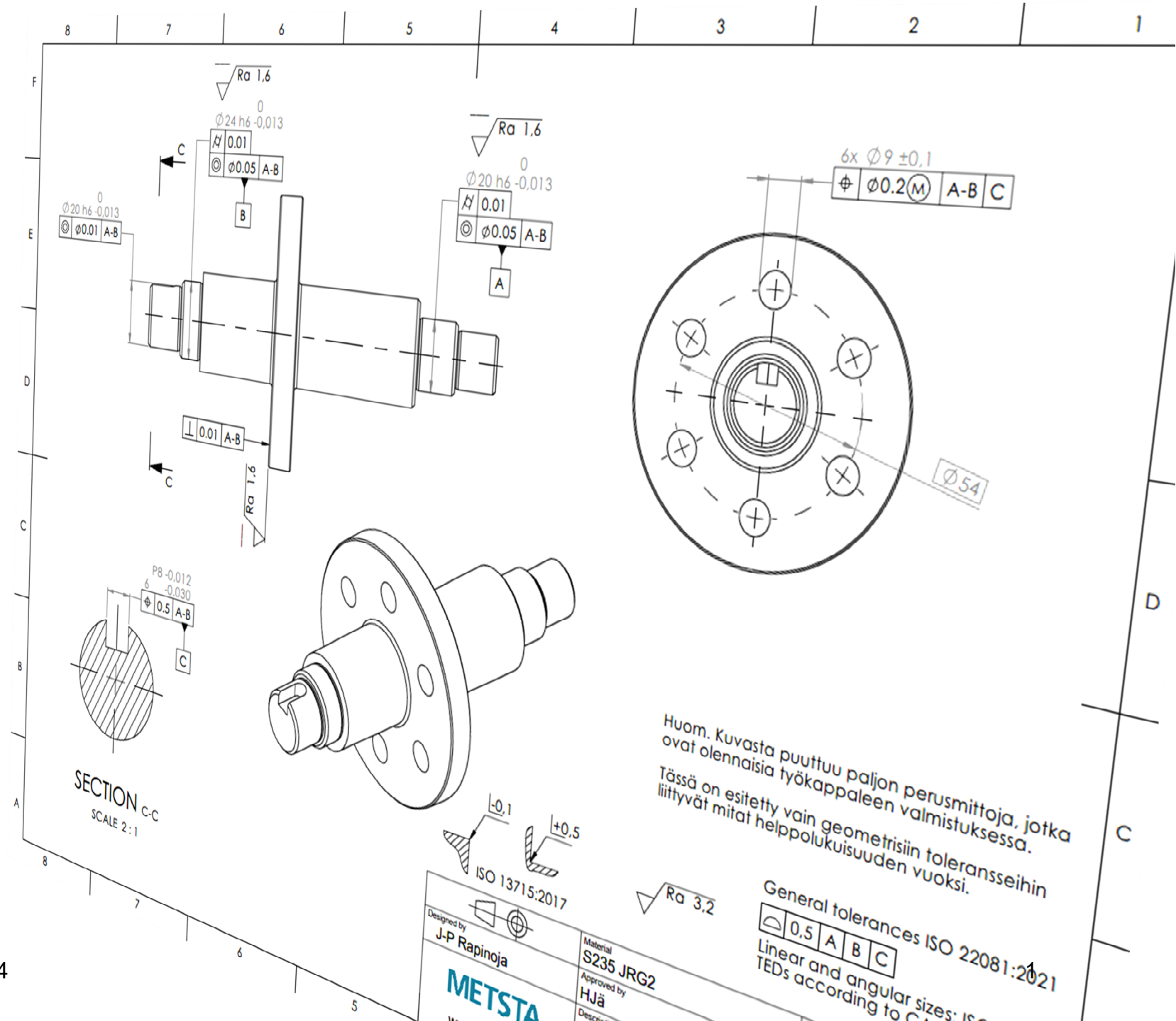
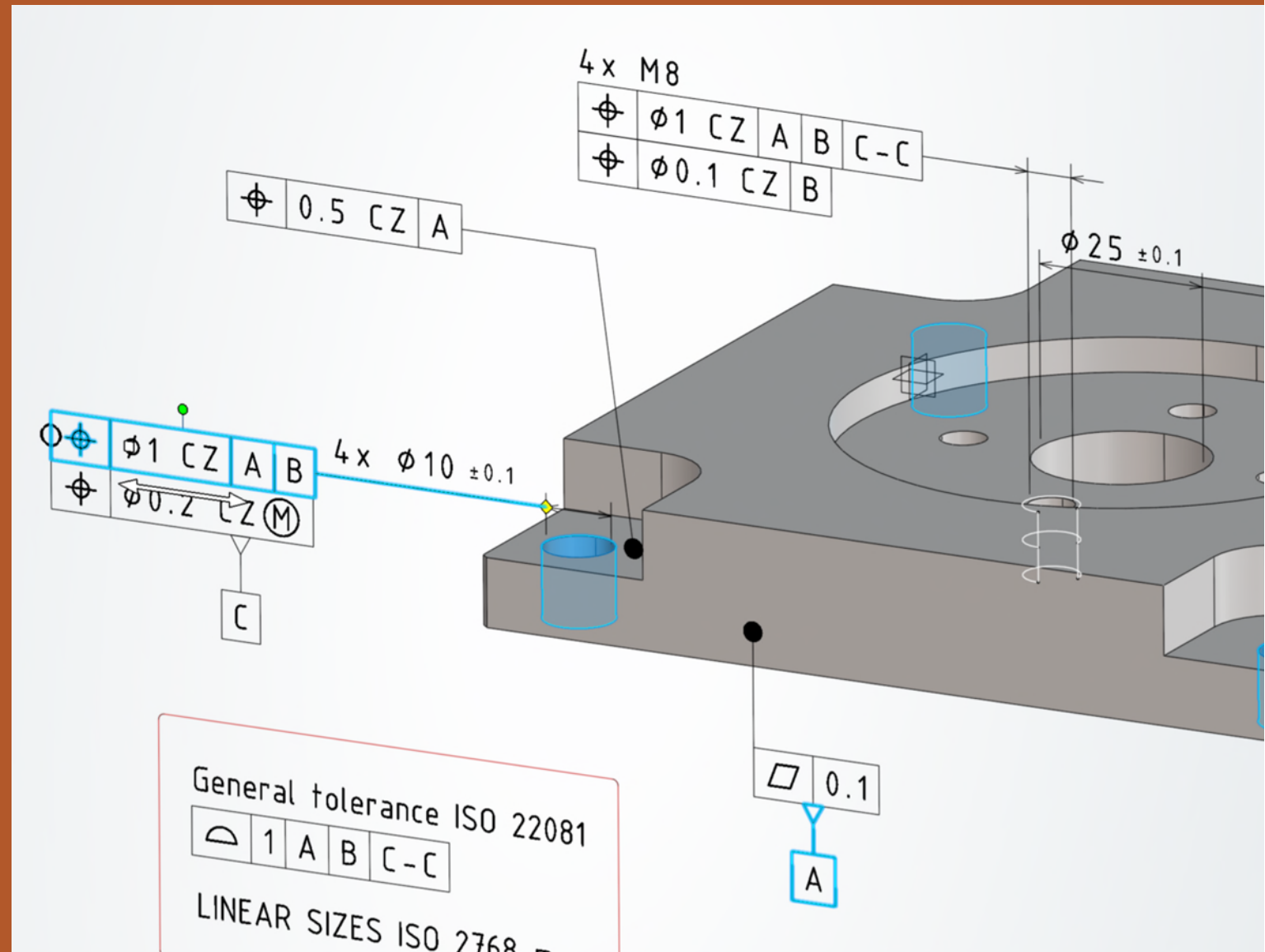


Geometriset toleranssit ja mallipohjainen määrittely valutuotteissa



Esityksen aiheet

- Geometriset toleranssit valuissa
- Mallipohjainen määrittely (MBD)



Tärkeimmät GPS-standardit

- | | |
|----------------|---------------------------------|
| 1. ISO 8015 | Perussäännöt |
| 2. ISO 14405 | Mittatoleranssit |
| 3. ISO 286 | ISO-sovitejärjestelmä |
| 4. ISO 5459 | Peruselementit |
| 5. ISO 1101 | Geometriset toleranssit |
| 6. ISO 1660 | Muototoleranssit |
| 7. ISO 2768-1 | Pituusmittojen yleistoleranssit |
| 8. ISO 22081 | Uusi yleistoleranssi |
| 9. ISO 21920-1 | Uusi pinnankarheuden standardi |

Vaatimusmäärittely

Teknisessä dokumentaatiossa on annettava kaikki työkappaletta koskevat vaatimukset, kuten

- nimellisgeometria
- mitat ja niiden toleranssit
- geometriset ominaisuudet ja niiden toleranssit
- pinnankarheus
- materiaali
- työtavat
- sovellettava toleranssijärjestelmä
- sovellettavat yleistoleranssit ja standardit
- sovellettavat yritysstandardit ja toimitusohjeet
- muut liittyvät asiakirjat
- tarkastusvaatimukset
- käsittelyt, esim. lämpökäsittely, pinnoitus tai maalaus.

