



NEMZETI
AKKREDITÁLÓ
TESTÜLET

Nemzeti Akkreditálási Rendszer

EA Útmutató mennyiségi vizsgálatok bizonytalanságának kifejezéséhez

NAR-EA-4/16

1. kiadás

2004. szeptember

A kiadvány száma

EA-4/16

EA útmutató

mennyiségi vizsgálatok

bizonytalanságának kifejezéséhez

CÉL

A dokumentum szándéka az, hogy összehangolja az EA keretén belül végzett mérések és vizsgálatok bizonytalanságának a becslését. E bizonytalanságok becsléséhez ad javaslatokat és tanácsokat.

Szerzők

E dokumentumot az „EA Laboratory Committee” megbízásából a mérési bizonytalansággal foglalkozó „EA Expert group” dolgozta ki.

Hivatalos nyelv

A szöveg más nyelvre is lefordítható. A hivatalos változat az angol nyelvű.

Másolási jog

A szöveg szerzői joga az EA-t illeti. A szöveg viszonteladás céljából nem sokszorosítható.

További információk

E dokumentációval kapcsolatos további részletes információkkal a Nemzeti Akkreditáló Testület szolgál.

Az eredeti dokumentum jóváhagyásának időpontja: 2003. november

Az alkalmazásba vétel időpontja: 2004

TARTALOM

- 1 BEVEZETÉS
- 2 ALKALMAZÁSI TERÜLET
3. MINŐSÉGPOLITIKAI NYILATKOZAT
- 4 “GUM” RÖVID ÖSSZEFOGLALÁSA
- 5 MÉRÉSSEL ÉS MENNYISÉGI VIZSGÁLATTAL KAPCSOLATOS ISMERETEK
 - 5.1 KÖVETELMÉNYEK
 - 5.2 A BIZONYTALANSÁG KIÉRTÉKELÉSÉNEK JELLEGZETES NEHÉZSÉGEI VIZSGÁLATOK ESETÉBEN
- 6 VALIDÁLÁSI ÉS MÓDSZER TELJESÍTMÉNYI VIZSGÁLATOK ADATAINAK FELHASZNÁLÁSA A BIZONYTALANSÁG KIÉRTÉKELÉSÉHEZ
 - 6.1 MÓDSZER TELJESÍTMÉNYI ÉS VALIDÁCIÓS ADATOK FORRÁSAI
 - 6.2 A VIZSGÁLATI KÖRNYEZETBEN VALÓ ALKALMAZÁST MEGELŐZŐEN, A VALIDÁLÁS ÉS MEGERŐSÍTÉS FOLYAMÁN GYŰJTÖTT ADATOK
 - 6.3 VIZSGÁLATI MÓDSZER ALKALMASSÁGÁNAK LABOROK KÖZÖTTI ÖSSZEHASONLÍTÁSA ISO 5725, VAGY ANNAK MEGFELELŐ SZERINT
 - 6.4 VIZSGÁLAT, VAGY MÉRÉSI FOLYAMAT MINŐSÉG ELLENŐRZÉSI ADATAI
 - 6.5 JÁRTASSÁGI VIZSGÁLAT ADATAI
 - 6.6 A BIZONYTALANSÁGI ÖSSZETEVŐK JELENTŐSÉGE
 - 6.7 MEGELŐZŐEN SZERZETT VIZSGÁLATI TAPASZTALATOK ADATAINAK FELHASZNÁLÁSA
- 7 MENNYISÉGI VIZSGÁLAT EREDMÉNYEINEK KÖZLÉSE
- 8 A BIZONYTALANSÁGI ELJÁRÁS LÉPÉSENKÉNTI MEGVALÓSÍTÁSA
- 9 A BIZONYTALANSÁG KIÉRTÉKELÉSÉNEK ELŐNYEI A VIZSGÁLÓ LABORATÓRIUMOK ESETÉBEN
- 10 HIVATKOZÁSOK
- 11 IRODALOM
- 12 MELLÉKLET

1 BEVEZETÉS

Az EA a mérési bizonytalanság alapdokumentumaként fogadta el az „Útmutató a mérési bizonytalanság kifejezéséhez” (*Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, GUM*) c. kiadványt. Épp ezért általános az a követelmény, hogy az EA tevékenységi körébe tartozó bármely felhasználási terület speciális útmutatóiban vagy ajánlásaiban a mérési bizonytalanság kiértékelése harmonizáljon a GUM-mal.

Általánosságban a GUM használható a vizsgálatok esetében is, habár léteznek döntő különbségek mérés és vizsgálati eljárások között. Néhány vizsgálati eljárást éppen az jellemez, hogy nehézségeket okozhat a GUM szigorúan vett alkalmazása. A 6. fejezet ezekre az esetekre ad eljárási javaslatot.

Ahol akkreditált vizsgáló laborok igénye merül fel, ott a mennyiségi eredményekhez társított bizonytalanság megadását a GUM szerint kell elvégezni.

A GUM egyik alapkövetelménye, hogy a bizonytalanság kiértékeléséhez modellt használjunk. A modellnek tartalmaznia kell az összes olyan mennyiséget, amely jelentősen hozzájárul az eredményhez társított bizonytalansághoz. Mindamellet vannak körülmények, amelyek fennállásakor a részletes modell kialakítására való törekvés nem szükséges. Ilyen esetben más azonosított útmutató fogadható el, illetve más, például validálás és módszer teljesítményi eljárás adatain alapuló módszerek használhatók.

Azért, hogy az ügyfelek a laboratóriumok szolgáltatásait teljes mértékben kihasználhassák, az akkreditált vizsgáló laboratóriumok megfelelő elveket alakítanak ki az ügyfelekkel való együttműködésre. Az ügyfelek joggal várják el, hogy a vizsgálati jegyzőkönyvek tényszerűen korrektek, használhatók és teljes körűek legyenek. A helyzettől függően az ügyfeleket érdekelhetik a minőségi jellemzők, főképp

- az eredmények megbízhatósága és ennek a megbízhatóságnak a mennyiségi jellemzője, azaz a bizonytalanság
- a termékről kiállított megfelelőségi nyilatkozat megbízhatósági szintje, amelyre a vizsgálati eredményből és a hozzá társított kiterjesztett bizonytalanságból lehet következtetni

Más mennyiségi jellemzők, mint az ismétlőképesség, szokásos reprodukáló képesség, valódiság, robusztusság és szelektivitás szintén fontos jellemzői egy vizsgálati módszer minőségének.

