



SIS – Standardiseringskommissionen i Sverige

Standarden utarbetad av

BST, BYGGSTANDARDISERINGEN

SVENSK STANDARD SS-ISO 3443/4

Första giltighetsdag

1987 - 01 - 01

Utgåva

1

Sida

1 (17)

SIS FASTSTÄLLER OCH UTGER SVENSK STANDARD SAMT SÄLJER NATIONELLA OCH INTERNATIONELLA STANDARDPUBLIKATIONER ©

Byggtoleranser – Del 4: Metoder för beräkning av måttavvikelser och fördelning av toleranser i sammansatta konstruktioner

Tolerances for building – Part 4: Method of predicting deviations of assemblies and for allocation of tolerances

Denna standard är den svenskspråkiga versionen av den internationella standarden ISO 3443/4–1986.

Av de i standarden åberopade ISO-standarderna finns ISO 1803/1 och ISO 1803/2 utgivna som svenska standarder med SS–ISO-beteckning.

Standarden ersätter SIS 05 02 13, Byggtoleranser – Samspel mellan toleranser. De tillhörande Anvisningarna, SIS 05 02 14, kvarstår. För att de skall kunna läsas tillsammans med SS–ISO 3443/4, som använder andra symboler än SIS 05 02 13, finns en översättningstabell i den svenska bilagan till ISO 3443/4. Den gäller fram till SIS 05 02 14s revidering.

Den engelska termen »assembly», som saknar direkt motsvarighet i svenskan, har översatts »sammansatt konstruktion» eller »montage».

0 Orientering

Denna del av ISO 3443 ingår i en serie som behandlar toleranser för såväl byggkomponenter som för byggande i allmänhet.

Den bör läsas tillsammans med ISO 3443 delar 1 och 2 och SS–ISO 1803 delar 1 och 2.

Delarna 3 och 4 har tagits fram för att täcka behovet av internationellt accepterade metoder för att relatera noggrannhet, toleranser och passmån vid precisering av mått för komponenter och byggnadsdelar (och, i del 4, fogar). Två skilda behov identifieras, där båda bygger på en gemensam bas.

Det finns således ett behov av generellt användbara beräkningsmetoder beträffande noggrannhet, toleranser och passmån, som kan utnyttjas antingen

- a) för att identifiera önskvärda börmått för komponenter där en viss typ av komponent använts i olika situationer, eller
- b) för att identifiera lämpliga gränsmått för standard- och specialtillverkade komponenter, som skall användas på ett visst byggobjekt.

Dessa två behov kan täckas genom uttryck för i stort sett samma relationer mellan de olika faktorer som påverkar passning. I princip skulle vilken del som helst kunna användas för det ena eller det andra ändamålet. I praktiken har dock varje del strukturerats för att fylla sitt tänkta ändamål.

Flerdimensionella fogar behandlas endast i Del 4 av ISO 3443.

ISO 3443 Del 3 är huvudsakligen strukturerad för att täcka behoven enligt a) ovan. Den ger metoder för val av sådana börmått för komponenter eller platsbyggda delar att fogspelen hamnar inom sina tänkta gränsmått med känd sannolikhet ¹⁾. Metoderna behandlar relationen mellan följande faktorer

- 1) noggrannhet hos komponenter och platsbyggda delar
- 2) mått på komponenter och platsbyggda delar
- 3) fogspel
- 4) passningssannolikhet

och de kan användas oavsett om 2), 3) eller 4) ovan är den okända som skall beräknas. Metoderna förutsätter att värden för 1) erhållits genom mätning, och de relaterar börmått till koordineringsmått genom begreppen »tillägg» och »avdrag». Se 4.4 och 4.5.

Metoderna möjliggör också beräkning av börmått för valfri standardkomponent, på så sätt att komponenten får optimal passningssannolikhet i samtliga användningssituationer.

Beräkningsexempel finns i bilaga B.

ISO 3443 Del 4 är strukturerad främst för att täcka behovet i b) ovan. Den behandlar huvudsakligen byggprojektering där komponenter (däri inräknade standardkomponenter) används, och den riktar sig till projektörer vilka, som ingenjörer, kan förväntas vara matematiskt och statistiskt kompetenta. För att täcka dessa behov behandlar Del 4

- metoder för beräkning av avvikelser och för precisering av toleranser, för att uppnå önskad noggrannhet vid den sammansatta konstruktionen
- inverkan av angivna toleranser på förväntade måttavvikelser
- grunder för optimering av toleranser inom en viss sammansatt konstruktion och inom dess ingående delar.

