

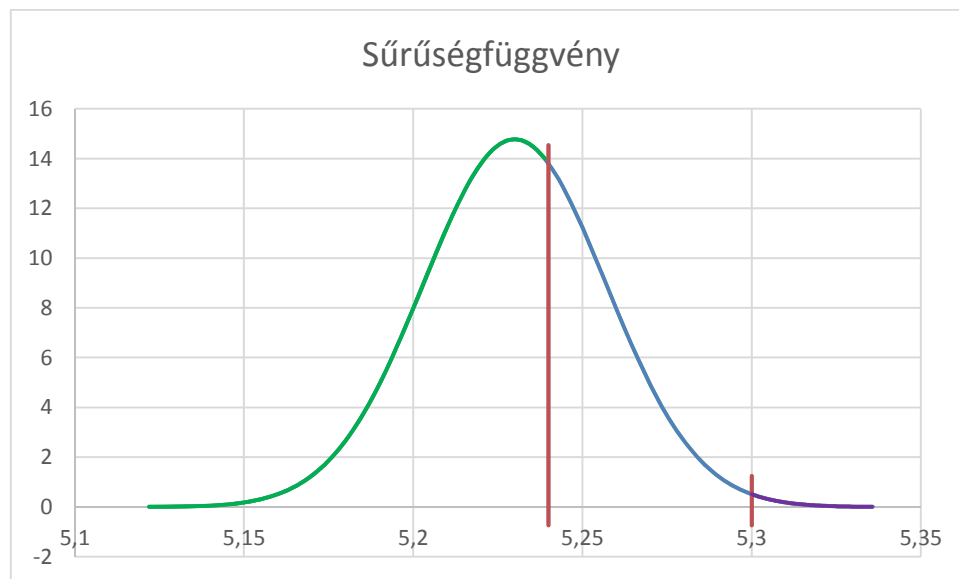
6. A mérés eredményének minősítése

Adott egy mérés eredménye és a mérési eredményre vonatkozó tűréshatárok (alsó és felső határérték). A minősítés annak megfelelően történik, hogy a tűrésmezőhöz képest hova esik a mérés eredménye: ha kisebb, mint az alsó határérték, akkor a méret alulméretes. Ha egyenlő a méret az alsó határértékkel, akkor azt mondjuk, hogy a méret az alsó határra esik, és így tovább (tűrésben, felső határértéken, vagy túlméretes).

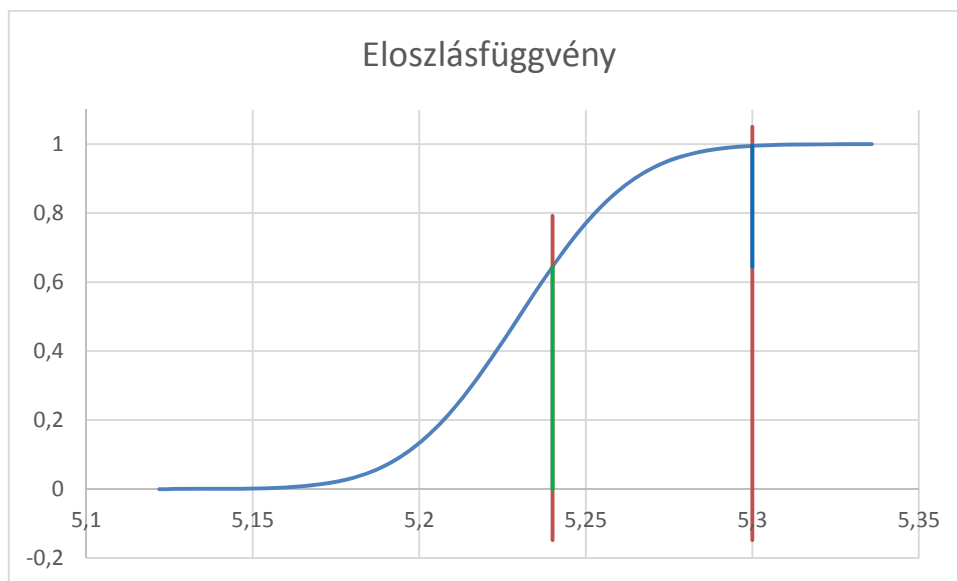
Példa: legyen a mért érték 5,23 mm, az alsó határérték 5,24 mm, a felső határérték pedig 5,3 mm. A méretet alulméretesnek minősítjük.

