

Alak- és helyzetűrések alkalmazása és mérési lehetőségei

Application and measurement of shape and position tolerances

SZŰCS Soma

Metrológus mérnök, Alap Inspektor Kft., H-8200 Veszprém, Kistó u. 27.
telefon: +36306993149; soma.szucs@alapinspektor.com; http://alapinspektor.com

Abstract

From a motor that works reliably, to the precise functioning of a clock, to the structural integrity of a solid bridge: The applications of shape and position tolerances are diverse and we often encounter them without even realizing it. They are the invisible but crucial factors that ensure that the products and structures around us not only function, but also meet safety and quality standards.

Összefoglaló

Egy megbízhatóan működő motortól kezdve egy óra pontos működésén át egy szilárd híd szerkezeti integritásáig: Az alak- és helyzetűrések alkalmazási területei sokfélék, és gyakran találkozunk velük anélkül, hogy észre vennénk. Ezek azok a láthatatlan, de kulcsfontosságú tényezők, amelyek biztosítják, hogy a körülöttünk lévő termékek és szerkezetek ne csak működjenek, hanem megfeleljenek a biztonsági és minőségi előírásoknak is.

Kulcsszavak: optikai mérés, 3D szkennelés, CT, tomográf, elemzés, kiértékelés, mérőrendszer

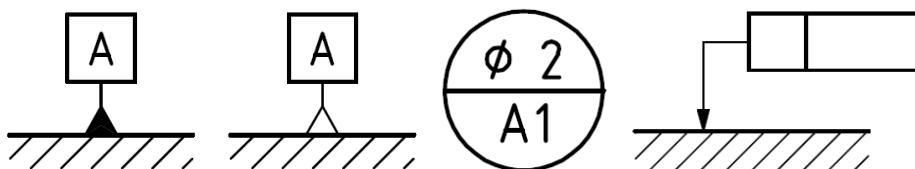
1. BEVEZETÉS

Az alak- és helyzetűrések a műszaki gyártás geometriai tűréseinek sajátos típusai. Ezek határozzák meg, hogy a gyártott alkatrész alakja és helyzete milyen mértékben térhet el a műszaki rajzokon megadott ideális méretektől és tájolástól. Ezeknek a mérési adatoknak a kiértékelésére speciális szoftver használható, amely az optikai mérőeszközzel vagy számítógépes tomográffal végzett mérés után átveszi az adatok kiértékelését. A szoftver lehetővé teszi az alak- és helyzetűrések ellenőrzését és vizualizálását, ellenőrzések generálását, valamint igazítási módszerek és referenciarendszerek alkalmazását.

2. BÁZISOK HASZNÁLATA

A bázis egy elméletileg pontos sík, tengely, vagy térbeli pont, amihez a geometriai objektumok pozícióját, alakját, vagy a méret tűréseket viszonyítjuk. A bázis alakzat a munkadarabnak általában fontos funkcionális geometriai eleme is, amit a méréseink során rendszeresen ellenőrizni kell. A dátum jelölő szimbólum telt vagy üres háromszög a felülethez vagy méretsegédvonalhoz illesztve, amihez keretbe foglalt betűjel kapcsolódik (1. ábra). [1]

A tűrésezett alakzatra vonatkozó előírást (tűrést) tűréskeretbe foglalt és szimbólumok nyelvén megfogalmazott követelményként írjuk elő. A tűréskeret mezőkre osztott téglalap, mutatóvonallal kapcsolódik a tűrt alakzathoz (1. ábra). A téglalap magassága az alkalmazott betűnagyság kétszerese. A mezők száma minimálisan 2 (tűrésjel és tűrésnagyság), de több is lehet, ha kiinduló helyzetként több alakzatot is megadunk. [1]



1. ábra: Példák bázis szimbólumokra és tűréskeret szimbólumra

3. ALAK- ÉS HELYZETTŰRÉSEK ÉRTELMEZÉSE ÉS MÉRÉSI LEHETŐSÉGE

Az alkatrészek geometriai pontosságának kiértékelésénél az alak- és pozíciótűrések a legfontosabb mércék. Ennek oka, hogy a gyártási folyamat során előfordulhatnak eltérések a célformától és -helyzettől, ami ronthatja a teljes szerelvények működését és cserélhetőségét. Az eltérések a gyártási folyamat során különböző okokból keletkezhetnek. A lehetséges okok közé tartoznak a gyártási hibák, a vágóerő, a gép rezgései vagy a hőmérsékletkülönbségek. Az alak- és pozíciótűrések ismerete ezért elengedhetetlen a gyártóiparban a szabványosításhoz.

