

## 1. Standardit ja niiden vertailu

Standardoinnin pyrkimyksenä on vähentää teknisesti ja kaupallisesti merkityksettömiä erilaisuuksia tuotteissa, määritellä käsitteet ja ilmaisutavat kaikkialla samoiksi sekä löytää vaatimukset täyttävät tuotteet ja menetellytavat kaikille osapuolille. Standardisointi johtaa kansantalouden edistämiseen, kotimaisen ja kansainvälisen kaupan helpottamiseen sekä turvallisuuden ja hyvinvoinnin lisääntymiseen.

<b>DIN</b>	Saksan kansallinen standardi (Deutsches Institut für Normung). DIN-numerot ovat edelleen voimassa tuotteille, joille ei ole olemassa ISO- / EN-standardia.
<b>ISO</b>	Kansainvälinen standardi (International Standardization Organisation). Moni DIN- standardi on muodostanut pohjan ISO-standardille. Tässä prosessissa monet vanhat DIN- standardit ovat muotoutuneet uusiksi ISO-standardeiksi.
<b>DIN ISO</b>	Saksan kansallinen versio, johon ISO-numerot on otettu muuttumattomana.
<b>EN</b>	Eurooppalainen standardi (CEN = Comité Européen de Normalisation). Olemassa olevat ISO-standardit on otettu mahdollisimman pitkälle muuttumattomina käyttöön EN-standardeina. Jos EN-standardi eroaa ISO-standardista, tuotemääritelmä tehdään EN-standardin mukaan.
<b>DIN EN</b>	Saksan kansallinen versio EN-standardista muuttumattomana. Euroopan neuvoston päätöksen mukaan EU-jäsenmaat ottavat EN-standardit käyttöön muuttumattomina ja vastaavat kansalliset standardit kumotaan samanaikaisesti. Jos EN-standardi eroaa ISO-standardista, tuotemääritelmä tehdään EN-standardin mukaan.
<b>EN ISO</b>	Eurooppalainen versio ISO-standardista muuttumattomana. EN- ja ISO-numerot ovat identtisiä, aikaisempi menettely "ISO-numero + 20 000" ei ole ollut voimassa 1/95 jälkeen. Poikkeuksena ovat kierrossa olevat standardit, jotka muutetaan tämän menettelyn mukaan. Tuotemääritelmä tehdään ISO-standardin mukaan.
<b>DIN EN ISO</b>	Saksan kansallinen versio EN ISO-standardista muuttumattomana. Tuotemääritelmä tehdään ISO-standardin mukaan.
<b>SFS</b>	Suomen kansallinen standardi (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry). Kansainvälisten ja eurooppalaisten standardien soveltaminen kuten yllä on esitetty.

### Eri maiden kansallisia standardeja:

Maa	Lyhenne	Maa	Lyhenne
Alankomaat	NEN	Libya	LNCSM
Algeria	IANOR	Malesia	DSM
Argentiina	IRAM	Marokko	SNIMA
Australia	SAI	Meksiko	DGN
Bangladesh	BSTI	Mongolia	MNCSM
Belgia	IBN	Nigeria	SON
Brasilia	ABNT	Norja	NSF
Bulgaria	BDS	Pakistan	PSI
Chile	INN	Philippiinit	BPS
Egypti	EOS	Pohjois-Korea	CSK
Espanja	AENOR	Portugali	IPQ
Etelä-Afrikka	SABS	Puola	PKN
Etelä-Korea	KATS	Ranska	AFNOR
Etiopia	QSAE	Romania	ASRO
Eurooppa	EN	Ruotsi	SIS
Ghana	GSB	Saksa	DIN
Indonesia	BSN	Saudi-Arabia	SASO
Intia	BIS	Singapore	PSB
Iran	ISIRI	Sri Lanka	SLSI
Irlanti	NSAI	Suomi	SFS
Iso-Britannia	BSI	Sveitsi	SNV
Israel	SII	Syyria	SASMO
Italia	UNI	Tansania	TBS
Itävalta	ON	Tanska	DS
Jamaika	JBS	Thaimaa	ITISI
Japani	JISC	Trinidad ja Tobago	TTBS
Jugoslavia	SZS	Tsekki	CSNI
Kanada	SCC	Turkki	TSE
Kansainvälinen	ISO	Unkari	MSZT
Kenia	KEBS	USA	ANSI
Kiina	CSBTS	Uusi-Seelanti	SNZ
Kolumbia	ICONTEC	Uzbekistan	UZGOST
Kreikka	ELOT	Venezuela	FONDONORMA
Kuuba	NC	Venäjä	GOST
Kypros	CYS	Vietnam	TCVN

Kiinnitystarvikealalla yleisimmin käytössä ovat DIN- ja ISO-standardit. DIN- ja ISO-standardien mitoitukselliset eroavaisuudet:

DIN	ISO	Nimitys	Eroavaisuudet
1	2339	Kartiosokka	Pääosin vaihtokelpoisia. DIN-mitoituksen pituus ei sisällä päätyjä.
7	2338	Lieriösokka	Pääosin vaihtokelpoisia. DIN-mitoituksen pituus ei sisällä päätyjä.
84	1207	Uraruuvi	Kannan mitoissa joitain eroja. Kts. <b>DIN-ISO Yksityiskohtien vertailu</b>
85	1580		Kannan mitoissa joitain eroja. Kts. <b>DIN-ISO Yksityiskohtien vertailu</b>
94	1234	Haarasokka	-
125	7089	Aluslaatta Form A (viistetty)	ISO-nimellimitat perustuvat kierteen halkaisijaan, DIN-nimellimitat reiän halkaisijaan. Mitoissa ei eroja.
126	7090	Aluslaatta Form B (ei viistetty)	ISO-nimellimitat perustuvat kierteen halkaisijaan, DIN-nimellimitat reiän halkaisijaan. Mitoissa ei eroja.
127	-	Jousialuslaatta	-
314 315 316 318	-	Siipimutteri	-
417	7435	Kiristysruuvi	Pääosin vaihtokelpoisia.
427	2342	Kiristysruuvi	Pääosin vaihtokelpoisia.
433	7092	Aluslevy	-
434 435 436	-	Nelikulmalaatta	-
438	7436	Urapidätinruuvi	Mitoissa ei eroja.
439	7435	Kuusiom, matala	Pääosin vaihtokelpoisia.
439	8675	Kuusiomutteri	Pääosin vaihtokelpoisia.
440	7094	Korialuslaatta	Mitoissa ei eroa.
444	-	Silmäruuvi	-
471	-	Lukkorengas	-
472	-	Lukkorengas	-
551	4766	Urapidätinruuvi	Mitoissa ei eroa.
553	7434	Urapidätinruuvi	Mitoissa ei eroa.
555	4034	Kuusiomutteri	Eroja avainvälissä ja mutterin korkeudessa. Pääosin vaihtokelpoisia. Kts. <b>DIN-ISO Yksityiskohtien vertailu</b>
558	4018	Kiristysruuvi	Mitoissa ei eroa.
580	3266	Nostosilmukka	Mitoissa ei eroa.
601	4016	Kuusioruuvi	
603	8677	Lukkoruuvi	-
906 908 910	-	Putkitulppa	-
912	4762	Kuusiokoloruuvi	Mitoissa ei eroa.
914	4027	Pidätinruuvi	Mitoissa ei eroa.
916	4029	Pidätinruuvi	Mitoissa ei eroa.
929	-	Hitsausmutteri	-
931	4014	Kuusioruuvi, osak.	Eroja avainvälissä (M10, 12, 14 ja 22). Pääosin vaihtokelpoisia.
933	4017	Kuusioruuvi	Eroja avainvälissä (M10, 12, 14 ja 22). Pääosin vaihtokelpoisia.
934	4032	Kuusiomutteri	Eroja avainvälissä ja mutterin korkeudessa (M10, 12, 14 ja 22). Pääosin vaihtokelpoisia. Kts. <b>DIN-ISO Yksityiskohtien vertailu</b>
935	-	Kruunumutteri	-
938 939	-	Vaarnaruuvi	-
960	8765	Kuusiruuvi, hieno-kierre	-
961	8676	Kuusiruuvi, hieno-kierre	-

DIN	ISO	Nimitys	Eroavaisuudet
963	2009	Uraruuvi	Kannan mitoissa joitain eroja.
964	2010	Uraruuvi	Kannan mitoissa joitain eroja.
965	7046	Uraruuvi	Kannan mitoissa joitain eroja.
966	7047	Uraruuvi	Kannan mitoissa joitain eroja.
971	4034	Kuusiomutteri	-
975	-	Kierretanko	-
976	-	Kierretanko	-
980	7042	Kuusioluk.mutteri	-
985	10511	Lukitusmutteri	
1440	8738	Aluslevy	Pääosin vaihtokelpoisia
1441	-	Aluslevy	-
1481	8752	Jousisokka	ISO:n mukaisesti alle 10 mm (halk.) on viiste molemmissa päissä, DIN mukaisesti vain alle 6 mm halkaisijoilla.
6325	8734	Lieriösokka	-
6914	7412	HV-kuusioruuvi	-
6915	7414	HV-mutteri	-
6916	7416	HV-aluslaatta	-
7504	15480 15481 15482	Poraruuvi, kuusiokanta Poraruuvi, lieriökanta ristiura Poraruuvi, uppokanta ristiura	-
7976	1479	Levyruuvi	Kannan mitoissa joitain eroja.
7978	8736	Kartiosokka	-
7980	-	Jousialuslaatta	-
7981	7049	Levyruuvi	Kannan mitoissa joitain eroja.
7982	7050	Levyruuvi	Kannan mitoissa joitain eroja. Uppokulma: ISO 90°, DIN 80°
7983	7051	Levyruuvi	Kannan mitoissa joitain eroja. Uppokulma: ISO 90°, DIN 80°
7985	7045	Uraruuvi	Kannan mitoissa joitain eroja.
9021	7093	Korilaatta	Nimellimitat perustuen kierteen halkaisijaan (ISO), toisin kuin reiän halkaisijaan (DIN). Pääosin vaihtokelpoisia.