ISO GPS-sääntö (ISO 8015):

Piirustus on määräävä:

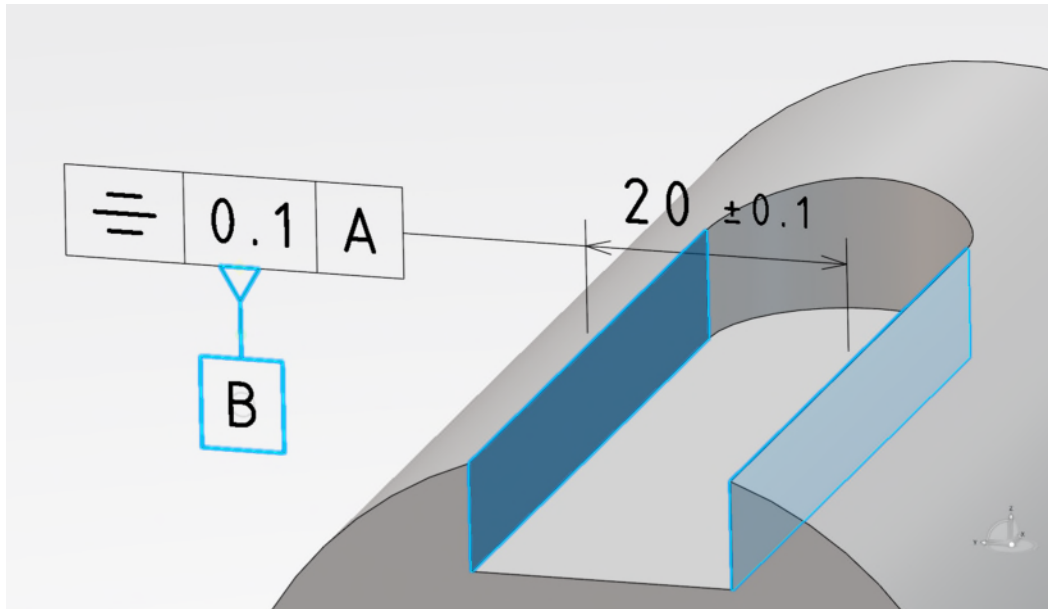
Vaatimuksia, joita ei ole määritelty piirustuksessa, ei voida vaatia toteutettaviksi.

HUOM. ”Piirustus” on käsitettävä sen laajimmassa mahdollisessa merkityksessä käsittäen koko dokumentaation (myös MBD-mallin)

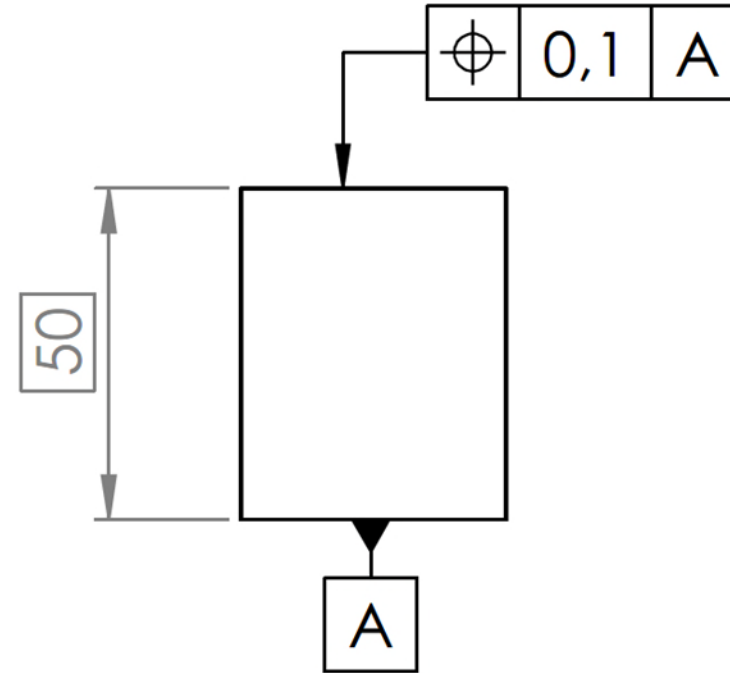
Systemaattinen mitoitus

1. Peruselementit
 - Valitaan toiminnallisesti oleelliset piirteet peruselementeiksi
2. Mitalliset elementit
 - Mitoitetaan PUHTAAT mitalliset elementit pituusmitoilla
3. Määritetään geometriset toleranssit
 1. Ensin määräävät sijaintoleranssit
 2. Suuntatoleranssit tarvittaessa
 3. Hienosäätö muototoleransseilla
4. Voiko käyttää maksimimateriaalin vaatimusta?
5. Pinnankarheus
6. Särmien toleranssit
7. Yleistoleranssit
8. Muut toisarvoiset mitat pituusmittoina ja \pm -toleransseilla

Osaavatko suunnittelijat määritellä?

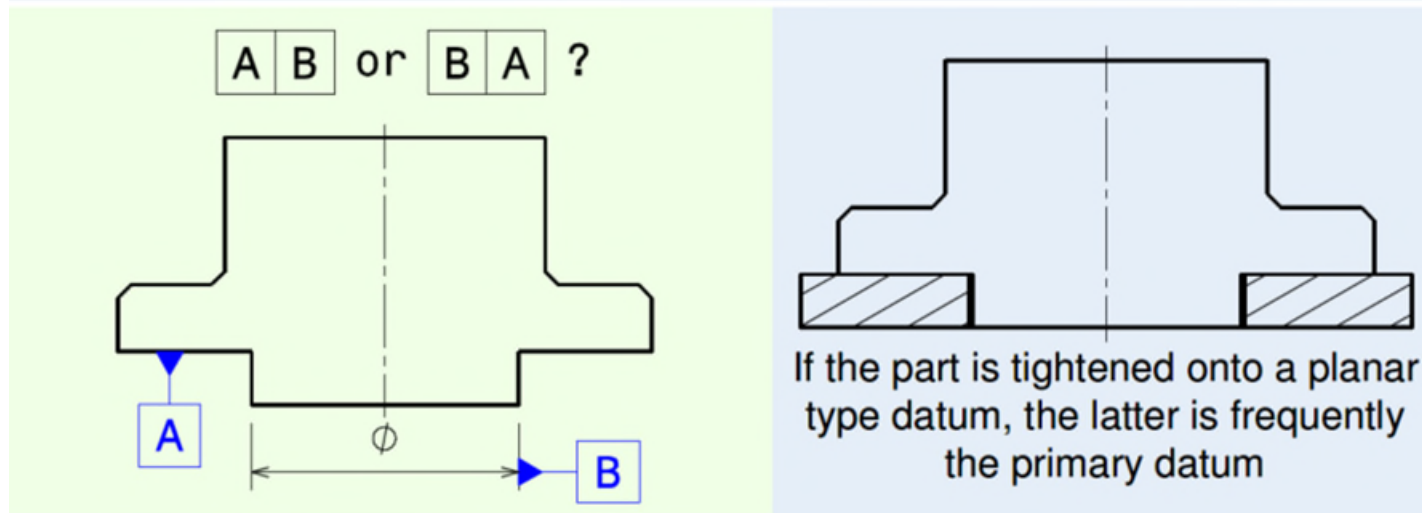


Mikä on peruselementti B?



Mikä on kappaleen maksimikorkeus (mitan 50 suunnassa)?

Peruselementtien valinta

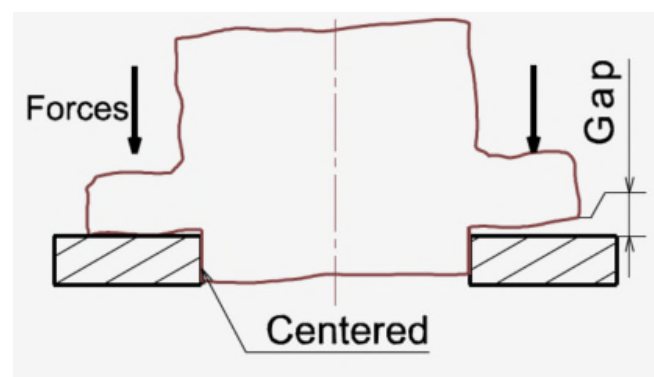
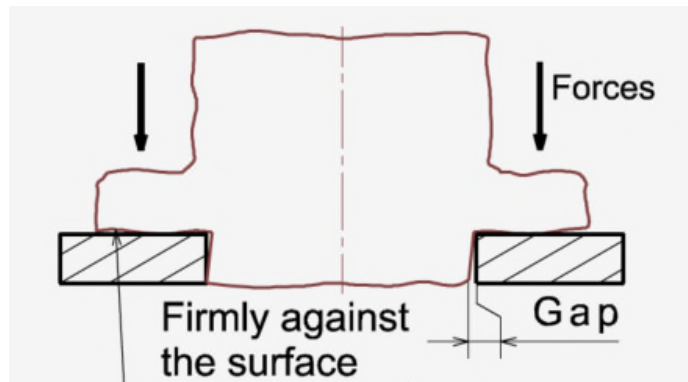


Voimat:

Datumien järjestys datumjärjestelmästä voi riippua kokoonpanossa osaan kohdistettavista voimista.

OIKEIN A B

VÄÄRIN B A



Peruselementtijärjestelmien yhdistelmät

Jos piirustuksessa on määritelty datumjärjestelmä

A B C

Pitäisi spesifikaatioissa käyttää vain seuraavia yhdistelmiä:

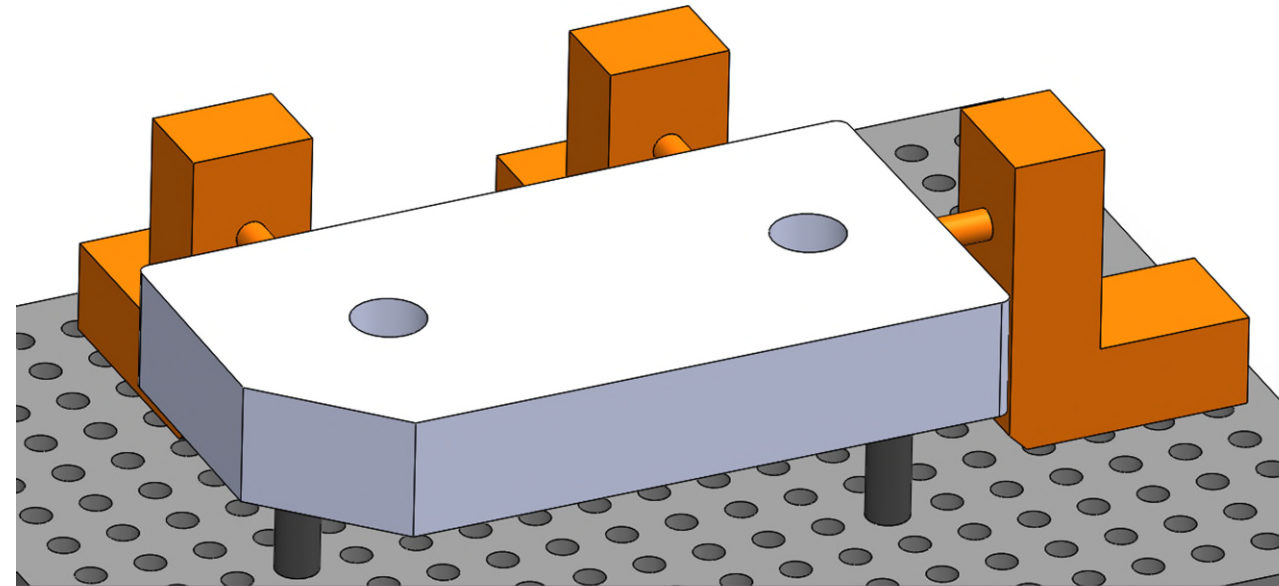
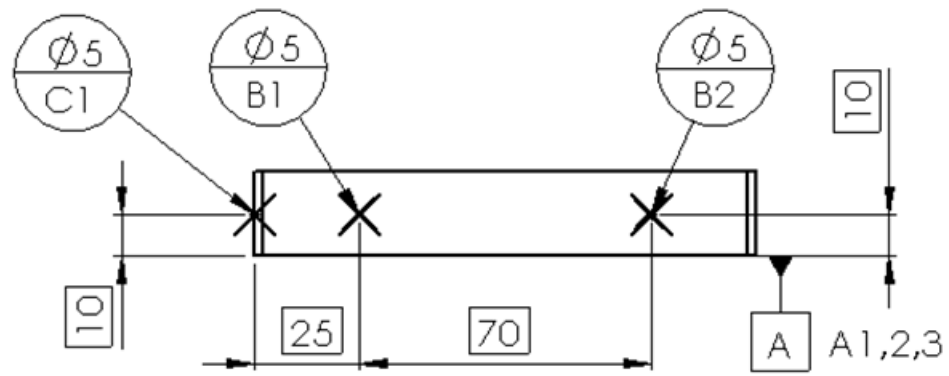
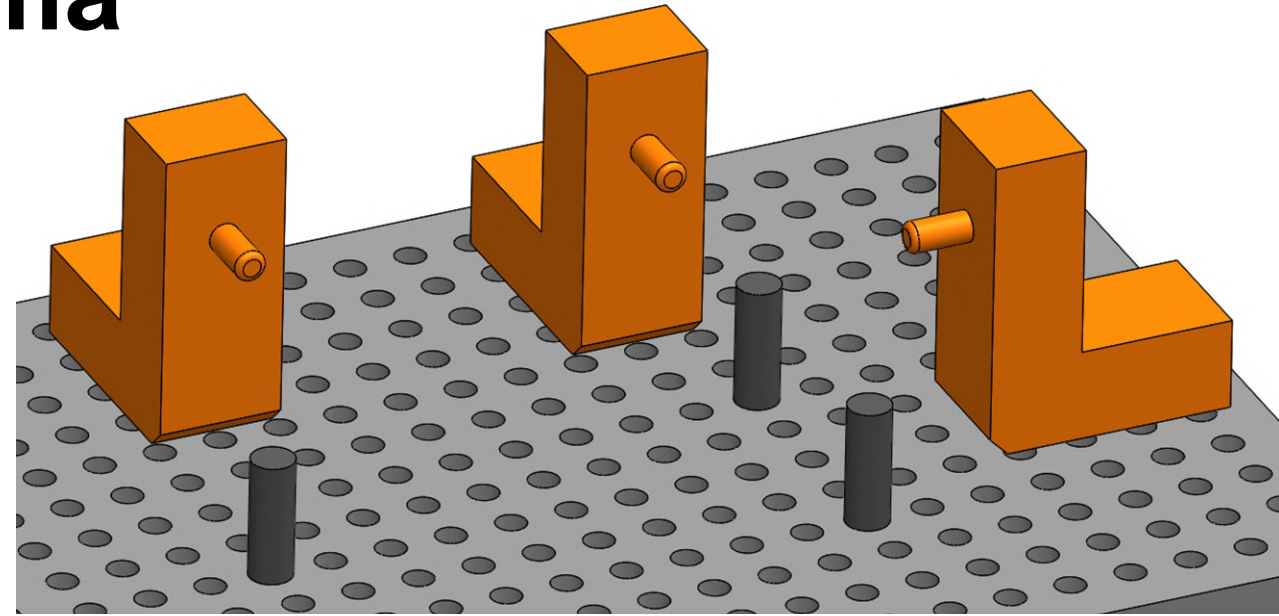
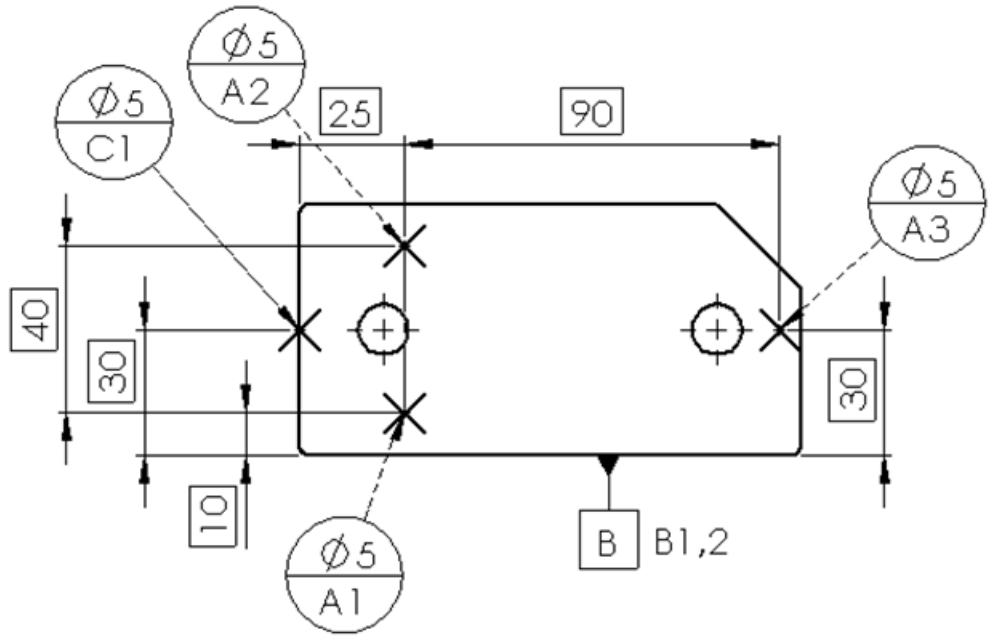
A B C

A B

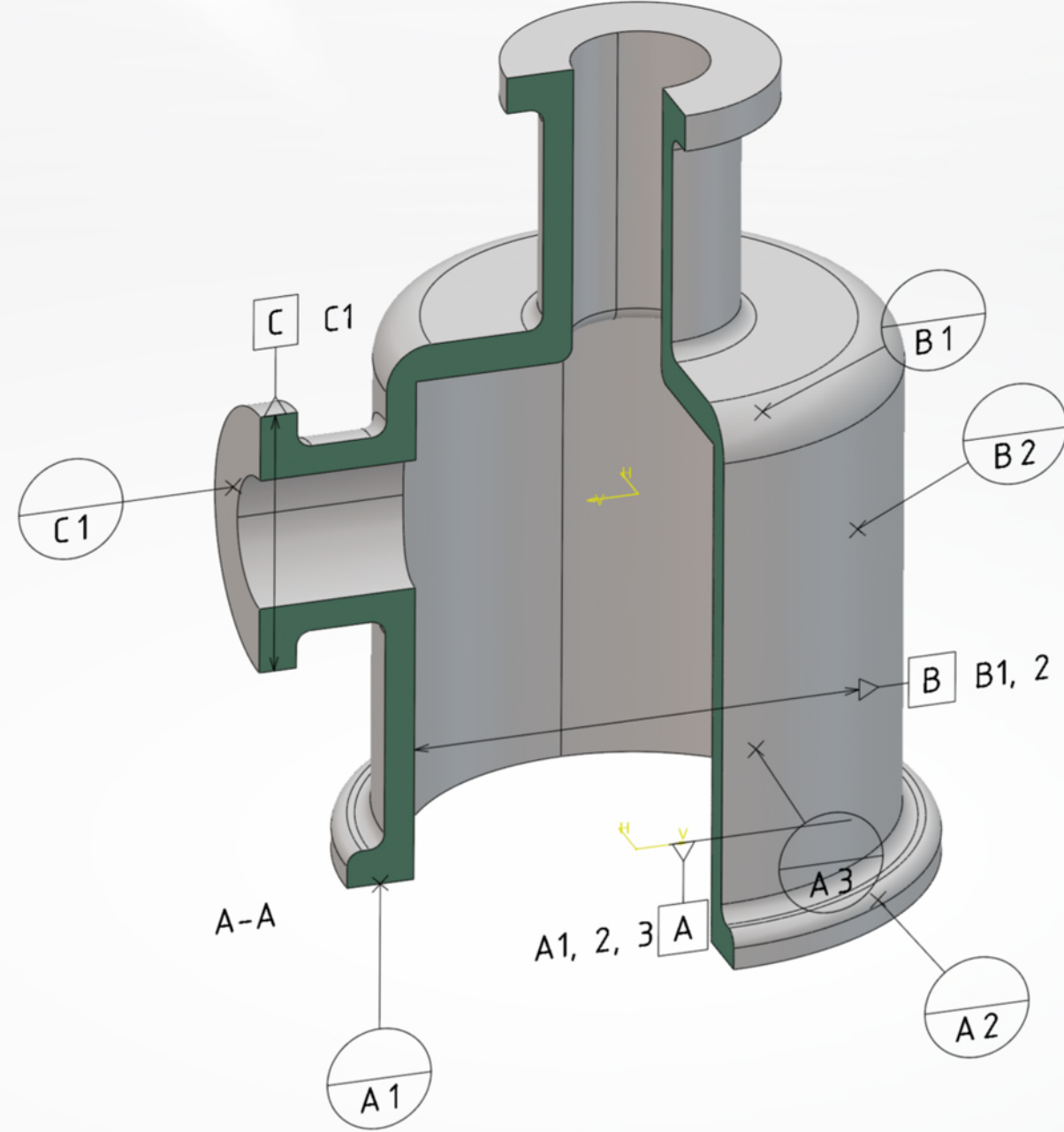
A

Kappaleella voi kuitenkin olla useita datumjärjestelmiä, esim. oma järjestelmä levytyötä (esim. hitsausta) varten ja toinen koneistetuille piirteille

