

INNEHÅLL FLIK 28**KORREKTION, MÄTOSÄKERHET OCH SLUTVÄRDE**

28.1	Beräkning och redovisning av korrektion	sida 2
28.1.1	Korrektion för omräkning av RF till RF vid 20,0 °C	sida 2
28.1.1.1	Temperaturkorrektion för betong	sida 3
28.1.1.2	Temperaturkorrektion för golvavjämning	sida 4
28.1.2	Korrektion på grund av givarnas fuktkapacitet	sida 5
28.2	Rutin för beräkning av mätosäkerhet	sida 6
28.2.1	Standardosäkerhet för varje felkälla	sida 6
28.2.2	Sammanräkning och redovisning av mätosäkerhet	sida 13
28.2.3	Möjlighet till reduktion av mätosäkerheten	sida 14
28.3	Beräkning och redovisning av slutvärde	sida 15
28.3.1	Slutvärde vid mätning i betong	sida 15
28.3.2	Slutvärde vid mätning i golvavjämning	sida 16
28.4	Redovisning av slutvärde vid mätning utanför tillåtna gränser	sida 17
28.4.1	Kalibrerad RF överstiger givarens kalibreringsintervall	sida 18
28.4.2	Kalibrerad RF understiger givarens kalibreringsintervall	sida 19
28.4.3	Temperaturen i materialet utanför intervallet 15,0 – 25,0 °C	sida 21
28.4.4	Temperaturvariation större än $\pm 1,0$ °C	sida 22

28 KORREKTION, MÄTOSÄKERHET OCH SLUTVÄRDE

Förutsättningen för att korrektion, osäkerhet och slutvärdet avseende en RF-mätning ska kunna bestämmas enligt detta avsnitt är att mätningen är utförd helt i enlighet med de mätrutiner och dess begränsningar som beskrivs i denna manual. Rutinen för beräkning av mätosäkerhet ger användaren en möjlighet att för vissa faktorer välja olika värden på standardosäkerhetens storlek beroende på hur RF-mätning eller kalibrering utförs. På anmodan ska användaren kunna redovisa dokumentation som styrker valet av standardosäkerhet. Om användaren har ett förfinat arbetssätt som ger en lägre osäkerhet får denna användas förutsatt att dokumentation finns som styrker detta. Ett exempel på detta är om kalibrering och egenkontroll av givare utförs med så täta intervall att en lägre drift kan säkerställas än vad som föreskrivs i denna manual. Slutvärde är det värde som representerar mätningens resultat och som ska jämföras med högsta tillåtna fuktnivå för vald ytbeläggning eller annat angivet målvärde.

28.1 Beräkning och redovisning av korrektion

Korrektion är ett sätt att hantera de systematiska felen, se 2.12. Om vi vet att det sätt vi mäter på medför ett fel i RF som blir lika stort vid varje mätning under samma förhållanden så kan vi uppskatta felets storlek och korrigera mätresultatet för detta fel. Den korrektion vi gör är en uppskattning av felet. Uppskattning är i sin tur behäftad med en viss osäkerhet vilket behandlas i 28.2. De systematiska felen ger således upphov till både en korrigering av mätresultatet och ett bidrag till de slumpmässiga felen i mätosäkerhetsberäkningen. Detta medför att de faktorer som ger upphov till en korrigering av mätresultatet behandlas på två ställen i denna manual. De korrektioner som behandlas i detta avsnitt på grund av systematiska fel är:

- Korrektion för omräkning av RF till RF vid 20,0 °C
- Korrektion på grund av givarnas fuktkapacitet

Redovisning av korrektioner och resultat i mätprotokollen ska anges med högst en decimal. Vid avrundning gäller följande. Avrundning sker uppåt om talet efterföljs av siffran 5 eller högre. Avrundning sker nedåt om talet efterföljs av siffran 4 eller lägre.

Exempel: 4,5 avrundas till heltalet 5 men 4,4 till 4. Vid avrundning till en decimal avrundas 2,25 till 2,3 men 2,24 till 2,2.

28.1.1 Korrektion för omräkning av RF till RF vid 20,0 °C

Jämviktsfuktkurvan för betong respektive golvavjämning är temperaturberoende. Det innebär att om temperaturen i materialen ändras men vattenhalten hålls konstant så kommer RF att ändras något. Hur stor ändring i RF som erhålls beror för betong på temperaturen, RF-nivå och vilket vct betongen har. Både för betong och golvavjämning gäller att om temperaturen i materialet sänks så kommer RF i materialet att sjunka något. Detta trots att samma mängd fukt finns i materialet. Om temperaturen ökar stiger RF. Observera att vid hög RF och högt vct kan det för betong faktiskt vara tvärt om. Se *Figur 28.1*.

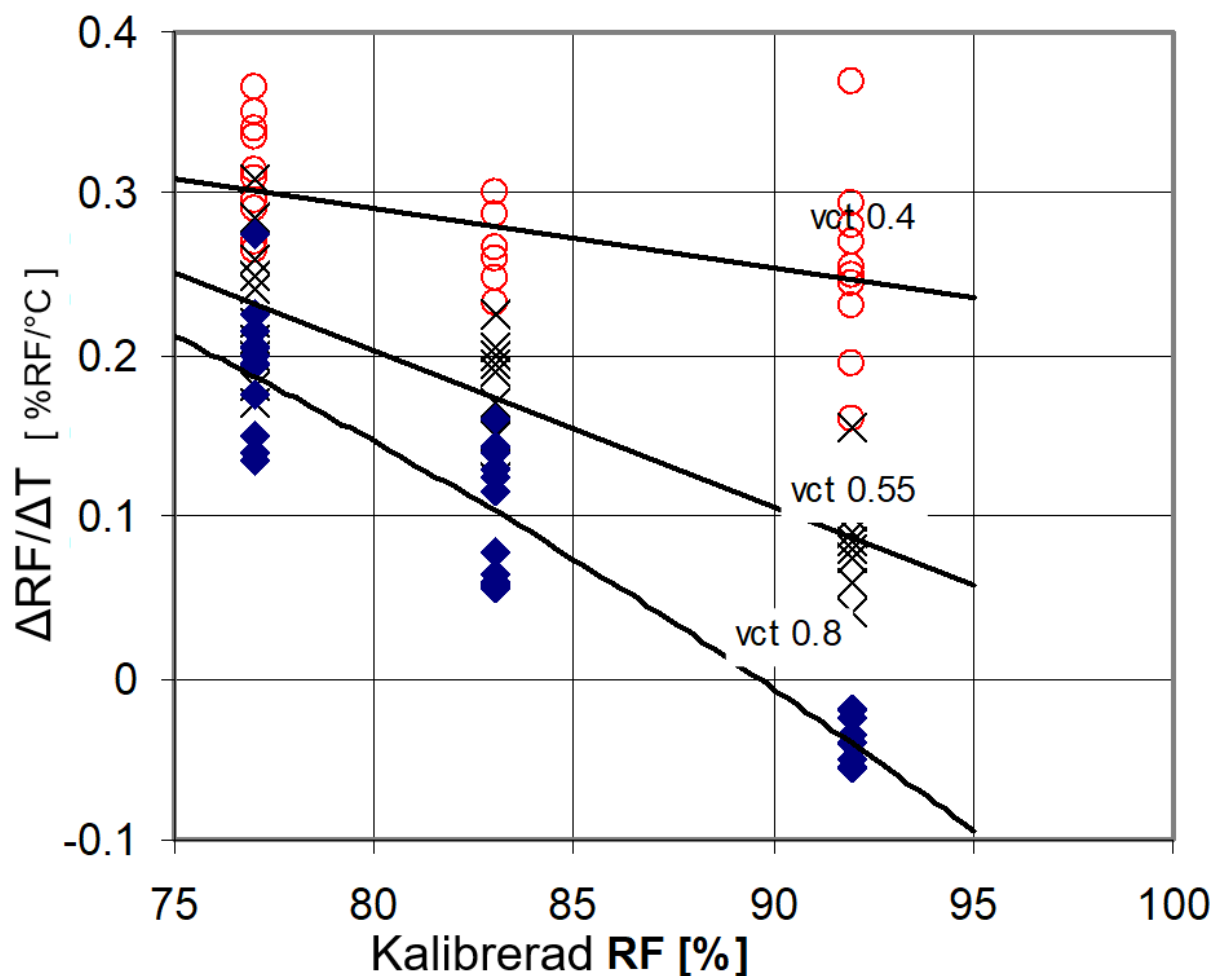
Riktlinjerna för högsta tillåtna RF i betong och golvavjämningen före ytbeläggning gäller RF vid 20,0 °C enligt AMA Hus (om annat ej anges). Detta antas vara konstruktionens brukstemperatur. Av denna anledning och för att underlätta jämförelsen av mätresultat utförda vid olika temperaturer redovisas resultaten från en RF-mätning vid 20,0 °C. Detta innebär att

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
7:1	2025-03-04	2025-03-17	Ted Rapp		28	2(22)

RF-värden från mätningar vid annan temperatur måste räknas om, korrigeras, till RF vid 20,0 °C. Korrektionens storlek beräknas med hjälp av en korrektionsfaktor, $\Delta RF/\Delta T$. Den multipliceras med skillnaden i temperatur mellan brukstemperaturen, 20,0 °C, och temperaturen i materialet vid mätningen. För att korrektionen ska få rätt tecken, plus eller minus, är det viktigt att alltid beräkna temperaturskillnaden genom att ta brukstemperaturen minus materialets temperatur.