Del 4 av ISO 3443 ger regler endast för sammansatta konstruktioner där de ingående delarna är endimensionella (t ex balkar och pelare), för enkelhetens skull. Tabeller för ofta förekommande flerdimensionella fall ges dock i bilagan.

- | | | |
|----------|--------------------|---|
| 1 | Omfattning | Denna del av ISO 3443 anger några generella principer och en metod för att beräkna avvikelser i sammansatta konstruktioner och för att ange sådana toleranser för de ingående delarna att funktions- och toleranskrav uppfylls för montaget. |
| 2 | Tillämpning | Denna del av ISO 3443 gäller toleranser och avvikelser i alla sammansatta konstruktioner och i andra system bestående av komponenter, inom byggnadsindustrin. |
| 3 | Referenser | ISO 1791 – Modular co-ordination – Vocabulary
SS-ISO 1803/1, Byggtoleranser – Terminologi – Del 1: Generella termer
SS-ISO 1803/2, Byggtoleranser – Terminologi – Del 2: Härledda termer
ISO 3443/3, Tolerances for building – Part 3: Procedures for selecting target sizes and predicting fit ²⁾
ISO 4464, Tolerances for building – Relationship between the different types of deviations and tolerances used for specification. |

1) Del 3 behandlar måttnoggrannhet utifrån begreppen börmått och gränsmått (dvs övre och undre gränserna för komponentens mått). Alternativt kan måttnoggrannhet preciseras genom användning av tillåtna avvikelser från ett basmått (som oftast sammanfaller med börmåttet). Se ISO 1803/1.

2) För närvarande som förslag.

4 Definitioner

Inom ramen för denna del av ISO 3443 gäller definitionerna i ISO 1791 och ISO 1803/1, med följande tillägg –

4.1 basmått

på ritning e d angivet mått till vilket avvikelser och toleranser relateras

Anm 1 Vid beräkningar enligt denna del av ISO 3443 antas att övre och undre gränsvikelserna är lika. Där detta inte gäller bör medeltalet av övre och undre gränsmått anses som basmått.

Anm 2 Termen »bormått», såsom den definieras i SS–ISO 1803/1, är ett specialfall av basmått som normalt är identiskt med begreppet basmått enligt denna internationella standard.

4.2 ingående del (i en sammansatt konstruktion)

komponent, fog, utrymme, utsatt mått mm som bidrar till den sammansatta konstruktionens (montagets) uppmätta mått

Anm »ingående del» förkortas ibland till »del» i texten

5 Uppkomsten av avvikelser i sammansatta konstruktioner

Basmåttet B för en viss del i ett montage kan uttryckas generellt i relation till montagets övriga delar:

$$B = K_1 B_1 + K_2 B_2 + \dots + K_i B_i + \dots + K_n B_n = \sum_{i=1}^n K_i B_i \quad \dots (1)$$

där

B_i är basmått för del nummer i

K_i är en koefficient som beror på den sammansatta konstruktionens (montagets) geometri och monteringsmetod.

Som framgår av exempel nedan har K_i normalt ett av dessa värden –

$$+ 1, - 1, + \frac{1}{2} \text{ och } - \frac{1}{2}.$$

Verklig avvikelse V från basmått blir:

$$V = \sum_{i=1}^n K_i V_i \quad \dots (2)$$

där

K_i är samma koefficient som i ekvation (1);

V_i är den verkliga avvikelsen från basmåtten B_i .

Exempel 1:

Figur 1 visar ett komponentmontage där monteringen utgått från den utsatta linjen L med angiven fogbredd fram till en tidigare monterad komponent C .

$$B = - B_1 - B_2 - B_3 - B_4 - B_5 - B_6 + B_7$$

$$V = - V_1 - V_2 - V_3 - V_4 - V_5 - V_6 + V_7$$

Exempel 2:

Om man försöker placera sista komponenten symmetriskt i det utrymmet som är kvar, får vi situationen som i figur 2:

Nu utgör del nummer 5 ett avsteg från symmetrin, och följaktligen

$$B_5 = 0, \text{ men } V_5 \neq 0.$$

$$B = -B_1 - B_2 - B_3 - B_4 - B_5 - B - B_6 + B_7$$

eller

$$B = -\frac{1}{2}B_1 - \frac{1}{2}B_2 - \frac{1}{2}B_3 - \frac{1}{2}B_4 - \frac{1}{2}0 - \frac{1}{2}B_6 + \frac{1}{2}B_7$$

