,03	0,21	
BES Bollmann Combo 200	-1,11	0,21	-2,24	0,19	
Protimeter Surveymaster SM	-3,4	*	-2,63	*	WME
Protimeter Surveymaster SM	Torrt	-	Torrt	-	
EXTECH MO260	-3,82	0,47	-3,06	0,62	Stora avvikelser
EXTECH MO260 Indikator	3,39	0,27	3,89	0,28	WME Stora avvikelser
Testo 606-2	-1,87	0,33	-2,69	0,33	
Voltcraft FM-300	-1,97	0,43	-3,28	0,41	
Voltcraft FM-300 externa stift	-2,06	0,38	-3,53	0,31	
Gann Hydromette BL Compact B	Torrt	-	Torrt	-	
Exotec BDD-MINI	-1,41	0,37	-1,28	0,29	
Greppa EM-2G	-1,23	0,39	-0,79	0,32	

Utifrån mätningar på provbitar av gran som sprayats med vatten (Tabell 3) görs bedömningen att de två mätarna från Delmhorst, Voltcraft, och Testo följs åt och ger liknade mätvärden.

Mätningar på provbitar av furu som sprayats med vatten är osäkra på grund av extraktivämnena på ytan. Mätaren 606-2 från Testo indikerar t.ex. samma värde som trämaterialiet i den konditionerade provbiten vilket kan bero på att stiften som är spetsigare än de andras bättre lyckas penetrera ytan med extraktivämnena och då mäter under den fuktiga ytan. Bedömningen är att de två mätarna från Delmhorst och Voltcraft, följs åt och ger liknade mätvärden.

Tabell 3 Mätning på sprayade provbitar

Resultat redovisas som medel för resp. provbit.	2 Sprayade provbitar Gran		2 Sprayade provbitar Furu		
Delmhorst RDM-2S:	30,6	34,7	25,5	29	
Delmhorst RDM3	30,6	34,5	25	31,5	
Delmhorst J2000	31,2	32	25,3	27,8	
Protimeter Surveymaster SM	27	28,5	22,4	26,7	
Protimeter Surveymaster SM	Torrt	Torrt	Torrt	Torrt	Radiovågor
EXTECH MO260	24,4	26,4	23,5	27,2	
Testo 606-2	29,3	31,8	11,2	10,9	Notera mätvärden på furu!
Voltcraft FM-300	29,3	31	25,8	28,9	
Gann Hydromette BL Compact B	Torrt	Torrt	Torrt	Torrt	Radiovågor
Exotec BDD-MINI	25,1	25,5	24,5	27	
Greppa EM-2G	25,3	29,7	25,7	32,3	

Anteckningar från användningen

Dessa är helt subjektiva och bör också bedömas utifrån att detta test avser ytfuktkvotsmätning.

Fuktkvotsmätarna som mäter m h a resistans fungerar lite olika vid mätning. Vissa mätare sätts på och mäter konstant medan några mäter först efter att man trycker på en knapp. Några mätare upplevs snabba och visar nästan direkt ett stabilt värde, några behöver kanske upp till en sekund innan värdet visas. Generellt är mätare med ansluten hammare klumpigare och kräver ibland båda händer för en mätning.

Fuktkvotsmätare som använder radioteknik har fördel av att det är en enkel, snabb och oförstörande provning som inte skadar underlaget. Metoden är dock inte riktigt avsedd för ytfuktmätning då radiovågorna tränger in i materialet och mäter ”för djupt”.

Delmhorst RDM-2S: Tydlig display och enkel att använda. Lite klumpig om den primärt skall användas för ytfuktkvotsmätning. Robust byggd med rejäl kabelanslutning för hammare.

Delmhorst RDM3: Korta stift och tjock i framänden gör att den känns lite klumpig. Otydlig display trots att den visar mycket information. Omöjlig att använda med handskar då inmatningsknapparna är små och tätt intill varandra. Rejäl kabelanslutning för hammare. Lite klumpig om hammare användas för ytfuktkvotsmätning. Stiftskyddet sitter inte fast.

Delmhorst J2000: Tydlig display och enkel att använda både med stift och hammare (kräver då båda händerna). Enkelt att se och ändra inställningar. Känns också mycket robust och gjord för att hålla. Mycket bra ergonomi. Rejäl kabelanslutning för hammare. Lite klumpig om hammare användas för ytfuktkvotsmätning.