Az optikai mérőrendszerek, például a 3D szkennerek ideálisak az alkatrészek felületének gyors és érintés nélküli mérésére. A mérési adatok kiértékelésére speciális szoftver használható, például a GOM Inspect Pro, amely az optikai mérőeszközzel vagy számítógépes tomográffal végzett mérés után átveszi az adatok kiértékelését. A szoftver lehetővé teszi az alak- és helyzettűrés ellenőrzését és vizualizálását, ellenőrzések generálását, valamint igazítási módszerek és referenciarendszerek alkalmazását. Az eredményeket általában egy mérési jegyzőkönyvben dokumentálják, és gyakran CAD-modelleken jelenítik meg a tűrési előírásokkal együtt.

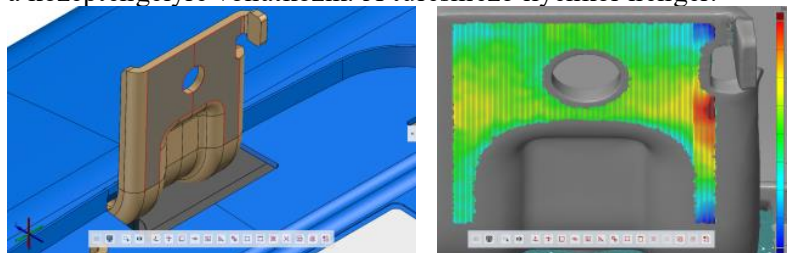
3.1. Bázishoz NEM kötött alak- és helyzettűrések

Az alábbi 4 alak- és helyzettűrés úgynevezett bázisfüggetlen jellemzők, kiértékelésükhöz nincs szükség bázisok megadására.

3.1.1. Egyenesség

Értelmezése: Az egyenességnek kettő értelmezése használatos. Alapértelmezésénél valamilyen egyenes alakzat formáját kontrollálja a darab felületén. A másik értelmezés geometriai tengellyel rendelkező alkatrész esetén azt fogja korlátozni, hogy milyen mértékben lehet görbe a darab valós tengelye. [1]

Kiértékelése: A tűrésmező több, két párhuzamos egyenes közti mező a darab felületén bárhol felvéve (a megadott irányban) (2. ábra). Meleg színek esetében a normáliránynak megfelelő eltérést kell érteni, míg hideg színek esetében a normáliránnyal ellentétet. A zöld területeken az eltérés alig tapasztalható. Tengely esetén nem a felületre, hanem a középtengelyre vonatkozik. A tűrésmező ilyenkor henger.

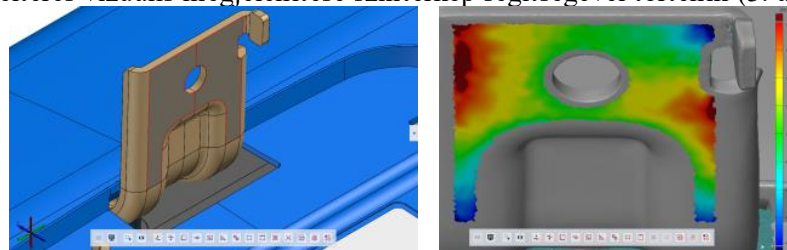


2. ábra: Egyenesség megjelenítése vizuálisan (színtérképpel)

3.1.2. Síklapúság

Értelmezése: A síklapúság annak a mértéke, hogy egy síkfelület mennyire tér el az elméleti (tökéletes) síkfelülettől. A síklapúság értelmezéséhez két párhuzamos sík szükséges, ezek definiálják a tűrésmezőt. A vizsgált felületnek teljes egészében a tűrésként megadott síkok között kell elhelyezkednie. [1]

Kiértékelése: Az eltérés vizuális megjelenítése színtérkép segítségével történik (3. ábra).