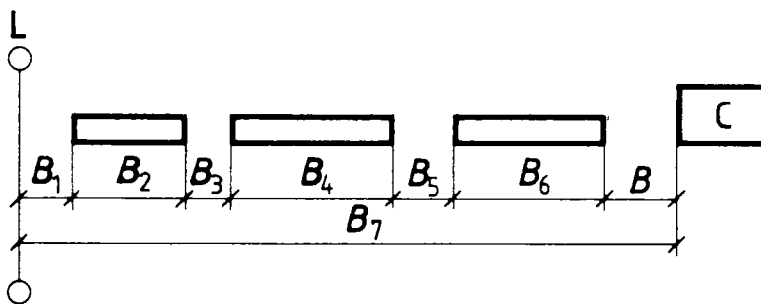
$$V = -\frac{1}{2}V_1 - \frac{1}{2}V_2 - \frac{1}{2}V_3 - \frac{1}{2}V_4 - \frac{1}{2}V_5 - \frac{1}{2}V_6 + \frac{1}{2}V_7$$

Där de verkliga avvikelserna är okända, antingen därför att de inte är uppmätta eller därför att komponenterna ännu inte är tillverkade, behandlas avvikelserna som sannolika fördelningar.

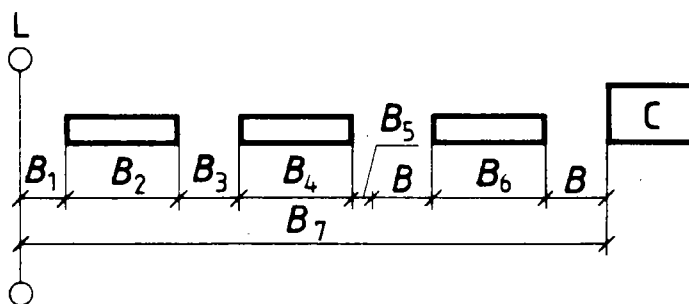
Om V_i fördelas med förväntat (genomsnitts-)värdet μ_i och standardavvikelse σ_i anges parametrarna för fördelningen av V av

$$\mu = \sum_{i=1}^n K_i \mu_i$$

och



Figur 1 – Exempel 1: illustration



Figur 2 – Exempel 2: illustration

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n (K_i \sigma_i)^2 \quad \dots (4)$$

när alla avvikelser är oberoende av varandra (ej korrelerade), eller

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (K_i \sigma_i) \rho_{ij} (K_j \sigma_j) \quad \dots (4a)$$

när några (eller samtliga) avvikelser är korrelerade.

ρ_{ij} i ekvation (4a) är korrelationskoefficienten mellan avvikelserna för delarna i och j.

Korrelationskoefficienten inom denna standards användningsområde kommer normalt att vara ett tal mellan 0 och 1.

När $\rho_{ij} \approx 0$ blir avvikelserna hos delarna i resp j nästan oberoende av varandra, medan om $\rho_{ij} \approx 1$ blir dessa avvikelser nästan lika eller proportionella. Korrelation är typisk för, exempelvis, betongkomponenter gjutna i samma form medan betongkomponenter från olika formar får normalt mycket liten korrelation.

När $i = j$ blir ρ_{ij} alltid 1.

Anm Negativ korrelation kan också finnas, exempelvis när monteringslaget ökar fogspelet något för att motverka effekten av komponenter med undermått.

När negativa fogar inte är möjliga är ekvationerna (3) och (4) inte helt korrekta. Detta förhållande behandlas dock inte i denna del av ISO 3443.

Ekvationerna (1) t o m (4a) är helt korrekta endast för sammansatta konstruktioner med komponenter i en dimension (t ex balkar och pelare) där form- och vinkelavvikelse på de sidor som sammanfogas kan betraktas som oväsentliga för montagetets måttvariation. Formler för komponenter i två och tre dimensioner (t ex vägg och golvkomponenter) ges i bilagan.