28.1.1.1 Temperaturkorrektion för betong

För betong beror korrektionens storlek på betongens vct, kalibrerad RF samt en korrektionsfaktor, $\Delta RF/\Delta T$, som kan utläsas ur *Figur 28.1*. Kurvorna i figuren baseras på försök där resultat från utförda RF-mätningar vid olika temperaturer redovisas som cirklar, kryss eller romber för olika vct. RF i figuren avser kalibrerad RF, inte avläst RF vilket är viktigt att beakta för att erhålla ett korrekt resultat. Figuren får användas för korrektion av RF till RF vid 20,0 °C i temperaturintervallet 15,0 – 25,0 °C. Temperaturen avser betongens temperatur.



Figur 28.1 Diagram för bestämning av korrektionsfaktor $\Delta RF/\Delta T$, data från Sjöberg et al 2002 /24/.

Korrektionen, K, beräknas $K = \Delta RF/\Delta T \times (20,0 - t) \quad [\% RF]$

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
7:1	2025-03-04	2025-03-17	Ted Rapp		28	3(22)

Interpolera mellan kurvorna för olika vct vid behov. Om betongen har lägre vct än 0,4 används kurvan för vct 0,4. I formeln ovan avser t betongens temperatur vid avläsning. OBS! Håll reda på plus- och minustecken!

Beräknad korrektion avrundas till en decimal och förs därefter in i mätprotokollet, med tecken + eller -, i kolumnen Korr för RF vid 20,0 °C. Se Figur 28.7.

Exempel: En mätning har utförts i betong med vct 0,40 och kalibrerad RF är 90,0 %. Beräkna korrektionen för att räkna om RF till RF vid 20,0 °C om temperaturen i betongen vid mätningen är:

- a) 17,0 °C
- b) 24,0 °C

Svar a) Diagrammet ger korrektionsfaktorn $\Delta RF/\Delta T = + 0,26$
 $K = + 0,26 \times (20,0 - 17,0) = + 0,78 \% \text{ RF}$
 Korrektionen som ska föras in i protokollet är + 0,8 % RF

Svar b) Korrektionsfaktorn är densamma, $\Delta RF/\Delta T = + 0,26$
 $K = + 0,26 \times (20,0 - 24,0) = + 0,26 \times (- 4,0) = - 1,04 \% \text{ RF}$
 I mätprotokollet avrundas korrektionen till - 1,0 % RF.
 Korrektionen är negativ och kommer att ge en lägre RF.

Om temperaturen i betongen vid avläsningen inte hamnar inom tillåtet temperaturintervall, + 15,0 °C till + 25,0 °C, så gäller inte diagrammet i Figur 28.1. Detta innebär att det inte går att beräkna någon temperaturkorrektion. Om ett resultat ändå önskas så måste RF redovisas vid aktuell temperatur, inte korrigerad till 20,0 °C. I protokollet utelämnas temperaturkorrektionen och mätosäkerheten anges till > 3 %. Redovisning utförs enligt avsnitt 28.4.3.

28.1.1.2 Temperaturkorrektion för golvavjämning

För golvavjämning beror korrektionens storlek enbart på temperaturen i materialet. Korrektionsfaktorn $\Delta RF/\Delta T$ sätts till 0,2 procentenheter RF per grad temperaturavvikelse från 20,0 °C. /34/Anderberg, A. and Wadsö, L., Moisture in Self-levelling Flooring Compounds. Part II.

$$\text{Korrektionen } K \text{ beräknas } K = \Delta RF/\Delta T \times (20,0 - t) \quad [\% \text{ RF}]$$

Om mätning av RF sker vid temperatur över 20,0 °C sänks RF vid denna korrigerig och omvänt då mätning av RF sker vid temperatur som understiger 20,0 °C. Korrektionen förs in i mätprotokollet, med tecken + eller - och avrundat till en decimal, i kolumnen Korr för RF vid 20,0 °C.

Exempel: Mätning har utförts i golvavjämning och kalibrerad RF är 80,0 %. Beräkna korrektionen för att räkna om RF till RF vid 20,0 °C om temperaturen i golvavjämningen vid mätning var:

- a) 18,0 °C
- b) 23,0 °C

Svar a) Korrektionsfaktorn $\Delta RF/\Delta T = + 0,2$
 $K = + 0,2 \times (20,0 - 18,0) = + 0,4 \% \text{ RF}$
 Korrektionen är således + 0,4 % RF

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
7:1	2025-03-04	2025-03-17	Ted Rapp		28	4(22)

Svar b) Korrektionsfaktorn är densamma, $\Delta RF/\Delta T = +0,2$
 $K = +0,2 \times (20,0 - 23,0) = +0,2 \times (-3,0) = -0,6 \% \text{ RF}$
 Korrektionen är negativ och kommer att ge en lägre RF.

28.1.2 Korrektion på grund av givarnas fuktkapacitet

När en RF-givare monteras i ett borrhål eller i en provbehållare kommer en del av fukten i materialet att åtgå för att fukta upp givaren. RF-givaren själv tar således upp fukt (den har fuktkapacitet) vilket kan medföra att fukten från betongen eller golvavjämningen inte är tillräcklig för att erhålla rätt RF. Hur stor avvikelser blir beror på givarens sensor, filter, vid vilken RF givaren förvarats i innan den monteras och materialets förmåga att transportera fukt. Även provets storlek och fuktkapacitet påverkar vid mätning på uttaget prov avseende golvavjämning. De värden som finns att tillgå på givarnas fuktkapacitet visas i *Figur 28.2*.

	RF	Fukt- kapacitet	Borrhål betong	Uttaget prov avjämning
			Korrektion K % RF	Korrektion K % RF
HumiGuard	75 – 95 %	0,2 -0,6 mg	0	
Testo	40 – 97 %	4 mg	+0,5	+0,5
Vaisala	40 – 97 %	4 mg	+0,5	+0,5

Figur 28.2. Korrektion på grund av givarens fuktkapacitet.

HumiGuard-givaren, som enbart används för mätning i betong, förvaras före montering i en förpackning där RF är ca 85 %. Givaren har från början fukttinnehållet ca 0,3 mg och behöver uppta högst 0,3 mg fukt eller avge högst 0,1 mg för att komma i jämvikt med betongen i området 75 – 95 % RF. Detta ger en försumbar inverkan på grund av fuktkapacitet.

Vid mätning enligt denna manual ska korrektion av mätresultatet på grund av fuktkapacitet utföras med de värden som anges i *Figur 28.2*. Korrektionen förs in i mätprotokollet i kolumnen **Korr pga fuktkapacitet**. Se *Figur 28.7*.

Den korrigering som utförs av mätresultatet är även behäftad med ett slumpmässigt fel vilket behandlas i rutinen för beräkning av mätosäkerhet, i *avsnitt 28.2*.

28.2 Rutin för beräkning av mätosäkerhet

Syfte: Att sätta ett siffervärde, standardosäkerhet, på varje felkälla som förekommer vid mätning enligt denna manual. Vidare kombineras osäkerheten för dessa felkällor till ett värde, utvidgad mätosäkerhet. Detta värde representerar den totala osäkerheten i mätningen. Mätosäkerheten ska adderas till mätresultatet.

Denna rutin beskriver i punktform, **a - s**, de olika felkällor som bidrar till den totala osäkerheten i mätningen. I rutinen anges standardosäkerheten för varje felkälla eller så ges vägledning till hur man bestämmer storleken. Villkor som måste vara uppfyllda för att angiven storlek på standardosäkerhet ska få användas anges under respektive punkt. Standardosäkerheten under respektive punkt, **a - s**, är framtagna med beräkningar eller uppskattningar. Dessa grundar sig bland annat på skriften Mätosäkerhetsberäkningar för relativ fuktighet i betong /23/, GBR Branschstandard för bestämning av relativ fuktighet, RF i golvavjämning /36/ samt utförda mätningar inom SBUF-projekt 13754 /33/.

28.2.1 Standardosäkerhet för varje felkälla

För att bestämma standardosäkerheten för varje felkälla ska följande avsnitt gås igenom punkt för punkt. Använd mätmetod, samt vilket material som mätningen utförs i, styr vilka felkällor nedan som är aktuella vilket beskrivs under varje punkt. Standardosäkerheten för de felkällor som är aktuella ska noteras i *Blankett F8*, se *Flik 29*, där sedan den totala mätosäkerheten beräknas. I diagram och tabeller får interpolering utföras mellan angivna värden. En uppskattning av standardosäkerheten utanför de yttre gränserna i tabeller och diagram får inte ske utan särskild redovisning.