Ez a dokumentum nem foglalkozik az értékelési megfelelőség bizonytalanságának használatával. Általában a mérési eredmény minőségét nem a legjobb elérhető, vagy a legkisebb bizonytalanság jellemzi. A 2. fejezet ennek az útmutatónak az alkalmazási területét határozza meg, a 3. fejezet az EUROLAB, EURACHEM és az EA közösen kialakított minőségpolitikai nyilatkozatát mutatja be. A 4., 5. és 6. ismereteket közlő fejezetek. A 4. Fejezet a GUM rövid összefoglalását adja. Az 5.

fejezet összegzi az ISO/IEC 17025 szerint fennálló követelményeket és a bizonytalanság kiértékelésének menetét, rámutat a vizsgálati bizonytalanság kiértékelésének néhány nehézségére. A 6. fejezet a vizsgálati bizonytalanság kiértékeléséhez használható validálási és módszer teljesítményi adatok felhasználását szemlélteti. A mérési eredmények EA követelményei a 7. fejezetben vannak. A vizsgálati bizonytalanság lépésenkénti kialakítását a 8. fejezet adja. A mennyiségi vizsgálatoknál kapott értékekhez társított bizonytalanság kidolgozásának előnyeit a 9. fejezet mutatja.

2. ALKALMAZÁSI TERÜLET

E dokumentum szándéka szerint a mennyiségi vizsgálatok bizonytalanságának kiértékeléséhez¹ nyújt útmutatást. Bármely vizsgálatot, amely egy mérendő mennyiség, vagy egy jelleggörbe számszerű meghatározására szolgál, mennyiségi vizsgálatnak nevezünk. A kalibrálási bizonytalanság kiértékeléséhez az EA-4/02 használható.

3. MINŐSÉGPOLITIKAI NYILATKOZAT

Kivonat az ILAC-G17: 2002 „Introducing the Concept of Uncertainty of Measurement in Testing in Association with the Application of the Standard ISO/IEC 17025” [15] : irodalomból.

1. *A mérési bizonytalanság megállapítása elegendő információt kell tartalmazzon az összehasonlítási tervekhez;*
2. *A GUM és az ISO/IEC 17025 alapdokumentumok, de szektor specifikus értelmezésük szükséges lehet;*
3. *Jelenleg csupán a mennyiségi vizsgálatok mérési bizonytalanságát kell figyelembe venni. A minőségi vizsgálatok eredményei kezelési módjának fejlesztése a tudomány területére tartozik;*
4. *Alapkövetelmény, hogy vagy becsléssel adjuk meg az összbizonytalanságot, vagy a főbb összetevők azonosítása és értékük becslése után az eredő bizonytalanságot számoljuk ki;*

¹ A kiértékelés kifejezés itt a becslés kifejezés helyett szerepel. Az előző kifejezés sokkal általánosabb és alkalmas a bizonytalanság különböző megközelítéseihez. E választás a GUM szóhasználatának is megfelelő.

5. *A mérési bizonytalanság becsléséhez a rendelkezésre álló tapasztalati adatok (minőség szabályozási táblázatok, validálás, körméréses vizsgálatok, jártassági vizsgálatok, hiteles anyagminták, kézikönyvek stb.) használhatók fel;*
6. *Szabványos vizsgálati eljárás esetén három eset lehetséges:*
 - *ha szabványosított vizsgálati módszert használnak, amely a bizonytalanság kiértékeléséhez útmutatót tartalmaz, akkor a vizsgáló laboratórium nem kell többet tegyen, mint kövesse a szabványban a bizonytalanság kiértékeléshez adott eljárás menetét²;*

- ha egy szabvány a vizsgálati eredményekhez egy tipikus mérési bizonytalanságot ad, a laboratórium akkor hivatkozhat erre az értékre, ha bizonyítani tudja a vizsgálati módszernek való teljes megfelelést;
- ha egy szabványnak rögzített része a vizsgálati eredmények mérési bizonytalansága, akkor nincs további teendő.²

A vizsgáló laboratóriumok nem kell többet tegyenek, mint tudomásul vegyék és alkalmazzák a szabványban lévő, a bizonytalansággal kapcsolatos információt, azaz hivatkozzanak az alkalmazható értékre, vagy hajtsák végre a bizonytalanság becslésére alkalmas eljárást. A szabványos vizsgálati módszereket a vizsgálati eredmények bizonytalanságának megállapítása és becslése szempontjából át kell tekinteni, és a szabvány szerkezetének megfelelően módosítani kell.

7. A bizonytalansági becslések szükséges mélysége különböző lehet a különféle szakmai területeken. A figyelembe veendő tényezők:
 - józan ész;
 - a mérési bizonytalanság eredményre tett befolyása (a meghatározás megfelelése);
 - megfelelés;
 - a mérési bizonytalanság meghatározásánál használatos szigorúság fokának kijelölése.
8. Bizonyos esetekben elégséges lehet csupán a reprodukáló képességet megadni.
9. Ha a mérési bizonytalanság bármely bizonytalanság megadására korlátozódik, akkor ezt világossá kell tenni.
10. Ahol már használatban van útmutató, ott nem kell új útmutatót kidolgozni.

4. A GUM rövid összefoglalója

A GUM elméleti alapokon nyugszik, és a mérési bizonytalanság tömör és átvehető kiértékelését nyújtja, valamint támogatja a metrológiai visszavezetettséget. A következő szakaszok az alapelvek és fogalmak rövid magyarázatát adják.

A GUM-ban három szint ismerhető fel. Ezek alapfogalmak, ajánlások és kiértékelési eljárások. A következetesség megkívánja az alapfogalmak elfogadását és a javaslatok követését. A GUM által bemutatott alap-kiértékelési eljárás, a bizonytalanság-terjedés szabálya, lineáris és linearizált modellekre vonatkozik (lásd lent).

² A laboratóriumok a vizsgálati módszer teljes megfelelését kell bizonyítsák. Bármikor, ha megfelelő, ezt alkalmazni kell, mivel megvalósítása egyszerű és könnyű. Viszont néhány fejlettebb módszerre, magasabb rendű modellnek, vagy a valószínűség-eloszlás terjedésének használatára igény lehet.

A bizonytalanság kiértékelésének alap elvei a következők:

- a mérendő mennyiséget befolyásoló bármely mennyiségről való ismereteink elvileg nem teljesek és olyan értékek valószínűség-sűrűségi függvényével (VSF) fejezhető ki, amely ezen ismereteken alapuló mennyiségnek felel meg
- a VSF várható értékét ezen mennyiség legjobb becslésének tekintjük

tartomány félszélességének, mint a bizonytalanság mértékének a használatát. Viszont ha a kiterjesztett bizonytalanság használatára kerül sor, úgy a k kiterjesztési tényezőt kell használni, amely az $U(y)/u_c(y)$ hányados értékével egyenlő.

Az Y mérendő mennyiséghez társított bizonytalanság kiértékeléséhez csak a következők ismerete szükséges:

- a modell, $Y = f(X_1, \dots, X_N)$,
- az összes x_i bemenő mennyiség és
- az $u(x_i)$ bizonytalanságok és az x_i -hez, valamint az x_i és x_j -hez társított $r(x_i, x_j)$ korrelációs tényezők.

Az x_i legjobb becslése az X_i VSF-ének legjobb becslése, az $u(x_i)$ ennek a VSF-nek a szórása, és az $r(x_i, x_j)$ az x_i és az x_j közötti kovariancia és a szórások szorzatának hányadosa.

