

# **Vägledning vid användning av vågar på provningslaboratorier och kontrollorgan**

## Innehållsförteckning

1. Inledning
2. Definitioner och förklaring av vissa begrepp
3. Kalibrering av vågar
4. Justering av vågar (intrimning)
5. Mellanliggande kontroll av våg
6. Kontrollvikter
7. Att flytta en våg
8. Osäkerhet vid användning av våg
9. Referenser

Bilaga 1 – Osäkerhetsfaktorer

Bilaga 2 – ”Minsta vägbara mängd”

## 1. Inledning

Detta dokument är framtaget för att ge vägledning och riktlinjer för de provningslaboratorier och kontrollorgan som använder vågar i sin verksamhet. Då vägningen kan ha en stor inverkan på slutresultatet av laboratoriernas/kontrollorganens arbete är det viktigt att man har rutiner och kunskap om hur man skall säkerställa att vågarna fungerar på ett korrekt sätt. Denna vägledning förtydligar vissa punkter som finns i generell form i SS-EN ISO/IEC 17025: 2018 [1]

Observera att det finns ett regelverk för vissa typer av vågar som anges i olika föreskrifter från SWEDAC vilka baseras på Vågdirektiv 2014/31/EU och Mätinstrumentdirektivet 2014/32/EU. Dessa regelsystem behandlas inte i detta dokument. För ytterligare information rörande dessa typer av vågar se [www.swedac.se](http://www.swedac.se).

## 2. Definitioner och förklaring av vissa begrepp

### Spårbarhet

Egenskap hos ett mätresultat eller hos värdet på en normal varigenom detta kan relateras till angivna referenser, vanligen nationella eller internationella normaler, genom en obruten kedja av jämförelser som alla har angivna osäkerheter.

### Kalibrering

Kalibrering är en jämförelse mellan en referens (mätnormal) och det instrument som ska kalibreras. Vid jämförelsen bestäms hur mycket instrumentet avviker från referensen. Mätosäkerhet är ett mått på hur väl denna avvikelse kan bestämmas. För att en kalibrering skall vara pålitlig måste man använda en referens som är kalibrerad av en riksmätplats eller vid ett för ändamålet ackrediterat kalibreringslaboratorium. Mätosäkerheten i kalibreringen av referensen måste vara väsentligt lägre ( $1/5$  eller bättre) än den önskade mätosäkerheten på det kalibrerade objektet. I annat fall blir ”felbidraget” från referensen alltför stort i den totala mätosäkerheten för det kalibrerade objektet. Därutöver måste det finnas en nedskrivna instruktion som talar om hur kalibreringen skall genomföras. En sådan instruktion talar om hur man skall gå tillväga, i vilka mätpunkter som kalibreringen skall ske, vilka felkällor man skall undvika, mätosäkerhetsfaktorer förknippad med kalibreringen i fråga, osv. Personalen ska också vara kvalificerad för att utföra kalibreringen.

### Justering

Uppsättning av åtgärder utförda på ett mätsystem som möjliggör att visningen motsvarar givna värden av en storhet som skall bli uppmätt

### Verifiering

Verifiering används främst inom området reglerad mätteknik. Vågar som uppfyller kraven i 2014/31/EU resp. 2014/32/EU kan i samband med att de sätts på marknaden genomgå en produktverifikation utförd av ett anmält organ. Den tillverkade vågen jämförs med sitt typgodkännande för att bekräfta genom granskning av dokumentation och diverse tester att vågen uppfyller tillämpliga krav i resp. direktiv.

Not 1. De speciella kraven kan vara exempelvis att en tillverkares specifikation uppfylls.

Not 2. verifiering skall inte sammanblandas med validering

Not 3. I den internationella terminologin utgiven av OIML [3] anges verifiering av ett mätinstrument som en ”procedur (annan än typgodkännande) som inkluderar provning och märkning och/eller utfärdande av ett verifieringscertifikat, som säkerställer och konfirmerar att mätinstrumentet uppfyller kraven i ett typgodkännande.

## **Kontroll**

Ibland används ordet kontroll i betydelsen en ”enkel kalibrering”. Även en kontroll kräver en spårbar referens, nedskrivna instruktion, skattad mätosäkerhet osv. Det som skiljer en kontroll från en kalibrering är i detta fall omfattningen (t ex färre mätpunkter, endast en mätning per mätpunkt etc). En kontroll kan t.ex. användas som egenkontroll mellan ordinarie kalibreringar.