3-2-1 -datumjärjestelmä

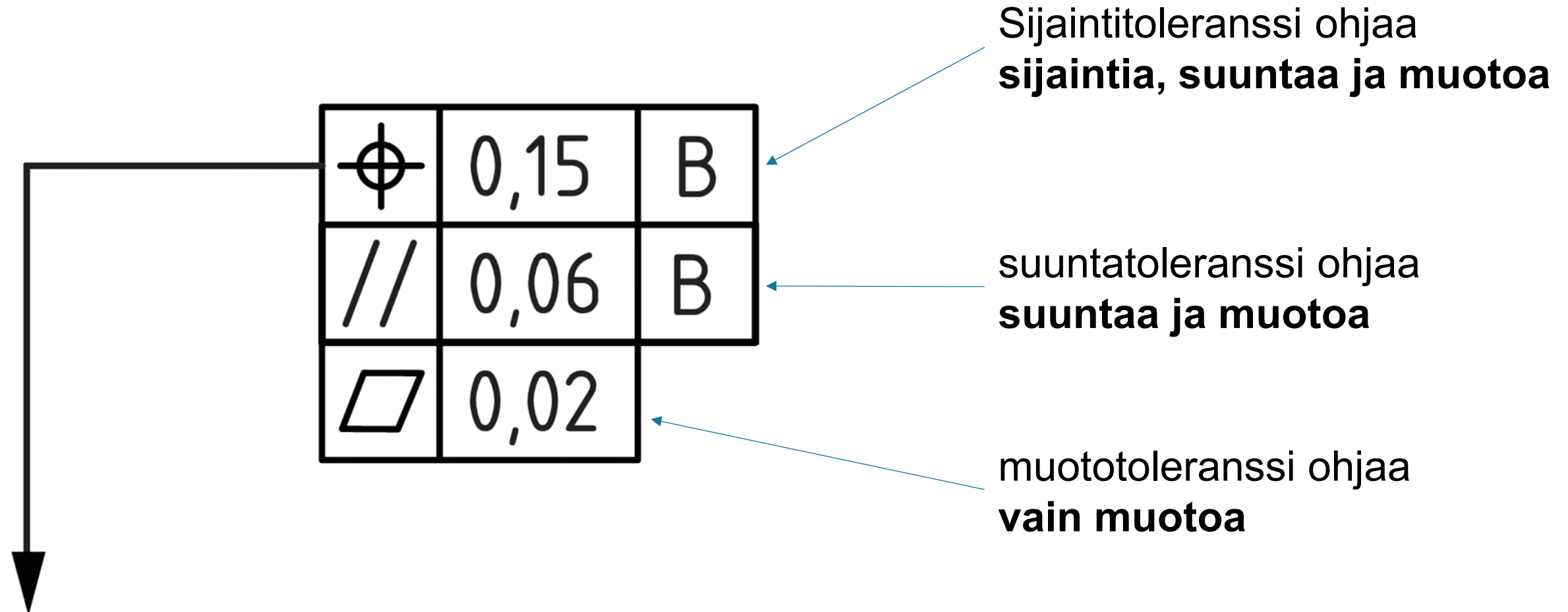


3-2-1 valukappaleessa



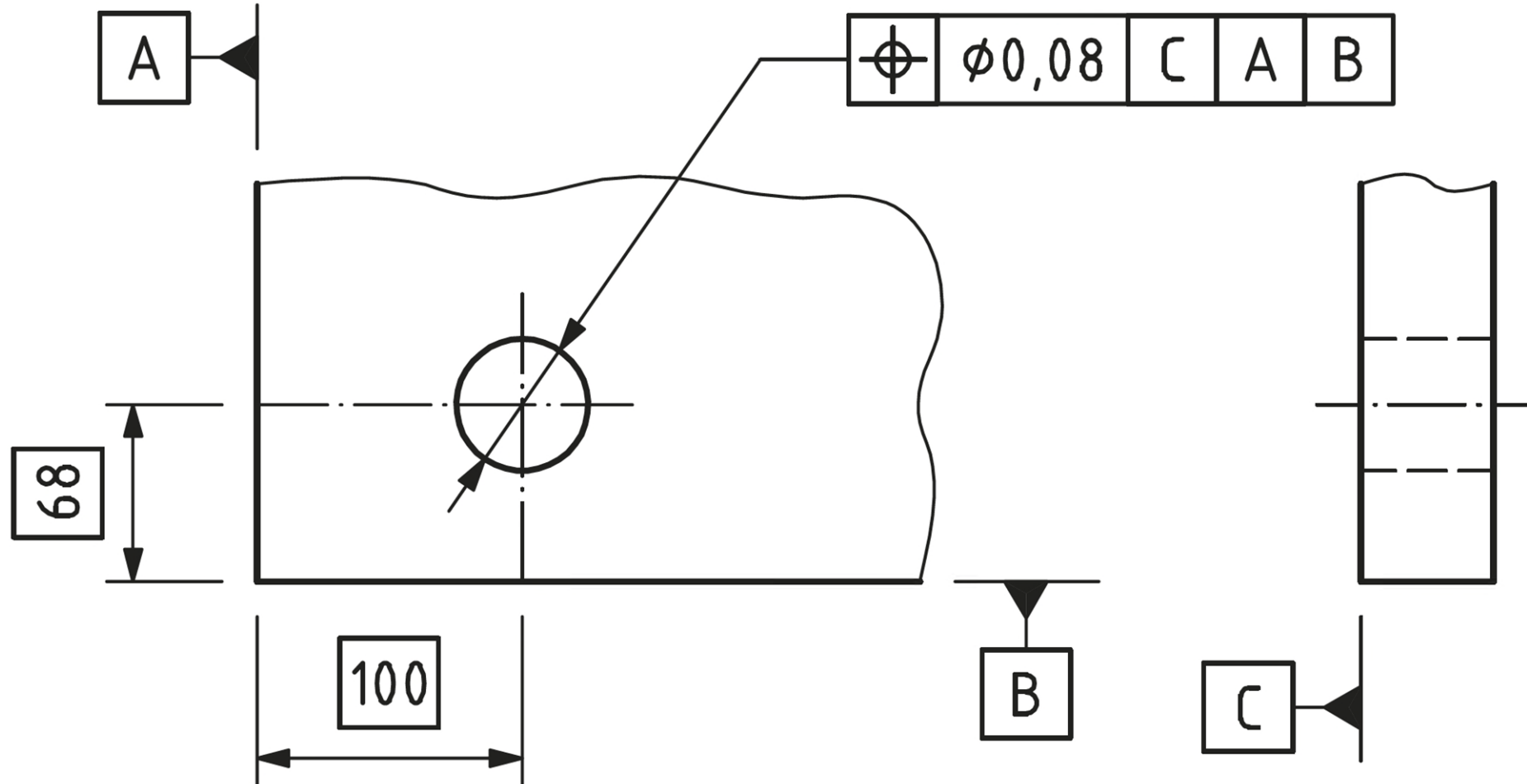
Geometriset toleranssit

Rinnakkaisia vaatimuksia kannattaa harkita



*Sijaintitoleranssi rajaa suunnan ja muodon 0,15 mm alueelle.
Sijaintivaatimuksen rinnalla voidaan antaa vain tarkentavia suunta- ja muototoleransseja.*

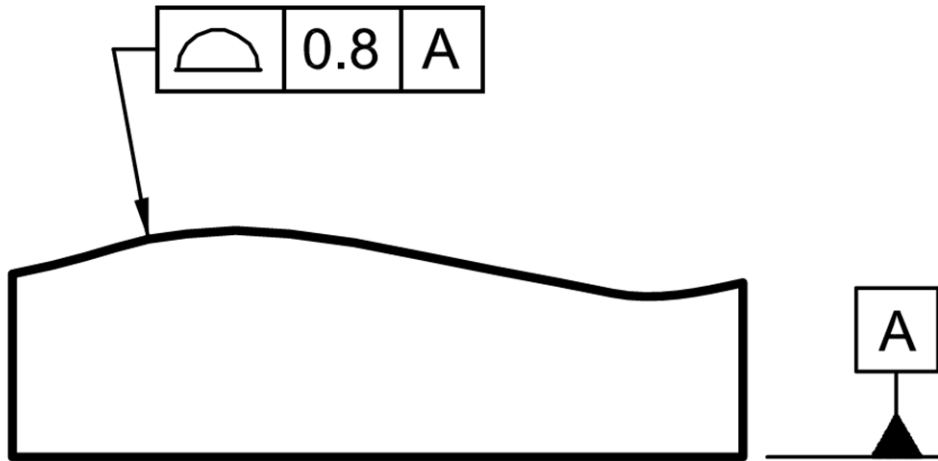
Paikkatoleranssi (ISO 1101)