De grova fel som beskrivs i detta avsnitt kan inte behandlas matematiskt och redovisas därför inte i *Blankett F8*. Grova fel undviks genom korrekt utförd borrhning/provtagning, hantering av mätutrustningen och kontroller. Skulle ett grovt fel inträffa ska inte något mätresultat redovisas och rekommendationen är att göra en ny mätning.

a. Spridning, konduktans (gäller HumiGuard)

Standardosäkerhet för denna felkälla är **0,42 % RF**.

Värdet är en kombination av å ena sidan den spridning inom en lot som uppmäts vid 85 % RF i samband med tillverkningen (alla loter, alla givare i loten, kontrollmäts), vilken är 0,3 % RF, och å andra sidan den spridning som tillkommer under tiden från tillverkningen fram till Används före-datum hos givare i förpackning, vilken är 0,3 % RF.

b. Ickelinearitet (gäller Vaisala och Testo)

De använda RF-givarna ska kalibreras vid 75, 85, 90 och 95 % RF och betraktas som linjära mellan kalibreringspunkterna. Komplettering kan göras med lägre RF-nivåer. Vald RF får då maximalt avvika 10 procentenheter från närmast föregående, tex en extra punkt vid 65 % om kalibrering utförs vid RF-nivåerna enligt ovan. En viss icckelinearitet kan dock förekomma mellan kalibreringspunkterna. De yttre gränserna (a_+ och a_-) inom vilket den olinjära kalibreringskurvan antas ligga är $\pm 0,5$ % RF från den linjära kalibreringskurvan. Denna osäkerhet på $\pm 0,5$ % RF antas vara rektangelfördelad, vilket medför att standardosäkerheten blir $0,5/\sqrt{3} = \mathbf{0,29\% RF}$.

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
7:1	2025-03-04	2025-03-17	Ted Rapp		28	6(22)

c. Drift hos RF-givare

RF-givare av fabrikat Vaisala och Testo ska kalibreras minst en gång per år samt däremellan när egenkontrollen påvisar behov av ny kalibrering på grund av drift. För HumiGuard används i stället avläsningar från referensgivare.

HumiGuard

Standardosäkerheten för HumiGuard bland annat avseende drift, sätts till **0,5 % RF**. På Industrifysiks webbplats skrivs detta in av användaren i ruta "Application uncert." för borrhålsmätning i betong. Denna siffra avser den drift i RF, kombinerat med hysteres, som kan tillkomma under tiden RF-givaren befinner sig i borrhålet.

Vaisala och Testo

För Vaisala- och Testogivare är tillåtet värde avseende drift $\pm 1,5 \%$ RF. Detta ger en standardosäkerhet på grund av drift som är **0,87 % RF**.

Möjlighet finns att minska standardosäkerheten vad gäller drift avseende Vaisala och Testo, för vilka egenkontroll utförs enligt *Flik 5*. Det är två krav som då måste uppfyllas:

- 1.) Skillnaden mellan "Avvikelse RF vid kalibreringen" och "Avvikelse RF vid egenkontroll efter kalibrering" måste ligga inom intervallet $\pm 1,0 \%$ RF. Detta värde återfinns i "Ruta 2" på *Blankett F2*, se *Flik 29*. (Se även punkt 6 och 7 i *avsnitt 5.2, Flik 5*).
- 2.) Driften för samma givare måste ligga inom intervallet $\pm 1,0 \%$ RF.

Förutsatt att båda dessa krav uppfylls får standardosäkerheten sättas till **0,58 % RF**.

d. Hysterés hos RF-givare

Hysteres är ett grovt fel som undviks genom korrekt hantering av givarna.

Mätning med Vaisala och Testo förutsätter att kalibrering och RF-mätning utförs från lägre RF till högre. Givarna ska "torka ut" innan de monteras för kalibrering och mätning i betong eller golvavjämning. När givaren kommit i jämvikt och avläsning utförts så höjs RF till nästa nivå vid kalibrering. Vid mätning i betong eller golvavjämning så avläses givarens RF innan den monteras. Detta för att säkerställa att den är torrare än materialet i vilket mätningen ska utföras. Detta medför att RF-givaren hela tiden befinner sig på jämviktsfuktkurvan för uppfuktning och hysteres undviks vilket annars kan ge stora mätfel. Standardosäkerheten för Vaisala och Testo kan sättas till **0% RF** när detta förfarande används.

HumiGuard-givaren används som kvarsittande givare. Detta innebär att givaren först fuktas upp för att sedan torka ut i takt med att betongen torkar och effekten av hysteres måste således beaktas. På grund av givarens konstruktion, förpackning och hantering är effekten förhållandevis liten och inkluderas i punkt **c**, drift hos RF-givare. Under denna punkt, **d**, sätts därför standardosäkerheten för HumiGuard till **0% RF**.

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
7:1	2025-03-04	2025-03-17	Ted Rapp		28	7(22)

e. Fuktkapacitet

Fuktkapaciteten som är framtagen för respektive givare är behäftad med en viss osäkerhet. Detta innebär att förutom den korrektion som utförs enligt *avsnitt 28.1* så måste hänsyn tas till den slumpmässiga osäkerheten i korrektionen. Standardosäkerheten avseende denna korrektion anges i *Figur 28.3*.

	RF	Fukt-kapacitet	Borrhål betong	Uttaget prov avjämnig
			Std.osäkerhet % RF	Std.osäkerhet % RF
HumiGuard	75 – 95 %	0,2 -0,6 mg	0	
Testo	40 – 97 %	4 mg	0,29	0,29
Vaisala	40 – 97 %	4 mg	0,29	0,29

Figur 28.3. Standardosäkerhet avseende korrektion på grund av givarens fuktkapacitet.

f. Noggrannhet på temperaturangivelse

Försumbar mätosäkerhet hos HumiGuard.

Vaisalas och Testos mätprincip bygger på kapacitansändring i en polymerfilm på grund av fuktupptagning i filmen. Felkällan avseende noggrannhet på temperaturangivelse är försumbar.

Således redovisas inte denna felkälla i *Blankett F8* för någon av givarna ovan.

g. Osäkerhet i kalibreringen (gäller Vaisala och Testo)

Standardosäkerheten avseende kalibreringen återfinns i kalibreringsrapporten.

Kalibrering ska utföras enligt *avsnitt 2.9* vid en mätplats med spårbarhet avseende RF och temperatur. Efter slutförd kalibrering erhålls en kalibreringsrapport innehållandes avlästa värden vid kalibreringen, kalibreringskurva och uppgift om kalibreringens mätosäkerhet och spårbarhet. Vid mätplatsen där kalibrering utförs har de felkällor som påverkar kalibreringen utretts och den totala mätosäkerheten avseende själva kalibreringsförfarandet beräknats, på liknande sätt som i denna rutin. Vanligt är att osäkerheten redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor $k = 2$, se *avsnitt 28.2.2*. Ta aldrig detta för givet utan läs noga i kalibreringsrapporten vad gäller täckningsfaktor.

De standardosäkerheter, standardavvikelse, som ska användas för beräkning i *Blankett F8* ska vara angivna med täckningsfaktor $k = 1$. Således måste uppgiften om kalibreringens osäkerhet divideras med två innan den noteras i *Blankett F8*, om standardosäkerheten avseende kalibreringen är angiven med täckningsfaktor $k = 2$. Vanligt är att mätosäkerheten avseende kalibrering kan ligga någonstans mellan $\pm 0,8 \%$ RF och $\pm 1,4 \%$ RF med $k = 2$. Detta medför att standardosäkerheten som ska användas i *Blankett F8* avseende kalibrering i så fall ligger mellan 0,4 och 0,7 % RF.