Az Y mérési eredményhez társított $u_c(y)$ eredő mérési bizonytalanság megállapításához a VFS-ről további ismeretek nem kellenek. Meghatározott megbízhatósági szinttel rendelkező tartomány félszélességének a megállapításához ismerni kell a VFS-t. Ez több ismeretet igényel, mivel a két paraméter, a várható érték és a szórás csak akkor határoz meg egy VFS-t, ha az Gauss-eloszlású.

A 7. fejezet arra ad útmutatást, hogy hogyan kapjuk meg a kiterjesztett bizonytalanságot akkor, ha az Y mérendő mennyiségről nem feltételezhető a Gauss VSF.

5. Méréssel és mennyiségi vizsgálatokkal kapcsolatos ismeretek

5.1 Követelmények

Elvileg az ISO/IEC 17025 szabvány a mérési bizonytalansággal kapcsolatban nem tartalmaz új követelményeket, de az előző változatainál részletesebben foglalkozik vele:

„5.4.6 A mérési bizonytalanság becslése

5.4.6.1 *A kalibráló laboratóriumoknak vagy a saját műszereit kalibráló vizsgáló laboratóriumnak rendelkeznie kell olyan eljárással, amely alkalmas minden kalibrálás típus esetében a mérési bizonytalanság becslésére, és ezt az eljárást alkalmaznia kell.*

5.4.6. *A vizsgáló laboratóriumoknak rendelkezniük kell olyan eljárásokkal, amelyek alkalmasak a mérési bizonytalanság becslésére, és ezeket az eljárásokat alkalmazniuk kell. Egyes esetekben a vizsgálati módszer jellege eleve kizárhatja a mérési bizonytalanság szigorú, metrológiai szempontból is érvényes kiszámítását. Ilyen esetekben a laboratóriumnak legalább meg kell kísérelnie a bizonytalanság összes tényezőjének felfedését, és ésszerű becslést kell végeznie, továbbá biztosítani kell, hogy az eredményre vonatkozó jelentés nem ad téves elképzelést a bizonytalanságról. Az ésszerű becslésnek a módszer alkalmazásával kapcsolatos ismereteken, a mérés alkalmazási területén kell alapulnia, és alkalmaznia kell például a korábbi tapasztalatokat és az érvényesítéshez (validáláshoz) használt adatokat.*

1. MEGJEGYZÉS: A mérési bizonytalanság becslésekor szükséges szigorúság foka a következő tényezőktől függ:

- a vizsgálati módszer követelményei,
- a vevő követelményei,
- azoknak a szűk határoknak az ismerete, amelyektől függ egy követelménynek való megfelelésre vonatkozó döntés megalapozása.

2. MEGJEGYZÉS: Azokban az esetekben, ahol egy jól ismert vizsgálati módszer előírja a mérési bizonytalanság fő forrásaira vonatkozó értékek korlátjait, továbbá előírja a számított eredmények bemutatásának módját, a laboratóriumról fel kell tételezni, hogy ezeket a feltételeket kielégíti, ha követi a vizsgálati módszerre vonatkozó utasításokat és a jelentésre a vizsgálati jelentésre vonatkozó utasításokat (lásd az 5.10 szakaszt is).

5.4.6.3 A mérési bizonytalanság becslésekor megfelelő elemzési módszerek alkalmazásával figyelembe kell venni a bizonytalanságnak az adott helyzetben fontos összes tényezőjét.

1. MEGJEGYZÉS: A bizonytalanság forrásai lehetnek például a referencia etalonok és anyagminták, amelyeket használtak az alkalmazott módszerek és berendezések, a környezeti feltételek, a vizsgált, vagy kalibrált tárgy tulajdonságai és állapota és maga a mérést végző személy, de ezen kívül más tényezők is.
2. MEGJEGYZÉS: A vizsgált és/vagy a kalibrált tárgy előre jelzett hosszú távú viselkedését általában nem szokás figyelembe venni a mérési bizonytalanság becslésekor.
3. MEGJEGYZÉS. További információ található az ISO 5725 szabványban és az Útmutató a mérési bizonytalanság kifejezésére c. kiadványban (lásd az Irodalomjegyzéket is)”.

5.2 A bizonytalanság kiértékelésének jellegzetes nehézségei vizsgálatok esetében

A „vizsgálati eredmény” és a „mérési eredmény” két jól meghatározott fogalom. A metrológia a VIM[2, 2.6 cikkely] szerint meghatározott „mérendő mennyiség” használatos, míg a vizsgálatoknál az ISO 3534-2 [6] a „jelleggörbe” szót részesíti előnyben.

<p>Mérendő mennyiség (VIM 2.6) A mérés tárgyát képező konkrét mennyiség</p> <p>(mérendő) mennyiség (VIM 1.1) jelenség, tárgy vagy anyag minőségileg megkülönböztethető és mennyiségileg meghatározható tulajdonsága</p>	<p>Jelleggörbe Egy tulajdonság, amely segít megkülönböztetni egy halmaz egyedeit</p>
---	---

A „mérési” és „vizsgálati” tevékenységnél használt két terminológia közötti különbséget jobban megvilágítja a két művelet közötti összehasonlítás:

<p>Mérés (VIM 2.1) Műveletek összessége, amelyek célja egy mennyiség értékének megállapítása</p>	<p>TEST (ISO/IEC Guide 2 [3]) Műszaki művelet, amely egy adott termék, meghatározott eljárásnak megfelelő folyamat vagy szolgáltatás egy vagy több jellemzőjének meghatározásából áll</p>
---	--

Így a VIM- ben meghatározott mérendő mennyiség az ISO 3435-ben meghatározott jelleggörbe egy konkrét esete, abban az értelemben, hogy egy jól meghatározott jelleggörbe mérendő mennyiségnek tekinthető. A mennyiségi jelleggörbe a VIM meghatározása szerinti 'mennyiség'-nek felel meg, és ennek a mennyiségnek az értékét a vizsgálat folyamán méréssel határozzuk meg. Ebből következik, hogy a mérési eredményeknek és a mennyiségi vizsgálatok eredményeinek tulajdonságai várhatóan azonosak. Továbbá mindkét esetben alapvető a mérendő mennyiség és a jelleggörbe megfelelő meghatározása. Itt a „megfelelő” jelentése az, hogy kellően részletes, kapcsolódik a mérési vagy vizsgálati eljáráshoz és néha az eredmény további felhasználásához is.

A mérési gyakorlatban azonban lényeges különbségek vannak (amint ez a kalibrálás és vizsgálat esetében látható) és ezek hatással vannak a bizonytalansági kiértékelés gyakorlatára:

A *mérési eljárás* tipikusan olyan eredményt szolgáltat, amely elvileg független a mérési módszertől, de a különböző mérési módszerekhez társított mérési bizonytalanságok különböznek. Például egy higanyos hőmérő és egy platina ellenállás hőmérő által jelzett értékek várhatóan hasonlóak (a hozzájuk társított mérési bizonytalanságon belül), de az előző értékhez társított bizonytalanság jóval nagyobb lesz, mint az utóbbihoz tartozó.