Ibland används ordet kontroll för funktionskontroll av ett instrument, exempelvis nollpunktskontroll. Funktionskontroller kräver också nedskrivna instruktioner.

Not. Kontroll enligt EN ISO/IEC 17020:2012 [4] är ”undersökning av en produkt, process, tjänst eller installation eller dess konstruktion och bestämning av dess överensstämmelse med specificerade krav eller, på basis av professionell bedömning, mot allmänna krav”

## **3. Kalibrering av vågar**

Vågar skall normalt sett vara kalibrerade. Kalibreringen skall vara utförd av antingen ett ackrediterat företag eller ett så kallat Nationellt Metrologi institut (Riksmätplats). Under vissa förutsättningar kan dock det accepteras att kalibreringen har utförts av den egna organisationen, d.v.s. som internkalibrering, se Swedac Doc 04:2 [9].

Kalibreringen skall normalt sett inkludera hela användningsområdet på vågen. Det innebär från den minsta massa man kan tänkas väga till den största. Då det oftast inte är känt för kalibreringsföretaget vilken minsta massan är som användaren har som avsikt att väga på vågen så måste användaren av vågen informera kalibreringsföretaget för att kalibreringstjänsten skall kunna utföras på ett bra sätt. Resultatet från kalibreringen presenteras sedan i ett kalibreringsbevis. Då det inte med säkerhet alltid har genomförts en justering av vågen i samband med kalibreringen är det viktigt att man som användare granskar resultaten för att säkerställa att de ligger innanför eventuella krav man ställt på vågen. En annan viktig uppgift som redovisas i ett korrekt spårbart kalibreringsbevis är uppgiften på kalibreringens mätosäkerhet. Denna kan antingen presenteras som en mätosäkerhet som då gäller för hela vågens område eller presenteras med ett unikt värde för varje belastningsnivå som redovisas i beviset.

Som tumregel beträffande kalibreringen av en våg så gäller att hela användningsområdet skall kalibreras och detta skall ske med en metodik som genererar en tillräckligt bra mätosäkerhet så att man som användare kan lita på sina vägningresultat till den grad man förväntar sig. Detta kan låta enkelt men kräver en hel del av både användaren av vågen samt kalibreringsföretaget. Som användare är det viktigt att man tar reda på inom vilket vägningområde man avser använda vågen samt med vilken noggrannhet vägningen skall kunna ske. Tänk dock på att ett stort användningsområde (0,1-100% av max) samt tuffa krav på noggrannheten ofta resulterar i att kalibreringen tar längre tid och därmed också kostar mera. För att ta reda på den minsta massan som man kan använda en våg för har vissa kalibreringsleverantörer möjlighet att genomföra en ”minsta vägbara mängd” kontroll. Detta förfarande är obligatoriskt inom vissa branscher men kan vara helt frivilligt inom andra. Se mera kring detta begrepp i bilaga 2.

Hur ofta en kalibrering skall ske beror till stor del på vilka noggrannhetskrav man ställt på sin våg samt hur ofta den används och av vem. Ett rekommenderat intervall då vågen är ny och man saknar tillräcklig kunskap kring detaljer som drift mm brukar vara en gång per år. När man sedan efter ett antal kalibreringar, t.ex. tre, ser att vågen inte driver mer än vad man anses kunna klara av inom de krav man ställt på den kan detta intervall ökas. I somliga fall är det tvärtom och driften visar sig vara alldeles för stor i förhållande till kraven vilket leder till att intervallet måste krympas ner till t.ex. 6 månader. Det viktiga är att man har fastställt intervallet i förväg så man inte riskerar att missa kalibreringen vilket i sin tur leder till att vägningresultat från vågen inte längre kan anses spårbara. Om det sker oförutsatta händelser som leder till att vågen måste repareras eller flyttas måste normalt en ny kalibrering genomföras innan vågen återigen kan börja användas.

## 4. Justering av vågar (trimming)

Vågar kan antingen justeras med interna eller externa vikter med känd massa. Tyvärr så benämns justering felaktigt för ”kalibrering” i vågmanualer samt som ”CAL” på displayen. Detta håller succesivt på att ändras av vågtillverkarna och de anger nu istället ”justering” eller ”ADJ” (adjustment) på nya vågar.

Det finns idag i huvudsak tre olika typer av justering som kan utföras på moderna vågar:

### a. Automatisk funktion av de inbyggda vikterna

Denna funktion har oftast en automatik som styr frekvensen på justeringarna med hjälp av förändringar i de yttre förhållandena t.ex. omgivningstemperatur.