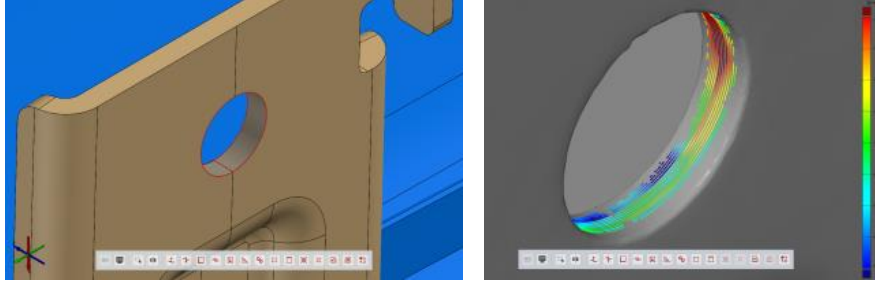


3. ábra: Síklapúság megjelenítése vizuálisan (színtérképpel)

3.1.3. Körkörösség

Értelmezése: A körkörösség annak a mértéke, hogy egy olyan objektum, aminek körnek kell lennie, milyen mértékben közelíti azt. A körkörösség 2D előírás, azt korlátozza, hogy kör alakúnak tervezett objektumok milyen mértékben térnek el tőle (ovalitás, sokszögletesség). [1]

Kiértékelése: A tűrésmező két – a tűrésként megadott távolságra eső - koncentrikus kör közti mező (bármely metszetben). Vizuális megjelenítése szintén szintérvég segítségével lehetséges.

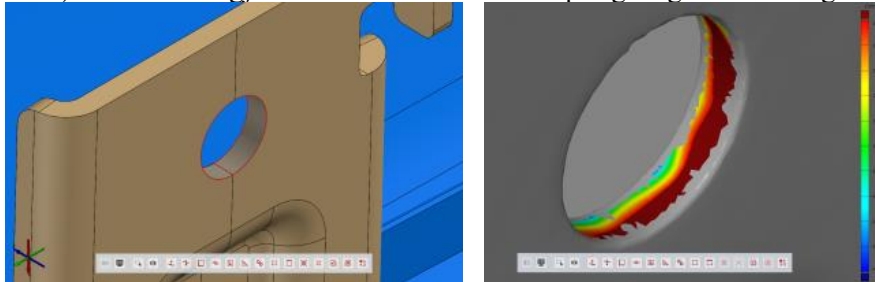


4. ábra: Körkörösség megjelenítése vizuálisan (szintérvéggel)

3.1.4. Hengeresség

Értelmezése: A hengeresség annak a mértéke, hogy egy olyan objektum, aminek hengernek kell lennie, milyen mértékben közelíti azt. A hengeresség 3D előírás, azt korlátozza, hogy henger alakúnak tervezett objektumok milyen mértékben térnek el tőle. [1]

Kiértékelése: A tűrésmező két – a tűrésként megadott távolságra eső - koncentrikus henger közti mező (a teljes kijelölt alakzatra). Vizuális megjelenítése szintén szintérvég segítségével lehetséges.



5. ábra: Hengeresség megjelenítése vizuálisan (szintérvéggel)

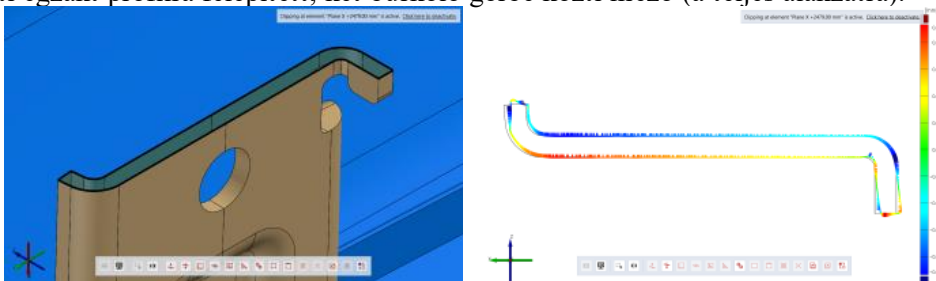
3.2. Bázishoz opcionálisan kötött alak- és helyzettűrések

Az alábbi 2 alak- és helyzettűrési jellemző kiértékelhető bázisok használata nélkül, illetve azok használatával is.