Ha a mérés eredményét valószínűségi változónak tekintjük, a mérés eredménye ennek a valószínűségi változónak a várható értéke, és még ha azt is feltételezzük, hogy a mérés eredménye normális eloszlású (pl. 0,027 mm feltételezhető szórással), akkor a várható érték középpontú haranggörbe a mérési eredmény sűrűségfüggvénye (6.1 ábra) és az eloszlásfüggvénye (6.2 ábra).

A sűrűségfüggvény az fejezi ki, hogy mekkorák az egyes lehetséges méretek valószínűségei, az eloszlásfüggvény pedig azt mutatja, hogy mekkora annak a valószínűsége, hogy a tényleges érték az adott értéknél kisebb valószínűségű.



6.1 ábra: 5,23 várható értékű és 0,027 szórású normális eloszlás sűrűségfüggvénye



6.2 ábra: 5,23 várható értékű és 0,027 szórású normális eloszlás eloszlásfüggvénye

A sűrűségfüggvény zöld görbe alatti területe az alulméretesség valószínűsége, a kék görbe alatti terület a tűrésmezőbe esés valószínűsége, a lila görbe alatti terület pedig a túlméretesség valószínűsége.

Eleve megállapíthatjuk a következőket:

- ha a méret kisebb, mint az alsó határérték, akkor az alulméretesség valószínűsége nagyobb, mint 50 % és a 100 %-ig maradó valószínűség a tűrésmezőbe esés és a túlméretesség valószínűsége (mindegyik kisebb, és együtt is kisebbek, mint 50 %),
- ha a méret az alsó határértékre esik, akkor az alulméretesség valószínűsége 50 % és a maradék 50 % a tűrésmezőbe esés és a túlméretesség együttes valószínűsége (mindegyik kisebb, mint 50 %),
- ha a méret a tűrésbe esik, akkor mind az alul, mind a túlméretesség valószínűsége kisebb, mint 50 %, a tűrésmezőbe esés valószínűsége 0 és 100 % között bármi lehet,
- ha a méret a felső határértékre esik, akkor a túlméretesség valószínűsége 50 % és a tűrésmezőbe esés és az alulméretesség valószínűsége együtt 50 %, de mindegyik kisebb, mint 50 %,
- ha a méret a felső határérték fölé esik, akkor a túlméretesség valószínűsége nagyobb, mint 50 %, a tűrésmezőbe esés és az alulméretesség valószínűségének mindegyike kisebb, mint 50 %.

Az alulméretesség, a tűrésmezőbe esés és a túlméretesség valószínűségeit úgy lehet számszerűen meghatározni, hogy a tűréshatárokat átszámoljuk a standard normális eloszlásra és utána a standard normális eloszlás táblázatából kivehetők a keresett valószínűségek.

A számítógépes programok közvetlenül tudják a normális eloszlást kezelni (pl. excel). Standard normális eloszlás táblázatával manuálisan is kezelhető a normális eloszlás. A standard normális táblázat használatához át kell számítani a határértékeinket a standard normális eloszlásra. Az átszámítás összefüggése $z=(x-\mu)/s$ (A normális eloszlásból kivonva a várható értékét és elosztva a szórásával standard normális eloszlást kapunk.)

$$s_{AH}=(AH-méret)/szórás=(5,24-5,23)/0,027=0,37037$$

$$s_{FH}=(FH-méret)/szórás=(5,3-5,23)/0,027=2,59259$$

Az s_{AH} -t a standard normális táblázatból visszakeresve 64,43 %-ot kapunk, ez az alulméretesség valószínűsége. Az s_{FH} -t a standard normális táblázatból visszakeresve 99,983 %-ot kapunk. Mivel a

túlméretesség valószínűsége kisebb, mint 50 %, ezért ki kell vonni 100 %-ból, tehát a túlméretesség valószínűsége 0,017 %. Annak a valószínűsége, hogy a méret a tűrésbe esik pedig $100 - (64,43 + 0,017) = 35,553 \%$.