A *vizsgálati eredmény* tipikusan függ a módszertől és jelleggörbe meghatározásához használt speciális eljárástól, olykor jelentős mértékben. Általában különböző vizsgálati módszerek különböző eredményt szolgáltathatnak, mivel egy jelleggörbe nem szükségszerűen egy jól meghatározott mérendő mennyiség.

Mérési eljárásokban a környezeti és működési feltételeket vagy szabványos értékekkel, vagy mérés útján megállapított korrekciós tényezőkkel kezeljük, és az eredményeket szabványos körülményekhez adjuk meg. Például hosszmeréseknél azért mérjük a munkadarab hőmérsékletét, hogy az eredményt a hőtágulás figyelembe vételével korrigáljuk, valamint a gázáramlás méréseknél a nyomást és hőmérsékletet előírt értéken tartjuk, vagy mérünk és ennek alapján korrigálunk.

A *vizsgálati módszereket* gyakran konvenciók alakítják. Ezek a konvenciók különböző megfontolásokat és célokat tükröznek:

- a vizsgálat a termék használatának valós körülményeit kell megtestesítse
- a vizsgálat körülményei gyakran a felhasználás szélsőséges körülményei közötti kompromisszumot jelenti

- a vizsgálat körülményei a laboratóriumban könnyen előállíthatók kell legyenek
- az egyes vizsgálati körülmények befolyással legyenek a vizsgálati eredmény változékonyságára.

Az utóbbi cél elérése érdekében a névleges értéket és a tűrést, mint jellemző körülményt megadják. Gyakran megadott vizsgálati hőmérséklet például a $38.0\text{ °C} \pm 0.5\text{ °C}$. Viszont nem minden körülményt lehet ellenőrizni. Ez az ismerethiány vezet az eredmény változékonyságához. A vizsgálati módszer egyik kívánatos jellemzője, az ilyen változékonyság szabályozása. Vizsgálatoknál egy kijelzést (mint fizikai mennyiséget) használnak a vizsgálati eredmény kifejezésére. Például az égési vizsgálatoknál gyakran használják kijelzésként a gyújtási időt. A gyújtási időhöz társított mérési bizonytalanság növeli a vizsgálati eredmény változékonyságát. Viszont ennek a változékonyságra tett hatása általában eltörpül a vizsgálati módszerben meglévő és ellenőrizetlen körülmények hatása mellett, ezért ezt a szempontot is figyelembe kell venni.

A vizsgáló laboratóriumok részletesen meg kell vizsgálják a módszer elemeit és az alkalmazása ideje alatt fennálló körülményeket a vizsgálat eredményéhez társított bizonytalanság kiértékeléséhez.

Elvileg a vizsgálati eljárás matematikai modelljének felállítását a GUM-ban javasoltak szerint lehet végrehajtani. A modell felállítása gazdasági, vagy egyéb okokból célszerűtlen lehet. Ilyen esetekben alternatív megközelítések használhatók. A változékonyság főbb forrásai a laboratóriumok közötti összehasonlító vizsgálatok, amelyeket az ISO 5725 [8] említ. Ezek a megismételhetőség és a reprodukáló képesség becslését, valamint (néha) a módszer megfelelőségét adják.

A fenti terminológiák közötti különbségek ellenére e dokumentum céljai szerint egy mennyiségi vizsgálat eredményét egy a GUM szerint értelmezett mérési eredménynek tekintjük. Fontos megkülönböztetés az, hogy egy széleskörűen felépített matematikai modell, amely a mérendő mennyiségre vonatkozó összes hatást figyelembe veszi, kisebb valószínűséggel használható vizsgálatoknál. A vizsgálatok bizonytalanságának a kiértékelésénél ezért felmerülhet a validálási és módszer-teljesítményi vizsgálatok használatának, a 6. fejezetben leírtak szerinti igénye.

6 Validálási és módszer-teljesítményi vizsgálatok adatainak felhasználása a bizonytalanság kiértékeléséhez

6.1 Módszer teljesítményi és validációs vizsgálatok adatainak forrásai

A vizsgálati módszerek megfigyelt működési jellemzői gyakran nélkülözhetetlenek az eredményhez társított bizonytalanság kiértékeléséhez (4. fejezet). Ez különösen igaz ott, ahol az eredmények olyan fontos és előre nem látható hatásoknak vannak kitéve, amelyek legjobban véletlen hatásonként kezelhetők, vagy ahol egy átfogó matematikai modell felállítása nem valósítható meg. A módszer megvalósítási adatok gyakran egyidejűleg tartalmazzák a bizonytalansági források számos hatását és ezek hatása tetemesen leegyszerűsíti a bizonytalanság kiértékelésének folyamatát. A módszer megvalósításból eredő információ a következőkből szerezhető:

- a vizsgálati körülmények közötti alkalmazást megelőzően gyűjtött vizsgálati módszer validálási és megerősítési adatai
- az ISO 3725 szerint végzett laboratóriumok közötti összehasonlító mérések
- gyűjtött minőségellenőrzés (azaz ellenőrzési minták) adatai
- jártassági vizsgálatok EA-3/04 szerint összeállított adatai

Ez a fejezet általános útmutatást ad az itt felsorolt forrásokból származó adatok felhasználásához.

6.2 A vizsgálati környezetben való alkalmazást megelőzően a validálás és megerősítés folyamán gyűjtött adatok

6.2.1 Gyakorlatban a rutinvizsgálatoknál alkalmazott vizsgálati módszerek szándék szerinti megfelelését gyakran ellenőrzik a módszer validálási és megerősítési vizsgálataival. Az így gyűjtött adatok támogathatják a vizsgálati módszerhez rendelt bizonytalanság kiértékelését. A mennyiségi vizsgálatok módszereinek validálási vizsgálatait a következő paraméterek némelyike, vagy összessége jellemzően meghatározza:

Precízitás. A precízitást olyan laboratóriumon belüli megismételhetőségi és közbelső feltételek közepette végzett tevékenységgel kapjuk meg, mint az időbeni változás, a különböző mérőszemélyzet és vizsgálat tárgy típusa jelent. A vizsgálati eljárás észlelt precízitása nélkülözhetetlen eleme az összbizonytalanságnak, akár az egyedi változók eredőjeként, akár a teljesen működő módszer tanulmányozásaként határoztuk meg.

Rendszeres hiba. Egy vizsgálati módszer rendszeres hibáját szokás szerint az alkalmazott anyagminták és vizsgálati minták használatával határozzuk meg. A cél az, hogy azonosítsuk és kiküszöböljük a lényeges rendszeres hibát. Általában a rendszeres hiba meghatározásához társított bizonytalanság az összbizonytalanság fontos eleme.

Linearitás. Értéktartományban végzett mérések módszereinek lényeges tulajdonsága a linearitás. A lényeges nemlinearitás korrekcióját gyakran a nem-lineáris kalibrációs függvényekkel valósítják meg. Alternatív megoldásként a hatás elkerülhető a méréstartomány szűkítésével. A linearitástól való további eltéréseket átfogó, precíz adatokkal lehet elégséges módon számba venni. Ha ezek az eltérések a kalibrációhoz társított bizonytalanságokkal összehasonlítva elhanyagolhatók, akkor járulékos bizonytalansági kiértékelés nem szükséges.