Avainvälit kuusioruuville ja -muttereille (DIN 439, 557, 562, 917, 931, 933, 934, 935, 979, 980, 982, 985, 986, 1587, 6330, 6331, 6923).

d	Avainväli		Mutterin korkeus min-max			
	DIN	ISO	DIN 555	ISO 4034	DIN 934	ISO 4032 8673
M 1	2,5	-	-	0,55 - 0,8	-	-
M 1,2	3	-	-	-	0,75-1	-
M 1,4	3	-	-	-	0,95-1,2	-
M 1,6	3,2	-	-	-	1,05-1,3	1,05-1,3
M 2	4	-	-	-	1,35-1,6	1,35-1,6
M 2,5	5	-	-	-	1,75-2	1,75-2
M 3	5,5	-	-	-	2,15-2,4	2,15-2,4
M 3,5	6	-	-	-	2,55-2,8	2,55-2,8
M 4	7	-	-	-	2,9-3,2	2,9-3,2
M 5	8	-	3,4-4,6	4,4-5,6	3,7-4	4,4-4,7
M 6	10	-	4,4-5,6	4,6-6,1	4,7-5	4,9-5,2
M 7	11	-	-	-	5,2-5,5	-
M 8	13	-	5,7-7,25	6,4-7,9	6,1-6,5	6,4-6,7
M 10	17	16	7,25-8,75	8-9,5	7,6-8	8,0-8,4
M 12	19	18	9,25-10,75	10,4-12,2	9,6-10	10,3-10,8
M 14	22	21	-	12,1-13,9	10,3-11	12,1-12,8
M 16	24	-	12,1-13,9	14,1-15,9	12,3-13	14,1-14,8
M 18	27	-	-	15,1-16,9	14,3-15	15,1-15,8
M 20	30	-	15,1-16,9	16,9-19	14,9-16	16,9-18
M 22	32	34	17,1-18,9	18,1-20,2	16,9-18	18,1-19,4
M 24	36	-	17,95-20,05	20,2-22,3	17,7-19	20,2-21,5
M 27	41	-	20,95-23,05	22,6-24,7	20,7-22	22,5-23,8
M 30	46	-	22,95-25,05	24,3-26,4	22,7-24	24,3-25,6
M 33	50	-	24,95-27,05	27,4-29,5	24,7-26	27,4-28,7
M 36	55	-	27,95-30,05	28-31,5	27,4-29	29,4-31
M 39	60	-	29,75-32,25	31,8-34,3	29,4-31	31,8-33,4
M 42	65	-	32,75-35,25	32,4-34,9	32,4-34	32,4-34
M 45	70	-	34,75-37,25	34,4-36,9	34,4-36	34,4-36
M 48	75	-	36,75-39,25	36,4-38,9	36,4-38	36,4-38
M 52	80	-	40,75-43,25	40,4-42,9	40,4-42	40,4-42

Kuusiomutteri DIN 439 - ISO 4035: mitoissa ei eroa.

**Tekniset toimitusehdot ja perusstandardit:**

DIN (vanha)	ISO	DIN (uusi) tai DIN EN	Otsikko
DIN 267 Part 20	-	DIN EN 493	Fasteners, surface defects, nuts
DIN 267 Part 21	-	DIN EN 493	Fastener elements, surface defects, nuts
DIN ISO 225	225	DIN EN 20225	Fasteners - Bolts, screws, studs and nuts. Symbols and designations of dimensions (ISO 225: 1991)
DIN ISO 273	273	DIN EN 20273	Fasteners - Clearance holes for bolts and screws (ISO 273:1991)
DIN ISO 898 Part 1	898 1	DIN EN 20898 Part 1	Mechanical properties of fasteners (ISO 898-1: 1988)
DIN 267 Part 4	898 2	DIN ISO 898 Part 2	Mechanical properties of fasteners - Part 2: Nuts with specified proof load values (ISO 898-2: 1992)
DIN ISO 898 Part 6	898 6	DIN EN 20898 Part 6	Mechanical properties of fasteners - Part 6: Nuts with specified proof load values. Fine pitch thread (ISO 898-6: 1988)
DIN 267 Part 19	6157-1	DIN EN 26157 Part 1	Fasteners - Surface discontinuities - Part 1: Bolts, screws and studs for general requirements (ISO 6157-1: 1988)
DIN 267 Part 19	6157-3	DIN EN 26157 Part 3	Fasteners - Surface discontinuities - Part 3: Bolts, screws and studs for special requirements (ISO 6157-3: 1988)
DIN ISO 7721	7721	DIN EN 27721	Countersunk head screws - Head configuration and gauging (ISO 7721: 1983)
DIN 267 Part 9	-	DIN ISO 4042	Fasteners - Electroplated coatings
DIN 267 Part 19	-	DIN ISO 8992	Fasteners - General requirements for bolts, screws, studs and nuts
DIN 267 Part 5	-	DIN ISO 3269	Mechanical fastening elements - acceptance inspection
DIN 267 Part 11	-	DIN ISO 3506	Stainless steel fasteners - technical delivery conditions
DIN 267 Part 12	-	DIN EN ISO 2702	Heat-treated steel tapping screw. Mechanical properties.
DIN 267 Part 18	8839	DIN EN 28839	Mechanical properties of fasteners - bolts, screws, studs and nuts made of non-ferrous metals (ISO 8839: 1986)

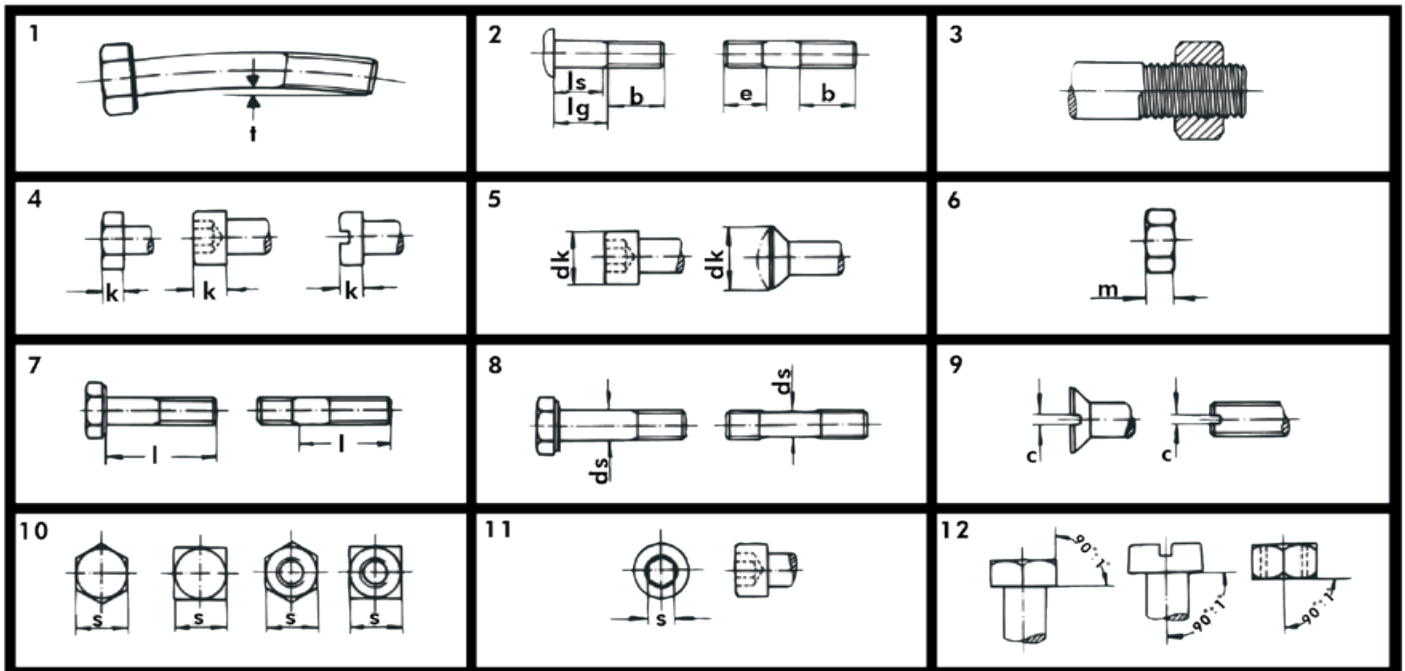
## 2. Toleranssit

Tuotetta valmistettaessa työkappaleen mittoja ei koskaan saada tarkalleen oikeiksi. Kuitenkin koneissa ja laitteissa olevien osien tulee olla yhteenliittyviltä mitoiltaan riittävän tarkkoja, jotta ne täyttäsivät kolme päävaatimusta:

- osien tulee toimia vaaditulla tavalla
- osien tulee sopia yhteen niin, että kone tai laite on kokoonpantavissa
- osien tulee olla vaihtokelpoisia esimerkiksi myöhempää huoltoa varten

Nämä vaatimukset täytetään käyttämällä tuotteen valmistuksessa sallittua mittavaihtelua eli toleranssia.