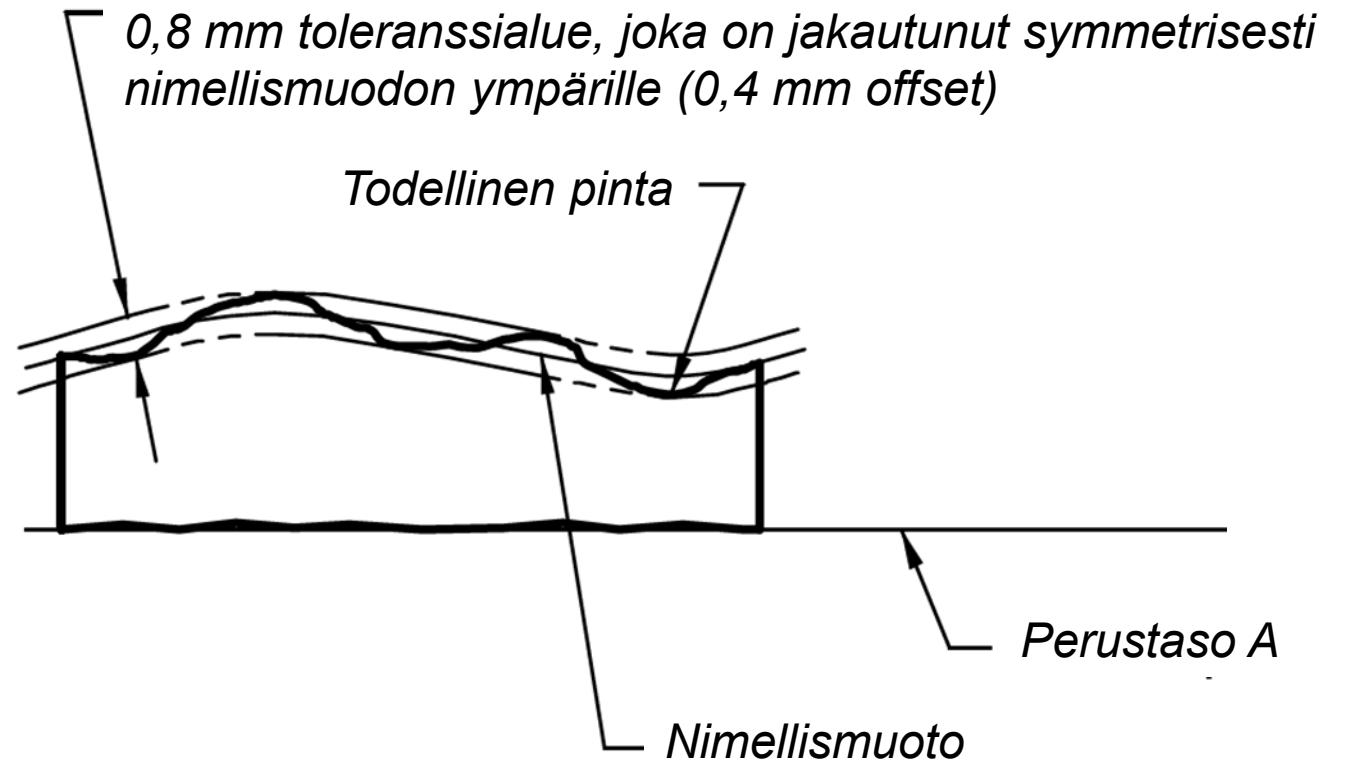
7.11.2024

Muototoleranssi (ISO 1101, ISO 1660)

Piirustusmerkintä:

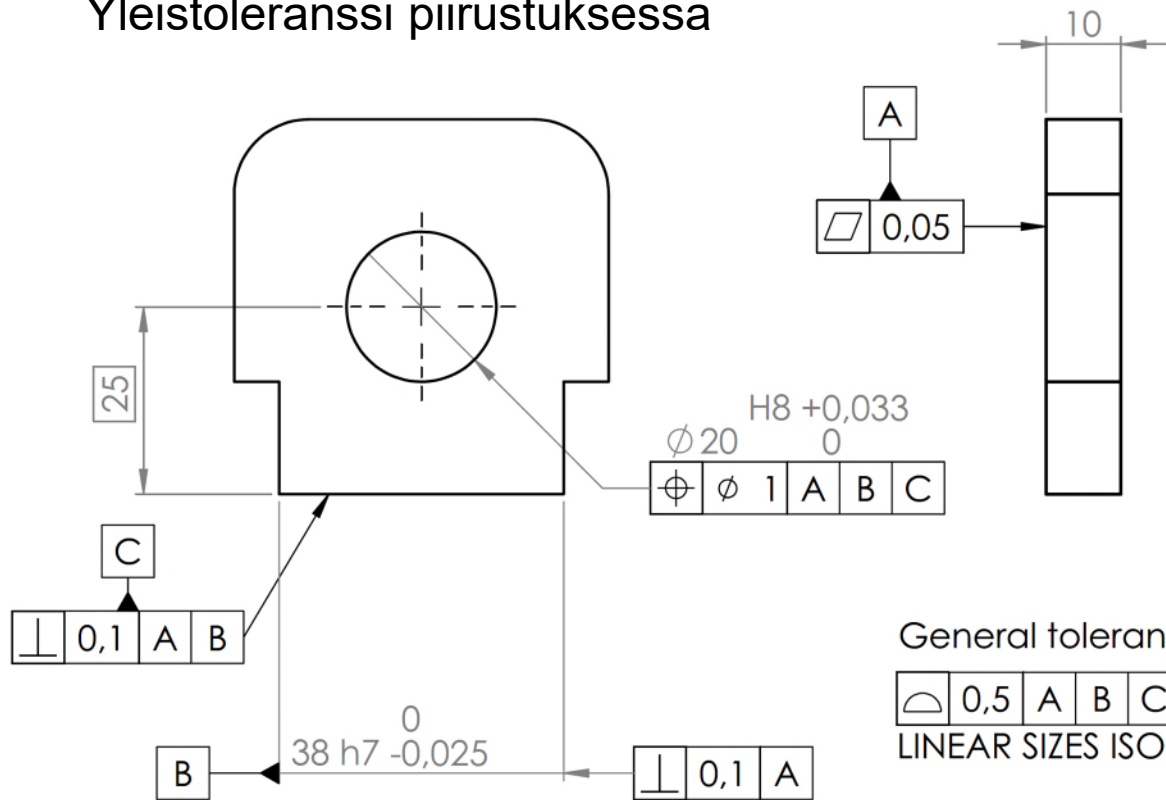


Tarkoittaa tätä:

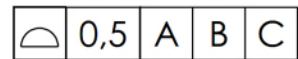


Yleistoleranssi ISO 22081

Yleistoleranssi piirustuksessa

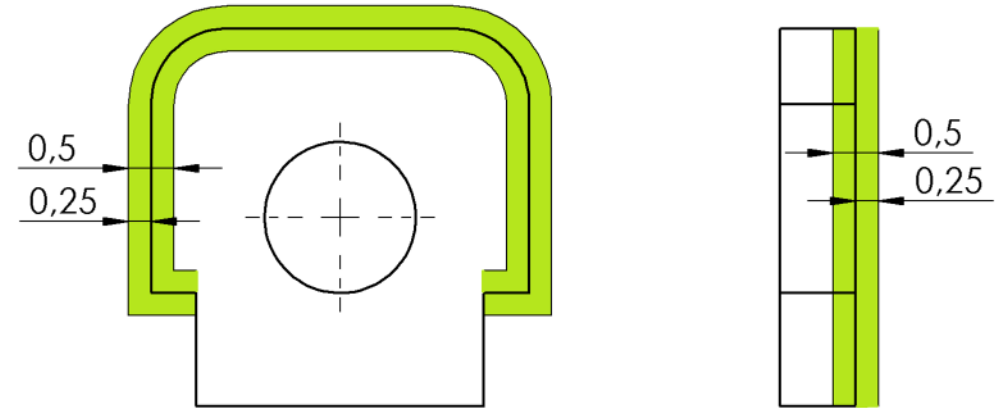


General tolerances ISO 22018:2021



LINEAR SIZES ISO 2768-m

Tarkoittaa tätä



Geometriset toleranssit valuissa



Standardit

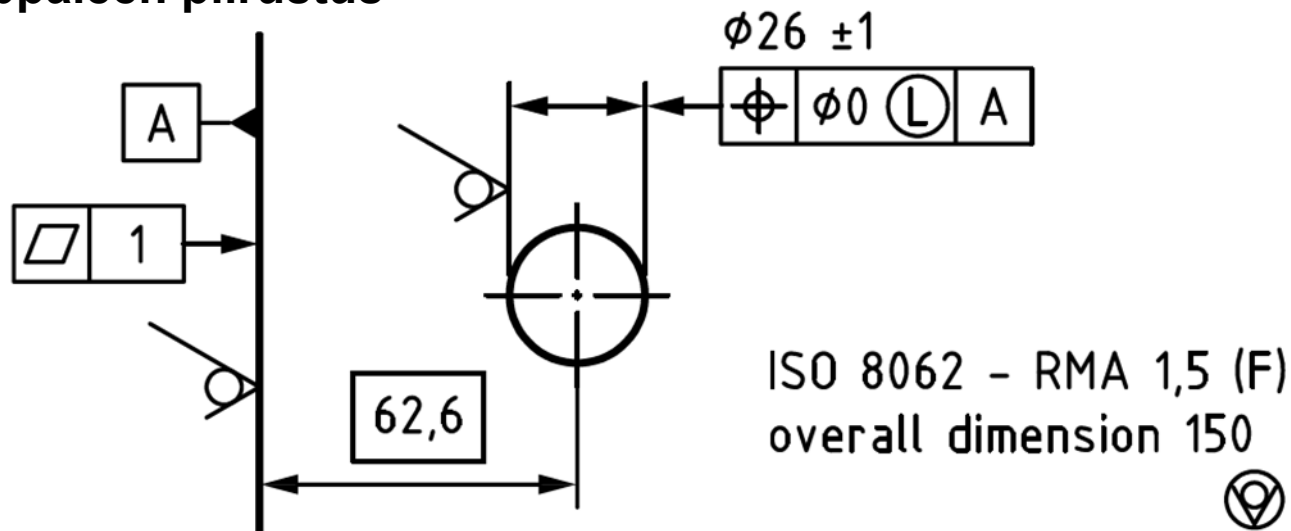
ISO 8062-1:2007 Geometrical product specifications (GPS) —
Dimensional and geometrical tolerances for moulded parts — Part
1: Vocabulary