Denna funktion bör användas under följande förutsättningar:

- Att funktionen på vågen alltid är inkopplad
- Att funktionen är inkopplad skall anges i kalibreringsbeviset. Det är oftast inte nödvändigt att redovisa värden före och efter justering i kalibreringsbeviset när denna funktion är inkopplad. Detta då det normalt inte uppträder någon skillnad mellan före och efter justering.

### b. Halvautomatisk funktion av de inbyggda vikterna

Denna funktion fungerar på samma sätt som för automatisk funktion med skillnaden att man initierar justeringen med en tryckning på en knapp (märkt ”ADJ” eller ”CAL”)

Denna funktion bör användas under följande förutsättningar:

- Hur ofta denna funktion skall användas skall finnas beskrivet i dokumentationen till vågen.
- Vid kalibrering av våg med denna funktion inkopplad skall funktionen användas i samband med kalibreringen. Värden före och efter justeringen skall anges i kalibreringsbevis

### c. Manuell justering (med användning av externa vikter)

Denna funktion är mycket beroende på kompetensen hos personalen och att man alltid använder samma vikt vid denna justering. En dokumenterad beskrivning på justeringen och under vilka förutsättningar som detta får genomföras bör finnas. Det bör också definieras med vilken toleransklass vikterna ska ha för respektive våg.

Denna funktion bör användas under följande förutsättningar:

- Hur ofta denna funktion skall användas skall finnas beskrivet i dokumentationen till vågen.
- Vid kalibrering av våg med denna funktion inkopplad skall samma justeringsvikt användas av kalibreringsleverantören vid eventuell justering. Detta redovisas oftast med hjälp av justeringsviktens id i kalibreringsbeviset. Värden före och efter kalibreringen skall redovisas.
- Vikter som används för justering bör endast användas för detta och dessutom vara kalibrerade med tillhörande toleranskontroll för att kunna visa att de håller rätt klass.

Som det framgår ovan så är det mycket viktigt att man som användare till vågen förmedlar vilken funktion man använder på sin våg till kalibreringsleverantören. Detta görs oftast i samband med kontraktsgenomgången vid upphandlingen av leverantören. Om detta inte görs riskerar man att leverantören utför justeringen på ett felaktigt sätt som innebär att vågens noggrannhetskrav inte kan uppnås. Det är viktigt att man i samband med utvärderingen av leverantören tar hänsyn till deras förmåga att utföra dessa justeringar enligt de önskemål/krav som man definierat.

## 5. Mellanliggande kontroll av våg

Mellan kalibreringarna kan vågen behöva kontrolleras regelbundet med hjälp av kontrollvikter. Omfattningen och frekvensen på dessa kontroller beror, precis som för kalibreringsintervallet, till stor del på vilka krav man ställer på vågen samt hur ofta den används och av vem.

För att definiera ett lämpligt intervall för kontroller så kan man dela in vågar i olika kategorier. Dessa kategorier samt rekommenderat kontrollintervall är:

- Vågar som har en direkt inverkan på resultat och som används vid beslut om överensstämmelse bör kontrolleras före varje användning eller minst en gång per vecka.
- Vågar som har en direkt inverkan på resultat men som inte kan anses direkt påverka beslut om överensstämmelse bör kontrolleras minst en gång per månad.
- Vågar som inte är kritiska enligt ovan bör kontrolleras minst fyra gånger per år.

Vid minsta misstanke om att det hänt något med vågen som kan påverka vägningsresultaten så är det lämpligt att utföra en kontroll i syftet att utreda om det måste utföras en reparation eller en extra kalibrering.

En kontroll av en våg kan ske på många olika sätt men en grundregel är att man har en metod som beskriver hur man skall göra och att man sedan ser till att upprepa detta förfarande varje gång vågen skall kontrolleras. Ett av huvudsyftena med att utföra en kontroll är att se så vågens drift inte är för stor och att vågen verkar fungera som avsett. För att göra detta är det rekommenderat att man använder sig av minst två stycken kontrollvikter. För laboratorievågar bör massvärdet på en av kontrollvikterna motsvara vågens maximala kapacitet (75-100 % av Max). Det största felet uppträder nämligen oftast vid vågens maximala belastning. Den andra viktens massa bör vara i området där man normalt sett gör de flesta vägningarna inklusive eventuell taravikt. Vid kontrollen jämförs vågens visning med den kända massan på kontrollvikten. Hur stor avvikelse man kan acceptera vid dessa kontroller samt vad som skall ske om avvikelsen visade sig vara större än acceptanskravet skall vara definierat i förväg.