3.2.1. Kontúr tűrése - vonal

Értelmezése: Vonal alakzat kontúr tűrése a vonal alakzat körül értelmez egy tűrés tartományt. Vonal alakzat profil tűrése 2D tartomány, azt írja elő, hogy a vizsgált vonalszerű alakzat (él, metszeti görbe) milyen mértékben térhet el a névlegestől. [1]

Kiértékelése: A tűrésmező a tűréssel azonos átmérőjű kör által létrehozott két burkoló görbe közti mező. Szintérvégű megjelenítése a 6. ábrán látható. Bázisokhoz kötött kontúr tűrés előírás esetén a tűrésmező a bázisokhoz képesti egzakt profilra felépített, két burkoló görbe közti mező (a teljes alakzatra).

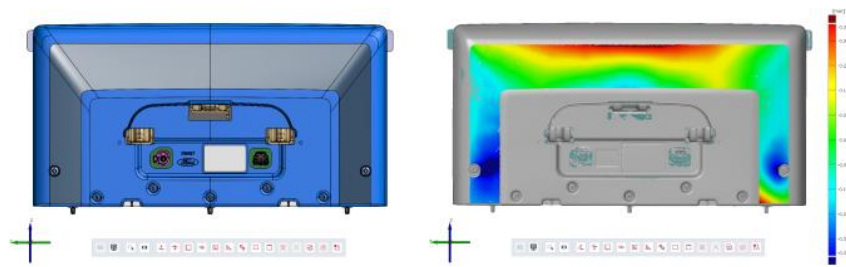


6. ábra: Kontúr (vonal) eltérés megjelenítése vizuálisan (szintérvéggel)

3.2.2. Kontúr tűrése – felület

Értelmezése: Felület alakzat kontúr tűrése a felület alakzat körül értelmez egy tűrés tartományt. Felület alakzat profil tűrése 3D tartomány, azt írja elő, hogy a vizsgált felület alakzat milyen mértékben térhet el a névlegestől. [1]

Kiértékelése: A tűrésmező a tűréssel azonos átmérőjű gömb által létrehozott burkoló felület közti mező. Szintérvégű megjelenítése a 7. ábrán látható. Bázisokhoz kötött kontúr tűrés előírás esetén a tűrésmező a bázisokhoz képesti egzakt profilra felépített, két burkoló felület közti mező (a teljes alakzatra).



7. ábra: Kontúr (felület) eltérés megjelenítése vizuálisan (színtérképpel)

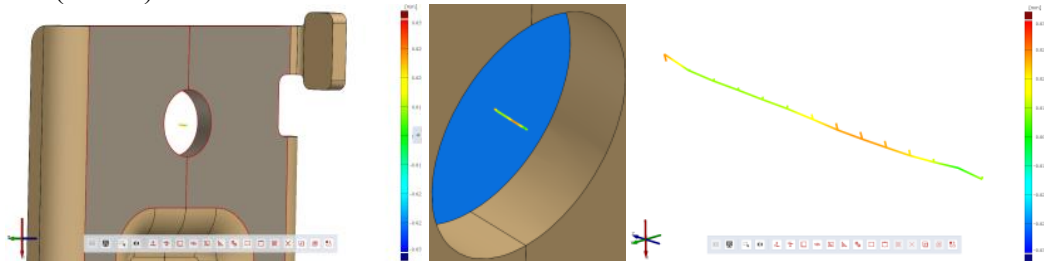
3.3. Bázishoz kötött alak és helyzettűrések

Az alábbi 8 alak- és helyzettűrés úgynevezett bázisfüggő jellemzők, kiértékelésükhöz bázisok megadására van mindenképp szükség:

3.3.1. Merőlegesség

Értelmezése: A merőlegesség kétféle előírás lehet a GD&T rendszerében. Felület merőlegessége és tengely merőlegessége. A felület merőlegesség két egymással 90°-ot bezáró sík helyzetét szabályozza. A tengely merőlegesség egy tengelynek valamilyen bázishoz viszonyított 90°-os helyzetét szabályozza. [1]

Kiértékelése: A tűrésmező a bázis tengelyre merőleges két - egymással párhuzamos - sík közti mező. Tengely esetén a tűrésmező a bázis tengelyre merőleges két – egymással párhuzamos, és a tűrésnagyságnak megfelelő távolságra lévő – sík közti mező, vagy ha a tűrés értéknél átmérő módosító szerepel, akkor hengeres tűrésmezőt ír elő (8. ábra).