ISO/TS 8062-2:2013 Geometrical product specifications (GPS) —
Dimensional and geometrical tolerances for moulded parts — Part
2: Rules

ISO 8062-3:2023 Geometrical product specifications (GPS) —
Dimensional and geometrical tolerances for moulded parts — Part
3: General dimensional and geometrical tolerances and machining
allowances for castings using \pm tolerances for indicated dimensions

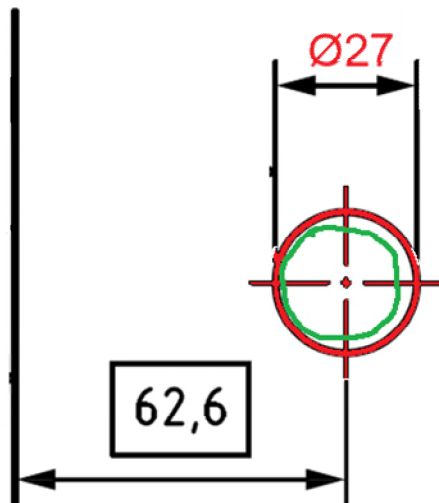
ISO 8062-4:2023 Geometrical product specifications (GPS) —
Dimensional and geometrical tolerances for moulded parts — Part
4: Rules and general tolerances for castings using profile
tolerancing in a general datum system

Valukappaleen piirustus



Riittävä työvara reiän $\phi 26$ koneistamiselle seuraavassa työvaiheessa varmistetaan vähimmäismateriaalin vaatimuksella (L).

Tulkinta

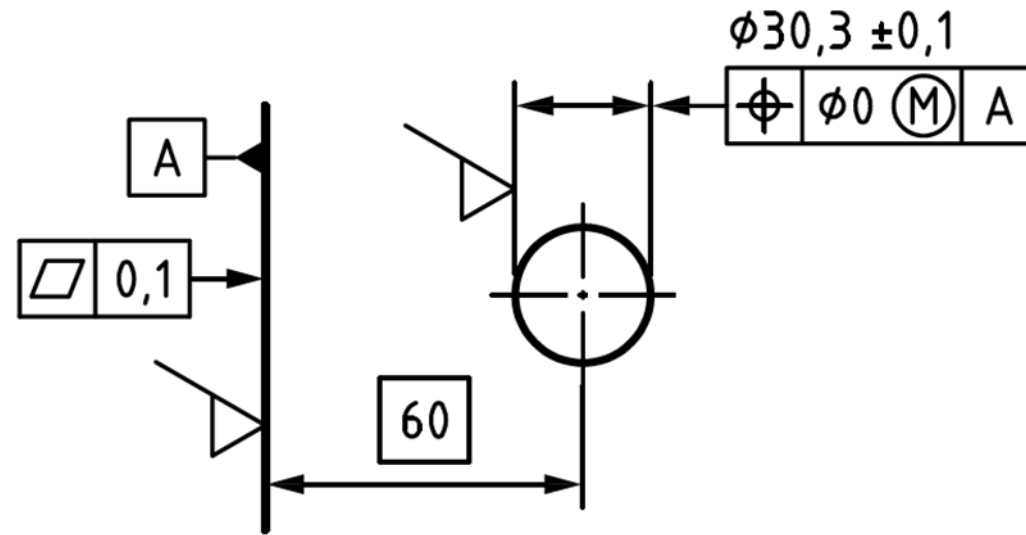


Vähimmäismateriaalin vaatimus (L) ja $\phi 0$ tarkoittaa, että valun valmistajalla on käytettävissä kokonaisuudessaan 2 mm:n toleranssivara reiän koon ja sijainnin yhteis- poikkeamalle.

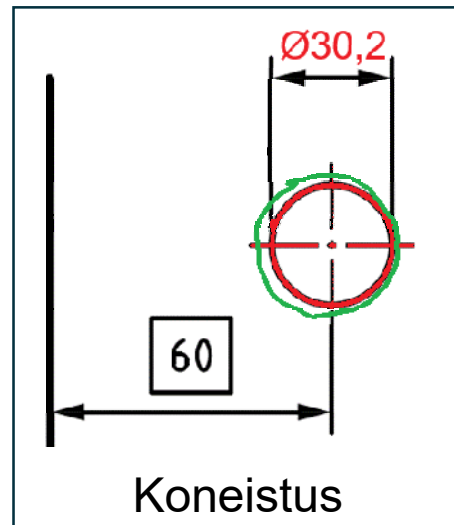
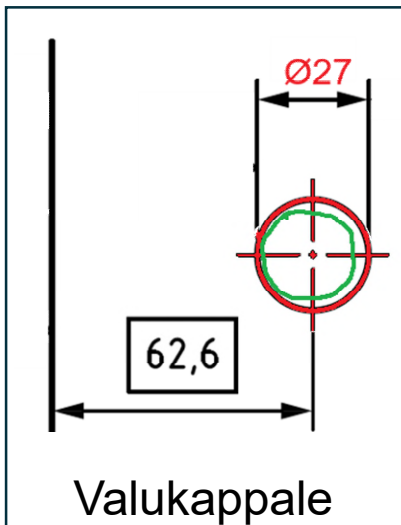
Reikä on sijoitettava kokonaisuudessaan $\phi 27$ mm verhopinnan sisäpuolella.

ESIM: Jos reiän halkaisija on 26 mm, paikkavirheelle on käytettävissä $\phi 1$ mm toleranssialue.

Koneistuspiirustus



Tulkinta



Maksimimateriaalin vaatimus (M) ja $\phi 0$ tarkoittaa, että koneistuksen tekijällä on käytettävissä kokonaisuudessaan 0,2 mm toleranssivara reiän koon ja sijainnin virheille.

Merkinnällä edellytetään täydellistä muotoa ja sijaintia menorajalla.

ESIM: Jos reiän halkaisija on $\phi 30,3$ mm, paikkavirheelle on käytettävissä $\phi 0,1$ mm alue.

METSTA

**Mallipohjainen
tuotemäärittely (MBD)**

Mikä MBD

MBD:n kantava ajatus lyhyesti

- Digitaalinen tuotemalli (MBD-tietomalli), joka sisältää 3D-mallin, MBD-määrittelyt sekä paljon muutakin (piirustuksia, laskelmia, dokumentteja..)
- 3D-malli on master
- Kaikki tuotteen arvoketjun toimijat käyttävät samaa ajantasaista master MBD-tietomallia
- Koneluettava soveltuvien osien
- Näkymä tuotteeseen voidaan suodattaa, rajata ja visualisoida toimijan tarpeiden mukaan

MBD:n hyödyt ja tavoitteet

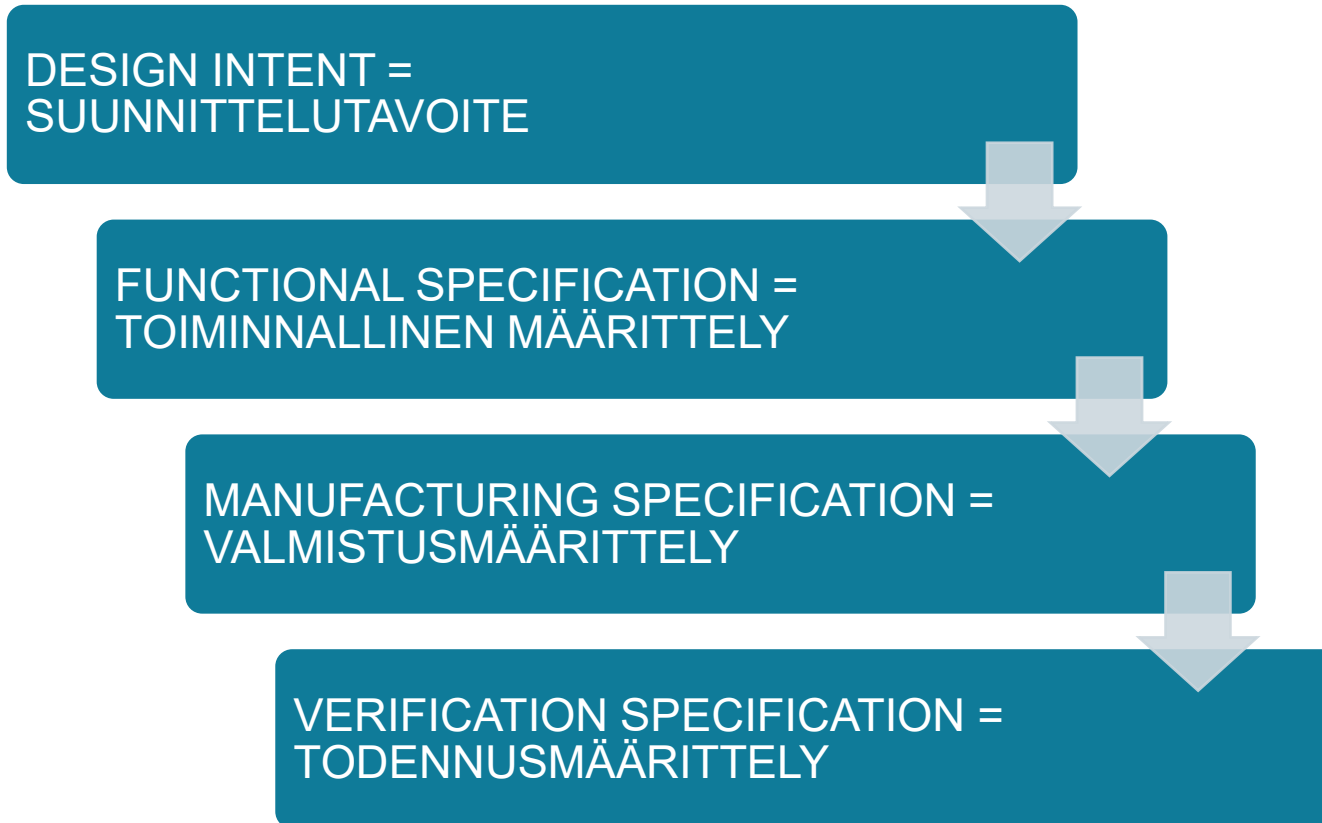
- Täysin digitaalinen
- Käytetään laajasti yrityksen toiminnoissa
- Avustaa suunnittelijaa vaatimusmäärittelyssä
- Auttaa lukijaa ymmärtämään tuotevaatimuksia
- Muutosprosessien hallinta
- Yhteinen tietolähde
- Koneluettavuus
- Ajansäästö eri vaiheissa
- Tiedonsiirto järjestelmästä toiseen
- Tuotetiedon tehokkaampi hyödyntäminen