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
7:1	2025-03-04	2025-03-17	Ted Rapp		28	8(22)

Vilken täckningsfaktor som används beror på var någonstans, vid vilket företag, kalibreringen utförts. Mätosäkerheten beror även på vid vilken RF-nivå kalibreringen utförs. Generellt blir osäkerheten större vid högre RF.
Om mätosäkerhetsberäkningen enligt *Blankett F8* ska gälla vid godtycklig RF-nivå ska standardosäkerheten avseende punkt **g** anges som kalibreringens mätosäkerhet vid 95% RF, vilket är den till värdet största mätosäkerheten.

h. Kalibreringstabell, temperatur (gäller HumiGuard)

Standardosäkerheten för denna felkälla styrs av betongens temperatur vid mätningen, betecknad **T**.
Felkällans storlek beräknas enligt nedan, förutsatt att T är inom intervallet 15,0 – 25,0 °C.

$$\begin{array}{ll} T < 20^{\circ}\text{C} & \text{Standardosäkerheten} = 0,03 \times (20 - T) \\ T > 20^{\circ}\text{C} & \text{Standardosäkerheten} = 0,03 \times (T - 20) \end{array}$$

Vid användning av webbplatsen beräknas och inkluderas denna osäkerhet automatiskt. Maximalt blir standardosäkerheten 0,15 % RF vilket uppkommer vid temperaturintervallets yttre gränsvärden.

i. Kalibreringstabell, RF (gäller HumiGuard)

Standardosäkerheten för denna felkälla styrs av betongens RF (utan temperaturkorrektion eller mätosäkerhet) vid mätningen, betecknad **RF**.
Felkällans storlek beräknas enligt nedan, förutsatt att RF är inom intervallet 65,0 – 95,0%.

$$\begin{array}{ll} \text{RF} < 85\% & \text{Standardosäkerheten} = 0,08 \times (85 - \text{RF}) \\ \text{RF} > 85\% & \text{Standardosäkerheten} = 0,08 \times (\text{RF} - 85) \end{array}$$

Vid användning av webbplatsen beräknas och inkluderas denna osäkerhet automatiskt. Maximalt blir standardosäkerheten 1,6 % RF, vilken uppkommer vid RF-intervallets nedre gräns.

j. Referenscell (gäller HumiGuard)

Kalibreringsintyg från NPL i England styrker att standardosäkerheten avseende referenscellens kalibreringsvärde (85 % RF) är 0,5 % RF. Standardosäkerheten innefattar såväl NPL:s interna kalibreringsosäkerhet som osäkerheten hos de undersökta referenscellerna. Osäkerheten är angiven med täckningsfaktor $k = 1$.
Använd standardosäkerheten **0,5 % RF**.

k. Mättemperatur annan än kalibreringstemperaturen (gäller Vaisala, och Testo)

Får försummas förutsatt att givaren är kalibrerad vid 20,0 °C och mätningen utförs i intervallet 15,0 – 25,0 °C. Denna punkt redovisas därför inte i *Blankett F8*.

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
7:1	2025-03-04	2025-03-17	Ted Rapp		28	9(22)

l. Mättemperatur annan än 20,0 °C

En korrektion görs för varje mätvärde i mätprotokollet enligt 28.1.1. Kurvorna i *Figur 28.1* som används för att beräkna korrektionen för mätning i betong baseras på de mätresultat som är inritade i samma diagram. Spridningen i dessa mätresultat medför att uppritade kurvor är behäftade med en viss slumpmässig osäkerhet som ska tas med i mätosäkerhetsberäkningen. Även för golvavjämning är framtaget underlag för temperaturkorrektion behäftat med ett slumpmässigt fel vilket måste beaktas. Standardosäkerhetens storlek beror på vid vilken temperatur, T, i betong eller golvavjämning som mätningen är utförd och beräknas enligt nedan.

$$T < 20,0 \text{ °C} \quad \text{Standardosäkerhet} = 0,035 \times (20,0 - T)$$

$$T > 20,0 \text{ °C} \quad \text{Standardosäkerhet} = 0,035 \times (T - 20,0)$$

alternativt används alltid standardosäkerheten **0,18 % RF**.

m. Olika temperatur mellan givare och betong, eller golvavjämning

Vid mätning av RF ska temperaturskillnad mellan material och RF-sensor undvikas. Det går inte att ange några korrigeringsanvisningar för denna typ av fel. Felet kan uppskattas teoretiskt, men den uppskattningen behöver inte alltid stämma med verkligheten.

Standardosäkerheten sätts till **0 % RF** förutsatt att det inte förekommer en temperaturskillnad mellan material och givare under mätning, vilket är ett grovt fel.

n. Borrningens inverkan**Betong, borrhålsmätning**

Vid mätning i ett borrarat hål i betong ska erforderlig tid gå enligt manualen mellan borrar och montage av RF-givare. Standardosäkerheten sätts då till **0 % RF**.

Om givare monteras för tidigt så är detta ett grovt fel.

Golvavjämning, uttaget prov

Under provtagning ställs krav på tid mellan borrarstart och färdiguttaget prov, hantering av dammsugare samt temperatur. Förutsatt att detta uppfylls kan standardosäkerheten sättas till **0 % RF**. Om kraven inte uppfylls så räknas det som ett grovt fel.

o. Mättid

Under förutsättningen att manualtexten följs vad avser mättid mellan givarmontage och avläsning, dvs erforderlig tid för att givare och material ska komma i jämvikt, sätts standardosäkerheten till **0 % RF**.

Det är viktigt att notera att tiderna som anges i manualen är minsta tillåtna tidsskillnaden mellan givarmontage och avläsning. Ibland krävs det längre tid för att uppnå fuktjämvikt. För kort mättid betraktas som ett grovt fel.

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
7:1	2025-03-04	2025-03-17	Ted Rapp		28	10(22)

p. Temperaturvariation under mätning

För att kontrollera att gränserna avseende maximal temperaturvariation inte överskrids under mätning måste loggning av temperaturen i luften utföras i mätpunktens omedelbara närhet samt vid mätning på golvväjäjäning i omedelbar närhet till givare och provbehållare. Loggningsintervallet ska högst vara 5 minuter.

Betong, borrhålsmätning

En förutsättning för att kunna mäta ”rätt” RF är att temperaturvariationen som råder under mätningen inte är för stor. Vid borrhålsmätning kan det vara svårt att uppfylla detta. När mindre temperaturvariationer förekommer, enligt nedan, kan dessa behandlas som slumpmässiga fel. Stora temperaturvariationer är att betrakta som ett grovt fel. Vid borrhålsmätning tillåts temperaturen i betongen under mätning variera maximalt $\pm 1,0\text{ °C}$ (yttre gränser).

Uppskattningsvis motsvarar detta en temperaturvariation i omgivande luft med ca $\pm 2\text{ °C}$. Varaktigheten hos temperaturvariationerna i luften har betydelse för förhållandet mellan temperaturvariationerna i luften och i betongen.

Om rektangelfördelning antas blir standardosäkerheten $1,0/\sqrt{3} = 0,58\text{ °C}$. Detta ger enligt /23/ att standardosäkerheten i RF blir ca **0,3 % RF**.

Golvavjäjäning, uttaget prov

Vid RF-bestämning i laboratorium ger temperaturvariationen $\pm 0,2\text{ °C}$ (yttre gränser) under mätningen att standardosäkerhet som vid antagen triangelfördelning blir $0,2/\sqrt{6} = 0,08\text{ °C}$. Detta ger att standardosäkerheten i RF blir ca 0,4 % RF. Inverkan på RF av olika temperaturvariationer visas i *Figur 28.4*.

Maximal temperaturvariation, se ovan [°C]	Standardosäkerhet i RF [% RF]
0	0
$\pm 0,1$	0,2
$\pm 0,2$	0,4
$\pm 0,3$	0,6
$\pm 0,4$	0,8
$\pm 0,5$	1,0
$\pm 1,0$	2,0

Figur 28.4 Standardosäkerhet beroende på temperaturvariation under RF-bestämning på uttaget prov avseende golvavjäjäning

q. Avvikelse i mätdjup**Betong, borrhålsmätning**

Borrhål ska borras 0 – 2 mm djupare än det beräknade mätdjupet. Mätdjupet antas bestämmas på ± 3 mm.

Beräkning enligt /23/ med förutsättningen att plattjockleken ej får vara mindre än 80 mm vid enkelsidig uttorkning och 160 mm vid dubbelsidig ger standardosäkerheten **0,26 % RF**.

Golvavjämning, uttaget prov

Provet ska borras ut med kärnborr och provet omfattar hela golvavjämningens tjocklek. Mätdjupet är således lika med golvavjämnings tjocklek varvid standardosäkerheten sätts till **0 % RF**.

r. Avvikelse i konstruktionstjocklek**Betong, borrhålsmätning**

Avvikelse i betongtjocklek från konstruktionshandlingarna för en platsgjuten bottenplatta på mark förutsätts ligga inom intervallet ± 10 %.

Motsvarande avvikelse för ett platsgjutet mellanbjälklag förutsätts ligga inom intervallet ± 5 %. Beräkning enligt /23/ med förutsättningarna enligt ovan samt att betongtjockleken ej får vara mindre än 80 mm vid enkelsidig uttorkning och 160 mm vid dubbelsidig ger standardosäkerheten **0,19 % RF**.

Golvavjämning, uttaget prov

Om avjämningsens verkliga tjocklek avviker från konstruktionshandlingarna så kommer det inte att bidra till mätosäkerheten. Denna avvikelse är inte aktuell i fallet uttaget prov då en borrhärna tas ut på hela tjockleken. Standardosäkerheten sätts därför till **0 % RF**

s. Provuttagning golvavjämning

Vid uttagning av prov i golvavjämning dvs borring, klyvning, krossning, uppsamling och transport av prov i provbehållare förekommer ett antal slumpmässiga fel som är svåra att bestämma till sin storlek. Tex påverkar storleken på bitarna efter krossning uppmätt RF. Klyvningen av en borrhärna kan medföra en överrepresentation av torrare eller fuktigare material i ett prov. Tidsåtgången från borrhärstart till dess att provbitarna är i provbehållaren och den är försluten har en viss påverkan liksom temperaturhöjningen vid borring. För att göra en skattning av hur detta påverkar mätosäkerheten har ett antal mät försök utförts och utifrån resultaten statistiskt beräknat mätosäkerheten. Utifrån detta underlag har nedanstående standardosäkerhet bestämts.

