

SVENSK STANDARD

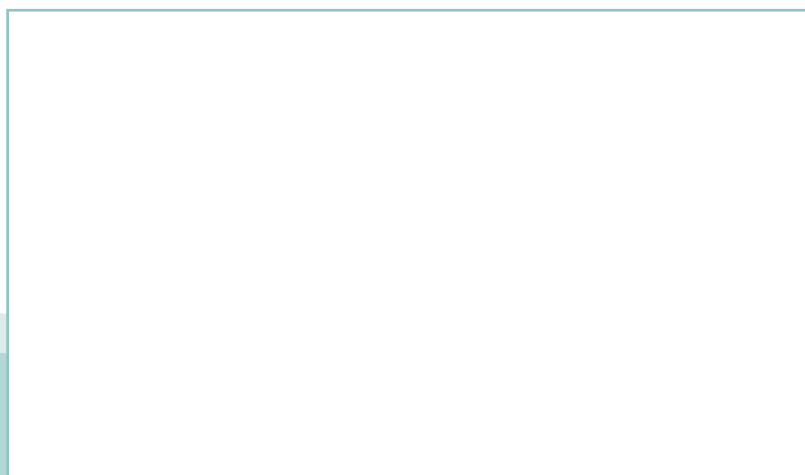
SS-2650:1989



Fastställt/Approved: 1989-12-06
Publicerad/Published: 1989-12-06
Utgåva/Edition: 1
Språk/Language: svenska/Swedish
ICS: 17.040.10; 01.100.20

Form- och lägetoleranser – Mätprinciper och mätmetoder

Technical drawings – Geometrical tolerancing – Tolerancing of form, orientation, location and run-out – Verification principles and methods – Guidelines



© Copyright/Upphovsrätten till denna produkt tillhör SIS, Swedish Standards Institute, Stockholm, Sverige. Användningen regleras av slutanvändarlicensen för denna produkt.

© Copyright SIS, Swedish Standards Institute, Stockholm, Sweden. All rights reserved. The use of this product is governed by the end-user licence for this product.

Upplysningar om sakinnehållet i standarden lämnas av SIS, Swedish Standards Institute, telefon 08-555 520 00. Standarder kan beställas hos SIS Förlag AB som även lämnar allmänna upplysningar om svensk och utländsk standard.

Information about the content of the standard is available from the Swedish Standards Institute (SIS), telephone +46 8 555 520 00. Standards may be ordered from SIS Förlag AB, who can also provide general information about Swedish and foreign standards.

Standarden är framtagen av kommittén för Toleranser, SIS/TK 507/AG 5.

Har du synpunkter på innehållet i den här standarden, vill du delta i ett kommande revideringsarbete eller vara med och ta fram andra standarder inom området? Gå in på www.sis.se - där hittar du mer information.