### Kiinnitystarvikkeiden tärkeimpiä mitta- ja geometrisiä toleransseja:



Kuva	Ominaisuus	Tunnus	Lisätieto	Tuoteluokka A (aikaisemmin, "m")	Tuoteluokka B (aikaisemmin, "mg")	Tuoteluokka C (aikaisemmin, "g")	HUOMI
1	Suuruus	t	l = nimellispiisuus b = kierrepiisuus	0,0020 l + 0,05 0,0025 l + 0,05		2 X [0,0020 b + 0,05] 2 X [0,0025 b + 0,05]	
2	Kierrepiisuus	b	P = kierreteen nousu l = kierreteitämän osuuden minimipit. l <sub>g</sub> = kierreteitämän osuuden maksimipit.		0...+2P*		* toleranssi +2P pätee vain, jos l <sub>g</sub> tai l <sub>g</sub> ei ole määritelty tuolestandardissa
3	Kierretoleranssi	e		js16	js17	js17	
				6H	7H	7H	
				6g	8g	8g	
4	Kannan korkeus	k		js14	js15	js16	
		k < 10				js17	
		k ≥ 10					
		M ≤ 5					
		M > 5					
5	Kannan halkaisija	d <sub>k</sub>		h13*	h14		* konderuuveissa h14
		≤ M12		h14			
		> M12 ≤ M18		h15		h17	
		> M18		h16			
7	Nimellispiisuus	l		js15*	js17	js17	* konderuuveissa l > 50 js16
		l ≤ 150				2 X js17	
		l > 150					
8	Varren halkaisija	d <sub>v</sub>		h13	h14	± IT15	
		n ≤ 1		+0,06...+0,20			
		1 < n ≤ 3		+0,06...+0,31			
		3 < n ≤ 6		+0,07...+0,37			
9	Uran leveys*	n					* syyvyys urille ja kuusiokoloille: kts. tuolestandardi
		s ≤ 1					
		1 < s ≤ 3					
		3 < s ≤ 6					
10	ulkovääntö	s		s ≤ 32 → h13 s > 32 → h14	js19 → h14 19 < s ≤ 60 → h15 60 < s ≤ 180 → h16 s > 180 → h17		
11	Avainväli	s		s = 0,7 → EF8 s = 0,9 → JS9 s = 1,3 → K9 s = 1,5...2,0 → D10 (D9*) s = 2,5 → D11 (D10*) s = 3,0 → D11 s = 4,0 → E11 s = 5,0...14,0 → E12 (E11*) s > 14,0 → D12			* toleranssialue piddittiruuveille
12	Kulma	90°		± 1° ± 1/2°		± 2° ± 1°	
		M ≤ 39					
		M > 39					
		Ruuvit DIN-standardin mukaan		84, 85, 444C, 478, 479, 480, 561, 564, 609, 610, 633, 787, 835, 912, 931, 933, 938, 939, 940, 960, 961, 963, 964, 965, 966, 6912, 7380, 7513, 7516, 7971-7985, 7991	444B 609, 610 ≥ M12, 931, 933 > M24 960, 961 l > 10d / > 150mm	95, 96, 97, 186, 188, 261, 316, 444A, 525, 529, 558, 571, 601, 603, 604, 605, 607, 608, 6914, 7968, 7969, 7990, 11014	
		Mutterit DIN-standardin mukaan		439, 466, 467, 917, 934, 935, 936, 937, 979, 980, 982 ≤ M12, 985 ≤ M16, 986, 1587, 6330, 6331	439, 562, 934, 935, 936, 980 ≥ M16, 982 ≥ M16, 985 ≥ M16, 1587, 6915, 7965	314, 315, 555, 557, 935	

**Perustoleranssit sekä toleranssialueet sisä- ja ulkomitoille:**

Perusmitta (mm)		Perustoleranssit (mm)							Toleranssialue sisämitoille (mm)												
>	≤	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	D12	F8	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	
	<b>3</b>	0,06	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1	+0,12 +0,02	+0,02 +0,006	+0,006 0	+0,01 0	+0,014 0	+0,025 0	+0,04 0	+0,06 0	+0,1 0	+0,14 0	+0,25 0	+0,4	
	<b>3</b>	<b>6</b>	0,075	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	+0,15 +0,03	+0,028 +0,01	+0,008 0	+0,012 0	+0,018 0	+0,03 0	+0,048 0	+0,075 0	+0,12 0	+0,18 0	+0,3 0	+0,48
	<b>6</b>	<b>10</b>	0,09	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	+0,19 +0,04	+0,035 +0,013	+0,009 0	+0,015 0	+0,022 0	+0,036 0	+0,058 0	+0,09 0	+0,15 0	+0,22 0	+0,36 0	+0,58
	<b>10</b>	<b>18</b>	0,11	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	+0,23 +0,05	+0,043 +0,016	+0,011 0	+0,018 0	+0,027 0	+0,043 0	+0,07 0	+0,11 0	+0,18 0	+0,27 0	+0,43 0	+0,7
	<b>18</b>	<b>30</b>	0,13	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	+0,275 +0,065	+0,053 +0,02	+0,013 0	+0,021 0	+0,033 0	+0,052 0	+0,084 0	+0,13 0	+0,21 0	+0,33 0	+0,52 0	+0,84
	<b>30</b>	<b>50</b>	0,16	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	+0,33 +0,08	+0,004 +0,025	+0,016 0	+0,025 0	+0,039 0	+0,062 0	+0,1 0	+0,16 0	+0,25 0	+0,39 0	+0,62 0	+1
	<b>50</b>	<b>80</b>	0,19	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	+0,4 +0,1	+0,076 +0,03	+0,019 0	+0,03 0	+0,046 0	+0,074 0	+0,12 0	+0,19 0	+0,3 0	+0,46 0	+0,74 0	+1,2
	<b>80</b>	<b>120</b>	0,22	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	+0,47 +0,12	+0,09 +0,036	+0,022 0	+0,035 0	+0,054 0	+0,087 0	+0,14 0	+0,22 0	+0,35 0	+0,54 0	+0,87 0	+1,4
	<b>120</b>	<b>180</b>	0,25	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	+0,545 +0,145	+0,106 +0,043	+0,025 0	+0,04 0	+0,063 0	+0,1 0	+0,16 0	+0,25 0	+0,4 0	+0,63 0	+1 0	+1,6
	<b>180</b>	<b>250</b>	0,29	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	+0,63 +0,17	+0,122 +0,05	+0,029 0	+0,046 0	+0,072 0	+0,115 0	+0,185 0	+0,29 0	+0,46 0	+0,72 0	+1,15 0	+1,85
	<b>250</b>	<b>315</b>	0,32	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	+0,71 +0,19	+0,137 +0,056	+0,032 0	+0,052 0	+0,081 0	+0,13 0	+0,21 0	+0,32 0	+0,52 0	+0,81 0	+1,3 0	+2,1
	<b>315</b>	<b>400</b>	0,36	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	+0,78 +0,21	+0,151 +0,062	+0,036 0	+0,057 0	+0,089 0	+0,14 0	+0,23 0	+0,36 0	+0,57 0	+0,89 0	+1,4 0	+2,3
	<b>400</b>	<b>500</b>	0,4	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3	+0,86 +0,23	+0,165 +0,068	+0,04 0	+0,063 0	+0,097 0	+0,155 0	+0,25 0	+0,4 0	+0,63 0	+0,97 0	+1,55 0	+2,5