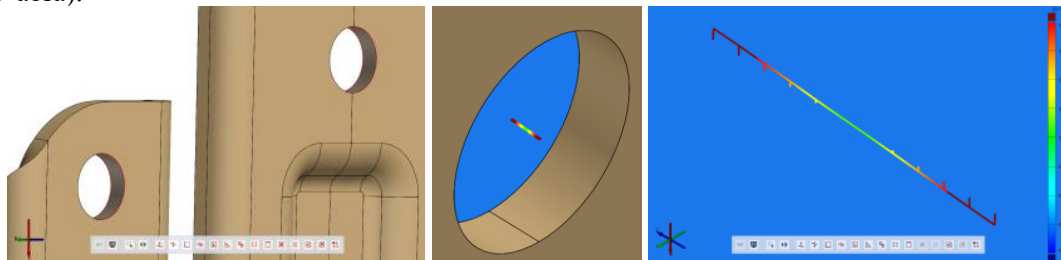


8. ábra: Merőlegesség megjelenítése vizuálisan (színtérképpel)

3.3.2. Párhuzamosság

Értelmezése: A párhuzamosság kétféle előírás lehet a GD&T rendszerében. Felület párhuzamossága és tengely párhuzamossága. A felület párhuzamosságát két párhuzamos síkkal szabályozzuk. A tengely párhuzamosságát egy tengelynek valamilyen bázishoz viszonyított párhuzamos helyzetét szabályozza. A tengely párhuzamosságát az elméleti párhuzamos helyzet körül felvett hengeres alakzattal adjuk meg. [1]

Kiértékelése: A tűrésmező két, a tűrésnagysággal azonos távolságban lévő síkpár közti mező. A síkok a bázis síkkal és a bázis tengellyel párhuzamosak. A tűrés keret mutató vonala a síkpár normálisának irányát jelöli. Két irányban is előírhatunk tűrést. Ha a bázisunk nem sík, hanem tengely, akkor a tűrésmező hengeres lesz (9 ábra).

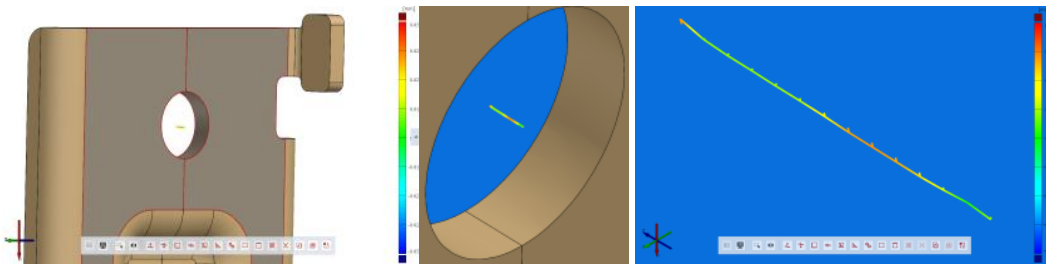


9. ábra: Párhuzamosság megjelenítése vizuálisan (színtérképpel)

3.3.3. Szöghelyzet

Értelmezése: A szöghelyzet tűrés egy felületnek egy másik felülethez viszonyított, adott szögű helyzetét szabályozza. A tűrésmező két párhuzamos sík – mely az adott névleges szöget zárja be a bázissal – közötti tartomány. [1]

Kiértékelése: A tűrésmező a bázis tengellyel adott szöget bezáró két – egymással párhuzamos és a tűrésnagyságnak megfelelő távolságra lévő – sík közti mező (10. ábra). 90°-os névleges szöghelyzet esetén azonos a merőlegességgel.