Innehåll

Sida

Orientering.....	4
1 Omfattning.....	5
2 Normativa hänvisningar.....	5
3 Termer och definitioner	5
4 Symboler	6
5 Bestämning av referenser	7
5.1 Angivande av referens.....	7
5.2 Punkt som referens.....	8
5.3 Linje som referens	8
5.3.1 Generatris som referens	9
5.3.2 Centrumlinje som referens	9
5.3.3 Gemensam centrumlinje som referens	12
5.4 Yta som referens	13
5.5 Referenssystem.....	14
6 Mätprinciper och mätmetoder	15
6.1 Redovisning.....	15
6.2 Faktorer som inte beaktats	16
6.3 Mätutrustning	16
6.4 Nummerbeteckningar	16
7 Mätning av raket	18
7.1 Mätprincip 1 – Bestämning av rakhetsavvikelse genom jämförelse mot ett rakt element.....	18
7.2 Mätprincip 2 – Bestämning av rakhetsavvikelse genom mätning av vinkelavvikelse	21
7.3 Mätprincip 3 – Bestämning av rakhetsavvikelse genom utvärdering av centrum i ett antal tvärsnitt.....	22
8 Mätning av planhet.....	23
8.1 Mätprincip 1 – Bestämning av planhetsavvikelse genom jämförelse mot ett plant element.....	23
8.2 Mätprincip 2 – Bestämning av planhetsavvikelse genom jämförelse mot ett rakt element i flera riktningar	25
8.3 Mätprincip 3 – Bestämning av planhetsavvikelse genom mätning av avvikelser från horisontalplanet i flera riktningar	26
8.4 Mätprincip 4 – Bestämning av planhetsavvikelse genom mätning av vinkelavvikelse i flera riktningar	27
9 Mätning av rundhet	28
9.1 Mätprincip 1 – Bestämning av rundhetsavvikelse genom mätning av radievariation från ett fast gemensamt centrum	28
9.2 Mätprincip 2 – Bestämning av rundhetsavvikelse genom mätning av koordinater	30
9.3 Mätprincip 3 – Bestämning av rundhetsavvikelse genom profilprojicering.....	31
9.4 Mätprincip 4 – Bestämning av rundhetsavvikelse genom två- eller trepunktsmätning.....	31
10 Mätning av cylindricitet.....	34
10.1 Mätprincip 1 – Bestämning av cylindricitetsavvikelse genom mätning av radievariation från en fast gemensam centrumlinje.....	34
10.2 Mätprincip 2 – Bestämning av cylindricitetsavvikelse genom mätning av tre koordinater.....	35
10.3 Mätprincip 3 – Bestämning av cylindricitetsavvikelse genom mätning av objektet i flera snitt i V-block och L-block.....	36
11 Mätning av profilform.....	37
11.1 Mätprincip 1 – Bestämning av profilformsavvikelse genom jämförelse mot ett element som har korrekt profilform	37
11.2 Mätprincip 2 – Bestämning av profilformsavvikelse genom mätning av koordinater.....	38

12	Mätning av ytform	39
12.1	Mätprincip 1 – Bestämning av ytformsavvikelse genom jämförelse mot ett element med korrekt form	39
12.2	Mätprincip 2 – Bestämning av ytformsavvikelse genom mätning av koordinater.....	40
13	Mätning av parallellitet	41
13.1	Mätprincip 1 – Bestämning av parallellitetsavvikelser genom mätning av avstånd.....	41
13.2	Mätprincip 2 – Bestämning av parallellitetsavvikelser genom mätning av vinklar.....	45
14	Mätning av vinkelräthet	46
14.1	Mätprincip 1 – Bestämning av vinkelräthetsavvikelser genom mätning av avstånd	46
14.2	Mätprincip 2 – Bestämning av vinkelräthetsavvikelser genom mätning av vinklar	49
15	Mätning av vinkelriktighet	51
15.1	Mätprincip 1 – Bestämning av vinkelriktighetsavvikelse genom mätning av avstånd.....	51
15.2	Mätprincip 2 – Bestämning av vinkelriktighetsavvikelse genom mätning av vinklar.....	53
16	Mätning av lägeriktighet	54
16.1	Mätprincip 1 – Bestämning av lägeriktighetsavvikelse genom mätning av koordinater eller av avstånd	54
16.2	Mätprincip 2 – Bestämning av lägeriktighetsavvikelse enligt måttjämningsprincipen.....	57
17	Mätning av koncentricitet.....	57
17.1	Mätprincip 1 – Bestämning av koncentricitetsavvikelse genom mätning av radievariation från ett fast gemensamt centrum	57
17.2	Mätprincip 2 – Bestämning av koncentricitetsavvikelse genom mätning av koordinater eller avstånd	58
17.3	Mätprincip 3 – Bestämning av koncentricitetsavvikelse enligt måttjämningsprincipen.....	59
18	Mätning av koaxialitet.....	60
18.1	Mätprincip 1 – Bestämning av koaxialitetsavvikelse genom mätning av radievariation från en fast gemensam axel.....	60
18.2	Mätprincip 2 – Bestämning av koaxialitetsavvikelse genom mätning av koordinater eller avstånd	61
18.3	Mätprincip 3 – Bestämning av koaxialitetsavvikelse enligt måttjämningsprincipen.....	61
19	Mätning av symmetri	62
19.1	Mätprincip 1 – Bestämning av symmetriavvikelse genom mätning av koordinater eller avstånd.....	62
19.2	Mätprincip 2 – Bestämning av symmetriavvikelse enligt måttjämningsprincipen	65
20	Mätning av cirkulärt kast	67
20.1	Mätprincip 1 – Bestämning av cirkulärt kast genom mätning av avståndsvariation från en fast punkt under ett varvs rotation runt referensen.....	67
21	Mätning av totalkast.....	70
21.1	Mätprincip 1 – Bestämning av totalkast genom mätning av avståndsvariation från mätplanet under rotation kring referensen	70