Perusmitta (mm)		Toleranssialue ulkomitoille (mm)																	
>	≤	f9	h6	h7	h8	h9	h10	h11	h12	h13	h14	h15	h16	h17	js14	js15	js16	js17	m6
	<b>3</b>	-0,006 -0,031	0 -0,006	0 -0,01	0 -0,014	0 -0,025	0 -0,04	0 -0,06	0 -0,1	0 -0,14	0 -0,25	0 -0,4	0 -0,6		±0,125	±0,2	±0,3		+0,008 +0,002
	<b>3</b>	<b>6</b>	-0,01 -0,04	0 -0,008	0 -0,012	0 -0,018	0 -0,03	0 -0,048	0 -0,075	0 -0,12	0 -0,18	0 -0,3	0 -0,48	0 -0,75	±0,15	±0,24	±0,375	±0,6	+0,012 +0,004
	<b>6</b>	<b>10</b>	-0,013 -0,049	0 -0,009	0 -0,015	0 -0,022	0 -0,036	0 -0,058	0 -0,09	0 -0,15	0 -0,22	0 -0,36	0 -0,58	0 -0,9	±0,18	±0,29	±0,45	±0,75	+0,015 +0,006
	<b>10</b>	<b>18</b>	-0,016 -0,059	0 -0,011	0 -0,018	0 -0,027	0 -0,043	0 -0,07	0 -0,11	0 -0,18	0 -0,27	0 -0,43	0 -0,7	0 -1,1	±0,215	±0,35	±0,55	±0,9	+0,018 +0,007
	<b>18</b>	<b>30</b>	-0,02 -0,070	0 -0,013	0 -0,021	0 -0,033	0 -0,052	0 -0,084	0 -0,13	0 -0,21	0 -0,33	0 -0,52	0 -0,84	0 -1,3	±0,26	±0,42	±0,65	±1,05	+0,021 +0,008
	<b>30</b>	<b>50</b>	-0,025 -0,087	0 -0,016	0 -0,025	0 -0,039	0 -0,062	0 -0,1	0 -0,16	0 -0,25	0 -0,39	0 -0,62	0 -1	0 -1,6	±0,31	±0,5	±0,8	±1,25	+0,025 +0,009
	<b>50</b>	<b>80</b>	-0,03 -0,104	0 -0,019	0 -0,03	0 -0,046	0 -0,074	0 -0,12	0 -0,19	0 -0,3	0 -0,46	0 -0,74	0 -1,2	0 -1,9	±0,37	±0,6	±0,95	±1,5	+0,03 +0,011
	<b>80</b>	<b>120</b>	-0,036 -0,123	0 -0,022	0 -0,035	0 -0,054	0 -0,087	0 -0,14	0 -0,22	0 -0,35	0 -0,54	0 -0,87	0 -1,4	0 -2,2	±0,435	±0,7	±1,1	±1,75	+0,035 +0,013
	<b>120</b>	<b>180</b>	-0,043 -0,143	0 -0,025	0 -0,04	0 -0,063	0 -0,1	0 -0,16	0 -0,25	0 -0,4	0 -0,63	0 -1	0 -1,6	0 -2,5	±0,5	±0,8	±1,25	±2	+0,04 +0,015
	<b>180</b>	<b>250</b>	-0,05 -0,165	0 -0,029	0 -0,046	0 -0,072	0 -0,115	0 -0,185	0 -0,29	0 -0,46	0 -0,72	0 -1,15	0 -1,85	0 -2,9	±0,575	±0,925	±1,45	±2,3	+0,046 +0,017
	<b>250</b>	<b>315</b>	-0,056 -0,185	0 -0,032	0 -0,052	0 -0,081	0 -0,13	0 -0,21	0 -0,32	0 -0,52	0 -0,81	0 -1,3	0 -2,1	0 -3,2	±0,65	±1,05	±1,6	±2,6	+0,052 +0,02
	<b>315</b>	<b>400</b>	-0,062 -0,202	0 -0,036	0 -0,057	0 -0,089	0 -0,14	0 -0,23	0 -0,36	0 -0,57	0 -0,89	0 -1,4	0 -2,3	0 -3,6	±0,7	±1,15	±1,8	±2,85	+0,057 +0,021
	<b>400</b>	<b>500</b>	-0,068 -0,223	0 -0,04	0 -0,063	0 -0,097	0 -0,155	0 -0,25	0 -0,4	0 -0,63	0 -0,97	0 -1,55	0 -2,5	0 -4	±0,775	±1,25	±2	±3,15	+0,063 +0,023

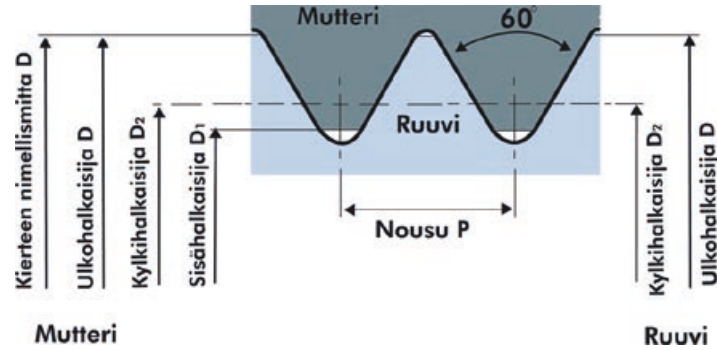
© Ferrometal 08/2015

### 3. Kierteet

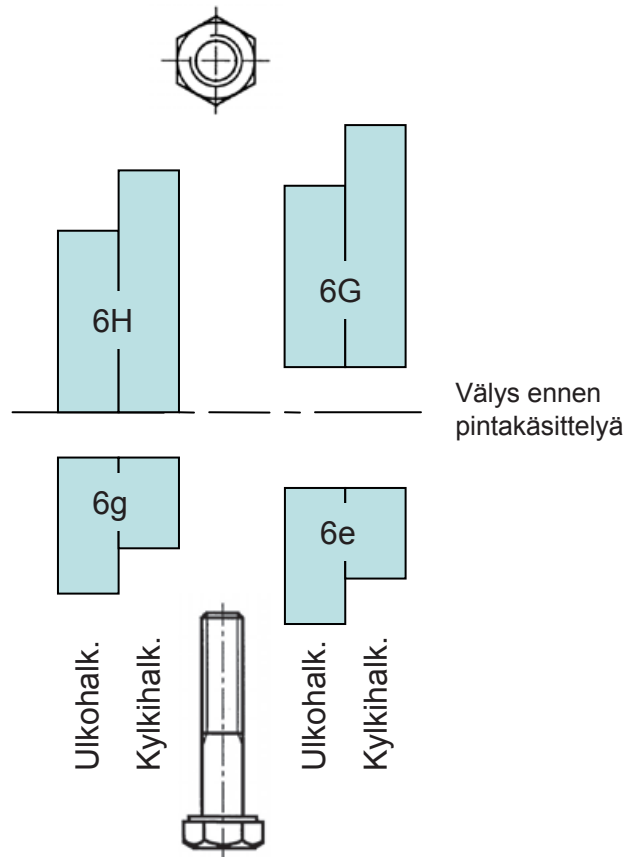
Kierteen mitat ja profiilin tarkkuus ovat ratkaisevia, kun määritellään:

- voidaanko ruuvi pintakäsittellä
- voidaanko osat liittää yhteen ilman vaikeuksia
- pystyykö kierre välittämään voimat, joille komponentit ovat mitoitettu

Kierteiden mitoitus perustuu kierteen nimellismitalle, nousulle ja sisämitalle:



Ruuvi- ja mutterikierteellä on eri toleranssiasemat: ruuvikierteen toleranssiasemat ovat negatiivisia, mutterikierteen positiivisia. Tämä jättää tarvittavan välyksen mahdolliselle pintakäsittelylle. Kierrestandardi ISO 965 suosittaa seuraavia toleranssiasemia kauppalaatuisille ruuveille ja muttereille:



**M1,4 ja sitä suuremmille kierteille seuraavat toleranssiasemat ovat standardeja:**

Ruuvi	Mutteri	Pintakäsittely
6g	6H	Pinnoittamaton, fosfatointi tai sähkösinkitys
6e	6G	Pinnoittamaton (suurella välyksellä) tai hyvin paksut pinnoitteet

**Metrisen ISO-kierteen mitoitus ruuveille (6g) ja muttereille (6H):**

M	Ruuvi, toleranssi 6g					Mutteri, toleranssi 6H			
	Nousu P	Ulkohalkaisija d (mm)		Kylkihalkaisija d <sub>2</sub> (mm)		Kylkihalkaisija D <sub>2</sub> (mm)		Sisähalkaisija D <sub>1</sub> (mm)	
		max	min	max	min	max	min	max	min
2	0,4	1,981	1,886	1,721	1,654	1,830	1,740	1,679	1,567
2,5	0,45	2,480	2,380	2,188	2,117	2,303	2,208	2,138	2,013
3	0,5	2,980	2,874	2,655	2,580	2,775	2,675	2,599	2,459
3,5	0,6	3,479	3,354	3,089	3,004	3,222	3,110	3,010	2,850
4	0,7	3,978	3,838	3,523	3,433	3,663	3,545	3,422	3,242
5	0,8	4,976	4,826	4,456	4,361	4,605	4,480	4,334	4,134
6	1	5,974	5,794	5,324	5,212	5,500	5,350	5,153	4,917
7	1	6,974	6,794	6,324	6,212	6,500	6,350	6,153	5,917
8	1,25	7,972	7,760	7,160	7,042	7,348	7,188	6,912	6,647
10	1,5	9,968	9,732	8,994	8,862	9,206	9,026	8,676	8,376
12	1,75	11,966	11,701	10,829	10,679	11,063	10,863	10,441	10,106
14	2	13,962	13,682	12,663	12,503	12,913	12,701	12,210	11,835
16	2	15,962	15,682	14,663	14,503	14,913	14,701	14,210	13,835
18	2,5	17,958	17,623	16,334	16,164	16,600	16,376	15,744	15,294
20	2,5	19,958	19,623	18,334	18,164	18,600	18,376	17,744	17,294
22	2,5	21,958	21,623	20,334	20,164	20,600	20,376	19,744	19,294
24	3	23,952	23,577	22,003	21,803	22,316	22,051	21,252	20,752
27	3	26,952	26,577	25,003	24,803	25,316	25,051	24,252	23,752
30	3,5	29,947	29,522	27,674	27,462	28,007	27,727	26,771	26,211
33	3,5	32,947	32,522	30,674	30,462	31,007	30,727	29,771	29,211
36	4	35,940	35,465	33,342	33,118	33,702	33,402	32,270	31,670
39	4	38,940	38,465	36,342	36,118	36,702	36,402	35,270	34,670

Seuraavassa taulukossa on esitetty yleisimpiä kierretyyppejä kiinnitystarvikkeille. Näistä käytetyin on metrisen ISO-kierre.