Az előírásoknak megfelelés, vagy meg-nem-felelésről való döntés szabályai [DIN EN ISO 14253-1]

Önmagában egy mérés eredménye egy olyan érték, amivel nem lehet mit kezdeni pl. egy ház magassága, egy élőlény vagy műszaki cikk (pl. autó) élettartama, valakinek a vérnyomása, testsúlya, fizetése, egy ország nemzeti jövedelme egy adott évben, valamilyen folyadék viszkozitása, sűrűsége, áramlási sebessége, nyomása.

A mérés eredményét vagy egy másik mérés eredményéhez, vagy valamilyen előíráshoz, elváráshoz hasonlítjuk.

Konkrét példa: ha egy csapágygolyó méretét úgy adják meg, hogy $\varnothing 4h6$, akkor átmérőjének 3,992 mm és 4 mm közé kell esnie. Ez arra az esetre példa, amikor két tűréshatár van. A megfelelésről hozandó döntés szabálya ebben az esetben: ha a mérés eredménye a határokon belül van, akkor elfogadjuk, ha nincs a határokon belül, akkor pedig nem fogadjuk el.

Vannak egyoldali követelmények is pl. érdesség, alakhibák, helyzethibák, élettartam, szakítószilárdság, keménység. Ekkor a mérés eredményét akkor értékeljük elfogadhatónak, ha az a tűréshatár megfelelő oldalára esik, tehát pl. egy izzólámpa élettartama eléri a 8000 órát (bármilyen 8000 órát meghaladó értéket elfogadunk).

Ha több, mint két határérték adott, akkor osztályokba sorolásról beszélünk, ilyen pl. az az ötfokú értékelési rendszer, ami az oktatásban használatos pl. a következő határokkal:

0-50 elégtelen, 50-65 % elégséges, 65-80 % közepes, 80 – 90 % jó, 90-100 % kiváló

Ez az értékelési rendszer, mármint hogy ami a tűrésbe (a határok közé) esik, az megfelel, ami pedig a határon kívül az nem, ez közismert, elfogadott, magától értetődő, tehát külön magyarázatot nem is érdemel.

Probléma a tűréshatárokkal van, előre tisztázni kell, hogy a határra eső értékkel mi legyen. Ami a tűréshatárra esik, az épp annyira jó, mint rossz. Méréstechnikai szempontból a tűréshatárra eső értékek jelentik a legnagyobb problémát, mivel ezekről nem tudunk a mérés alapján dönteni, tehát ezek vonatkozásában a mérés nem zárul le.

Ha egy mérés eredménye a tűréshatárra esik, és nincs egyértelmű megegyezés erre az esetre, akkor célszerű ezt a mérést rögtön megismételni. A jól megismételt (szakszerűen kifejezve: megismételhetőségi feltételek között elvégzett) mérés eredménye olyan kis mértékben tér el a megelőző mérésétől, amennyit a jó méréstől a pontossága alapján elvárunk, de ha nem tapasztalunk két egyébként ugyanolyan mérés eredménye között eltérést, akkor nem azt mondjuk, hogy a mérés abszolút pontos, hanem sokkal inkább gyanút fogunk, hogy a mérés nem elég érzékeny ahhoz, hogy kimutassa a mérés bizonytalanságát. Tehát a jól megismételt mérés eredménye egy kicsit el fog térni az első méréstől és ennek alapján dönteni tudunk.

Ez csak látszólag megoldás, mert a problémát, amit a mérés bizonytalansága jelent a döntés szempontjából nem kezeli.