Förutsatt att alla moment utförs enligt metodbeskrivningen så uppskattas standardosäkerheten för dessa slumpmässiga fel till **1,2 % RF**.

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
7:1	2025-03-04	2025-03-17	Ted Rapp		28	12(22)

28.2.2 Sammanräkning och redovisning av mätosäkerhet

När standardosäkerheten för samtliga felkällor har bestämts är det dags att räkna ihop dessa till ett värde. Detta värde representerar den totala osäkerheten för mätningen och brukar betecknas kombinerad mätosäkerhet. Kombinerad mätosäkerhet anges som ett intervall, $\pm$, inom vilket mätresultatet förutsätts ligga. 80 % RF med kombinerad mätosäkerhet $\pm 1\%$ RF innebär således att RF ligger mellan 79 och 81 %.

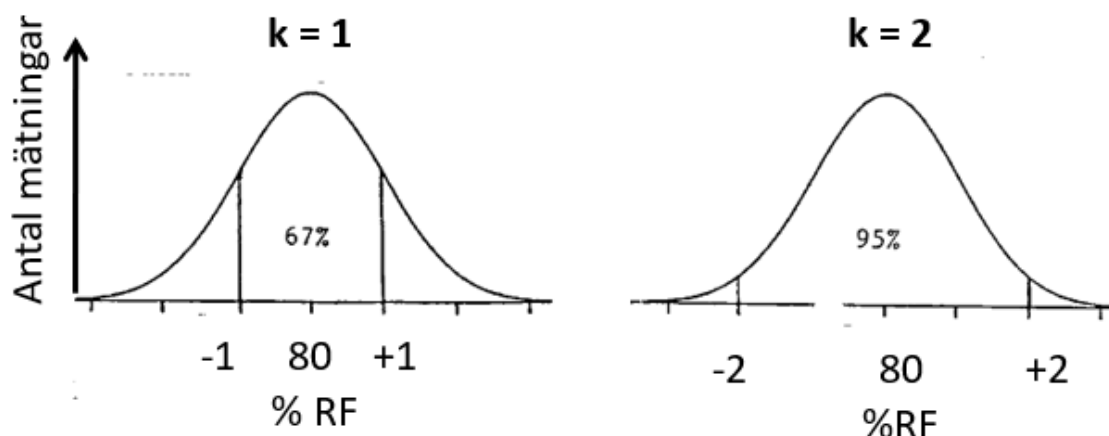
För att beräkna den kombinerade mätosäkerheten används en "statistisk kompromiss" som innebär att felkällorna summeras enligt formeln $\pm \sqrt{(a^2 + b^2 + \dots + s^2)}$. I Blankett F8 som ska användas utförs beräkningen i flera steg.

När den kombinerade mätosäkerheten beräknas och anges på detta sätt innebär det statistiskt att ca 67 % av de mätningar som utförs kommer att ligga inom angivet intervall vad gäller mätosäkerheten. Resterande mätningar kommer att hamna utanför intervallet. Dvs. om den kombinerade mätosäkerheten beräknas till $\pm 1\%$ RF enligt ovan så kommer 67 % av de mätningar som utförs ligga inom intervallet 79 – 81 % RF. Resterande 33 % av mätningarna ligger utanför intervallet och har således en större mätosäkerhet än $\pm 1\%$ RF.

Det är naturligtvis oacceptabelt att 33 % av de mätningar som utförs har en större mätosäkerhet än vad som anges i protokollet. Det kan leda till en underskattning av betongens eller golvavjämningens RF, vilket kan medföra risk för fuktskada om mätresultatet används som underlag till att bedöma om materialet är tillräckligt uttorkat för att golvläggning ska kunna utföras.

För att kunna ange hur stor andel av mätningarna som ligger inom angiven mätosäkerhet används begreppet täckningsfaktor. Täckningsfaktorn, som vanligen betecknas k, multipliceras med den kombinerade mätosäkerheten vilket ger en utvidgad mätosäkerhet. Om ett högre värde på täckningsfaktorn används, tex $k = 2$ i stället för $k = 1$, så kommer fler mätningar ligga inom intervallet. Detta innebär dock att storleken på mätosäkerheten ökar.

Med täckningsfaktorn $k = 1$ är det ca 67 % av mätningarna som uppfyller angiven mätosäkerhet enligt ovan. Ökas täckningsfaktorn till $k = 2$ så är det ca 95 % av mätningarna som ligger inom angiven mätosäkerhet samtidigt som mätosäkerheten ökar med det dubbla. Används $k = 3$ så är det ca 99 % av mätningarna som ligger inom mätosäkerheten som nu har tredubblats från ursprungligt värde. Antalet mätningar som ligger inom angiven mätosäkerhet ökar när intervallet för mätosäkerheten utökas. I Figur 28.5 visas detta grafiskt.



Figur 28.5 Täckningsfaktorns inverkan på mätosäkerheten

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
7:1	2025-03-04	2025-03-17	Ted Rapp		28	13(22)

Om vi som ett exempel utför ett stort antal mätningar, tex 40 st, i en betongplatta som vi vet har en RF på 80 % så kommer de flesta mätningarna att ge ett resultat i närheten av 80 % RF. På grund av att det förekommer ett antal felkällor så kommer en mindre del av mätningarna ge ett lägre eller högre resultat. Detta åskådliggörs i *Figur 28.5*. Puckeln i diagrammen visar att de flesta mätningarna ligger runt 80 %. ”Svansarna” däremot visar de mätningar som avviker från detta värde. Ju högre kurvan är ju fler av mätningarna är det som ger den RF som visas på den horisontella axeln. Om vi har beräknat den kombinerade mätosäkerheten till ± 1 % RF och använder täckningsfaktorn $k = 1$ så ser vi i figuren att bara 67 % av mätningarna kommer att ligga inom intervallet 79 – 81 % RF, 80 ± 1 . Resterande mätningar ligger utanför. Används däremot $k = 2$ så måste vi multiplicera osäkerheten med två vilket ökar intervallet avseende RF till mellan 78 och 82 % RF, 80 ± 2 . Fler av mätningarna hamnar då inom tillåtet intervall, närmare bestämt 95 % men på bekostnad av att mätosäkerheten ökar. Några av mätningarna kommer fortfarande att ligga utanför intervallet. I figuren ovan framgår att 2,5 % av mätningarna kommer att få en lägre RF än 78 % och lika många får högre än 82 %.

När det gäller fuktmätning i betong och golvavjämning ska täckningsfaktor $k = 2$ användas. Det innebär dock en acceptans av att ett fåtal av mätningarna ligger utanför intervallet. Mätosäkerheten ska alltid adderas till mätvärdet. Anledningen till detta är att eftersom vi inte vet var inom osäkerhetsintervallet mätresultatet ligger så lägger vi till osäkerheten till uppmätt värde för att inte underskatta RF i materialet.

Den utvidgade mätosäkerheten med täckningsfaktor $k = 2$ beräknas enligt formeln $\pm 2 \times \sqrt{(a^2 + b^2 + \dots + s^2)}$ och ger det värde som ska noteras längst ner på *Blankett F8*. Detta värde ska därefter redovisas i mätprotokollet i kolumnen för osäkerhet. Den utvidgade mätosäkerheten ska beräknas med minst två decimaler men avrundas därefter matematiskt korrekt till en decimal och redovisas i mätprotokollet. Angiven osäkerhet i mätprotokollet är således mätosäkerheten som gäller för utförd mätning med täckningsfaktor $k = 2$.

Om ytterligare förklaring önskas av hur detta hänger ihop så rekommenderas någon form av litteratur eller utbildning i matematisk statistik.

28.2.3 Möjlighet till reduktion av mätosäkerheten

Det är önskvärt att mätningen utförs med en så liten mätosäkerhet som möjligt. En minskning av mätosäkerheten innebär ett mätresultat med större skärpa. Mätningen närmar sig det ”verkliga” värdet avseende materialets RF. Detta i sin tur möjliggör en kortare torktid för att säkerställa att materialets RF inte överstiger högsta tillåtna, baserat på resonemanget i avsnitt 28.2.2. Mätosäkerheten ska ju alltid adderas till mätresultatet för att därefter jämföras mot högsta tillåtna RF.

För att kunna minska mätosäkerheten måste de olika punkterna **a – s** gås igenom för att bedöma om det finns möjlighet att minska någon av dessa faktorer. Det är alltid den till värdet största standardosäkerheten som ger störst effekt vid beräkning av kombinerad mätosäkerhet. Således är det den som bör studeras och minskas i första hand, om möjligt.