Tunnus	Nimi	Tyyppi tai sovellus		Merkintätapa	Kylkikulma	Standardi
M	Metrisen ISO-kierre	Normaalikierre	Oikeakätinen	M8 X 50	60°	ISO 724 (DIN 13-1)
M-LH		Normaalikierre	Vasenkätinen	M8 X 50 LH		
M		Taajakierre	Oikeakätinen	M8 X 1 X 50		ISO 724 (DIN 13-2...11)
M-LH		Taajakierre	Vasenkätinen	M8 X 1 X 50 LH		
M	Metrisen kierre suuremmalla välyksellä	Ruuvikierre suuremmalla eromitalla / Mutteri toleranssilla 6H		DIN 2510 M8 X 50		DIN 2510-2
M	Metrisen ulkokartiokierre	Sulkuruuvit ja voitelunipat		M20 X 1,5 kartio		DIN 158-1
G	Tiivistymättömät putkikierteet	Sisäkierre: kirjain G		G 3/4"	55°	ISO 228-1
R		Ulkokierre: kirjain G ja toleranssiluokka A tai B		G 3/4" B		
Rc		Kartiomainen ulkokierre		R 1 1/2"		
Rp		Irtsetiivistyvät putkikierteet		Rc 1 1/2"		
Rp		Lieriömäinen sisäkierre		Rp 1 1/2"		DIN 2999-1 DIN 3858
Tr	Metrisen ISO-trapetsikierre	Esim. liikeruuvit		Tr 50 X 8	30°	ISO 2901-4
Rd	Lieriömäinen pyörökierre	Esim. palokaluston liitoselimet		Rd 20 X 3/4		DIN 405-1,2
ST	Levyruuvikierre	Levyruuvit		ST 3,5	60°	ISO 1478
UNC	Tuumakierre (USA)	Normaalikierre		3/4-10 UNC	55°	ANSI B 1.1 B.S. 1580-1.2
UNF	Tuumakierre (USA)	Taajakierre		3/4-16 UNF		
BSW	Tuumakierre (UK)	Normaalikierre		3/4-10 BSW		B.S. 84
BSF	Tuumakierre (UK)	Taajakierre		3/4-12 BSF		

Tuumasten mittojen ominaisuuksia:

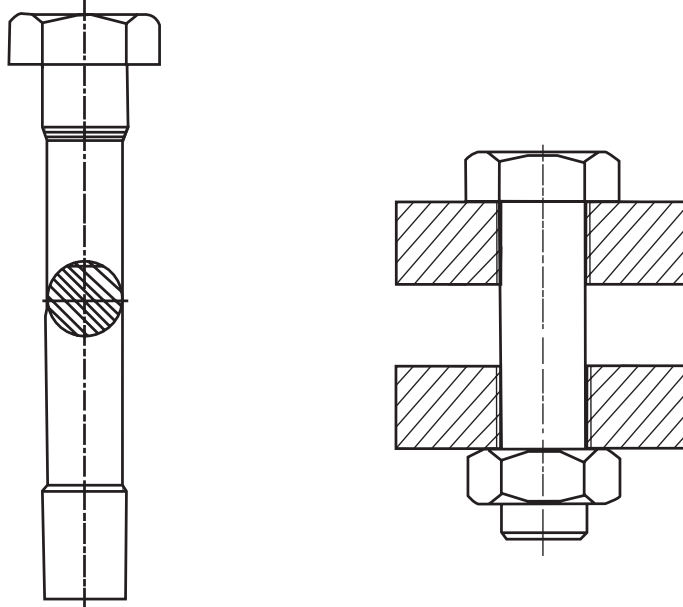
Mitta		Kierreluku tuumalla		
Tuuma	mm	UNC	UNF	Whitworth
1/4"	6,3	20	28	20
5/16"	7,9	18	24	18
3/8"	9,5	16	24	16
7/16"	11,1	14	20	14
1/2"	12,7	13	20	12
5/8"	15,9	11	18	11
3/4"	19,1	10	16	10
7/8"	22,2	9	14	9
1"	25,4	8	12	8
1 1/4"	31,8	7	12	7
1 1/2"	38,1	6	12	6
1 3/4"	44,5	5	-	5
2"	50,8	4½	-	4½
2 1/4"	57,1	4½	-	4
2 1/2"	63,5	4	-	4
2 3/4"	69,9	4	-	3½
3"	76,2	4	-	3½

## 4. Mekaaniset ominaisuudet

Tässä osiossa esitetään lyhyesti ruuvien mekaanisia ominaisuuksia. Näitä ominaisuuksia tunnistettaessa ja määritettäessä, on tärkeää tuntea käytettävä terminologia.

### Vetomurtolujuus $R_m$ (N/mm<sup>2</sup>)

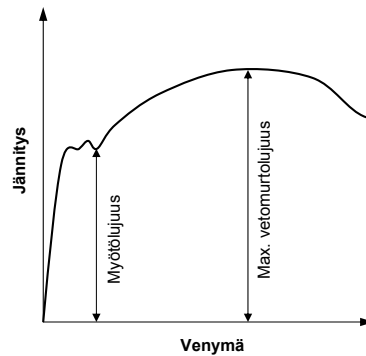
Vetomurtolujuus kertoo sen jännityksen, jossa ruuvi voi murtua. Rikkoutuminen voi tapahtua ruuvin varresta tai kierteestä, mutta ei kannan alta. Vetomurtolujuuden määrittelemiseksi tehdään vetokoe joko koko ruuvilla tai siitä koneistetulla koesauvalla. Ruostumattomien ruuvien A1-A5 vetomurtolujuudet testataan aina koko ruuvilla (DIN ISO 3506). Vetomurtolujuus voidaan määrittellä tarkasti vain koesauvajärjestelyllä, koko ruuvin testaaminen antaa likimääräisen arvon, poikkeuksena ruostumattomat ruuvit. Käytännön syistä kokeet tehdään kuitenkin usein kokonaiselle ruuville.



### Myötölujuus $R_e$ (N/mm<sup>2</sup>)

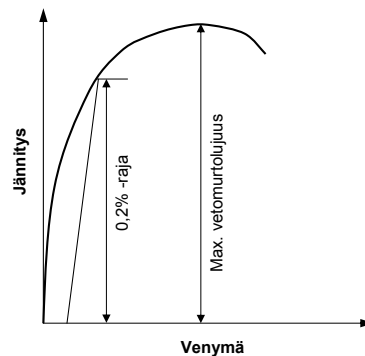
Myötölujuus kertoo millä jännityksellä vetomurtolujuus pysyy samana tai pienenee vaikka venymä kasvaa. Ts. ruuvi alkaa myötäämään, kun siirrytään materiaalin elastisen ja plastisen muodonmuutosalueen välillä. Myös myötölujuus voidaan määrittellä tarkasti vain koesauvatestillä.

Aikaisemmin vetomurtolujuus on ollut lähes yksinomaan perusteena terästen luokittelussa lujuuden mukaan. Myötölujuus on alkanut yhä enemmän syrjäyttää sitä, koska useimmat muut teräksen lujuuden kriteerit (virumislujuus, väsymislujuus, iskukiteys, kovuus jne.) korreloivat paremmin myötölujuuden kuin murtolujuuden kanssa. Jännitys-venymä - käyrä 4.6 lujalle ruuville:



### 0,2% -venymäraja $R_{p0,2}$ (N/mm<sup>2</sup>)

Tätä arvoa käytetään lujille ruuveille (kuten 10.9), jotka kuormitettaessa siirtyvät jatkuvasti elastisen ja plastisen muodonmuutoksen välillä. Myötölujuutta voi olla vaikea määrittellä, koska terävä myötöraja puuttuu. Tällöin voidaan käyttää ns. 0,2%-rajaa, jolloin pysyvä venymä on 0,2%. Jännitys-venymä -käyrä 10.9 lujalle ruuville:



### Murtovenymä A5 (%)

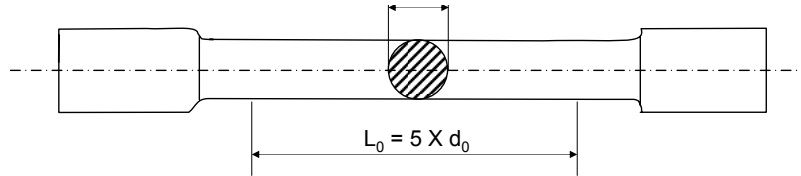
Murtovenymä on tärkeä ominaisuus materiaalin muokkautuvuutta ja sitkeyttä määritettäessä. Murtovenymä kertoo koesauvan venymän prosentteina:

$$A5 = (L_v - L_o) / L_o \times 100\%, \text{ missä}$$

$L_o$  = määritelty mittapituus  $L_o = 5 \times d_o$

$L_v$  = mittapituus murtumisen jälkeen

$d_o$  = koesauvan/ruuvin varren halkaisija ennen vetokoetta



### Kovuus ja sen testaaminen

Kovuus määritellään yleisesti materiaalin kykyä vastustaa testivälineen tunkeutumista tietyllä kuormituksella. Kovuuden mittaamiseen yleisimmät käytetyt kolme menetelmää ovat:

Brinell HB (ISO 6506): Testivälineenä teräskuula, mitataan tunkeumakuvioiden halkaisija

Vickers HV (ISO 6507): Testivälineenä tylpän pyramidin muotoinen kärki, mitataan tunkeumakuvioiden lävistäjä

Rockwell (ISO 6508): HRB-kovuus pehmeämmille materiaaleille mitataan kuulan tunkeuman syvyytenä, HRC-kovuus kovemille materiaaleille kartiokärjen tunkeuman syvyytenä.