BES Bollmann Combo 200: Tydlig display men komplicerat att ställa in rätt värden. Lite klumpig om den primärt skall användas för ytfuktkvotsmätning.

Protimeter Surveymaster SM: Användbar till mycket mer än ytfuktkvotsmätning och är därmed inte kanske ”optimal” för detta då den inte har möjlighet att ändra träslag. Tydlig display och enkel att använda både med stift och radiovågor. De olika mätteknikerna ger ”samma” resultat vilket ger förtroende. Känns också mycket robust och gjord för att hålla.

EXTECH MO260: Tydlig display och enkel att använda både med stift och radiovågor. Känns robust och genomtänkt med extrastift under batterilocket och fastsättning av stiftskyddet med kalibreringsmotstånd på sidan under mätning. Tyvärr spelar detta ingen roll då förvirrande (beroende på mätmetod) och felaktiga resultat visas på mätaren.

Testo 606-2: Tydlig display och väldigt enkel att använda. Känns trots sin litenhet robust och genomtänkt med fastsättning av stift/displayskydd på baksidan under mätning. Temperatur- och RF-givare ”på köpet” vilket är ett plus.

Voltcraft FM-300: Tydlig display och enkel att använda både med stift, tempgivare och ”externa stift”. Enkelt att se och ändra inställningar. Två kalibreringsmotstånd i stiftskyddet. Känns mycket robust och genomtänkt. Mycket bra ergonomi.

Gann Hydromette BL Compact B: Skall egentligen användas till fuktkvotsmätning i byggmaterial och visar där korrekta värden men är inte lämplig för yfuktkvotsmätning då den ”mäter på djupet” med radiovågor. Tydlig display och mycket enkel att använda som indikator. Känns också robust och gjord för att hålla. Bra ergonomi.

Exotec BDD-MINI: Stor som en tändsticksask! Lite för korta stift men tydlig display. Mycket enkel att använda då den bara har en knapp. Enkelheten är tyvärr dess största handikapp då den saknar möjlighet att ändra träslag.

Greppa EM-2G: Lite för korta stift men tydlig display och enkel att använda. Mycket komplicerat att byta batteri. I praktiken omöjligt i fält då man tar isär hela mätaren och små lösa delar ramlar ut!

Slutsatser från mätningen och rekommendation av mätinstrument för yfuktkvotsmätning

Utifrån proven som gjorts och den erfarenhet från annan typ av fuktkvotsmätning som finns bör fuktkvotsmätare för yfuktkvotsmätning uppfylla följande kriterier utöver att de mäter rätt och är robusta och ergonomiskt riktiga.

- Val av träslag ska vara möjlig. Användning av SP Träs resistanskurvor ett plus.
- Temperaturkompensering bör vara möjlig
- Ändring av ovanstående skall också var möjligt utan att ha manualen till hands
- Bra informativ display gärna med belysning
- Möjlig att hantera med en hand.

Rekommendation av Fuktkvotsmätare

Utifrån mätresultat och subjektiv bedömning hur mätaren kommer att fungera i fält för yrkesverksamma målare rekommenderas utan inbördes rangordning följande fuktkvotsmätare (Figur 10) ur den grupp som testats. Observera att andra mätare som inte testats här finns på marknaden som också fungerar för yfuktkvotsmätning.

- Delmhorst J2000
- Voltcraft FM-300 som också säljs som Exotec MC-410 och EXTECH MO220
- Testo 606-2

Notering: Protimeter Surveymaster SM ingår i en hel serie fuktmätare och modellen Timbermaster som är en mer renodlad stiftmätare har resistanskurvor för svensk gran och furu och uppfyller då ovanstående kriterier.



Figur 10 Rekommenderade mätare för ytfuktkvotmätning. Delmhorst J2000, Voltcraft FM-300 som också säljs i Sverige som Exotec MC-410 och EXTECH MO220 samt Testo 606-2

Det är viktigt att känna till mätinstrumentets avvikelse mot verklig värde och detta görs enklast med ett kalibreringsblock som gärna kompletteras med ett torrviktsförsök enligt SS-EN 13183-1:2002/AC:2004 där man mäter ytfuktkvot på en konditionerad träbit som sedan torkas i ugn varvid den riktiga fuktkvoten räknas fram som $(\text{Våt vikt} - \text{Torkad vikt}) / \text{Torkad vikt}$.