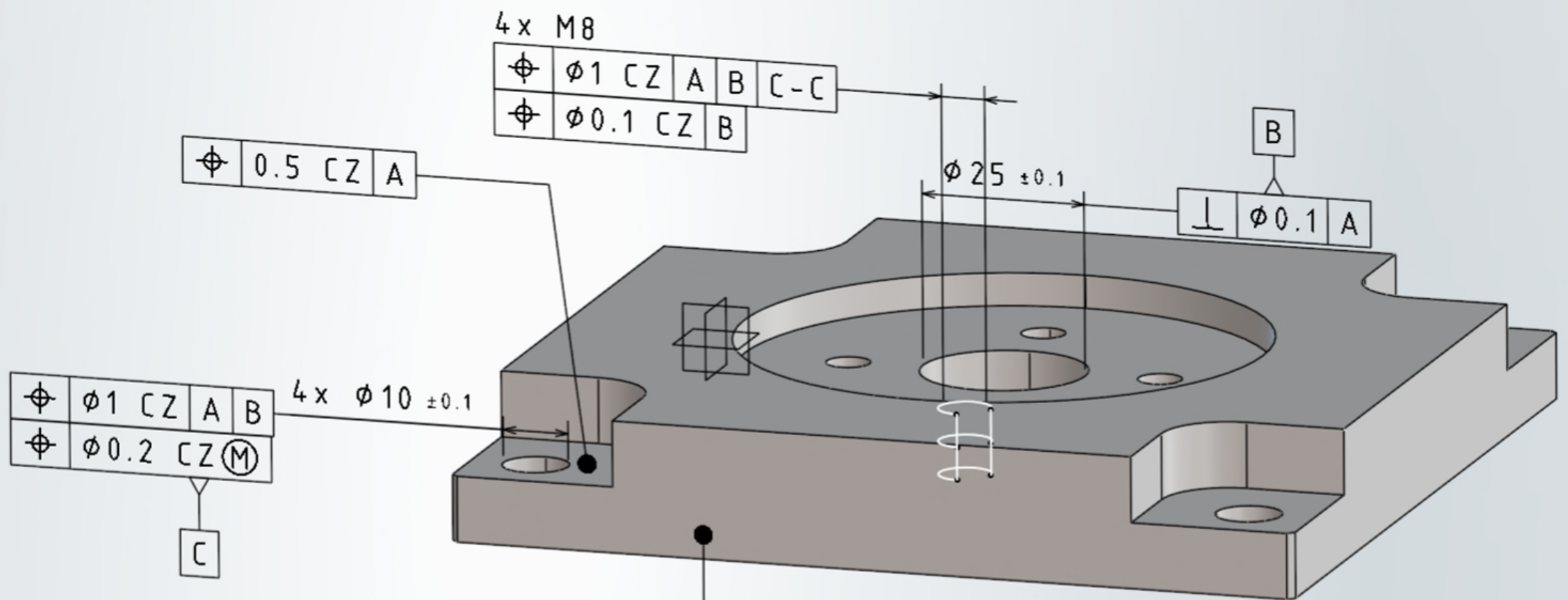
METSTA julkaisi uuden MBD-oppaan

1. Ladattavissa maksutta: <https://metsta.fi/tekninen-tuotemaarittely/>
2. Jatkoa aiemmille vuosien 2016 ja 2021 MBD-julkaisuille
3. Oppaan tarkoituksena on selventää standardoitujen menettelyjen käyttämistä



Kuvaako vaatimusmäärittely lopputuotetta vai jotain tiettyä valmistusmenetelmää/konekantaa?





General tolerance ISO 22081

∩	1	A	B	C-C
---	---	---	---	-----

LINEAR SIZES ISO 2768-m

- Toiminnallinen määrittely:
- Toiminnalliset piirteet on toleroitu suhteessa toisiinsa.
 - Peruselementit ovat vain toiminnallisia piirteitä.
 - Toisarvoisia pintoja koskee yleistoleranssi.

Ikuinen lupaus?

Ohjelmistot ja järjestelmät:

- CAD-ohjelmistojen kyky tuottaa MBD-merkintöjä standardoidulla tavalla
- MBD-tiedon siirto järjestelmästä toiseen puutteellista
- CAM-ohjelmat eivät tue MBD-mallien käyttöä
- Koneluettavuuden puuttuminen
- Toimittajaverkoston kanssa jaetut yhteiset tietokannat. Pääsy ajantasaiseen tietoon voi olla rajattua.
- Suljetut järjestelmät, joissa olevaan tuotetietoon voi olla vaikea päästä muilla ohjelmistoilla.



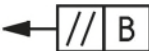


Yritykset:

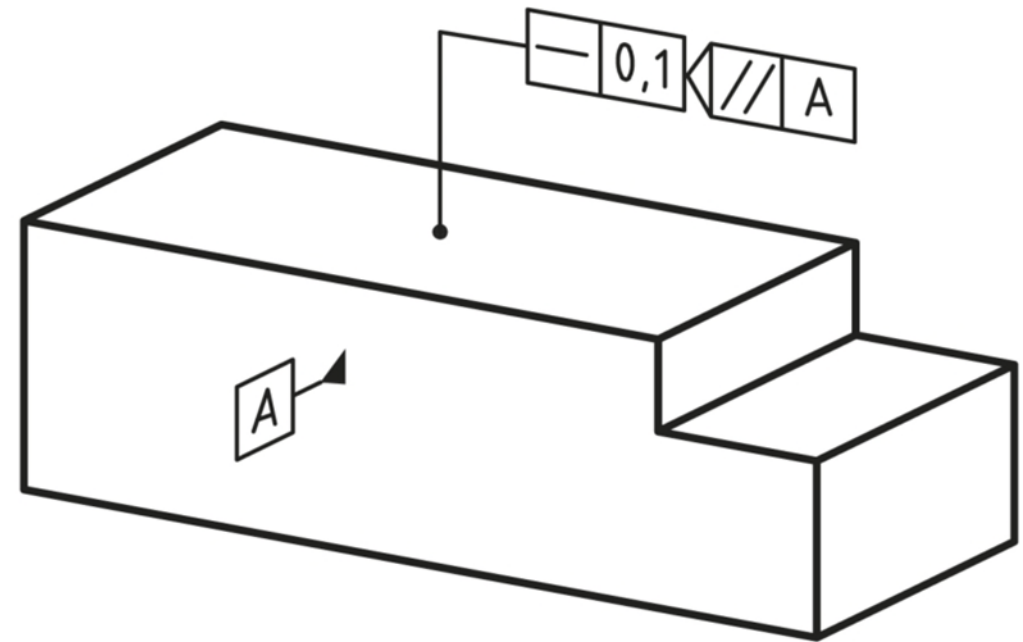
- CAD/CAM-ohjelmistojen helppokäyttöisyys. Monet ohjelmat ovat yhä vaikeaselkoisia ja kankeita käyttää
- Toleranssimerkintöjen ymmärrys, ts. koulutuksen puute
- Asenteet
- Ei ymmärretä vaatimusmäärittelyn merkitystä/ ei haluta tehdä sitä uudella tavalla
- Muita kuin 2D-piirustuksia ei haluta ottaa vastaan
- MBD-tiedon käytettävyysongelmat työpaikoilla, esim. työkoneella tai muissa verstaolosuhteissa. Paperitulosteet ovat joskus kiistatta käytettävyydeltään parempia kuin esim. kosketusnäytöt
- Toimijoiden erilaisuus (pienillä yrityksillä voi olla osajapula eikä mahdollisuutta investoida)
- MBD:n hyöty voi korostua tietyn tyyppisessä tuotannossa. Hyvin yksinkertaisissa kappaleissa hyöty voi jäädä pieneksi.