## 6. Kontrollvikter

Det viktigaste med en kontrollvikt är att dess massa är stabil över tid och att denna massa är känd med en så pass bra noggrannhet att kontrollen i sig ger svar på vågens status. Att kontrollvikten i sig är spårbart kalibrerad anses inte vara ett krav men om en spårbar kalibrering inte finns för kontrollvikten måste massan som vågen skall visa vid kontrollen vara framtagen på annat vis. För att välja rätt noggrannhet på kontrollvikterna så rekommenderas det att man använder vikter som följer OIML R 111 [10]. Genom att göra detta så säkerställs det att vågen inte påverkas av några andra faktorer än viktens verkliga massa i samband med kontrollerna. Om man avser att kalibrera sina kontrollvikter så anses det i de allra flesta fall räcka med att kalibrera dessa vikter när de köps in samt därefter vart 5:e år.

Om man inte genomför en ny kalibrering efter fem år och istället bestämmer sig för att kontrollera massan på vikterna i samband med att vågen är nykalibrerad så kan detta i vissa fall anses räcka. Detta förfarande måste dock beskrivas i ledningssystemet och man måste dessutom kunna visa att man tagit hänsyn till den sämre noggrannhet som man får i och med detta.

Viktklasser enligt OIML R111 [5]

Det finns nio viktklasser varav fyra är relevanta för laboratorier. Dessa delas in i två grupper E och F.

- **E1** används huvudsakligen för mikrovågar med avläsbarhet från 0,0001 mg till 0,01 mg.
- **E2** används huvudsakligen för analysvågar med avläsbarhet från 0,01 mg till 1 mg.
- **F1** används huvudsakligen för precisionsvågar med avläsbarhet från 1 mg till 1 g.
- **F2** används huvudsakligen för vågar med avläsbarhet från 1 g och uppåt.

Förutom E och F finns det också fem viktklasser inom grupp M. Dessa vikter används i huvudsak på vågar inom industrin med relativt grov upplösning.

## 7. Att flytta en våg

Eftersom en vågs visning i de flesta fall är beroende på gravitation och/eller omgivande miljöparametrar är en vågkalibrering endast giltig för den plats där vågen befann sig under själva kalibreringstillfället. Detta gäller även om vågen tillfälligt flyttas för att sedan återbördas till dess ursprungliga plats.

Om vågar måste flyttas skall man först säkerställa deras noggrannhet på platsen där de står före flytten. Hur man säkerställer detta varierar beroende på vilka noggrannhetskrav man ställt på respektive våg men vanligast är att man utför en kalibrering för flytten genomförs. Det är också viktigt att ta del av tillverkarens anvisningar för transport av vågen vid en eventuell flytt. Oftast återfinns denna information i vågens instruktionsbok. Efter flytt skall alltid en ny kalibrering genomföras för att säkerställa att vågens funktion och noggrannhet uppfylls på den nya platsen.

Som undantag till kalibrering, före och efter, kan det vid flytt av vågar med relativt grov upplösning (högst 1000 skaldelar, d) utföras en fördefinierad egenkontroll av vågen. Denna kontroll skall då ske både före flytt och efter flytt så man kan jämföra att delvis skillnaderna mellan dessa resultat samt om de angivna acceptanskriterierna kan anses uppfyllda. Om så är fallet anses vågen inte behöva kalibreras direkt efter flytten utan först vid det normala kalibreringstillfället.

## 8. Osäkerhet vid användning av våg

När man väger på en våg så finns det ett antal olika faktorer som kan anses påverka visningen på vågen. Som användare av vågen gäller det att i så stor omfattning som möjligt vara medveten om vad som påverkar just vid ditt vägningstillfälle och sedan kunna minimera denna påverkan så mycket som möjligt. Detta är oftast inte lätt men genom att lista vilka faktorer man har vid sitt vägningstillfälle samt ge dessa en storlek och summera de så har man en ganska bra uppfattning om med vilken noggrannhet som man kan lita på sina resultat. Beräkning av mätosäkerheten vid vägning kan ske enligt principerna i Swedac Doc 04:1 [8]

I bilaga 1 anges ett antal faktorer som kan anses påverka vägningsresultat.