Exempel 3:

Parametrarna från exempel 1 är:

$$\mu = -\mu_1 - \mu_2 - \mu_3 - \mu_4 - \mu_5 - \mu_6 + \mu_7$$

$$\sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \sigma_4^2 + \sigma_5^2 + \sigma_6^2 + \sigma_7^2$$

Motsvarande parametrar från exempel 2 är:

$$\mu = -\frac{1}{2} \mu_1 - \frac{1}{2} \mu_2 - \frac{1}{2} \mu_3 - \frac{1}{2} \mu_4 - \frac{1}{2} \mu_6 + \frac{1}{2} \mu_7$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{4} \sigma_1^2 + \frac{1}{4} \sigma_2^2 + \frac{1}{4} \sigma_3^2 + \frac{1}{4} \sigma_4^2 + \frac{1}{4} \sigma_5^2 + \frac{1}{4} \sigma_6^2 + \frac{1}{4} \sigma_7^2$$

Exempel 4:

Om komponenternas breddavvikelse är jämt fördelade med samma parametrar μ_c och σ_c och avvikelseerna på den avsedda fogbredden vid monteringen är fördelade med samma parametrar μ_j och σ_j , får vi från exempel 1:

$$\begin{aligned}\mu_1 &= \mu_3 = \mu_5 = \mu_j \\ \mu_2 &= \mu_4 = \mu_6 = \mu_c \\ \sigma_1 &= \sigma_3 = \sigma_5 = \sigma_j \\ \sigma_2 &= \sigma_4 = \sigma_6 = \sigma_c \\ \mu &= -3\mu_j - 3\mu_c + \mu_7 \\ \sigma^2 &= 3\sigma_j^2 + 3\sigma_c^2 + \sigma_7^2 \quad \dots (5)\end{aligned}$$

och från exempel 2:

$$\begin{aligned}\mu_1 &= \mu_3 = \mu_j \\ \mu_2 &= \mu_4 = \mu_6 = \mu_c \\ \sigma_1 &= \sigma_3 = \sigma_j \\ \sigma_2 &= \sigma_4 = \sigma_6 = \sigma_c \\ \mu &= -\mu_j - \frac{3}{2}\mu_c + \frac{1}{2}\mu_7 \\ \sigma^2 &= \frac{1}{2}\sigma_j^2 + \frac{3}{4}\sigma_c^2 + \frac{1}{4}\sigma_5^2 + \frac{1}{4}\sigma_7^2 \quad \dots (6)\end{aligned}$$

Beräkningarna ovan förutsätter att korrelation inte finns.

Exempel 5:

Om komponenter nummer 2 och 6 kommer från samma form kunde vi förutsätta en korrelationskoefficient på 1 för dess två. I ovanstående uttryck för standardavvikelse medtas två termer till enligt ekvation (4a), den ena för $i=2$ och $j=6$ och den andra för $i=6$ och $j=2$.

Ekvation (5) blir nu

$$\sigma^2 = 3\sigma_j^2 + 3\sigma_c^2 + \sigma_7^2 + \sigma_c^2 + \sigma_c^2 = 3\sigma_j^2 + 5\sigma_c^2 + \sigma_7^2$$

och ekvation (6)

$$\begin{aligned}\sigma^2 &= \frac{1}{2}\sigma_j^2 + \frac{3}{4}\sigma_c^2 + \frac{1}{4}\sigma_5^2 + \frac{1}{4}\sigma_7^2 + \frac{1}{4}\sigma_c^2 + \frac{1}{4}\sigma_c^2 \\ &= \frac{1}{2}\sigma_j^2 + \frac{5}{4}\sigma_c^2 + \frac{1}{4}\sigma_5^2 + \frac{1}{4}\sigma_7^2\end{aligned}$$

6 Beräkning av framtida avvikelser (vid konstruktionsskedet)

6.1 Förväntat värde beräknat till noll

Vid konstruktionsskedet utgår man från att μ_j blir noll, eftersom det i allmänhet inte finns någon anledning att anta att arbets- eller tillverkningsmoment kommer att ha en så pass stabil avvikelse från basmåtten att detta kan förutses flera månader före utförandet.

Annars, om en sådan prognos är möjlig, kan basmättet justeras så att $\mu_i = 0$. Detta kan åstadkommas antingen genom att för tillverkaren ange mättet $B_i - \mu_i$ eller genom att i ekvationerna ersätta värdet för basmätt med $B_i + \mu_i$.

Följaktligen blir ekvationen (3) nollställd.