Észlelési képesség. Egy vizsgálati módszer alsó működési határa megállapítható. A kapott érték közvetlenül nem alkalmazható a bizonytalanság kiértékeléséhez. A bizonytalanság az alsó határ tartományában, vagy annak közelében az eredmény értékéhez képest valószínűleg jelentős értékű, és a bizonytalanság becslésében, valamint megadásában gyakorlati nehézségekre vezet. Az eredmények e tartományban történő kezeléséhez és megadásához az irodalomjegyzék [13] tételében megadott dokumentáció ajánlott.

Szelektivitás és specifikusság. Ezek a kifejezések a vizsgálati módszer azon képességével kapcsolatosak, amellyel zavaró hatások jelenlétében a vonatkozó

mérendő mennyiségre hatással vannak, és főképpen kémiai vizsgálatoknál fontosak. Ezek ellenben minőségi fogalmak és nem nyújtanak közvetlen bizonytalansági információt, bár a zavaró hatások befolyása elvileg felhasználható a bizonytalanság kiértékelésénél [12].

Robusztusság vagy ruggedness. Több módszer kidolgozási és validálási eljárás igényli, hogy a részparaméterekre vonatkozó érzékenységet közvetlenül megvizsgáljuk. A ruggedness adatok éppen ezért a fontos paraméterek hatásáról adhatnak információt, és különösen fontosak annak eldöntésében, hogy egy adott hatás lényeges-e.

6.2.2 A módszer megvalósíthatóságának kísérleti vizsgálatait gondosan kell végrehajtani. Főként:

- A *reprezentativitás* lényeges: amennyire lehetséges, a vizsgálatokat úgy kell végrehajtani, hogy a módszer rendeltetésszerű használata során fellépő hatások terjedelmük és számuk szerint megjelenítsék és magukba foglalják a módszer területéhez tartozó minta típusokat és méréstománnyokat. Ebből a szempontból különösen fontosak a változók forrásainak széles változatára kiterjedő pontossági becslések.
- Ahol feltételezhető a tényezők kölcsönhatása, ott ezt a kölcsönhatást figyelembe kell venni. Ez megtehető vagy az egymásra ható paraméterek szintjeinek figyelembe vételével, vagy a variancia és kovariancia információ megszerzésére irányuló alapos tervezéssel.
- Az eredő rendszeres hiba megállapítására szolgáló vizsgálatok végzésénél a anyagminták és értékeik feleljenek meg a rutinvizsgálatoknál használtaknak.

A gondos kísérleti tervezés felbecsülhetetlen érték annak biztosításában, hogy az összes tényezőt kellően figyelembe vegyünk és helyesen értékeljük ki.

6.2.3 A mérési bizonytalanság kiértékeléséhez használt validálási és megvalósítási adatok alkalmazásának általános elvei hasonlóak azokhoz, amelyek a megvalósítási adatok (fent) felhasználásánál alkalmazhatók. Azonban valószínű, hogy a rendelkezésre álló megvalósítási adatok kevesebb támpontot fognak szolgáltatni. Ennek megfelelően további kiegészítő becslésekre lesz szükség. Tipikus eljárás a következő:

- Állítsuk össze a lényeges bizonytalansági források listáját. Ez szokásosan mindazon mért mennyiségeket tartalmazza, amelyeket a vizsgálatok folyamán állandó értéken tartunk, és azokat a fontos tényezőket, amelyek indokolják az egyedi mérések, vagy a vizsgálat egészének változékonyságát. Egy ok-okozati ábra [13] kiválóan alkalmas arra, hogy összegezze a bizonytalansági forrásokat, megmutassa egymáshoz való viszonyukat, és jelezze az eredményhez társított bizonytalanságra tett hatásukat.
- Állítsuk össze a módszer megvalósítási és validálási adatait.
- Ellenőrizzük, hogy a rendelkezésre álló adatok alapján mely bizonytalansági források megalapozottak. Nem szükséges az összes összetevő hatását külön-külön figyelembe venni; ahol több hatás együttes formában jelenik meg, úgy azokat ilyen módon vegyük figyelembe. A változók forrásainak széles választékához tartozó pontossági adatok azért fontosak, mert több hatás együtteseként jelennek

meg (megjegyezve, hogy a főbb pontossági adatok magukban nem elegendők, hacsak az összes többi adat becslését el nem végeztük, és ki nem mutattuk, hogy elhanyagolhatók).

- Ha bármely bizonytalansági forrást a rendelkezésre álló adatok nem eléggé jellemeznek, akkor keressünk további információt az irodalomból, vagy a bizonyítványok és a készülékek adataiból, illetve tervezzünk kísérleteket a kívánt további adatok megszerzésére.

6.3 Vizsgálati módszer alkalmasságának laborok közötti összehasonlítása ISO 5725, vagy annak megfelelő szerint

6.3.1 Az ISO 5725 szabvány szerinti laborok közötti összehasonlító vizsgálatok szolgáltatják az ismétlőképességet jellemző s_r szórást és a reprodukáló képességet jellemző s_R szórást (mindkettő az ISO 3534-1 [5] szerint) és a valódiság (egy ismert referencia értékhez mért rendszeres eltérés) becslését adják. Ezeknek a vizsgálati bizonytalanság kiértékeléséhez szükséges adatoknak a felhasználását az ISO TS 21748 [9 tárgyalja] . A főbb elvek a következők:

- i. A módszer megvalósítási adatok mérési eredményekhez viszonyított fontosságának megállapítása egy részletes mérési eljárással. A szükséges intézkedéseket e dokumentum 6.2 fejezete tárgyalja.
- ii. A módszer megvalósítási adatoknak a vizsgálat tárgyához viszonyított fontosságának megállapítása, amely a minta kezeléséből, a mintavételből vagy az együttműködésben vizsgált minták és a labor mintája közötti értékek különbségének a megállapításán alapszik.
A reprodukáló képességet jellemző szórás módosítása szükségessé válhat például hogy a különbségi értékek miatti precízításban történő változások figyelembe vegyünk.
- iii. Azoknak a járulékos bizonytalanságoknak az azonosítása és kiértékelése, amelyeket a laboratóriumok közötti vizsgálatok nem kellően jellemeznek.
- iv. A GUM elveinek felhasználásával az összes lényeges bizonytalansági összetevő egyesítése, köztük a reprodukáló képességhez tartozó szórás (szükség esetén a korrekcióval), bármely olyan bizonytalansággal, amely a vizsgálati módszerben a laboratórium rendszeres hibájának eleméhez van társítva és azokkal a bizonytalanságokkal, amelyek a iii. részben említett járulékos hatásokból erednek.

Ezek az elvek laboratóriumok közötti összehasonlító mérések vizsgálati módszereinél használhatók. Ezekben az esetekben a megfelelő eljárás részletes megvalósításához az ISO TS 21748 szabvány javasolható. A kémiai vizsgálatok területén végzett laborok közötti összehasonlító vizsgálatok alkalmazásához az EURACHEM/CITAH útmutató [12] ad tájékoztatást.