10. ábra: Szöghelyzet megjelenítése vizuálisan (színtérképpel)

3.3.4. Pozíció

Értelmezése: A pont, vagy egyenes, vagy sík pozíció tűrése azt határozza meg, hogy az alakzatnak mekkora eltérése lehet az elméletileg pontos pozícióhoz képest. Az elméletileg helyes pozíciót jellemzően bázisok alkalmazásával adjuk meg, gyakran a bázis alakzatoktól értelmezett hossz-, vagy szögkoordinátákkal. [1]

Kiértékelése: A tűrésmező lehet egy adott átmérőjű gömb, vagy középvonalak körül szimmetrikusan elhelyezkedő síkpárok közti mező, vagy furatok középtengelyeire illesztett, a középvonalak körül szimmetrikusan elhelyezkedő síkpárok közti mező, vagy furatok névleges pozíciói körül felvett merőleges hengerek. Ezek középpontjai, középvonalai a bázisoktól megadott névleges méretekkel adott.

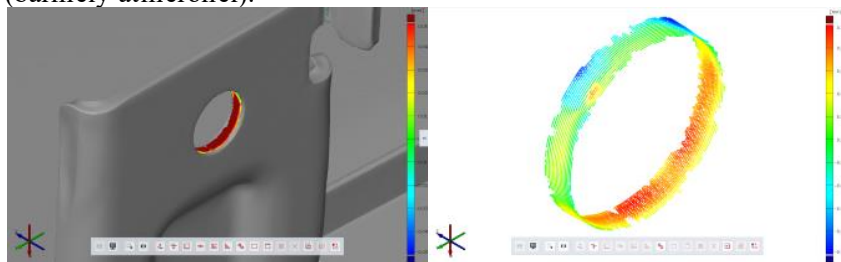


11. ábra: Pozíció megjelenítése vizuálisan

3.3.5. Ütés

Értelmezése: A tűrt alakzat milyen mértékben változik a bázishoz képest, ha a testet a bázis tengely körül 360°-ban körül forgatjuk. Alapvetően hengeres alkatrészekre írunk elő ütés tűrést. [1]

Kiértékelése: A tűrésmező két koncentrikus, egymástól a tűrésnagysággal azonos távolságra lévő kör közötti tartomány, a körök középpontja a bázis tengelyre esik (12. ábra). Radiális ütés tűrésmezője a bázis tengely irányába esik (bármely átmérőnél).

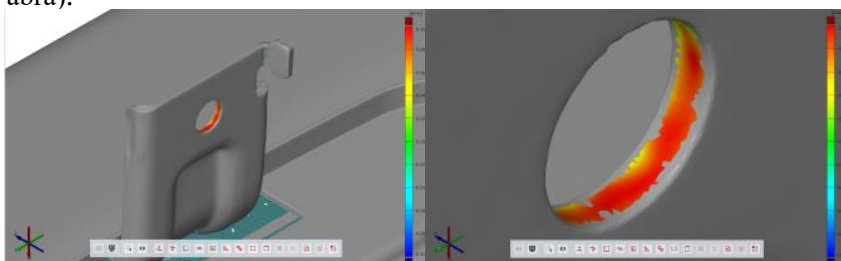


12. ábra: Ütés megjelenítése vizuálisan (színtérképpel)

3.3.6. Teljes ütés

Értelmezése: A tűrt alakzat milyen mértékben változik a bázishoz képest, ha a testet a bázis tengely körül 360°-ban körül forgatjuk. Alapvetően hengeres alkatrészekre írunk elő teljes ütés tűrést. [1]

Kiértékelése: A teljes radiális ütés tűrésmezője nemcsak egy keresztmetszetre érvényes, hanem a teljes vizsgált felületre. A teljes axiális ütés tűrésmezője nemcsak egy körszelvényre érvényes, hanem a teljes vizsgált felületre (13. ábra).