6.2 Beräkning av de ingående delarnas standardavvikelse

Delarnas standardavvikelse kan uppskattas från tidigare mätningar på liknande delar, förutsatt att förhållandena är någorlunda lika.

Genom att ange toleranser för avvikelser och att införa en kontrollprocedur för delarna kan pålitlig information fås om framtida avvikelser, utifrån det faktum, att det inte är fördelaktigt för tillverkare eller montörer att riskera att väsentliga delar av arbetet underkänns.

Leverantören kommer därför att sträva efter att hålla procenten underkända delar (enheter) under värdet A som kontrollproceduren tillåter (se även ISO 3443/7). Följaktligen kan en rimlig uppskattning av σ_i , som tenderar att ligga på den säkra (övre) sidan beräknas med utgångspunkt från normalfördelning där A % av delarna får ha avvikelser större än de tillåtna. Matematiskt uttrycks detta:

$$\frac{A}{100} = 2 - 2F\left(\frac{T_i}{2\sigma_i}\right) \quad \dots (7)$$

där

F är den kumulativa normalfördelningsfunktionen

T_i är den angivna toleransen för del i .

Det framgår att förhållandet $\frac{T_i}{2\sigma_i}$ är konstant för ett givet värde på A , sådant att

$$T_i = 2t_i\sigma_i$$

Tabell 1 – Värden för t som funktion av A

A %	t
0,26	3
1,24	2,5
4	2,05
6,5	1,85
10	1,65

6.3 Beräkning av korrelationskoefficienter

Delar av olika ursprung, t ex komponenter levererade från olika tillverkare, eller arbetsmoment gjorda av olika montörer, är alltid okorrelerade (se dock anm till 5). Korrelationskoefficienten är därför noll. Delar gjutna i samma form eller från en annan tillverkningsprocess med små avvikelser jämfört med toleransen för delarna har en mycket hög korrelation mellan avvikelserna. Om inte annan information är tillgänglig kunde korrelationskoefficienten uppskattas till 1.

För delar som förväntas vara delvis korrelerade kan korrelationskoefficienten uppskattas från tidigare mätningar; alternativt kan beräkningarna utföras två gånger, med en övre och en nedre uppskattning av korrelationskoefficienten, för att hitta ett rimligt variationsintervall för resultatet.

6.4 Beräkning av variationsparametrar för ett montage

Det förväntade värdet μ är noll enligt 6.1 och ekvation (3).

Den förväntade standardavvikelsen beräknas genom ekvationerna (4) och (4a) från uppskattade standardavvikelse och korrelationskoefficienter för de ingående delarna.

Om alla delar i montaget är kontrollerade med provtagningsplaner som tillåter samma procent felaktiga delar, A , kan standardavvikelsen beräknas som:

$$\sigma^2 = \left(\frac{1}{2t}\right)^2 \sum_{i=1}^n (K_i T_i)^2 \quad \begin{array}{l} \text{(okorrelerat fall)} \\ \dots (9) \end{array}$$

$$\sigma^2 = \left(\frac{1}{2t}\right)^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (K_i T_i) \rho_{ij} (K_j T_j) \quad \begin{array}{l} \text{(korrelerat fall)} \\ \dots (9a) \end{array}$$

där t är det gemensamma värdet för t_i .

Om A är den gemensamma tillåtna felprocenten vid kontrollproceduren för delarna kommer montaget avvikelse, med en sannolikhet mindre än A %, att överskrida en symmetrisk tolerans T given vid

$$T^2 = \sum_{i=1}^n (K_i T_i)^2 \quad \begin{array}{l} \text{(okorrelerat fall)} \\ \dots (10) \end{array}$$

$$T^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (K_i T_i) \rho_{ij} (K_j T_j) \quad \begin{array}{l} \text{(korrelerat fall)} \\ \dots (10a) \end{array}$$

Ekvation (10) utgör basen för formlerna i bilagan.

Ekvation (8) gäller också för den sammansatta konstruktionen:

$$T = 2t\sigma.$$

Om A -värdet, eller den accepterade sannolikheten för att överskrida toleransen, väljs olika för montaget som helhet och för delarna (gemensamt) måste toleransen för montaget justeras enligt följande:

$$T_A = \frac{t_A}{t} T \quad \dots (11)$$

där

t_A och t är proportionalitetskonstanter gällande för sammansättningen respektive delarna, jfr ekvationerna (8) och (9);

T är toleransen uträknad från ekvation (10) eller (10a).