6.3.2 A kiemelt figyelmet érdemlő járulékos források (6.3.1 iii):

- Mintavétel. Együttműködési vizsgálatoknak ritkán része a mintavétel. Ha a használt módszer tartalmazza a saját részről végzett mintavételt, vagy ha a mérendő

mennyiség egy olyan tételnek a tulajdonsága, amelyet csekély mintával határoztunk meg, a mintavételt vizsgálni és hatásait figyelembe kell venni.

- Előkészítés. Több esetben, szétosztás előtt a mintákat homogenizálják, és pótlólag stabilizálhatják. Szükséges lehet a részletes saját minta előkészítési eljárásának vizsgálata és hatásainak beszámítása.
- A módszer rendszeres hibája. A módszer rendszeres hibáját gyakran vizsgálják a laborok közötti összehasonlító mérések előtt, vagy közben, ahol lehetséges referencia módszerrel, vagy anyagmintával való összehasonlítással. Ahol maga a rendszeres hiba, a használt referencia értékhez társított standard bizonytalanság, és a becsült rendszeres hibához társított standard bizonytalanság mindegyike a reprodukáló képesség szórásához képest kis értékű, ott ezeket a módszer rendszeres hibájához társított bizonytalanság számításánál nem kell figyelembe venni. Más esetekben figyelembe vételük szükséges.
- Változás a feltételekben. Vizsgálatban résztvevő laboratóriumok az eredményeiket a kísérleti feltételek tartományainak közéértékei felé irányíthatják, ami a módszer meghatározásán belül az eredmények szóródási tartományának alábecslését jelenti. Ahol ezeket a hatásokat megvizsgálták, és kimutatták, hogy a teljes jóváhagyott tartományon belül jelentéktelenek, ott ezeket nem kell figyelembe venni.
- Változások a minta jellemzőiben. Figyelembe kell venni azt a bizonytalanságot, amely abból származik, hogy a minta tulajdonsága a vizsgálatokhoz megadott jellemzők tartományán kívül esik.

6.4 Vizsgálat, vagy mérési folyamat minőség ellenőrzési adatai

Több vizsgálat és mérési folyamat tárgya olyan ellenőrzéseknek, amelyek egy stabil, de másrésztől tipikus vizsgálati tárgy periódikus mérésén alapszik, abból a célból, hogy a normál működéstől való jelentős eltérést azonosítsák. A hosszú időn keresztül így nyert adatok értékes forrásai a bizonytalansági kiértékelésnek. Ilyen adatsorok szórása adja az olyan szóródások eredő becslését, amelyek több lehetséges változóból erednek. Következésképpen, hogy ha a módszer alkalmasságának vizsgálatánál bevált módszert (fent) használjuk, akkor az így nyert szórás egy olyan bizonytalansági kiértékelés alapját adja, amely azoknak a szóródásoknak a többségét közvetlenül figyelembe veszi, amelyeket egyébként külön hatásonként kellene kiértékelni.

6.4.2 Az ilyen minőség szabályozási (QC) adatok általában nem tartalmazzák a rész-mintavételezést, a vizsgálat tárgyai közötti eltérések hatását, a számított értékek változásának hatását, vagy a vizsgálati tételek inhomogenitását. A QC adatokat a hasonló anyagokra fordított figyelemmel kell megfelelően alkalmazni, kellő figyelemmel az ésszerűen alkalmazható járulékos hatásokra.

6.4.3 A QC adatokból azokat a pontokat, amelyek a mérési és vizsgálati eredmények elutasítását és korrekciók alkalmazását idéznék elő, az adatcsoportból a szórás számítása előtt természetesen el kell hagyni.

6.5 Jártassági vizsgálatok adatai

6.5.1 A jártassági vizsgálatok célja, hogy egy laboratórium átfogó működését periódikusan ellenőrizze, erre a legjobban használható az EA-3/04 [10] és a benne idézett hivatkozások. A laboratóriumok jártassági vizsgálatokból származó eredményei felhasználhatók a kiszámított bizonytalanság ellenőrzésére, mivel ez a bizonytalanság összeegyeztethető kell legyen azoknak az eredményeknek a szóródásával, amelyeket a laboratórium a jártassági körmérésekben kapott.

6.5.2 Általában a jártassági vizsgálatok nem végezhetők eléggé gyakran ahhoz, hogy jó becslést nyújtsanak az egyedi laboratórium vizsgálati módszerének megvalósítási teljesítményére. Továbbá a körözött vizsgálati tárgyak jellegzetesen változnak, és ezzel a várható eredmény is. Ezért nehéz a vizsgálati minták jellemzésére megfelelő adatokat gyűjteni. Továbbá több rendszer használ egyezményes értékeket a laboratórium teljesítményének minősítésére, amelyek alkalomadtán a laboratóriumok teljesítményéhez visszas eredményeket rendelnek. Ezeknek a bizonytalanság kiértékelésénél való felhasználása ennek megfelelően korlátozott. Azokban speciális esetekben, ahol:

- a tervezetben használt vizsgálati minta típusa megfelel a gyakorlatban végzett vizsgálatokban használt típusnak
- mindegyik körhöz tartozó értékek megfelelő referencia értékekre visszavezethetők, és
- az értékhez társított bizonytalanság kicsi az eredmények megfigyelt szóródásához képest, a közölt értékek és az ismételt körmérések megfigyelt értékei közötti szóródás alapot szolgáltat annak a bizonytalanságnak a kiértékeléséhez, amely a mérési eljárásnak a rendszer területét érintő részéből ered.

6.5.3 A visszavezethető értékektől való rendszeres eltérést és bármely más bizonytalansági forrásokat (mint az ISO 5725 szerint végzett laboratóriumok közötti vizsgálatok adatainak felhasználásával kapcsolatban megjegyeztük) is figyelembe kell venni.

6.5.4 Ismert, hogy a fenti megközelítés viszonylag korlátozott. Az EUROLAB [14] új keletű útmutató felveti azt, hogy bizonyos körülmények között a jártassági vizsgálati adatokat széleskörűen lehetne felhasználni a bizonytalanság előzetes becslésére.

6.6 A bizonytalansági összetevők jelentősége

6.6.1 A bizonytalanság kiértékelése folyamán azonosított bizonytalansági források nem mindegyike fogja lényegesen befolyásolni az eredő mérési bizonytalanságot; valóban, a gyakorlatban valószínűleg csak kis számuk teszi ezt. Ezeket viszont alapos vizsgálatnak kell alávetni, hogy hatásukra megbízható becsléseket kapjunk. Éppen ezért a bizonytalansági összetevők mindegyik elemének, vagy elem csoportjának előzetes becslését el kell végezni, ha szükséges a róluk való döntéssel, figyelemmel a legfontosabbakra.