SS 2650:1989 (Sv)

Orientering

Denna standard överensstämmer med det tekniska innehållet i den internationella tekniska rapporten ISO/TR 5460:1985.

ISO/TR 5460:1985 är indragen sedan 2013-10-14.

SIS har valt att behålla SS 2650 som ett informativt dokument, då standarden innehåller värdefull dokumentation av mätprinciper och mätmetoder, dvs. hur överensstämmelse med toleranskrav kan utvärderas med handmätdon. Beskrivningarna i standarden är till nytta vid tolkning av äldre ritningar.

1 Omfattning

Denna standard ger riktlinjer för hur form- och lägekrav enligt SS-ISO 1101 kan verifieras. Mätmetoderna skiljer sig sinsemellan beträffande överensstämmelse mellan mätresultat och definition enligt SS-ISO 1101.

Standarden kan användas som ett referensdokument för samordning och överenskommelser för kontroll av form- och lägekrav.

Symboler och angivningssätt har inte illustrerats i detalj. De är i första hand inte avsedda för tillämpning på ritningar men kan så göras under vissa förhållanden.

För de olika form- och lägetoleranserna har inte alla möjliga mätprinciper medtagits. För varje mätprincip anges en eller flera mätmetoder.

Även andra mätmetoder än här angivna kan givetvis förekomma.

2 Normativa hänvisningar

Detta avsnitt hänvisar till följande dokument som är nödvändiga när detta dokument ska tillämpas. För daterade hänvisningar gäller endast den utgåva som anges. För odaterade hänvisningar gäller senaste utgåvan av dokumentet (inklusive alla tillägg).

SS-ISO 1101, utg 1 (SMS reg 12.55), *Form- och lägetoleranser – Allmänt, definitioner, symboler, ritningsangivning*

SS-ISO 2692, utg 1 (SMS reg 12.715), *Form- och lägetoleranser – Måttjämningsprincipen*

SS-ISO 5459, utg 1 (SMS reg 12.57), *Form- och lägetoleranser – Referenser och referenssystem*

ISO 4291:1985, *Methods for the assessment of departure from roundness – Measurement of variations in radius*

ISO 4292:1986, *Methods for the assessment of departure from roundness – Measurement by two- and three-point methods*

ISO/TR 5460:1985, *Technical drawings – Geometrical tolerancing – Tolerancing of form, orientation, location and run-out – Verification principles and methods – Guidelines*

3 Termer och definitioner

För tillämpning av detta dokument gäller de termer och definitioner som följer nedan.