Kompensation för ytfuktkvotmätning bör göras genom torrviktsförsök på konditionerade provbitar men som tumregel så bör man lägga till 1% på visat värde för mätare med SP Träs resistanskurvor och 2% för andra mätare.

Förbättringspotential hos fuktkvotsmätare

Bland annat kan nedanstående nämnas:

Omkopplare, knapp eller menyval för målfuktkvotmätning respektive ytfuktkvotmätning på mätaren.

Automatiskt ytemperaturkompensering med hjälp av IR.

...

Referenser

AMA HUS 11. Allmän material- och arbetsbeskrivning för husbyggnadsarbeten [2011]
Svensk Byggtjänst ISBN10: 9173335096. ISBN13: 9789173335096

Accuracy and functionality of hand held moisture content meters VTT publications 420
[2000], H. Forsén & V. Tarvainen, VTT

Accuracy of a capacitance-type and three resistance-type pin meters for measuring wood
moisture content. [1999] Forest Products Journal Vol49 No9. Philip J. Wilson

Fukt i trä för byggindustrin. Fuktegenskaper, krav, hantering och mätning SP INFO 2005:24
[2005] B Esping, J-G. Salin, SP Träteck, P. Brander, Skanska Teknik AB,
ISBN 978-91-9763100-6

Hantera virket rätt, Beställning, hantering och lagring, Svenskt Trä [2012], 6 s,

SIS-CEN/TS 12169:2011 Trävaror – Sågat virke i parti- Bedömning av överensstämmelse.

SS-EN 13183-1:2003 Trävaror - Fuktmätning, Del 1: Bestämning av fuktkvoten hos ett stycke
sågat virke (Torrviktsmetoden Ugnstorkning).

EN 13183-2:2002/AC:2004 Trävaror – Fuktmätning, Del 2 Skattning av fuktkvoten hos ett
stycke sågat virke (Resistansmetoden).

SS-EN 14298:2004 Sågat virke - Bedömning av torkningskvalitet

Test av kommersiella fuktkvotsmätare in-line, Träteck Rapport P 0309026 [2003]. B. Esping,
Träteck.

Determination of surface moisture content of wood utilizing a colorimetric technique, H Yeo.
W. B. Smith, R. B. Hanna. Wood and fiber Science 34(3), [2002] pp. 419-424.

Se även

Boverket – www.boverket.se

Svenskt Trä – www.svensktra.se

SIS, Swedish Standards Institute – www.sis.se

SP Trä, Sveriges Tekniska Forskningsinstitut – www.sp.se

Svensk byggtjänst – www.byggtjanst.se

TräGuiden – www.traguiden.se

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut SP Trä

Utfört av

Granskat av

Göran Berggren

Karin Sandberg

Bilagor

Bilaga 1 Mätinstruktion Målfuktkvot för användare i fält

Bilaga 2 Mätinstruktion Ytfuktkvot för användare i fält

Bilaga 3 Fuktkvotsmätare Info

-

Bilaga 1

BILAGA 1 Mätinstruktion Målfuktkvot i ett virkesstycke för användare i fält

Kontrollera resistansfuktkvotsmätaren mot ett kalibreringsblock för nordiskt gran- och furuvirke eller mot känd resistans. Gör detta minst en gång per månad.

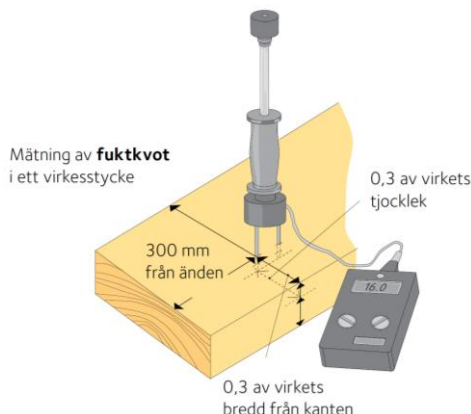
Kontrollera att rätt träslag är inställt och om möjligt rätt temperatur.

Kontroll av fuktkvot sker genom att mäta fuktkvoten i olika mätpunkter i aktuell konstruktion. Mätpunkterna bestäms av förhållandet på platsen. Leta efter sämsta stället, där risken för uppfuktning är som störst och torkningsförutsättningarna som sämst.