### Mekaaniset ominaisuudet hiiliteräksisille ruuveille ja pulteille:

Ominaisuus		Hiiliteräkset				
		5.6	8.8		10.9	12.9
			≤ M16*	> M16*		
Vetomurtolujuus $R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )**	Nimellisarvo	500	800		1000	1200
	min.	500	800	830	1040	1220
Myötölujuus $R_e$ (N/mm <sup>2</sup> )**	Nimellisarvo	300	-	-	-	-
	min.	300	-	-	-	-
0,2%-venymäraja $R_{p0,2}$ (N/mm <sup>2</sup> )**	Nimellisarvo	-	640	640	900	1080
	min.	-	640	660	940	1100
Myötölujuus $R_s$ tai 0,2%-venymäraja $R_{p0,2}$ korkeissa lämpötiloissa (N/mm <sup>2</sup> )	+ 100°C	270	590		875	1020
	+ 200°C	230	540		790	925
	+ 250°C	215	510		745	875
	+ 300°C	195	480		705	825
Murtovenymä $A_5$ (%)**	min.	20	12		9	8
Vickers-kovuus $F \leq 98N$ (HV)**	min...max	155...220	250...320	255...335	320...380	385...435
	***	250	-	-	-	-
Brinell-kovuus $F = 30D^2$ (HB)**	min...max	147...209	238...304	242...318	304...361	366...414
	***	238	-	-	-	-
Rockwell-kovuus HR**	HRB min...max	79...95	-	-	-	-
	***	99,5	-	-	-	-
Rockwell-kovuus HRC**	HRC min...max	-	22...32	23...34	32...39	39...44
	min.	25	30	30	20	15

\* Teräsrakennusruuveille raja on M12

\*\* Ominaisuudet lämpötilassa + 20°C

\*\*\* Maksimiarvo ruuvin päässä

Alla oleva kovuuksien vertailutaulukko pätee vain hiiliteräksille, niukkaseosteisille ja valuteräksille kuumamuokattuina ja lämpökäsitelyinä. Runsasseosteisille ja / tai kylmämuokatuille teräksille (4.8, 5.8, 6.8, A1-A4) saattaa esiintyä merkittäviä eroavaisuuksia tuloksissa.

Vetomurto- lujuus N/mm <sup>2</sup>	Vickers-koivuus (F <sub>298</sub> N)	Brinell- koivuus <sup>1)</sup>	Rockwell-koivuus		
			HRA	HRB	HRC
305	95	90,2		52,0	
320	100	95		56,2	
335	105	99,8			
350	110	105		62,3	
370	115	109			
385	120	114		66,7	
400	125	119			
415	130	124		71,2	
430	135	128			
450	140	133		75,0	
465	145	138			
480	150	143		78,7	
495	155	147			
510	160	152		81,7	
530	165	156			
545	170	162		85,0	
560	175	166			
575	180	171		87,1	
595	185	176			
610	190	181		89,5	
625	195	185			
640	200	190		91,5	
660	205	195		92,5	
675	210	199		93,5	
690	215	204		94,0	
705	220	209		95,0	
720	225	214		96,0	
740	230	219		96,7	
755	235	223			
770	240	228	60,7	98,1	20,3
785	245	233	61,2		21,3
800	250	238	61,6	99,5	22,2
820	255	242	62,0		23,1
835	260	247	62,4		24,0
850	265	252	62,7		24,8
865	270	257	63,1		25,6
880	275	261	63,5		26,4
900	280	268	63,8		27,1
915	285	271	64,2		27,8
930	290	276	64,5		28,5
950	295	280	64,8		29,2
965	300	285	65,2		29,8
995	310	295	65,8		31,0
1030	320	304	66,4		32,2
1060	330	314	67,0		33,3
1095	340	323	67,6		34,3
1125	350	333	68,1		35,5
1155	360	342	68,7		36,6
1190	370	352	69,2		37,7
1220	380	361	69,8		38,8
1255	390	371	70,3		39,8
1290	400	380	70,8		40,8
1320	410	390	71,4		41,8
1350	420	399	71,8		42,7
1385	430	409	72,3		43,6

1) Laskettu HB = 0,95  
X HV

## Kiinnikkeissä käytetty raaka-aineluokitus

<b>Hiiliteräkset</b>	<b>Useita raaka-aineita, joiden käyttöominaisuudet ruuvituotteina eivät merkittävästi poikkea toisistaan. Poikkeuksena kylmänkestävät n. alle -50°C ja lämmönkestävät n. yli 300°C.</b>
	<b>Mekaaniset ominaisuudet ISO 898.</b>
<b>Ruostumattomat teräkset</b>	<b>Useita raaka-aineita, joiden käyttöominaisuudet valmiina ruuvituotteina poikkeavat merkittävästi mm. korroosion kestävyden, lämmönkestävyyden, hitsattavuuden, magneettisuuden ja karkaistavuuden suhteen.</b>
	<b>Mekaaniset ominaisuudet ISO 3506.</b>
<b>Ei rautametallit alumiini ja kupari</b>	<b>Raaka-ainekoodit, lujuusominaisuudet, testausmenetelmät ja -arvot sekä merkinnät standardissa ISO 8839 / EN 28 839.</b>
<b>Muut metallit mm. messinki ja titaani</b>	<b>Ei standardeja. Joissakin tapauksissa voidaan soveltaa teräsruuvien mekaaniset ominaisuudet standardeja.</b>
<b>Muovit</b>	<b>Ei standardeja.</b>

### Hiiliteräkset (ISO 898)

ISO 898 on seitsemän osainen standardi, joka kattaa metriset pultit, ruuvit, vaarnaruuvit ja mutterit karkea- ja hienokierteisinä M39 saakka.

LUJUUSLUOKAT										
Ruuvit	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
Mutterit		4 04		5 05		6	8	9	10	12

#### Ruuvit

Lujuusluokka ilmoitetaan muodossa A.B

A on sadasosa murtolujuudesta ( $R_m = 100 \times A$ )

B on myötölujuuden ja murtolujuuden suhde kerrottuna kymmenellä ( $R_e = 10 \times A \times B$ )

esim. 8.8 =  $R_m = 800$  MPa ja  $R_e = 640$  MPa

#### Mutterit

SFS-EN 20 298-2 määrittää vakiokierteiset mutterit.

SFS-EN 898-6 määrittää tiuhakierteiset mutterit.

Lujuusluokan tunnus on kokonaisluku, joka ilmaisee minkä lujuusluokan ruuviin mutteri voidaan liittää (ruuvin lujuusluokan ensimmäinen numero).

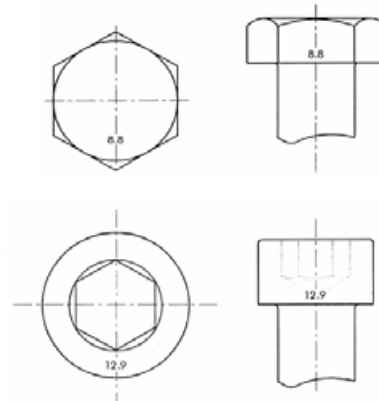
Matalille muttereille lujuusluokat on 04 ja 05.

## Kantamerkinnt

### Sinkitty / pinnoittamaton

ISO 898-1 mukainen merkinttapa.

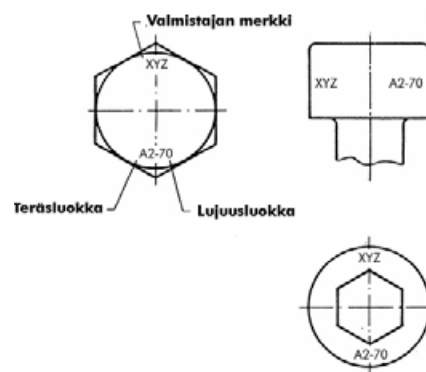
Kuusiomutterin / -ruuvien, joiden kierteen halkaisija on  $\geq 5$  mm tulee merkitä kuvan mukaisesti.



### Haponkestävä / ruostumaton (A4 / A2)

ISO 3506-1 mukainen merkinttapa.