3.1

mätprincip

grundläggande geometrisk utgångspunkt för mätning av aktuell geometrisk egenskap

3.2

mätmetod

praktisk tillämpning av mätprincip genom användning av olika utrustningar och förfaranden

3.3

mätutrustning

teknisk utrustning som är nödvändig vid tillämpning av viss mätmetod

SS 2650:1989 (Sv)

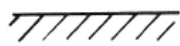
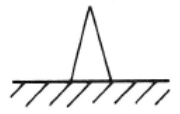
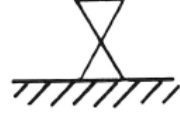

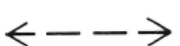





3.4 närliggande yta
tänkt yta av geometriskt riktig form som ligger an mot den verkliga ytan så att det maximala avståndet mellan ytorna är så litet som möjligt

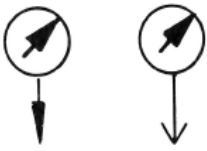
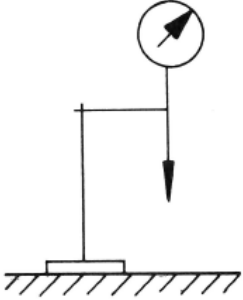
3.5 tangerande yta
tänkt yta av geometriskt riktig form som ligger an mot den verkliga ytan

4 Symboler

Symbolerna enligt tabell 1 används i denna standard för att illustrera stöd, rörelser och mätdon vid olika mätmetoder.

Tabell 1

Nr	Symbol	Betydelse
1		Planskiva (mätplan)
2		Fast stöd
3		Justerbart stöd
4		Kontinuerlig linjär mätrörelse
5		Intermittent linjär mätrörelse
6		Kontinuerlig mätrörelse i flera riktningar
7		Intermittent mätrörelse i flera riktningar
8		Vridning
9		Intermittent vridning
10		Rotation

11		Visande mätdon
12		Mätstativ med visande mätdon. Alternativa symboler för mätstativ är möjliga beroende på vilken mätutrustning som används

5 Bestämning av referenser

5.1 Angivande av referens

På ritningen angiven referens, se SS-ISO 5459, är en teoretiskt exakt geometrisk referens, från vilken erforderliga krav ställs på samverkande element.

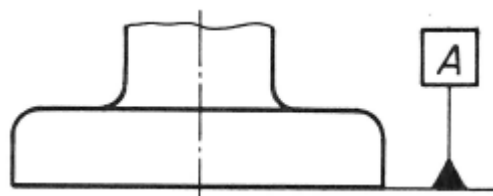
Referenselementet är ett verkligt element på ett objekt och anges på ritningen som en referens. Referenselementet ska vara tillräckligt noggrant i enlighet med funktionskravet. Det är nödvändigt att detta krav beaktas under mätproceduren.

Valet av referens och toleransbestämt element ska göras i enlighet med funktionskravet. Om mätningen kan förenklas genom att referens och toleransbestämt element byter plats vid mätningen, så kan detta göras **endast** om verifieringen av funktionskravet förblir oförändrad. Denna omkastning bör dock undvikas och endast tillämpas i speciella fall. Helst bör ritningen ändras.

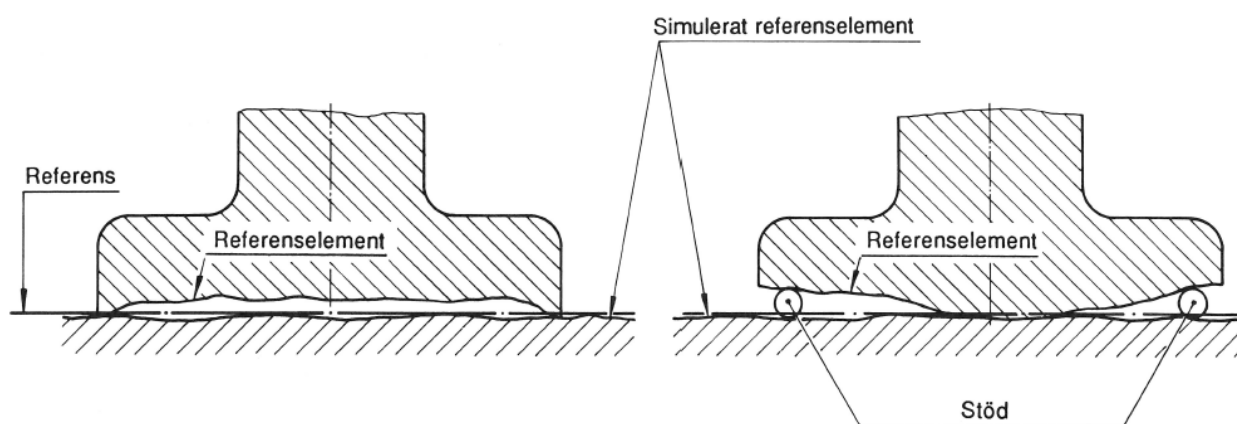
När det är svårt att bestämma en referens från ett referenselement kan ett simulerat referenselement användas.