Slå eller tryck in de rena och torra isolerade hammarelektrodena på virkets flatsida, och längs en tänkt linje belägen 0,3 av virkesbredden in från kanten. Mät djupet ska vara 0,3 av virkestjockleken. Se Figur 1.

Gör avläsningen direkt (inom 1,5 sekund) som den visas och gör minst tre stycken mätningar tätt intill varandra och beräkna sedan ett medelvärde för mätstället.

Kompensera mätvärdet med avseende på temperatur om inte mätaren har denna funktion. Använd ev. tabell som medföljer mätinstrumentet eller tumregeln: Dra ifrån 1,6 % per 10°C från avläst värde över 20°C. Lägg till 1,6 % per 10°C från avläst värde under 20°C.



Figur 1 : Mätning av fuktkvot enligt SS-EN 13183-2:2002/AC:2004 (Illustration från Svenskt träs publikation Hantera virket rätt)

Mätrapport

Mätrapporten ska innehålla uppgift om:

- Namn och kontaktuppgifter till den som utfört mätningen.
- Var mätningen är utförd, adress, byggnad, lokalisering av mätpunkt.
- När kontroll mot kalibreringsblock utförts.
- Vilket fabrikat och modell av mätinstrument som använts.
- Fuktkvotsmätning enligt SS-EN 13183-2 och/eller kontroll av målfuktkvot och ytfuktkvot.
- Tidpunkt när mätningen utfördes.
- Avläst fuktkvot och temperatur.
- Avvikelse från tillåtet resultat.
- Temperaturkompenserad fuktkvot.

Mätrapport ska vara försedd med datum och underskrift.

Bilaga 2

BILAGA 2 Mätinstruktion Ytfuktkvot för användare i fält

Kontrollera resistansfuktkvotmätaren mot ett kalibreringsblock för nordiskt gran- och furuvirke eller mot känd resistans. Gör detta minst en gång per månad.

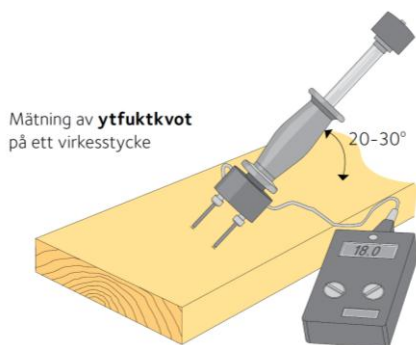
Kontrollera att rätt träslag är inställt och om möjligt temperatur.

Kontroll av fuktkvot sker genom att mäta fuktkvoten i olika mätpunkter i aktuell konstruktion. Mätpunkterna bestäms av förhållandet på platsen. Leta efter sämsta stället, där risken för uppfuktning är som störst och torkningsförutsättningarna som sämst.

Torka eventuellt av kondens från ytan med en högabsorberande trasa.
Låt ytan lufttorka i några minuter.

Spetsarnas torra och rena koniska mantelytor ska pressas mot virkesytan så att 20-30 graders vinkel uppstår, och så hårt att halva mantelytan trycks ned i virkesstycket. Se Figur 1. Gör avläsningen direkt (inom 1,5 sekund) som den visas och gör tre stycken mätningar tätt intill varandra och beräkna sedan ett medelvärde för mätstället.

Kompensation görs på ytfuktkvotsmätning. Tumregel, lägg till 1 eller 2%¹ på visat värde. Kompensera mätvärdet med avseende på ytemperatur om inte mätaren har denna funktion. Använd ev. tabell som medföljer mätinstrumentet eller tumregeln: Dra ifrån 1,6 % per 10°C från avläst värde över 20°C. Lägg till 1,6 % per 10°C från avläst värde under 20°C.



Figur 1 : Mätning av Ytfuktkvot (Illustration från Svenskt träs publikation Hantera virket rätt)

Mätrapport

Mätrapporten ska innehålla uppgift om:

- Namn och kontaktuppgifter till den som utfört mätningen.
- Var mätningen är utförd, adress, byggnad, lokalisering av mätpunkt.
- När kontroll mot kalibreringsblock utförts.
- Vilket fabrikat och modell av mätinstrument som använts.
- Fuktkvotsmätning enligt SS-EN 13183-2 och/eller kontroll av målfuktkvot och ytfuktkvot.
- Tidpunkt när mätningen utfördes.
- Avläst fuktkvot och temperatur.
- Avvikelse från tillåtet resultat.
- Temperaturkompenserad fuktkvot.