Standardien avulla yhteiset säännöt ja toimintatavat

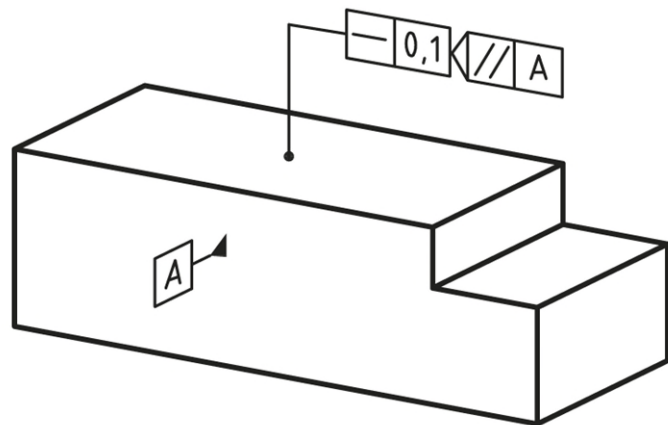
1. Valujen toleranssit: ISO 8062-sarja
2. ISO 16792 ”Tekninen tuotedokumentointi. Digitaalista tuotemäärittelytietoa koskevat käytännöt”
3. ISO GPS-standardit geometrisen tuotemäärittelyyn, tärkeimpinä:
 1. ISO 8015 Perussäännöt
 2. ISO 14405-1 Pituusmitat (MBD:tä tukeva painos julkaistaan pian)
 3. ISO 5459 Peruselementit (MBD:tä tukeva painos julkaistaan pian)
 4. ISO 1101 Geometrinen tolerointi (Tukee MBD:tä)
 5. ISO 22081 ja ISO 2768 Yleistoleranssit (Tukee MBD:tä)
 6. ISO 21920 Pinnankarheus(Tukee MBD:tä)
4. STEP AP242 (ISO 10303-242) neutraali tiedonsiirtoformaatti

MBD-määrittely voi edellyttää uusien merkintöjen käyttämistä

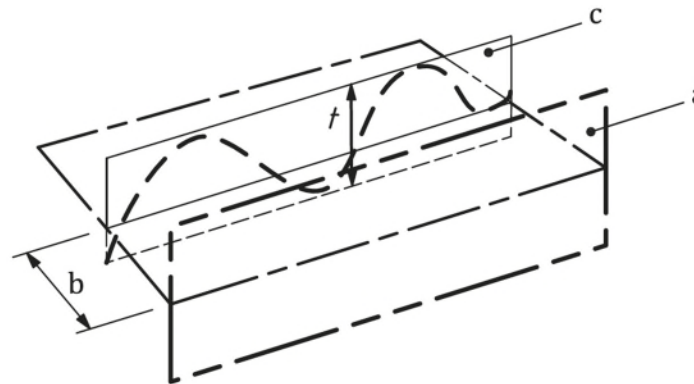
MBD-malleissa olennaisia lisämerkintöjä	
Leikkaustasotunnus	
Asentotasotunnus	
Suuntaelementtitunnus	
Koontitasotunnus	
Laskennallinen elementti	



Esimerkkejä leikkaustasosta

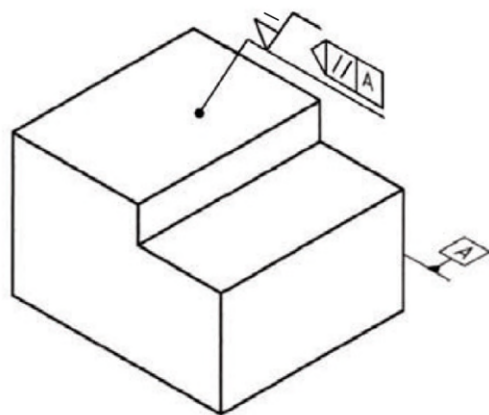


3D-malli

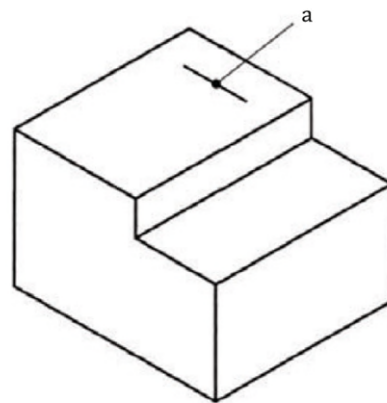


a Peruselementti A
b Mikä tahansa etäisyys
c Peruselementin A kanssa yhdensuuntainen leikkaustaso

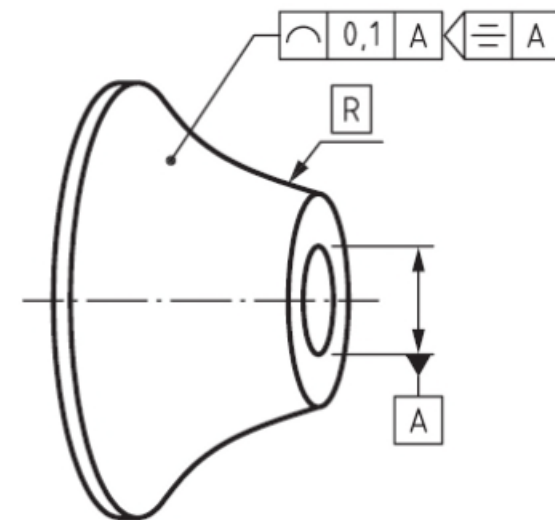
Tulkinta



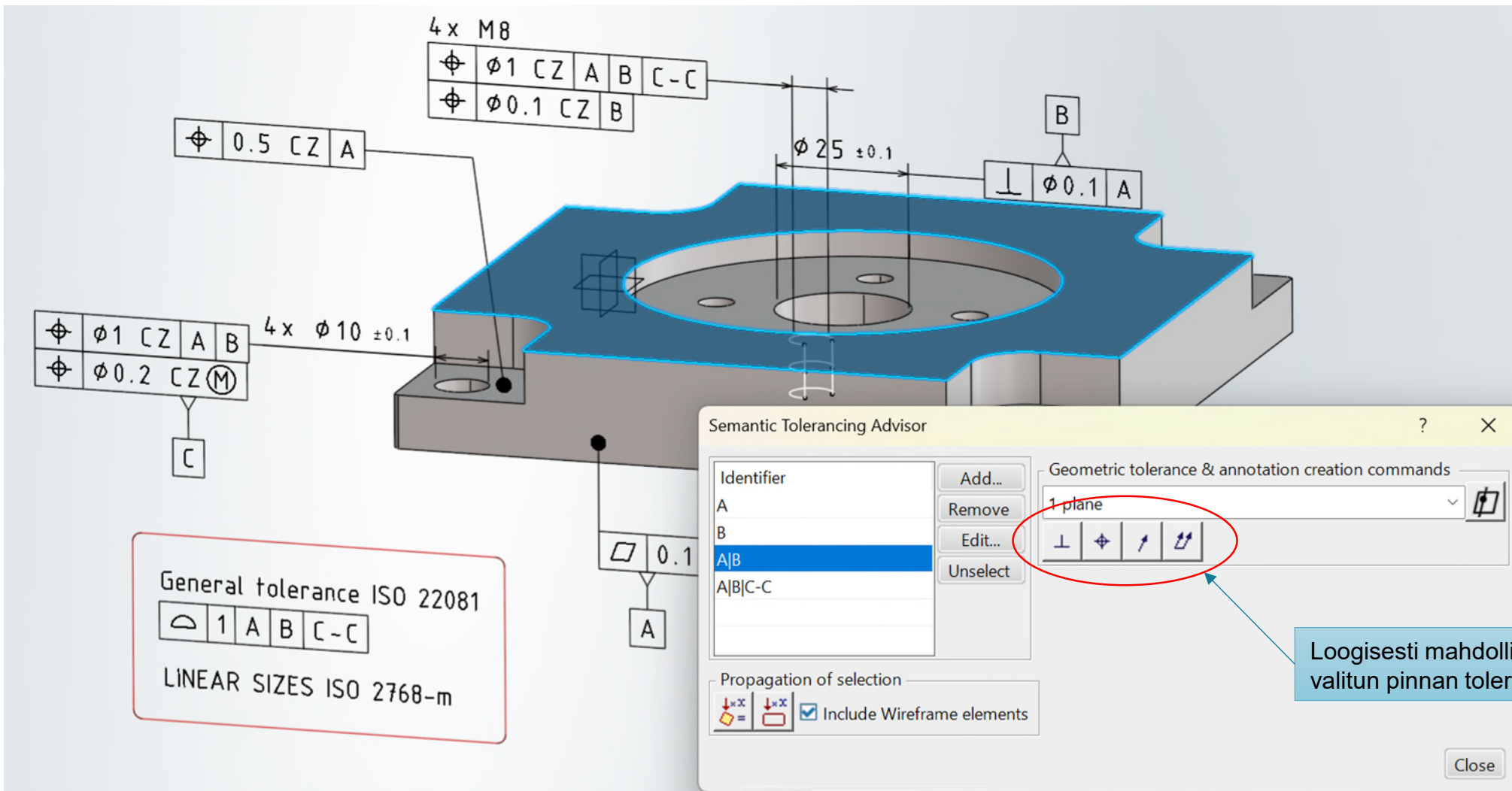
3D-malli



Tulkinta



CAD-ohjelma voi avustaa suunnittelijaa



Niille jotka harkitsevat MBD:n käyttöönottoa suunnittelussa

Tyypillisesti MBD-ominaisuudet tulevat erillisen ohjelmistomodulin mukana. Tällaisen MBD-moduulin tekniikan tason arvioinnissa kannattaa kiinnittää huomiota ainakin seuraaviin seikkoihin:

- ovatko ISO-standardien mukaiset toleranssimerkinnät mahdollista esittää oikealla tavalla
- tunnistaako ohjelma erityispiirteitä (esim. akseli, reikä, mitallinen elementti)
- analysoiko ohjelma suunnittelijan tekemien merkintöjen mielekkyyttä
- varoittaako ohjelma toleroimattomista piirteistä
- voiko yleistoleranssin esittää järkevällä tavalla
- voidaanko toleranssivaatimuksia ja peruselementtejä määritellä rajatuille alueille
- voidaanko käyttää rajoitettuja peruselementtejä
- voidaanko toleranssivaatimuksia antaa pattern-ryhmille (esim. reikäryhmät)
- onko merkintöjen tekeminen helppoa ja intuitiivista
- voiko MBD-datasta generoida 2D-piirustuksia helposti
- missä tiedostomuodoissa MBD-malli voidaan siirtää muihin tietojärjestelmiin ja onko siirtotiedosto laadultaan hyvä
- mitä ISO-standardien painoksia ohjelma tukee (esim. ISO 1101:2017, ISO 16792:2021).

METSTA vastaa teknisen tuotedokumentoinnin standardoinnista Suomessa

- Mahdollistamme osallistumisen ISO-standardointiin
- Kansallinen standardointiryhmä SR290 toimii suomalaisena alustana
- Autamme MBD- ja GPS-standardeihin liittyvissä kysymyksissä.

Standardeja myy SFS (www.sfs.fi)

Yhteystiedot:

Jukka-Pekka Rapinoja

Jukka-pekka.rapinoja@metsta.fi

Mob. 040-351 0896