6.6.2 Lényeges megfontolni azt a döntést, hogy egy bizonytalansági összetevő elhanyagolható-e.

- A legnagyobb és legkisebb összetevő relatív mértéke. Például a legnagyobb komponens egy ötödét kitevő összetevő az eredő mérési bizonytalanság értékét 2%-al befolyásolja.
- A közölt bizonytalanságra tett hatás. Meggondolatlanul olyan közelítést tenni, amelyek lényegesen befolyásolják a közölt bizonytalanságot, vagy az eredmény értelmezését.
- A bizonytalanság kiértékelésénél használt szigorúság fokának megítélése, figyelembe véve az ügyfél, a szabályozók és más külső igények követelményeit, például a szerződés felülvizsgálatával.

6.7 Megelőzően szerzett vizsgálati tapasztalatok adatainak felhasználása

Ahhoz, hogy a módszer megelőzően szerzett eredményeit felhasználjuk a bizonytalanság kiértékeléséhez, szükséges, hogy bemutassuk ezen eredmények érvényességét. Ez jellegzetesen a következőkből áll:

- Annak bemutatása, hogy a precizitás összemérhető az előzőleg megkapottal
- Annak bemutatása, hogy a megelőzően kapott rendszeres eltérések igazoltak, jellemzően azáltal, hogy az eltéréseket megfelelő anyagmintához viszonyítva adtuk meg (lásd például az ISO Guide 33 [4]), az adott jártassági sémák, vagy más laborok közötti összehasonlítások sikeres működése révén.
- Statisztikai ellenőrzés mellett történő folyamatos működés, amelyet a minőség szabályozási minták eredményei és a hatékony analitikai minőségbiztosítási eljárások jelenítenek meg.

Ahol a fent említett feltételek teljesülnek és a módszert annak a hatáskörében és alkalmazási területén működtetik, szabályszerűen elfogadható a megelőző vizsgálatokból (a validációs vizsgálatokból is) nyert adatoknak a kérdéses laboratórium bizonytalansági kiértékeléséhez történő közvetlen felhasználása.

Meghatározott alkalmazási területeiken működő módszereknél, amikor az egyeztetett állapot azt mutatja, hogy a validációs vizsgálat az összes azonosított bizonytalansági forrást tartalmazza, vagy amikor a maradó bizonytalansági források összetevőiről kimutattuk, hogy elhanyagolhatók, a reprodukáló képességhez tartozó szórás s_R mint az eredő mérési bizonytalanság használható.

Ha van bármilyen lényeges bizonytalansági forrás, amelyet a validálási vizsgálat nem tartalmaz, azt mint összetevőt külön kell kiértékelni és az s_R -el kombinálva az összbizonytalanságot előállítani.

7 Mennyiségi vizsgálat eredményeinek közlése

A mennyiségi vizsgálat mindig olyan eredményt szolgáltat, amelyet ajánlott SI mértékegységben kifejezni. Ha egy társított bizonytalanság közlésére is sor kerül, akkor azt az ebben a fejezetben megadott útmutató szerint kell megtenni (lásd ISO/IEC 17025 [7]).

- 7.1 Ha a kiterjesztett bizonytalanságot egy előírt megbízhatósági szintre számoltuk ki (tipikusan 95%), az y vizsgálati eredményt és az U kiterjesztett bizonytalanságot

$y \pm U$ alakban kell közölni, a megbízhatóság megállapításával együtt. Ez a megállapítás a valószínűségi eloszlás jellegétől függ; lejjebb néhány példát mutatunk be.

A 95 %-os megbízhatósági szintre vonatkozó alább felsorolt összes kiegészítés korrekcióra szorul, ha más megbízhatósági szintre van szükség.

7.1.1 Normál eloszlás

Biztonsággal feltételezhetünk egy normál eloszlást a 95%-os megbízhatósági szinthez tartozó fedési intervallum szempontjából akkor, ha a modell a bemenő mennyiségekre nézve lineáris, és a következő három lehetőség egyikét alkalmazza:

1. Van egy olyan domináns bizonytalansági összetevő, amelyik normál eloszlásból származik, és a megfelelő szabadságfoka 30-at meghaladja.
2. A három legnagyobb bizonytalansági összetevő összemérhető
3. A három legnagyobb összetevő összemérhető és az effektív szabadságfok³ meghaladja a 30-at.

Ilyen körülmények között a következő nyilatkozatot tehetjük:

A közölt kiterjesztett bizonytalanság a standard bizonytalanság 2-vel szorzott értéke, ami normális eloszlás esetén közelítőleg 95%-os megbízhatósági szintnek felel meg.

³ Az effektív szabadságfokot a következők szerint lehet becsülni:

- egy domináns összetevő szabadságfokát vesszük
- használjuk a GUM-ban és az EA-4/02-ben megadott Welch-Satterthwaite formulát
- a legnagyobb összetevő effektív szabadságfokának számát (közelítőleg) vesszük

Megjegyzés: NEM kell feltételezni a normalitást, ha a mérési modell az adott tartományban jelentősen nem-lineáris, főleg, ha a bemenő értékek bizonytalansága magukhoz a bemenő értékekhez viszonyítva nagy. Ilyen körülmények mellett magasabb szintű referenciára van szükség, például a GUM anyagára.

7.1.2 t -eloszlás

A t -eloszlás feltételezhető akkor, ha a (fenti) normalitásra vonatkozó feltételek megvannak, de a szabadságfok kisebb 30-nál. Ilyen körülmények között a következő nyilatkozatot (amelyben a megfelelő számértékeket XX és YY jelekkel helyettesítettük) tehetjük:

A közölt kiterjesztési bizonytalanság a standard bizonytalanság $k = XX$ -el szorzott értéke, ami t -eloszlás esetén közelítőleg $v_{eff} = YY$ effektív szabadságfok esetén közelítőleg 95%-os megbízhatósági szintnek felel meg.

7.1.3 Domináns (nem-normál) összetevők B típusú bizonytalansági kiértékelésben

Ha a mérési eredményhez társított mérési bizonytalanságot egy olyan bemenő mennyiség befolyásolja, amely nem-normál és olyan nagy, hogy egy normál vagy t - eloszlás nem áll fenn, amikor a mennyiség a többi bemenő mennyiséggel kapcsolódik, speciális szempontokat kell figyelembe venni ahhoz, hogy a 95%-os megbízhatósági szinthez tartozó kiterjesztési tényezőt megkapjuk. Egy járulékos

modell esetén, amikor a mérendő mennyiséget a bemenő mennyiségek lineáris kombinációjaként lehet kifejezni, a mérendő mennyiség valószínűség-eloszlás függvényét a bemenő mennyiségek valószínűség-eloszlási függvényeinek összekapcsolásával, azaz terjedésével kaphatjuk meg. Éppen ebben az esetben, és majdnem mindig, ha a modell nemlineáris a matematikai eljárás bonyolult lehet. Gyakorlati megközelítéssel feltételezhetjük, hogy az eredő eloszlás formájában eltér a domináns összetevőtől.