Referenselementet ska orienteras så att det största avståndet mellan referenselementet och det simulerade referenselementet får minsta möjliga värde. Praktiskt sett ska referenselementet ge en stabil anliggning antingen genom sig själv (figur 1b) eller genom upprikning mot ett simulerat referenselement (figur 1c).

SS 2650:1989 (Sv)



Figur 1a – Referens = plan yta



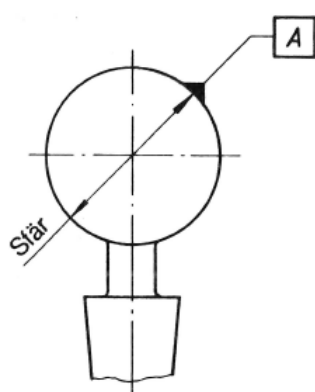
Figur 1b – Stabil anliggning

Figur 1c – Upplikning

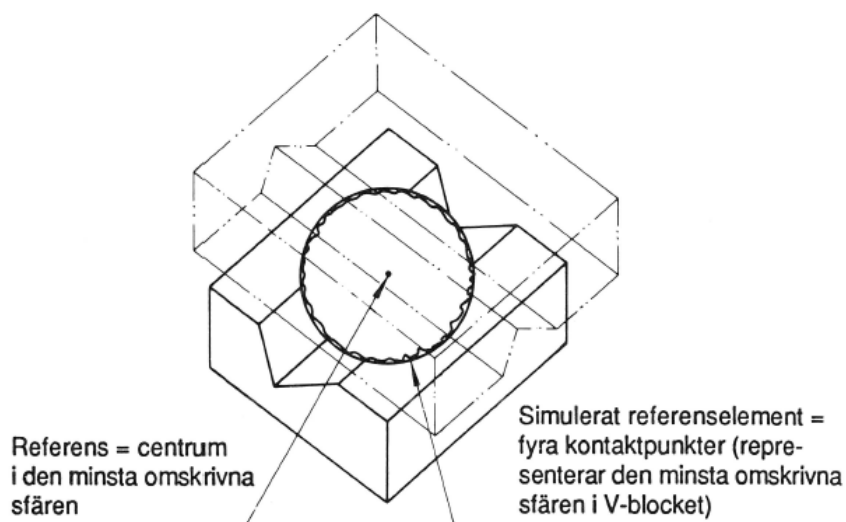
Figur 1 – Kontakt mellan referenselement och simulerat referenselement

5.2 Punkt som referens

En punkt som referens är svår att hitta. I de flesta fall bestäms referensen genom ett simulerat referenselement (mätutrustning), se figur 2.