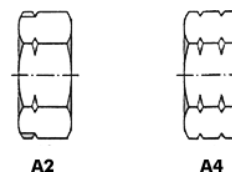
Kuusioruuvit, joiden kierteen halkaisija on  $\geq 5$  mm tulee merkitä kuvan mukaisesti. Merkinnttiss tulee ilmetä teräsluokka, lujuusluokka sekä valmistajan tunnistemerkki.



Kuusiomutterin, joiden kierteen halkaisija on  $\geq 5$  mm tulee merkitä kuvan mukaisesti. Leimaus voidaan tehdä myös mutterin vastin- pinnalle, jolloin merkintä ei saa olla koho- kuvioitu.

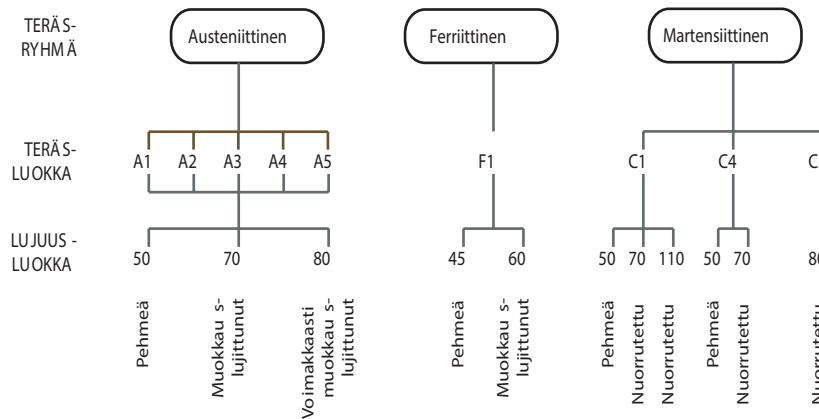


A4 / A2 Mutterin vaihtoehtoinen merkinttapa.



## Ruostumattomat teräkset (ISO 3506)

ISO 3506 on kolmiosainen standardi, joka kattaa metriset pultit, ruuvit, vaarnaruuvit ja mutterit karkea- ja hienokierteisinä M39 saakka. Teräsryhmittely em. standardin mukaisesti:

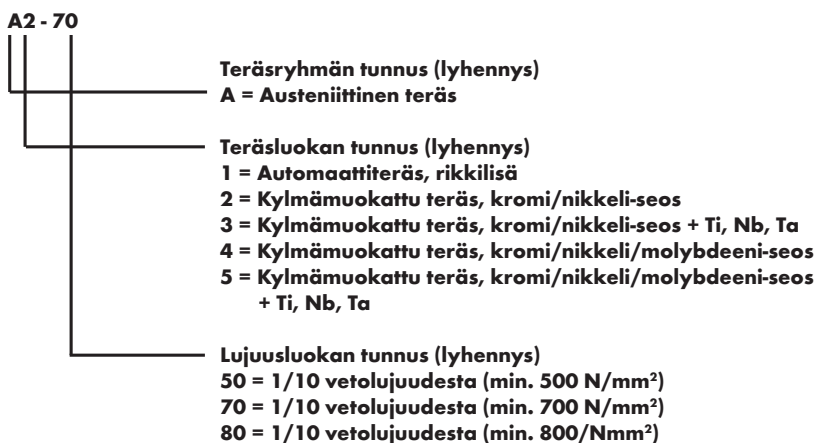


<b>A1</b>	Koneistettava laatu. Rajoitetusti ruostumaton, haponkestävä ja hitsattava. AISI-standardin vastaava luokitus: AISI 303. Ei magneettinen, ei karkaistava.
<b>A2</b>	Yleisin ruostumaton luokka mm. kemian teollisuuden ja kotitalouden laitteissa. Ruostumaton, haponkestävä ja hitsattava. Ei sovelly ei-hapettaviin happoihin eikä klooripitoisiin olosuhteisiin, esim. meriveteen. Ei magneettinen, ei karkaistava. Kylmänkesto -200°C saakka. AISI-standardin vastaava luokitus: AISI 304.
<b>A3</b>	Ominaisuudet kuten A2. Ei magneettinen, ei karkaistava.
<b>A4</b>	Yleisin haponkestävä luokka. Kestää useita happoja lämpötilasta riippuen, kohtuullisen kestävä klooripitoisissa olosuhteissa. Hyvä hitsattavuus. Käytetään paljon puunjalostus-, elintarvike- ja laivanrakennusteollisuudessa. Ei magneettinen, ei karkaistava. Kylmänkesto -60°C saakka. AISI-standardin vastaava luokitus: AISI 316.
<b>A5</b>	Ominaisuudet kuten A4. Ei magneettinen, ei karkaistava.
<b>F1</b>	Magneettinen laatu. A2 voidaan joissakin tapauksissa korvata F1:llä, jonka kloorin-kestävyys on hyvä.
<b>C1</b>	Varsin hyvä korroosionkestävyys pintakäsiteltynä (esim. Delta-Magni tms. mikropinnoitus.) Karkaistava laatu. Magneettinen. AISI-standardin vastaava luokitus: AISI 410.
<b>C3</b>	Rajoitettu korroosionkestävyys.
<b>C4</b>	Rajoitettu korroosionkestävyys. Koneistettava laatu.

**Lämpötilan vaikutus korroosioon:** Käyttöolosuhteiden kemiallinen koostumus ja lämpötila vaikuttavat merkittävästi ruostumattoman teräksen kestävyteen.

**Kitkakerroin:** Ruostumattomien terästen pinnan kitkakerroin on korkea (n. 0,4-0,5). Tämä edellyttää usein voiteluaineiden käyttämistä asennettaessa tai tuotteen vahaamista.

Ruostumaton ja haponkestävä kiinnike tunnustetaan seuraavalla kirjan-numerohdistelmällä:



Ruuvituotteissa yleisesti käytetyt teräkset ovat:

**A2 = "Ruostumaton kiinnike"**  
**A4 = "Haponkestävä kiinnike"**

Milloin lujusluokan tunnusta ei mainita, kyseessä on 50-luja kiinnike.

**Austeniittisen teräsryhmän kemiallinen koostumus:**

	Materiaali-tunnus	Mat. nro	C ≤ %	Si ≤ %	Mn ≤ %	Cr %	Mo %	Ni %
<b>A2</b>	X5 Cr Ni 1810	1.4301	0,07	1,0	2,0	17,0 - 20,0	-	8,5 - 10,0
	X2 Cr Ni 1811	1.4306	0,03	1,0	2,0	17,0 - 20,0	-	10,0 - 12,5
	X8 Cr Ni 19/10	1.4303	0,07	1,0	2,0	17,0 - 20,0	-	10,5 - 12,0
<b>A3</b>	X6 Cr Ni Ti 1811	1.4541	0,10	1,0	2,0	17,0 - 19,0	-	9,0 - 11,5
<b>A4</b>	X5 Cr Ni Mo 1712	1.4401	0,07	1,0	2,0	16,5 - 18,5	2,0 - 2,5	10,5 - 13,5
	X3 Cr Ni Mo 1712	1.4404	0,03	1,0	2,0	16,5 - 18,5	2,0 - 2,5	11,0 - 14,0
<b>A5</b>	X6 Cr Ni Mo Ti 1712	1.4571	0,10	1,0	2,0	16,5 - 18,5	2,0 - 2,5	10,5 - 13,5

**Austeniittisen teräsryhmän mekaaniset ominaisuudet:**

Teräsryhmä	Teräsluokka	Lujuusluokka	Halkaisija-alue	Ruuvit		
				Murtolujuus $R_m$ <sup>1)</sup> N/mm <sup>2</sup> min.	Venymäraja - 0,2% $R_{p,0,2}$ <sup>1)</sup> N/mm <sup>2</sup> min.	Murtovenymä A <sup>2)</sup> mm min.
Austeniittinen	A1, A2, A3, A4 ja A5	50	≤ M 39	500	210	0,6 d
		70	≤ M 24	700	450	0,4 d
		80	≤ M 24	800	600	0,3 d

<sup>1)</sup> Jännitys lasketaan suhteessa poikkipinta-alaan.

<sup>2)</sup> Murtovenymä määritetään kulloisenkin ruuvien pituuden mukaan, ei koestussauvan mukaan.  
d = nimellishalkaisija.