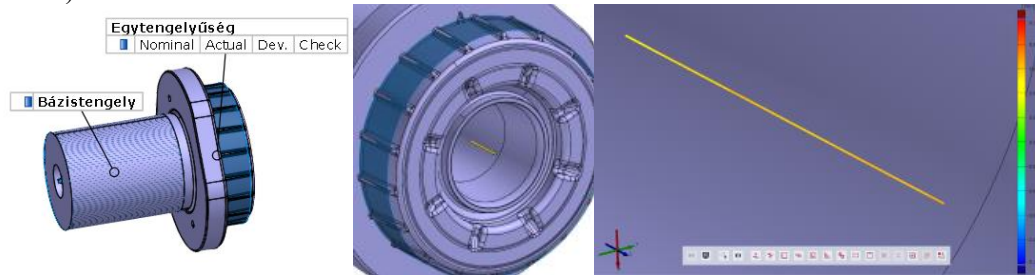


13. ábra: Teljes ütés megjelenítése vizuálisan (színtérképpel)

3.3.7. Egytengelyűség

Értelmezése: Az egytengelyűség az aktuális tengelynek a bázis tengelytől való eltérését szabályozza. [1]

Kiértékelése: A tűrésmező adott átmérőjű kör vagy henger, középpontja egybeesik a bázis ponttal vagy tengellyel (14. ábra).

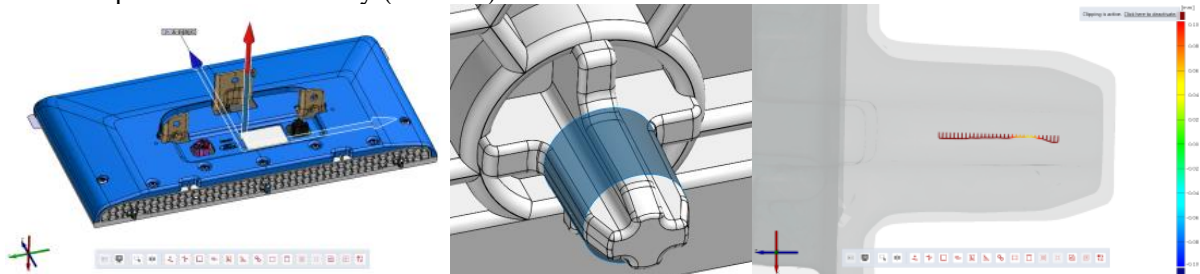


14. ábra: Egytengelyűség megjelenítése vizuálisan (színtérképpel)

3.3.8. Szimmetria

Értelmezése: A szimmetria tűrést akkor alkalmazzuk, ha a darabon egy alakzat párnak egy bázis elemhez képest egyforma jellemzővel kell rendelkeznie. A vizsgált síkpáron minden pontpárhoz egy középpontot rendelve a síkpár valamennyi pont párjához kötött középpontnak a bázissík meghatározott közelségében kell elhelyezkednie. [1]

Kiértékelése: A tűrésmező a bázis síkra szimmetrikusan elhelyezkedő, egymástól adott távolságra lévő párhuzamos síkpár közötti tartomány (15. ábra).



15. ábra: Szimmetria megjelenítése vizuálisan (színtérképpel)

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Cikkemben részletesen megismerhettük a GD&T által kínált legfontosabb előnyöket:

Jobb kommunikáció: A mai összetett alkatrésztervek pontos kommunikációt igényelnek a különböző szakterületek között. Az egységes és szabványosított GD&T nyelv használata biztosítja, hogy a mérnöki, tervezési, gyártási és minőségügyi csapatok világosan és pontosan tudjanak kommunikálni egymással, időt takarítva meg és növelve a hatékonyságot.

Nagyobb rugalmasság: A GD&T nagyobb gyártási rugalmasságot és nagyobb tűréseket eredményez, különösen bonyolult vagy összetett konstrukciók esetén. A GD&T a konkrét geometria helyett a tervezési szándékot határozza meg, így biztosítva a megfelelő tűréseket, amelyek maximalizálják a gyártást.

Jobb minőség: A GD&T segítségével elkerülhetők a túldugott és zavaros rajzjegyzetekkel gyakran előforduló félreértelmezések, és helyett lehetővé válik a kívánt méret- és funkcionális specifikációk elérése. Az alkatrészgyártás megismételhetőbbé és következetesebbé válik - egyszerűsödik az ellenőrzés, csökken a selejtes alkatrészek aránya, és javul a minőség.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] ASME Y14.5 M.2009 szabvány