Mätrapport ska vara försedd med datum och underskrift.

¹ Tumregel: 1% på visat värde för mätare med SP Träs resistanskurvor och 2% för andra mätare.

Bilaga 3

BILAGA 3 Fuktkvotsmätare, Information

Innehållet och informationen nedan är från leverantörer eller återförsäljare. SP har inte kontrollerat att all information är korrekt.

Delmhorst RDM-2S

En mätare som funnits mer än 10 år på marknaden. Trotjänare med hammare som åter tagits i produktion då väldigt många velat ha tillbaka mätaren. För mer info se RDM 3 .

BES Bollmann Combo 200

Top-class timber / building moisture meter Combo 200 - the master series. Special features of the Combo 200 are the measurement values memory, clock, calendar and serial interface. This means that specific calibration curves and the statistics for a particular drying procedure can be recorded. Together with the accompanying software it is possible to interpret re-recorded data and prepare statistics relating to the progress of the drying procedure.

System microprocessor moisture measuring device. Measuring principle electrical resistance. Application all known forms of timber, hygroscopic materials plus cemented building materials

Display multi-informative LC-display

Resolution 0,10%

Measuring range 4–120 % (timber moisture)

Timber group adjustment standard timber groups automatic

Adjustment memory 9

Building material groups 9

Building moisture measurement direct display of moisture level

Measurement values memory 256

Material temperature correction manual or based on measurement value

Temperature measuring range –10 to + 110 °C

Key functions 26

Ambient temperature 0–40 °C

Dimensions 180 x 78 x 27 mm

Weight 260 g

Battery 9 V E-Compound IEC G 6F 22

Battery status display

Clock + calendar

Serial interface

PC evaluation

Statistics

FMPA approval

Warranty 12 month

Other simple Other temperature and air moisture measurement timber temperature and timber group display

Bilaga 3

Protimeter Surveymaster SM

The Protimeter Surveymaster SM is a dual mode moisture meter used primarily for diagnosing dampness problems in buildings. Scan mode (search) detects the presence of moisture beneath surfaces by using radio frequency. This shows by means of colour coded percentage scale LED's. There is also a volume adjustable audible alarm synchronized with the display. In this mode the meter employs radio frequency emissions (RFE) to measure moisture through most wall and floor coverings including ceramic tiles. Measure Mode gives a precise moisture level value in wood and other building materials from pin electrodes or deep wall probes. This shows on the LCD display to one decimal place in terms of wood moisture content equivalent.

Range : 6% - to nominal 100% moisture content

Operation : Single push button

Monitor - Automatic LED & LCD indicators

Electrode : Built in needles

Battery : 2 x AA alkaline

Dimensions : 165 x 52 x 40

Weight : 200g

- Delmhorst RDM 3 efterföljare till RDM-2S och RDM-2

The RDM-3 is a handheld moisture meter packed with features, and is perfect for the lumber and woodworking industries. The RDM-3 is ideal for anyone who needs to collect and analyze key statistical information.

Features:

Bright, clear digital display.

5%-60% wood scale.

0.1% MC resolution.

Corrects for 69 individual wood species and temperature (°F and °C).

Integral contact pins mounted on top of meter provide 5/16" penetration.

Built-in connector accepts any Delmhorst electrode.

Audible, adjustable alarm alerts you when your pre-selected MC has been reached.

Auto-shutoff timer saves battery life.

Store up to 1400 readings with date and time stamp.

View stored readings on screen.

Organize readings by job for easy reference.

Optional software lets you download readings to your computer and generate Excel reports.

Operating Temperature -4° to 158°F (-20° - 70°C).

Size: 8 1/2" x 3 3/8" x 1 3/4".

Weight: 11 oz.

Rugged construction ensures years of reliable use.

Sturdy plastic carrying case.

9V battery.

- Delmhorst J2000

For flooring contractors, woodworkers, furniture manufacturers, QC inspectors and small mills, the J-2000 helps to keep up with ever-changing job conditions. With built-in wood species correction and temperature correction, along with storage and informative reading statistics the J-2000 is an extremely versatile tool at a great value.