Det är tex vanligtvis punkten **c**, drift, som ger den största påverkan på mätosäkerheten vid beräkningen om Vaisala- eller Testogivare används vid borrhålsmätning i betong.

Mätosäkerheten på grund av drift kan minskas genom att sätta hårdare krav för kontroll efter kalibrering och minska intervallet avseende tillåtet värde för drift. Detta beskrivs under punkt **c**, *Drift hos RF-givare* i avsnitt 28.2.1.

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
7:1	2025-03-04	2025-03-17	Ted Rapp		28	14(22)

Men att sätta ett hårdare krav har sitt pris. Egenkontrollen måste utföras med tätare intervall och risk finns för att givaren måste skickas på kalibrering med tätare intervall. Detta ökar både arbetsinsatsen och kostnaden för kontroll av utrustningen vilket naturligtvis i förlängningen även ökar kostnaden för själva RF-mätningen.

Ett annat sätt att minska mätosäkerheten är att mäta i flera mätpunkter. Mätpunkterna ska i så fall placeras bredvid varandra för att representera en och samma plats. Ju fler mätpunkter som används ju lägre blir mätosäkerheten men detta är mer ett teoretiskt resonemang än praktiskt och ekonomiskt genomförbart. Detta går det att läsa mer om i skriften Mätosäkerhetsberäkningar för relativ fuktighet i betong /23/.

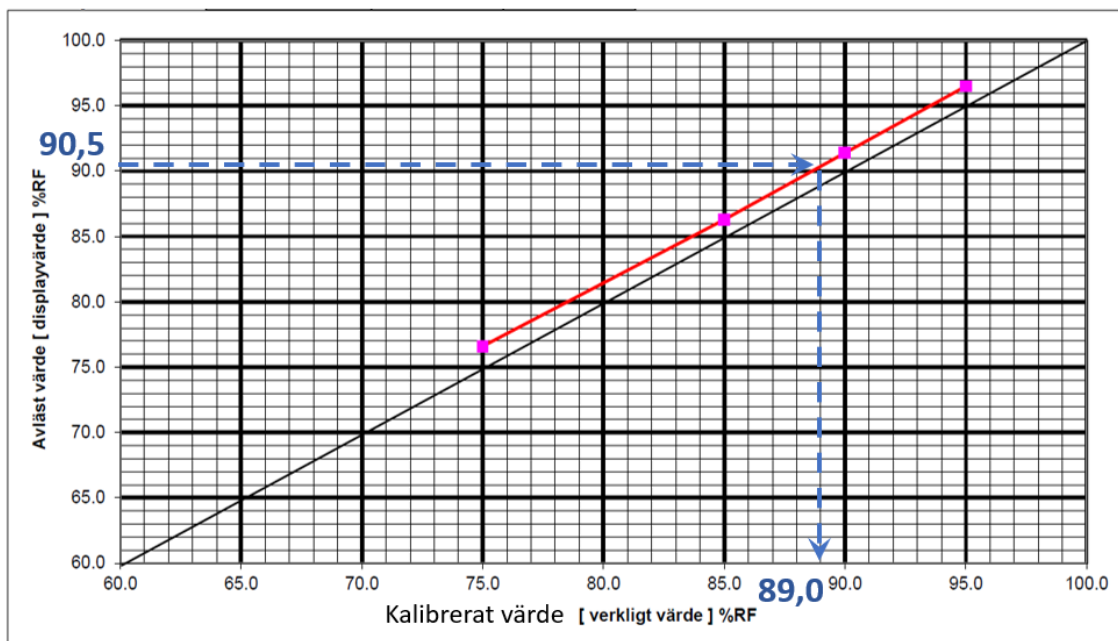
28.3 Beräkning och redovisning av slutvärde

Slutvärdet är som beskrivits tidigare det värde som representerar mätningens resultat. Resultatet kan användas för att jämföra med högsta tillåtna fuktnivå för vald ytbeläggning alternativt ett angivet målvärde eller för att göra en bedömning av vilken RF det är i materialet under pågående uttorkning. I slutvärdet ingår de korrektioner som ska utföras samt mätosäkerheten. Slutvärdet är kalibrerad RF plus/minus korrektioner plus mätosäkerhet.

Redovisning av korrektioner och resultat i mätprotokollen ska redovisas med högst en decimal. Vid avrundning gäller följande. Avrundning sker uppåt om talet efterföljs av siffran 5. Avrundning sker nedåt om talet efterföljs av siffran 4. Exempel: 4,5 avrundas till heltalet 5 men 4,4 till 4. Vid avrundning till en decimal avrundas 2,25 till 2,3 men 2,24 till 2,2.

28.3.1 Slutvärde vid mätning i betong

Först redovisas ett exempel när mätningen utförts i betong inom tillåtna gränsvärden. Slutvärdet är då = kalibrerad RF +/- korrektion för RF vid 20 °C + korrektion pga fuktkapacitet + mätosäkerhet.



Figur 28.6 Kalibreringskurva för framtagande av kalibrerad RF utifrån avläst RF.

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
7:1	2025-03-04	2025-03-17	Ted Rapp		28	15(22)

Exempel: Beräkna och redovisa slutvärdet
 Vct är 0,55
 Vid avläsning erhålls avläst RF 90,5 % och betongtemperatur 23,5 °C
 Givarens fuktkapacitet är + 0,5 %
 Beräknad mätosäkerhet är ± 2,4 % RF.

Avläst RF 90,5 % ger kalibrerad RF 89,0 % vilket avläses i kalibreringskurvan, se streckade linjer i *Figur 28.6*.

Korrektionen för RF vid 20,0 °C erhålls utifrån *Figur 28.1* där vct 0,55 och kalibrerad RF 89,0 % används för att avläsa ca 0,12 i figuren.

Korrektionen beräknas till $0,12 \times (20,0 - 23,5) = -0,42$ vilket avrundas till - 0,4 %.

Redovisning i protokollet utförs enligt nedan.

Avläst RF [%]	Avläst betong temp. [°C]	Kalibrerad RF [%]	Korr för RF vid 20°C +/- [%]	Korr pga fukt-kapacitet + [%]	Osäkerhet k = 2 +[%RF]	Slutvärde RF [%]	Kom.
90,5	23,5	89,0	-0,4	+0,5	+2,4	91,5	

Figur 28.7 Redovisning av slutvärde för mätning utförd i betong

28.3.2 Slutvärde vid mätning i golvavjämning

Vad som skiljer sig vid redovisning av slutvärdet mellan betong och golvavjämning är att Korrektionen för RF vid 20,0 °C beräknas på olika sätt samt att slutvärdet för betong redovisas med en decimal medan slutvärdet för avjämning redovisas med heltal dvs utan decimal. Korrektionen för RF vid 20,0 °C, K, beräknas enligt avsnitt 28.1.1.2, $K = \Delta RF / \Delta T \times (20,0 - t)$.

Exempel: Beräkna och redovisa slutvärdet
 Vid avläsning erhålls avläst RF 90,5 % och temperaturen 20,7 °C
 Kalibreringskurva *Figur 28.6*
 Givarens fuktkapacitet är + 0,5 %
 Beräknad mätosäkerheten är ± 2,9 % RF.

$\Delta RF / \Delta T$ är alltid 0,2 för golvavjämning varvid $K = 0,2 \times (20,0 - 20,7) = -0,14$ vilket avrundas till - 0,1. Kalibrerad RF är 89,0 % vilket erhålls ur *Figur 28.6*.

Beräkning av Slutvärdet ger 92,3 % vilket redovisas avrundat till ett heltal enligt nedan.

Avläst RF [%]	Avläst temp. avjämn [°C]	Kalibrerad RF [%]	Korr för RF vid 20°C +/- [%]	Korr pga fukt-kapacitet + [%]	Osäkerhet k = 2 +[%RF]	Slutvärde RF [%]	Kom.
90,5	20,7	89,0	-0,1	+0,5	+2,9	92	

Figur 28.8 Redovisning av slutvärde för mätning på uttaget prov, golvavjämning

28.4 Redovisning av slutvärde vid mätning utanför tillåtna gränser

Redovisning av ett slutvärde förutsätter att mätningen är utförd inom givna gränsvärden. Tex får temperaturen i materialet inte understiga 15,0 °C vid slutavläsningen för att ett resultat inom angiven mätosäkerhet ska kunna redovisas. Om temperaturen tex är lägre än tillåtet är huvudalternativet att den mätpunkt det gäller stryks i protokollet. Det ska också tydligt anges i en kommentar varför den är struken och lämpligen rekommenderas att en ny mätning utförs. Hänvisning till kommentaren görs i kolumnen ”Kom.” Med en siffra, 1.) se *Figur 28.9*.