## 9. Referenser

1. SVENSK STANDARD SS-EN ISO/IEC 17025:2018 Allmänna kompetenskrav för provnings- och kalibreringslaboratorier
2. VOCABULARY OIML V 2-200, International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM), Edition 2012
3. VOCABULARY OIML V 1, International Vocabulary of terms in Legal Metrology (VIML), Edition 2013

4. SVENSK STANDARD SS-EN ISO/IEC 17020:2012 Bedömning av överensstämmelse - Krav på verksamhet inom olika typer av kontrollorgan, 2012-04-13, Utgåva 2
5. International Recommendation OIML R 111-1 Weights of classess E<sub>1</sub>, E<sub>1</sub> E<sub>1</sub> E<sub>1</sub> E<sub>1</sub> E<sub>1</sub> E<sub>1</sub> E<sub>1</sub>, Edition 2004
6. International Recommendation OIML R 76-1 Non automatic weighing instruments, Edition 2006
7. International Document OIML D 28 Conventional value of the result of weighing in air, Edition 2004
8. SWEDAC DOC 04:1 Angivande av mätosäkerhet vid kalibrering-EA 4/02 (Svensk översättning)
9. SWEDAC DOC 04:2 Krav på kalibrering och spårbarhet för ackrediterade organ
10. USP 41 Weights and Balances



## Bilaga 1 - Osäkerhetsfaktorer

### Kalibrering

I kalibreringsbeviset skall det uppges en mätosäkerhet för de resultaten som redovisas. Denna mätosäkerhet är mycket viktig och saknas denna uppgift kan spårbarheten i resultatet ifrågasättas. Mätosäkerheten uppges oftast som ett  $\pm$  värde med en täckningsfaktor på 2 som motsvarar en konfidentiell nivå på ca 95 %. Detta innebär att man till 95 % kan utgå ifrån att de resultat som redovisas i beviset är korrekta vid jämförelse med alla andra vägningar som kan tänkas utföras med spårbarhet till definitionen till massa (1kg prototypen i Paris). Vid användningen av vågen är det mycket viktigt att man tar hänsyn till detta osäkerhetsbidrag. Detta osäkerhetsbidrag kan man inte reducera efter att kalibreringen är genomförd utan istället skall man alltid utgå ifrån för detta bidrag och sedan lägga till alla andra osäkerheter som kan tänkas påverka vägningarna.

### Luftens upptryck

Luftens upptryck innebär att det vägda föremålet påverkas av en kraft som motsvaras av massan på den undanträngda luftvolymen (Archimedes princip). Då man i internationella rekommendationer bestämt att vågens referensdensitet skall vara  $8000 \text{ kg/m}^3$ , eftersom det bäst motsvarar de vikter som används vid kalibreringen, innebär detta att en våg endast visar korrekt resultat när man väger föremål med en densitet om  $8000 \text{ kg/m}^3$  (rostfritt stål). Om man exempelvis väger vatten, som har en densitet om  $1000 \text{ kg/m}^3$ , kommer vågen att visa ett 0,105 % för lågt värde. Detta värde kommer i sin tur att variera  $\pm 12 \%$  beroende på variationer i luftens densitet.

Det värde som vågen visar, utan korrektion för påverkan av luftupptrycket, betecknas som konventionell massa, och ett värde som är korrigerat för påverkan av luftupptrycket kallas reell massa och beräknas enligt följande:

### Konventionell massa [13]

Konventionell massa är det mätvärde som vågen visar. Vid höga noggrannhetskrav på invägningar av objekt med låg densitet bör laboratoriet värdera effekten av luftupptrycket och objektets densitet och eventuellt använda reell massa. Reell massa kan beräknas med att ta hänsyn till den luftvolym som objektet undanträngt.

Relationen mellan konventionell massa och reell massa är:

$$m_c = m \frac{1 - \rho_0 / \rho}{1 - \rho_0 / \rho_c}$$

där:

$m_c$  = konventionell massa

$m$  = reell massa

$\rho_0$  = luftdensitet ( $1,2 \text{ kg/m}^3$ )

$\rho_c$  = densitet för referensvikter (=  $8000 \text{ kg/m}^3$ )

$\rho$  = vägningsobjektets densitet

Flera moderna vågar har en möjlighet att själva beräkna och presentera den reella massan.

Ett område som innebär mycket stora svårigheter är noggrann vägning av pulver. Detta beror på att densiteten varierar med hur hårt packat pulvret är.