Sok esetben egy négyyszög eloszlással jellemezzük a domináns nem-normál eloszlás bemenő mennyiséget. Ilyen esetben a mérendő mennyiséget is négyyszög eloszlással jellemezhetjük. A 95%-os megbízhatósági szinthez tartozó kiterjesztési tényezőt az eredő bizonytalanság $0,95 \cdot \sqrt{3} = 1.65$ szorzásával kapjuk meg. Ilyen körülmények között a következő nyilatkozatot tehetjük:

A kiterjesztett bizonytalanságot egyetlen, négyyszög eloszlásúnak feltételezett bizonytalansági komponens jellemezi. Ezért a közel 95%-os megbízhatósági szinthez az 1.65 (= $0,95 \cdot \sqrt{3}$) kiterjesztési tényezőt használtuk.

- 7.2 E dokumentum céljaival összhangban a *közelítőleg* kifejezés a *hatékony vagy legcélravezetőbb* értelemben használatos.
- 7.3 Hivatkozni kell arra a módszerre, amellyel a bizonytalanság kiértékelése történt.
- 7.4 Néhány vizsgálati helyzetben a nem lehet minden egyes bizonytalansági komponensre metrológiailag egyértelmű, számszerű kiértékelést végezni; ilyen körülmények között a közlés módja ezt világossá kell tegye. Például, ha a bizonytalanság alapja csupán egy ismétlőképesség, más tényező figyelembe vétele nélkül, akkor ezt meg kell állapítani.
- 7.5 Ha a mintavétel bizonytalanságát teljes mértékben nem vettük figyelembe, akkor világossá kell tenni, hogy az eredmény és a társított bizonytalanság csak a vizsgált mintára vonatkozik, és nem bármely tételre, amelyből a mintát vehették.
- 7.6 A közölt bizonytalanság számjegyeinek száma mindig gyakorlati mérési képességre kell utaljon. A bizonytalansági kiértékelés eljárását tekintve ritkán igazolható több, mint két értékes számjegy megadása. Gyakran egy értékes számjegy is megfelelő. Hasonlóan, az eredmény számszerű értékét úgy kell kerekíteni, hogy az utolsó számjegye feleljen meg a bizonytalanság utolsó számjegyének. Mindkét esetben a kerekítés általános szabályait kell alkalmazni.

Például, ha eredményként 123.456 egységet kaptunk, és a kiértékelés 2.27 egység bizonytalanságot eredményezett, a két értékes számjegyre való kerekítés a 123.5 ± 2.3 egységet adja.

- 7.7 A vizsgálat eredményét szokásosan az $y \pm U$ formában fejezhetjük ki. Ellenben lehet olyan eset, amikor a felső és alsó határ különböző; például, ha cosinus hibák fordulnak elő. Ha az ilyen eltérések kicsik, a leggyakoribb megközelítés az, hogy a kiterjesztett bizonytalanságot a „ \pm kettő közül a nagyobbik „ formában adjuk meg. Ha viszont lényeges különbség van a felső és alsó határ értékei között, akkor ezek

kiértékelését külön kell elvégezni és megadni. Ez elérhető például a mérendő mennyiség valószínűség-eloszlás függvényben a kívánt megbízhatósági szint legkisebb fedési intervallumának meghatározásával.

- 7.8 Például egy +6.5 és -6.7 egység bizonytalansági értékek esetén válasszuk egyszerűen a ± 6.7 egységet. Ellenben, ha az értékek +6.5 és -9.8 egységre adódnának, akkor ezeket külön kell megadni +6.5 egység és -9.8 egység értékben.

8 A bizonytalansági eljárás lépésenkénti megvalósítása

Ismert, hogy a matematikai modell elkészítése és a különböző befolyásoló tényezők meghatározása a különböző vizsgálati területeken eltér egymástól.

Ezt a szempontot az ISO/IEC 17025 alkalmazásakor figyelembe kell venni. Általában nem lehet elvárni a laboratóriumoktól, hogy méréseikhez és vizsgálataikhoz társított bizonytalanság becsléséhez tudományos kutatást kezdeményezzenek. Az akkreditációs testületek megfelelő követelményeit hozzá kell igazítani az illető terület ismereteinek jelenlegi állapotához.

Ha mérési bizonytalanság kiértékelésének matematikai modellje nem áll rendelkezésre, a következőkre van lehetőség:

- azoknak a mennyiségeknek és paramétereknek a felsorolása, amelyek várhatóan jelentősen befolyásolják bizonytalanságot, és becsüljük meg azt, hogy milyen mértékben járulnak az összbizonytalansághoz
- azoknak az ismétlőképesség és reprodukáló képesség adatoknak a felhasználása, amelyek a validálásból, a belső minőség biztosításból vagy a laborok közötti összehasonlító mérésekből erednek
- a vonatkozó vizsgálati szabványok adataira vagy eljárásaira való hivatkozás
- a fent említett közelítések kombinálása.

A laboratóriumoknak törekedniük kell bizonytalansági kiértékeléseik finomítására, amennyiben alkalmazhatók, a következők figyelembe vételére:

- a belső minőségbiztosítás legújabb adatai a bizonytalansági kiértékelés statisztikai adatainak bővítéséhez
- laboratóriumok közötti összehasonlító mérésekből vagy jártassági vizsgálatokból származó új adatok
- a vonatkozó szabványok felülvizsgálatai
- az illető vizsgálati terület speciális útmutató dokumentumai.

Következésképpen az akkreditációs testületek képesek legyenek arra, hogy úgy módosítsák a mérési bizonytalansággal kapcsolatos igényeiket, hogy azok megfeleljenek a szakmai területen előálló ismeretek fejlődésének. A különböző szakterületeknek a mérési bizonytalanság kiértékelésével kapcsolatos követelményei között fennálló különbségek hosszú távon csökkenni fognak. A laboratóriumoknak viszont ki kell választaniuk a területükhöz tartozó legalkalmasabb közelítéseket és el kell végezzék a mérési bizonytalanság kiértékelését a tervezett felhasználásnak megfelelően.

9 A bizonytalanság kiértékelésének előnyei a vizsgáló laboratóriumok esetében

A mérési bizonytalanság kiértékelésével kapcsolatban számos előny adódik, bár a feladat időigényes.

- A mérési bizonytalanság számszerű módon nyújt segítséget olyan fontos kérdésekben, mint a vizsgálati eredményekkel kapcsolatos kockázat és megbízhatóság.
- A mérési bizonytalanság megadása az eredmény közzlése és értelmezése révén közvetlen versenyelőnyt jelenthet.
- Az egyes mennyiségeknek az eredményre tett számszerű hatásának ismerete növeli a vizsgálati eljárás megbízhatóságát. Eredményesebben lehet kiigazító intézkedéseket tenni, amelyek ezáltal költség-hatékonyabbá válnak.
- A mérési bizonytalanság kiértékelése, a vizsgálati eljárás jobb megismerése révén, kiindulási pontot jelent az eljárás optimalizálására.
- Az előírások teljesítésének megállapításához az ügyfelek és termék minősítő testületek igénylik az eredményhez társított bizonytalanságról szóló információt.
- Csökkenthetők a kalibrációs költségek, ha a kiértékeléssel kimutathatók, hogy egyes befolyásoló mennyiségek a bizonytalanságra nincsenek jelentős hatással.