Avläst RF [%]	Avläst betong temp. [°C]	Kalib- rerad RF [%]	Korr för RF vid 20°C +/- [%]	Korr pga fukt- kapacitet + [%]	Osäk- erhet k = 2 +[%RF]	Slut- värde RF [%]	Kom.
90,5	14,5						1.)

Figur 28.9 Exempel på redovisning då temperaturen understiger tillåtet gränsvärde.

I vissa fall kan ett resultat redovisas trots att toleranserna inte är uppfyllda. Detta värde är då en grov skattning av materialets RF och inte ett resultat som ska användas som ett beslutsunderlag. Rekommendationen är att en ny mätning utförs när/om förutsättning för att toleranserna ska kunna uppfyllas föreligger. Självklart får inte en mätning behäftad med ett grovt fel redovisas. Exempel på detta är om mätpunkten är otät, avläsning har utförts innan jämvikt avseende temperatur och RF uppnåtts, mätningen har utförts med en givare som inte är kalibrerad mm. I detta fall ska inga resultat redovisas i protokollet över huvud taget. Det finns tre fall när ett resultat tillåts att redovisas trots att toleranserna inte uppfylls:

- Mätningen utförs utanför givarens kalibreringsintervall
- Temperaturen i materialet vid avläsning ligger utanför intervallet 15,0 – 25,0 °C
- Temperaturvariationen i materialet under mätningen är större än $\pm 1,0$ C°, gäller enbart borrhålsmätning i betong.

I följande avsnitt behandlas ett antal exempel på hur detta ska redovisas i mätprotokollet. Ett urklipp från *Blankett F5* används i alla exemplen. Blanketten används vid mätning i betong. Vid mätning i golvavjämning används *Blankett F5AV* vars utseende skiljer sig något men de två blanketterna har samma innehåll vad gäller beräkning av slutvärdet för en mätning.

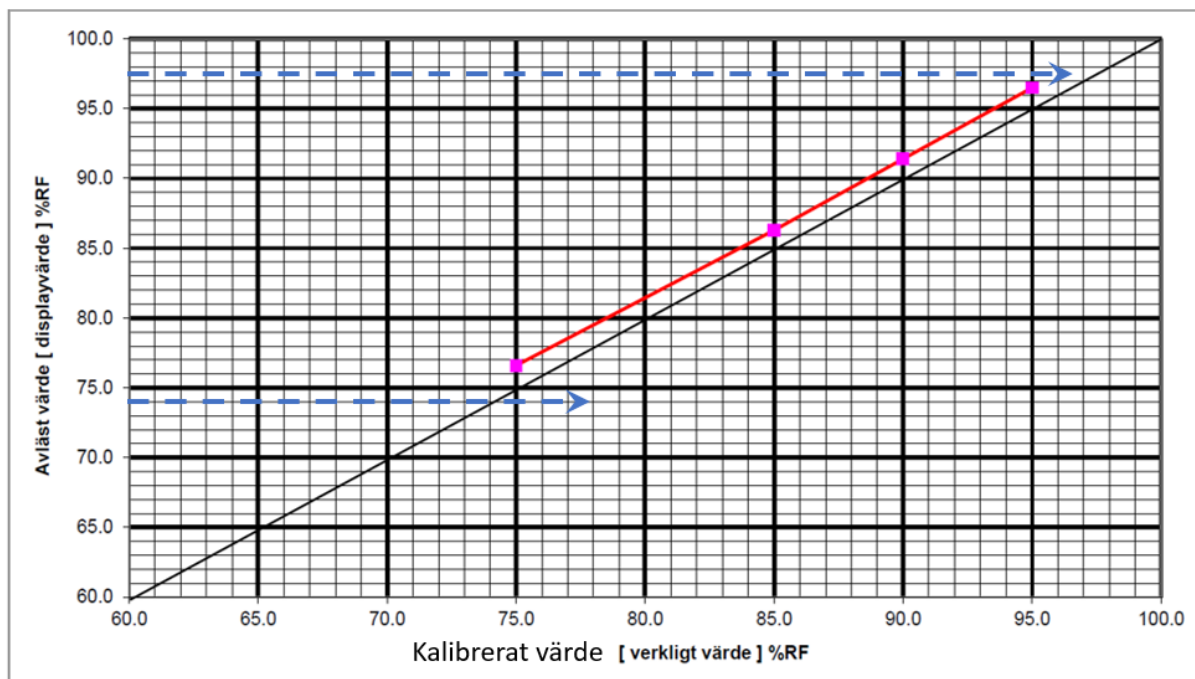
28.4.1 Kalibrerad RF överstiger givarens kalibreringsintervall

Om avläst värde tex är 97,6 % så överskrider kalibreringsintervallet se *Figur 28.10*. Den övre, långa streckade pilen ligger ovanför givarens högsta kalibreringspunkt.

Slutvärdet som redovisas är då = högsta kalibreringspunkt +/- korrektion för RF vid 20 °C + korrektion pga fuktkapacitet + mätosäkerheten.

Mätosäkerheten anges till > 3, utan decimal, oavsett vad som beräknats på *Blankett F8*.

Slutvärdet redovisas avrundat till ett heltal med tecken > framför, dock aldrig högre än 100% vilket i så fall inte ska ha tecknet > framför.



Figur 28.10 Kalibreringskurva med avläst värde som överstiger högsta, respektive understiger lägsta kalibreringspunkten.

Exempel: Beräkna och redovisa slutvärdet
 Avläst RF 97,6 % och temperatur 18,9 °C
 Kalibreringskurva *Figur 28.10*
 Fuktkapacitet + 0,5 %
 Beräknad mätosäkerheten är ± 3,1 %.

Detta redovisas i princip på samma sätt vid mätning i betong och golvavjämning. Tecknet större än, >, används i protokollet för att visa att värdet inte kan specificeras.

Kalibrerad RF anges till 95,0 % i protokollet, högsta kalibreringspunkt. Det som skiljer sig åt är beräkningen av Korrektion för RF vid 20 °C. För golvavjämning beräknas den på samma sätt som i tidigare exempel och blir i detta fall $0,2 \times (20,0 - 18,9) = + 0,22 \Rightarrow + 0,2 \%$ RF. Slutvärdet beräknas till 98,7 % och avrundas till ett heltal, se *Figur 28.11*.

Lämplig kommentar i detta exempel är, 1.) Kalibrerad RF ligger utanför givarens kalibreringsintervall. Denna kommentar ska för golvavjämning även anges på sammanställningsblanketten, *Blankett F12AV*.

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
7:1	2025-03-04	2025-03-17	Ted Rapp		28	18(22)

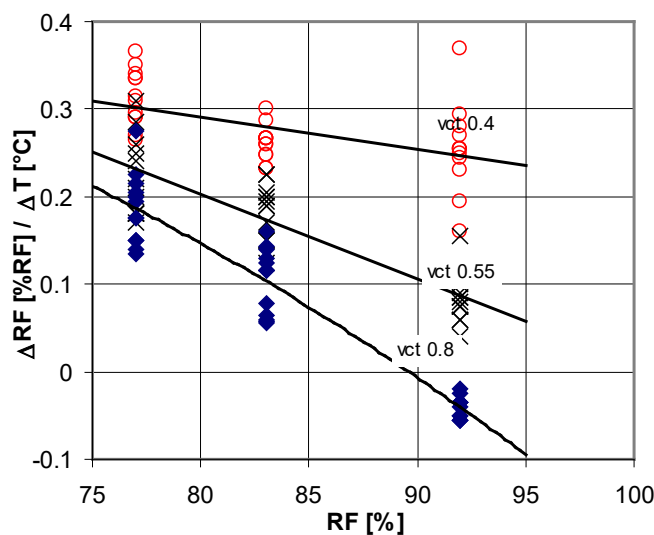
RBK-auktoriserad fuktkontrollant

Avläst RF	Avläst temp.	Kalibrerad RF	Korr för RF vid 20°C	Korr pga fuktkapacitet	Osäkerhet k = 2	Slutvärde RF	
[%]	golvav [°C]	[%]	+/- [%]	+ [%]	+[%RF]	[%]	Kom.
97,6	18,9	95,0	+0,2	+0,5	>3	>99	1.)

Figur 28.11. Redovisning när kalibrerad RF överskrider givarens kalibreringsintervall, golvavjämning.

Om mätningen utförs i betong beräknas Korrektion för RF vid 20 °C enligt *avsnitt 28.1.1.1* till $K = \Delta RF / \Delta T \times (20,0 - t)$. Korrektionens storlek är förutom temperaturen beroende av kalibrerad RF och vct för att kunna bestämma $\Delta RF / \Delta T$ med hjälp av *Figur 28.1*. Detta diagram gäller enbart i kalibreringsintervallet 75 – 95 % varvid värdet för $\Delta RF / \Delta T$ vid 95 % ska användas. Om kalibrerad RF i stället ligger under 75 % så ska $\Delta RF / \Delta T$ för 75 % användas vid avläsning i diagrammet.