## **Statisk elektricitet**

Statisk elektricitet kan vara en stor felkälla. Ett till synes stabilt viktvärde kan vara behäftat med mycket stora fel beroende på statisk elektricitet. Detta börjar uppträda vid en relativ luftfuktighet av 40 % och blir mycket svår att hantera vid en luftfuktighet av <20 %.

Många vågar har system för att leda bort statisk elektricitet och det är mycket viktigt att dessa system kontrolleras regelbundet. En vanlig åtgärd för att minska problemet är att montera en radioaktiv isotop i vägningskammaren (analysvågar). Här måste man vara observant på det datum fram till vilket isotopen anses vara verksam.

## **Magnetism**

Många vågar är känsliga för magnetisk påverkan, eftersom delar av vägningsystemet bygger på magnetiska principer. Om man väger magnetiska föremål måste man kontrollera så att magnetismen inte påverkar vägningsresultatet

*Observera att magnetorrare i närheten av våg kan störa vågfunktionen. Även vissa pincetter kan störa då de visat sig vara magnetiska. Detta kan laboratoriet själv undersöka med enkla experiment.*

## **Temperatur**

Om temperaturen på det vägda föremålet skiljer sig från den vid vågskålen, kommer vågen att visa ett felaktigt värde. Graden av fel måste bestämmas genom experiment.

Om temperaturen inne i vågen eller runt-omkring vågen förändras, kan man befara en förändring av det visade resultatet. Ibland kan solinstrålning från ett fönster vara tillräckligt för att ge stora vägningsfel.

## **Vägning i dragskåp**

En noggrann vägning i dragskåp är i princip omöjlig att utföra då luftströmmarna har en mycket stor påverkan på det visade värdet. Graden av påverkan kan bestämmas genom experiment. OBS kalibrera gärna vid samma inställning på dragskåpet som det används vid.

## **Vibrationer m.m.**

Vibrationer i vågens uppställningsplats kan påverka visningsresultatet. Även en snedställning av vågen kan ge oönskade resultat. Det är viktigt att ägna stor omsorg åt val av uppställningsplats för vågen. Givetvis bör detta stå i relation till vågens visning. För vågar med mindre än 10 000 skaldelar (Max belastning/skaldel) ställs inga speciella krav på uppställningsplatsen, medan det vid vägning med högre upplösning än 0,1 mg ställs mycket stora krav på omgivningen.

## Bilaga 2

### Minsta vägbara mängd

Varje användare skall definiera det tillämpliga vägningsområdet för sina vågar varvid högsta mätpunkten oftast är detsamma som vågens maxkapacitet (Max). Den nedre gränsen på vägningsområdet skall också definieras med utgångspunkt från hur stort tillåtet procentuellt fel som man kan acceptera vid vägningen.

Hur detta procentuella fel skall beräknas finns det idag två olika teorier för. EUs GMP är inte så tydlig i att beskriva exakt hur beräkningen skall ske jämfört med de amerikanska myndigheterna (tillämpade i USP och FDA-inspektioner) där man kräver mätning och beräkning enligt punkt 2 nedan. Inom t.ex. läkemedelsbranschen är man idag mycket noggrann med att man följer de amerikanska myndigheterna beräkningsmodell.

Det finns två typer av ”mingränser” beträffande vågar:

1. Min (Minimum capacity) som ofta finns på märkskylten till vågar och definieras i OIML R 76 [6]. Detta är en formell märkning i samband med verifiering av vågar (i praktiken ofta ett tillåtet fel av ungefär 10 % i den mätpunkten)
2. ”Minimum weight” som anges av Amerikansk standard USP 41 [10] och bygger på ett speciellt beräkningssätt som i realiteten tillåter ett vägningsfel av 0,1 % i den mätpunkten vid en definierad konfidensgräns.

Beräkningen sker enligt följande där man tillämpar repeterbarheten vid en låg belastningspunkt eftersom övriga osäkerhetsparametrar är försumbara i låga belastningspunkter:

$$M_{\min} = \frac{s * k * 100}{r}$$

$M_{\min}$  = minsta vägbara mängd

s = standardavvikelse för 10 repetitioner

r = relativt fel i % enligt kvalitetssystemet

k = täckningsfaktor (för närvarande 3 men en remisshantering inom USP rekommenderar 2)

Om vägningarna normalt genomförs med vågskepp bör denna mätning ske som vågen används.