Figur 2a – Referens = centrum i en sfär



Figur 2b – Bestämning

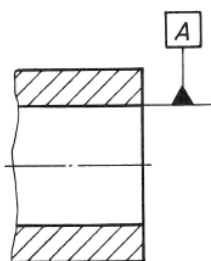
Figur 2 – Bestämning av en punkt som referens genom användning av V-block

5.3 Linje som referens

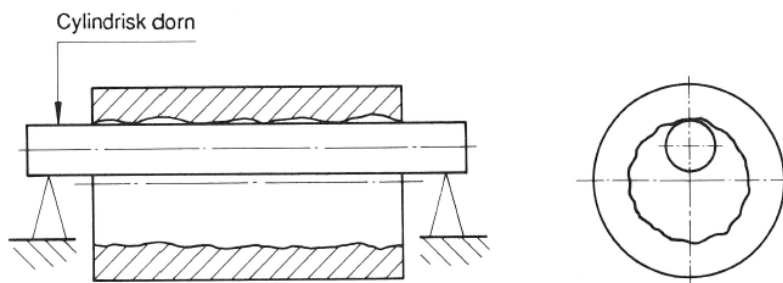
En linje som referens kan utgöras av en egg, en generatris eller en centrumlinje. Eggen eller generatrisen kan principiellt bestämmas på motsvarande sätt som i figur 1b och 1c.

5.3.1 Generatris som referens

När referensen utgörs av en generatris på en invändig yta (exempelvis ett hål), kan det simulerade referenselementet utgöras av en cylindrisk dorn enligt figur 3.



Figur 3a – Referens = generatris

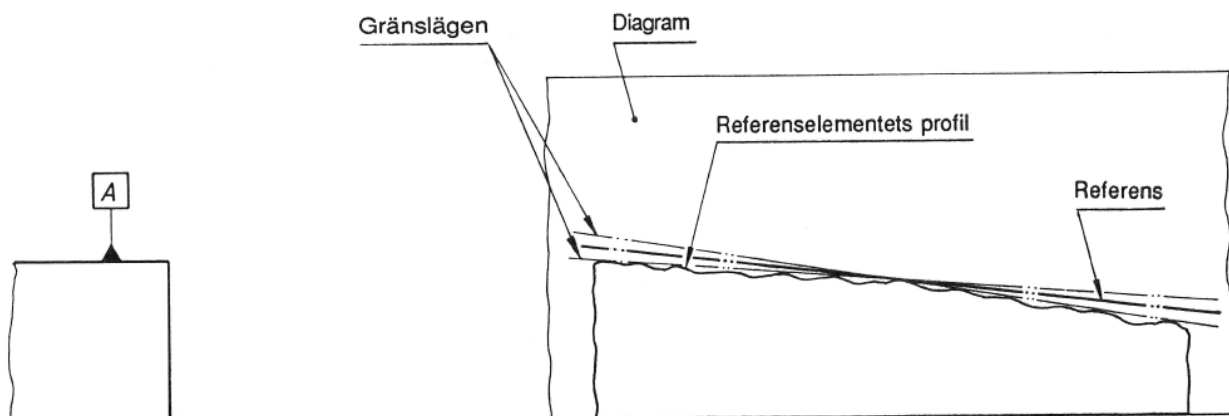


Figur 3b – Bestämning

Figur 3 – Bestämning av en generatris som referens i ett hål

När uppriktningen av referenselementet är tidskrävande kan den ersättas av matematisk eller grafisk utvärdering, se figur 4.

Vid grafisk utvärdering kan ibland referensen och det toleransbestämda elementet anges i samma diagram.



Figur 4a – Referens = generatris

Figur 4b – Bestämning

Figur 4 – Poldiagram för grafisk utvärdering av en generatris som referens

5.3.2 Centrumlinje som referens

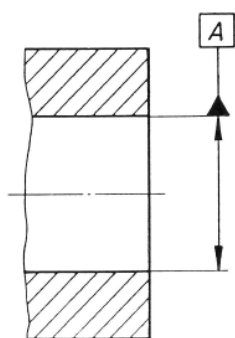
Referens som utgörs av en centrumlinje är alltid ett överkligt element och ska bestämmas genom ett simulerat referenselement eller genom matematisk beräkning.

Centrumlinje kan användas som referens både för invändiga och utvändiga element.