Om samma ingångsdata används som i exemplet ovan och vct antas till 0,55 blir $\Delta RF / \Delta T$ ca 0,07 och $K = 0,07 \times (20,0 - 18,9) = + 0,077$ vilket avrundas till + 0,1. Slutvärdet blir då på samma sätt som ovan $95,0 + 0,1 + 0,5 + 3 = 98,6$ % vilket avrundas till 99 och anges som >99 i mätprotokollet.



Figur 28.1 från sida 2.

28.4.2 Kalibrerad RF understiger givarens kalibreringsintervall

Om avläst värde tex är 74,0 % så underskrider kalibreringsintervallet se *Figur 28.10*. Den nedre, korta streckade pilen ligger nedanför givarens lägsta kalibreringspunkt vilken är 75,0 %. Kalibrerad RF anges i detta fall i mätprotokollet till 75,0 %, lägsta kalibreringspunkten. Slutvärdet som redovisas är då = lägsta kalibreringspunkt +/- korrektion för RF vid 20 °C + korrektion pga fuktkapacitet + mätosäkerheten.

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
7:1	2025-03-04	2025-03-17	Ted Rapp		28	19(22)

RBK-auktoriserad fuktkontrollant

Mätosäkerheten anges med en decimal utifrån beräknad i *Blankett F8*. Slutvärdet föregås med tecknet <, mindre än. Med samma resonemang som i 28.4.1 redovisas slutvärde för avjämnning samt betong enligt exemplet nedan.

Exempel: Beräkna och redovisa slutvärdet för en mätning utförd i golvavjämnning
 Avläst RF 74,0 % och temperatur 21,2 °C
 Kalibreringskurva i *Figur 28.10*
 Fuktkapacitet + 0,5 %
 Beräknad mätosäkerhet ± 2,9 %.

Kalibrerad RF anges till 75,0 %.

För golvavjämnning beräknas Korrektionen för RF vid 20,0 °C till $0,2 \times (20,0 - 21,2) = -0,24$ vilket avrundas till - 0,2.

Slutvärdet redovisas med en decimal och tecken < framför, se *Figur 28.12*.

Avläst RF [%]	Avläst temp. golvav [°C]	Kalib- rerad RF [%]	Korr för RF vid 20°C +/- [%]	Korr pga fukt- kapacitet + [%]	Osäk- erhet k = 2 +[%RF]	Slut- värde RF [%]	
74,0	21,2	75,0	-0,2	+0,5	+2,9	<78,2	1.)

Figur 28.12 Redovisning avseende golvavjämnning när kalibrerad RF understiger givarens kalibreringsintervall.

Även för betong används lägsta kalibreringspunkten som kalibrerad RF, se *Figur 28.10*.

Däremot redovisas inte lägre RF än 75 % i *Figur 28.1* för beräkning av temperaturkorrektion. För betong används därför lägsta RF som redovisas i *Figur 28.1* dvs 75 % RF, vid beräkning av korrektionen för RF vid 20,0 °C.

Med vct 0,55 och RF 75 % kan $\Delta RF/\Delta T = 0,25$ utläsas ur figuren. $K = 0,25 \times (20,0 - 21,2) = -0,30$. Slutvärdet redovisas enligt *Figur 28.13*.

Avläst RF [%]	Avläst betong temp. [°C]	Kalib- rerad RF [%]	Korr för RF vid 20°C +/- [%]	Korr pga fukt- kapacitet + [%]	Osäk- erhet k = 2 +[%RF]	Slut- värde RF [%]	
74,0	21,2	75,0	-0,3	+0,5	+2,9	<78,1	1.)

Figur 28.13 Redovisning avseende betong när kalibrerad RF understiger givarens kalibreringsintervall.

Lämplig kommentar i mätprotokollet är i båda fallen,

1.) Kalibrerad RF ligger utanför givarens kalibreringsintervall. Denna kommentar ska även anges tydligt på sammanställningsblanketten, *Blankett F12* för betong och *F12AV* för golvavjämnning.

28.4.3 Temperaturen i materialet utanför intervallet 15,0 – 25,0 °C

Detta fall gäller i princip enbart för borrhålsmätning i betong. Vid mätning i golvavjämning utförs RF-bestämningen inte ute på en arbetsplats utan på en plats där temperaturen kan regleras och strävan är att ligga så nära 20,0 °C som möjligt. Vid mätning på en byggarbetsplats kan det förekomma att temperaturen i betongen understiger 15,0 °C, eller överstiger 25 °C vid avläsningstillfället. Mätpunkten kan då strykas helt ur protokollet alternativt redovisas slutvärdet enligt nedanstående exempel.

Exempel: Beräkna och redovisa slutvärdet
 Avläst RF 84,5 % och temperatur 14,5° C
 Kalibreringskurva i *Figur 28.6*
 Fuktkapacitet + 0,5 %
 Beräknad mätosäkerheten är ± 2,4 %.

Kalibrerad RF blir 83,0 %, *Figur 28.6*.

Korrektionen för RF vid 20,0 °C enligt *avsnitt 28.1* gäller enbart mellan 15,0 °C – 25,0 °C. Eftersom temperaturen understiger detta intervall så gäller inte korrektionsförfarandet. Inget siffervärde redovisas utan markeras med ett streck i protokollet. Mätosäkerheten redovisas som > 3 % och slutvärdet som ett heltal med tecknet > framför. Det är viktigt att beakta att redovisad RF är RF vid 14,5 °C och inte RF vid 20,0 °C vilket är definitionen av begreppet Slutvärde. Detta måste framgå tydligt i kommentaren till mätningen.

Lämplig kommentar i mätprotokollet är i detta exempel:

1.) Temperaturen i betongen understiger tillåten temperatur. Redovisat slutvärde är RF vid avläst temperatur och inte RF korrigerat till 20 °C. En ny mätning rekommenderas när temperaturen i betongen överstiger 15,0 °C.

Denna kommentar ska även anges tydligt på sammanställningsblanketten, *Blankett F12*.

Avläst RF	Avläst betong	Kalib- rerad	Korr för RF vid	Korr pga fukt- kapacitet	Osäk- erhet	Slut- värde	
[%]	temp.	RF	20°C		k = 2	RF	
	[°C]	[%]	+/- [%]	+ [%]	+[%RF]	[%]	Kom.
84,5	14,5	83,0	—	+0,5	>3	>87	1.)

Figur 28.14 Redovisning då temperaturen i materialet vid avläsning ligger utanför tillåtet intervall.

28.4.4 Temperaturvariation större än $\pm 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$

Detta gäller enbart borrhålsmätning i betong. Vid RF-bestämning på uttaget prov av golvavjämning hanteras temperaturvariationen under mätningen enligt punkt **p**, *avsnitt 28.2.1*. Kravet på maximal temperaturvariation gäller betongtemperaturen i botten på mätområdet under mätningen. Kravet är att temperaturvariationen under 48 timmar innan slutavläsning ska ligga inom intervallet $\pm 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ i betongen. Detta kan i stället för att logga temperaturen i betongen kontrolleras genom att använda en temperaturlogger som loggar temperaturen i luften. Loggern ska vara placerad i givarens omedelbara närhet. Tillåtet intervall vid denna loggning är $\pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ vilket förutsätts motsvara en variation på $\pm 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ i betongen. Redovisning av en mätning där temperaturvariationen överstiger tillåtet intervall redovisas i *Figur 28.15*.

Exempel: Beräkna och redovisa slutvärdet
 V_{ct} är 0,55
 Avläst RF 84,5 % och temperatur i betongen $18,5\text{ }^{\circ}\text{C}$
 Kalibreringskurva i *Figur 28.6*
 Temperaturvariation i luften var $\pm 2,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ under 48 timmar fram till avläsning.
 Fuktkapacitet + 0,5 %
 Beräknad mätosäkerheten är $\pm 2,4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Kalibrerad RF blir 83,0 % enligt *Figur 28.6*.

Korrektionen för RF vid $20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ enligt *avsnitt 28.1* blir $0,17 \times (20,0 - 18,5) = + 0,255$ vilket avrundas till + 0,3.

Eftersom temperaturvariationen i luften under mätningen överstiger $\pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ska mätosäkerheten anges till $> 3\%$ och slutvärdet anges med ett heltal och tecknet $>$ framför.

Avläst RF	Avläst betong temp.	Kalibrerad RF	Korr för RF vid 20°C	Korr pga fukt-kapacitet	Osäkerhet $k = 2$	Slutvärde RF	
[%]	[$^{\circ}\text{C}$]	[%]	+/- [%]	+ [%]	+[%RF]	[%]	Kom.
84,5	18,5	83,0	+0,3	+0,5	>3	>87	1.)

Figur 28.15 Redovisning då temperaturvariationen under mätningen är utanför tillåtet intervall.

Lämplig kommentar i detta fall är,

1.) Temperaturvariationen under mätningen överstiger tillåtet temperaturintervall. En ny mätning rekommenderas. Denna kommentar ska även anges tydligt på sammanställningsblanketten, *Blankett F12*.