Bilaga 3

Features:

Bright, clear digital display.
Corrects for 48 individual wood species and temperature (°F and °C).
Averages up to 100 accumulated readings. (Also the maximum value)
Moisture Range: 6%-40% on wood.
Built-in calibration check.
Integral contact pins mounted on top of meter provide 5/16" penetration.
Built-in connector accepts any Delmhorst electrode.
Size: 8" x 3" x 1 5/8".
Weight: 10 oz.
Rugged construction ensures years of reliable use.
Sturdy plastic carrying case.
9V battery.

- Testo 606-2

Fuktkvot i trä och byggmaterial samt luftfuktighet och temperatur

Exakt materialfuktsmätning i trä med karakteristikkurvor
Även karakteristikkurvor för övriga byggmaterial
Hold-funktion för enkel avläsning av mätresultat
Robusta mätstift
Självtestfunktion
Långtidsstabil fuktsensor från Testo
Noggrannhet på 2,5 %RH
Beräkning av daggpunkt och våt temperatur
Mätområde: Trä: 7,3 ... 93%
Byggmaterial: 0,0...22,9%FK
Upplösning: 0,1
Noggrannhet: ± 1% (konduktivitet)

Temperatur
Mätområde: -10 ...+50 °C
Upplösning: 0,1 °C
Noggrannhet: ±0,5 °C
Enheter: °C/°F

Luftfuktighet
Mätområde: 0 ... 100 %RH
Upplösning: 0,1 %RH
Noggrannhet: ±2,5 %RH (5 ... 95 %RH)
Enheter: %RH, våt temperatur och daggpunkt

Driftstemp.: -10 ... 50 °C
Batterityp: Alkaliska (2 st. AAA)
Batteriliv: 130 tim (medelvärde, utan displaybelysning)
Mått (inkl. skyddsodral): 119 x 46 x 25 mm
Ingår vid leverans: Skyddsodral, handledsrem och bälteshållare

Bilaga 3

- EXTECH MO260

Choice of measuring moisture in wood and other building materials with pinless technology or use traditional remote pin probe (included)

%WME (wood moisture equivalent) pin moisture reading
Relative pinless moisture reading for non-invasive measurement
Digital LCD readout with backlighting feature and tri-color LED bargraph
Quickly indicates the moisture content of materials Pinless measurement depth to 0.75" (22mm) below the surface
Electro-magnetic sensing technology
Built-in calibration check
Replaceable measurement electrode pins
Low battery indication
Cap protects pins during storage and can be snapped on to the side of the housing during use
Complete with 9V battery, replacement pins, protective cap, and pouch case
Range 0 to 99.9 (relative) Pinless 6.0 to 94.8% WME Pin
Max Resolution 0.1% Pinless 0.1% Pin
Dimensions 203x58.4x43.2mm
Weight 204g

- Exotec BDD-MINI

BDD "mini" stiftfuktmätare används av byggarbetare, snickare, målare och hemmaanvändare för att snabbt kunna konstatera fuktkvot i trä och byggmaterial. BDD "mini" är mycket enkel att använda för att mäta fukthalt i material för att hitta fuktrelaterade problem, läckage i golv, väggar och tak. Kontroll av fukthalt innan målning eller annan ytbehandling. Hitta orsaker till läckor och fukt Klassificera byggmaterial som vått eller torrt. Kan användas för referensmätning relativt en känd torr yta.

TEKNISK SPECIFIKATION BDD "mini"
MÄTMETOD Resistans, stiftmätare
MÄTOMRÅDE -trä 6-60% Fuktkvot
MÄTOMRÅDE - BYGGMATERIAL Torrt/Varning/Vått
BATTERIVARNING Ja
DISPLAY 3 ½-Siffrors LCD-display
UPPLÖSNING 0,1%
BATTERI 12V alkaline batteri, 8LR23, 1 st
MÅTT (h x b x d) 75 x 38 x 15 mm
VIKT (INKL. BATTERI) 35 gram

- Greppa EM-2G

MÄTMETOD Resistans, stiftmätare
MÄTOMRÅDE -trä/td> 7-35% Fuktkvot
BATTERIVARNING Ja
DISPLAY LED
UPPLÖSNING 0,5-1%
BATTERI 9V alkaline batteri, 1 st
MÅTT (h x b x d) 75 x 38 x 15 mm