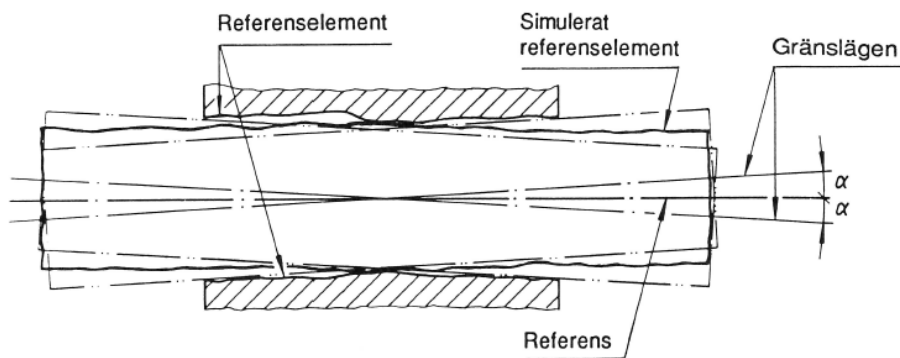
Referensen för ett invändigt element bestäms vanligen genom ett inskrivet element med geometriskt perfekt form. För ett cylindriskt hål kan referensen bestämmas med en cylindrisk dorn, motsvarande största inskrivna mått eller med en expanderande dorn.

Om dornen inte uppnår stabilt läge i hålet ska den orienteras så att referensläget utgör mittläget av varje möjlig rörelse i alla (radiella) riktningar, se figur 5.

SS 2650:1989 (Sv)



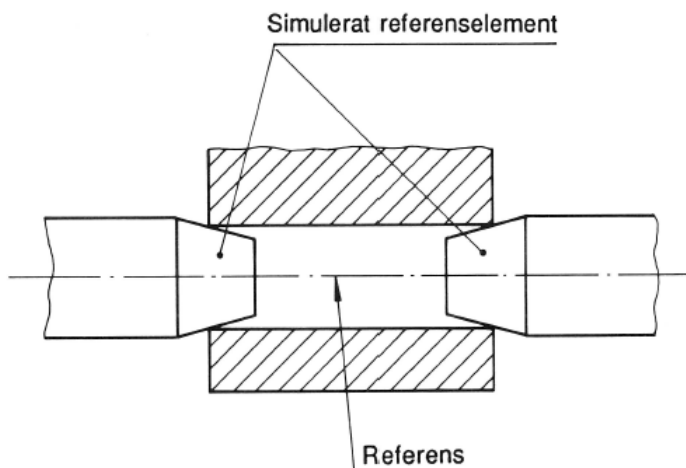
Figur 5a – Referens = centrumlinje



Figur 5b – Bestämning

Figur 5 – Uppriktning av simulerat referenselement i ett hål

Referensen för ett cylindriskt hål kan bestämmas på ett förenklat sätt genom uppriktning mellan två koaxiala koniska element enligt figur 6. I detta fall kan eventuell excentricitet på hålets ingångsfaser i förhållande till själva hålet förorsaka att det blir ett stort fel när referensen bestäms.



Figur 6 – Förenklad uppriktning när centrumlinjen är referens (invändiga element)

Referensen för ett utvändigt element bör bestämmas med ett omskrivande element med geometriskt korrekt form.

För en cylindrisk axel kan referensen bestämmas med en omslutande cylindrisk tolk, motsvarande minsta omskrivna mått, eller med en spännhylsa.

Om tolken inte får ett stabilt läge ska den orienteras så att varje möjlig rörelse av den i alla riktningar är utjämnad, dvs. samma princip som enligt figur 5b.

Referensen för en cylindrisk axel kan bestämmas på ett förenklat sätt, exempelvis genom användning av V-block, V-gafflar, L-block eller L-gafflar, se figur 7. I samtliga fall erfordras därvid axiellt stöd.

Beroende på referenselementets formavvikelser kan vinkeln i V-blocket respektive V-gaffeln påverka läget av referensen, vilket också påverkar mätresultatet.