A DIN EN ISO 14253-1 szabvány a következő megoldást javasolja (írja elő):

A következő tényezőkből indulunk ki:

- tűréshatár(ok) (AH és FH: alsó és felső határérték)
- a mérést bizonytalanná tevő tényezők szórásai
- mérés eredménye
- döntés megbízhatósági szintje

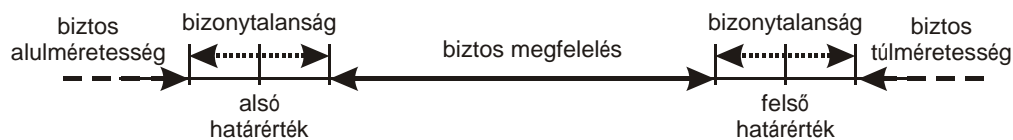
A szórásokból meg kell határozni az eredő szórást (szórások négyzetösszegéből vont négyzetgyök függetlenség esetén). A mérés eredő szórásából egy valószínűségi eloszlást és egy megbízhatósági szintet feltételezve meg kell határozni egy olyan megbízhatósági tartományt, amelybe a tényleges érték az előírt valószínűséggel beleesik. A megbízhatósági tartomány az eredő szórás 4-6-szorosa szokott lenni. Jelölje a továbbiakban U a megbízhatósági tartomány felét!

A mérés megbízhatósági tartományát központosan az alsó és felső tűréshatárokhoz felvéve a lehetséges mérési eredmény 5 tartományba eshet (6.3 ábra)

- biztosan (adott valószínűséggel) megfelel (középső tartomány)
- biztosan (adott valószínűséggel) nem felel meg (két szélső tartomány)
- két bizonytalansági tartomány a tűréshatároknál

Ha a mérés eredménye a bizonytalansági tartományba esik, akkor a következő megoldások jöhetnek számításba:

- valamilyen módon addig kell csökkenteni a mérés bizonytalanságát, amíg a mérés eredménye valamelyik biztos tartományba nem esik,
- előre meg kell egyezni a mérés eredményében érdekelt partnerral a bizonytalansági tartományba esés esetére (a bizonytalansági tartományba eső darabokat tűrésen kívülnek tekintik),



6.3 ábra: Bizonytalansági tartományok a tűréshatároknál

A mérést csak akkor van értelme elvégezni, ha a biztos megfelelés tartománya legalább akkora, mint a bizonytalansági tartomány.

A bizonytalansági tartomány annál szélesebb, minél nagyobb a mérés bizonytalansága és minél nagyobb a mérés megbízhatósági szintje. Ha a bizonytalansági tartományt szűkíteniünk kell, akkor a jó, de költséges és munkaigényes megoldás a mérés bizonytalanságának a csökkentése (érzékenyebb mérőeszköz alkalmazása, igényesebb mérés kidolgozása, jobb mérési körülmények biztosítása, igényesebb/motiváltabb/jobb dolgozók alkalmazása, ...). A bizonytalanságot úgy is lehet csökkenteni, hogy a megbízhatósági szintet csökkentjük, de ez csak látszátmegoldás, mert az eredő bizonytalanság megmarad, a mérés bizonytalansága csökken, a mérés alapján hozott döntése pedig nő.

A mérés bizonytalansági, vagy megbízhatósági tartománya alapján tudjuk értelmezni a **kiugró érték** fogalmát. Azt tekintjük mérés technikai szempontból kiugró értéknek, ami nem esik bele a mérés feltételezhető megbízhatósági tartományába. A kiugró mérési értéket először is fel kell ismerni, majd döntést kell hozni, hogy figyelembe vesszük-e, újramérjük-e. Akkor viszonylag egyszerű a kiugró érték felismerése, ha ismerjük a mérés megbízhatósági tartományát, tehát egy ismert méretet mérünk. Amikor ismeretlen méretet mérünk, akkor a mérés során születő mérési eredmény alapján – sok ismeretlen tényező mellett – kellene észrevenni, hogy a kapott mérési eredmények közül melyik nem illik a többi közé.