Teräsluokka	$R_e$ ja $R_{p,0,2}$ (%) lämpötilassa			
	+ 100 °C	+ 200 °C	+ 300 °C	+ 400 °C
A2, A4	85%	80%	75%	70%
C1	95%	90%	80%	65%
C3	90%	85%	80%	60%

Huom! Sovelletaan ainoastaan lujuusluokille 70 ja 80

Teräsluokka	Alaraja jatkuvan käytön lämpötilalle	
A2	- 200 °C	
A4	Pultit ja ruuvit <sup>1)</sup>	- 60 °C
	Vaarnaruuvit	- 200 °C

<sup>1)</sup> Jos kiinnikkeen valmistuksen aikana sitä muokataan voimakkaasti, austeniitin stabiiliteetti laskee ja kiinnikkeen pakkasenkesto heikkenee

**Teknisiä argumentteja RST- ja HST-kiinnikkeiden (A1, A2 ja A4) käytölle:**

Ruostumattoman kiinnikkeen ominaisuus	Etuja teräs/sinkitty -kiinnikkeisiin verrattuna
Kirkas pinta, hieno ulkonäkö	Ruosteiset ruuvit antavat huonon laatuvaikutelman koko lopputuotteesta.
Turvallisuus	Korroosio vähentää kiinnikkeiden lujuus- ja käytettävyysominaisuuksia.
Ei ruostejälkiä	Punaruoste voi värjätä esimerkiksi muoviosia tai tekstiilejä. RST-kiinnike on helppo puhdistaa ja se on hygieeninen.
Ei terveysriskejä	Itsensä viiltäminen ruosteiseen osaan voi johtaa verenmyrkytykseen. Sinkityt kiinnikkeet täytyy pitää erillään kosketuksesta elintarvikkeiden kanssa ja poissa lasten ulottuvilta (nuoleminen).
Austeniittiset kromi-nikkeli-teräkset ovat miltei kokonaan ei-magneettisia	Magneettisten kiinnikkeiden käyttö esimerkiksi mittalaitteissa voi aiheuttaa vääristymiä mittatuloksiin.
Hyvä lämmönkestävyys	Yli 80 °C lämpötiloissa sinkityksen kromatointi tuhoutuu, jolloin korroosiosuoja pienenee huomattavasti.
Huollettavuus	Ruosteiset ruuvit ja mutterit ovat vaikeita aukaista ja vaativat ylimääräistä työtä ja vaivaa. Liitoksen aukaisemiseksi se joudutaan usein hajoittamaan, jolloin on vaara vahingoittaa myös liitettäviä osia.

**Kiinnikeraaka-aineiden kuuman- ja kylmänkestävyys**

Ruuvit ja mutterit kuuman- ja kylmänkestävistä teräsräaka-aineista (DIN 267 / osa 13).

Lämpötila °C	Raaka-aineen lyhytnimi	Tunnus	Raaka-aineen numero
+350 °C saakka	C 35 N	Y	1.0501
	Cq 35	YQ	1.1172
	Ck 35	YK	1.1181
+400 °C saakka	24 CrMo 5	G	1.7258
+540 °C saakka	21 CrMoV 57	GA	1.7709
+540 °C saakka	40 CrMoV 47	GB	1.7711
+580 °C saakka	X 22 CrMoV	V	1.4923
+580 °C saakka	X 19 CrMoVNbN	VW	1.4913
+650 °C saakka	X 8 CrNiMoBNv 16 16	S	1.4986
+700 °C saakka	X 5 NiCrTi 26 15	SD	1.4980
+700 °C saakka	NiCr 20 TiAl	SB	2.4952
-65 °C	26 CrMo 4	KA	1.7219
-140 °C	12 Ni 19	KB	1.5680
-253 °C	X 12 CrNi 18 9	KC	1.6900
-253 °C	X 10 CrNiTi 18 10	KD	1.6903
-196 °C	X 5 CrNi 18 9	A2	1.4301
	X 5 CrNi 19 11		1.4303
	X 10 CrNiTi 18 9		1.4541
-60 °C	X 10 CrNiMo Ti 18 10	A4	1.4571
	X 5 CrNiMo 18 10		1.4401

## 5. Laatu ja testaus

Kaikki kiinnitystarvikkeiden sisäiset ja ulkoiset ominaisuudet on määritelty DIN-, ISO- tai EN-standardien mukaan seuraavasti:

**Tuotestandardi** (esim. DIN 931 / ISO 4014):

Sisältää tiedon mm. tuotteen muodosta, versiosta, toleranssiasemasta (tuoteluokka A, B, C), lujuudesta tai materiaalista ja nimellismitoista. Jokainen tuotestandardi sisältää myös viittauksia voimassaoleviin perusstandardeihin.

**Perusstandardi** (esim. DIN 13, ISO 898/4759/3269):

Sisältää tietoa yleisistä ominaisuuksista, kuten mm. kierteistä, toleransseista, pintakäsittelyistä, mekaanista ominaisuuksista sekä vastaavista testeistä.

Standardien mukaiset kiinnikkeet täyttävät vaatimukset kiinnikkeiden "tavallisesta käytöstä" (ISO 3269/8992). Erikoisovelluksia varten vaadittavat tiukemmat standardit sekä ylimääräiset testausvaatimukset täytyy asiakkaan aina erikseen määrittää.

Perusstandardit vaativat testausohjelmia ja -prosesseja, joiden avulla valmistaja takaa tuotteidensa laadun tekemällä jatkuvia satunnais-testejä. Näiden testien lisäksi Ferrometal Oy suorittaa jatkuvaa laadunvalvontaa sisään tulevista tavararasta.

Standardikiinnikkeiden taloudellinen tuottaminen ei onnistu ilman virheellisiä tuotteita. ISO 3269 esittelee hyväksyttävän laatutason, AQL:n, joka on tilastollinen menetelmä laadun määrittämiseksi. AQL määrittelee hyväksyttävän määrän laatuvirheitä erän satunnaisotoksessa. Tuloksista voidaan arvioida koko valmistuserän laatua. AQL-arvo riippuu:

- tuotteesta: ruuvi, mutteri, laatta, pultti, tappi, niitti
- tuoteluokasta (toleranssiluokasta): A, B tai C
- pääominaisuus: AQL-arvo = 1,5...1,0
- sivuominaisuus: AQL-arvo = 4,0...2,5
- mekaaninen ominaisuus: AQL-arvo = 1,5...0,65

Pääominaisuus sisältää kaikki tarvittavat ominaisuudet tuotteen oikealle toiminnalle, esim. kanta/ura/kolo, kierre jne. Sivuoiminaisuus saa sisältää pientä hajontaa mitoissa tai muodoissa, jotka eivät kuitenkaan vaikuta toimivuuteen tai sopivuuteen. AQL-luvut kierteitetuille kiinnikkeille ominaisuuden mukaan:

Mitoituksellinen ominaisuus	Tuoteryhmä					
	1	2	3	4	5	6
	Ruuvit, pultit ja vaarnat tuoteluokassa A ja B	Ruuvit, pultit ja vaarnat tuoteluokassa C	Mutterit tuoteluokassa A ja B	Mutterit tuoteluokassa C	Itsekierteittävät ruuvit ja puu-ruuvit	Kaikki kierteen muovaavat ruuvit, jotka ei kuulu ryhmään 5, poraruuvit sekä levyruuvit
AQL						
Avainväli	1	1,5	1	1,5	1,5	1
Kulmien väli	1	1,5	1	1,5	1,5	1
Mutterin korkeus	-	-	1	1,5	-	-
Uran leveys	1	-	-	-	1,5	1
Uran syvyys	1	-	-	-	1,5	1
Upotuksen tunkeuma	1	-	-	-	1,5	1
Kuusiokolo, menotulkki	1	-	-	-	-	-
Kuusiokolo, hylkytulkki	1	-	-	-	-	-
Muoto kannan alla	1	-	-	-	-	1
Kierre, menotulkki	1	1,5	1	1,5	-	1
Kierre, hylkytulkki	1	1,5	1	1,5	-	1
Ulkohalkaisija	-	-	-	-	2,5	1
Geometriset toleranssit	1	1,5	1	1,5	2,5	1
Kaikki muut	1,5	2,5	1,5	2,5	2,5	1,5
Ei-hyväksytyt kiinnikkeet	2,5	4	2,5	4	4	2,5

Ominaisuus		AQL	Referenssistandardi
Mekaaniset ominaisuudet ja pinnan eheys	Ei-hajottavat testit <sup>a</sup>	0,65	ISO 898 <sup>c</sup> ISO 2320 ISO 2702 ISO 3056 <sup>c</sup> ISO 6157 <sup>c</sup> ISO 7085 ISO 8839 etc.
	Hajottavat testit	1,5	
Kemiallinen koostumus		1,5	
Metallurgiset ominaisuudet		1,5	
Toiminnalliset (suorituskyky) ominaisuudet		1,5	
Pinnoitus		1,5	
Muut <sup>b</sup>		1,5	
<p><sup>a</sup> Jos ei-sallittuja pintavikoja (kuten takohalkeamia) löytyy ei-hajottavassa pintatarkastuksessa, tarkastettava erä tulee hylätä pintavian koosta huolimatta</p> <p><sup>b</sup> Muita ominaisuuksia voidaan vaatia sovelluskohtaisten spesifikaatioiden mukaisesti</p> <p><sup>c</sup> Katso soveltuvat osiot näistä standardeista</p>			

Hyväksymistarkastuksessa otetaan huomioon tuotantoerän koko (tämän määrittää valmistaja), soveltuva LQ10 -arvo ja satunnaisotoksen koko. Alla on esimerkinä näytteenottosuunnitelma, josta luetaan hyväksymisluku Ac:

Ac	AQL				
	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0
	n (kpl) LQ <sub>10</sub> (%)				
0	8 25	5 37	3 54	-	-
1	50 7,6	32 12	20 18	13 27	8 42
2	125 4,3	80 6,5	50 10	32 17	20 25
3	200 3,3	125 5,4	100 6,6	50 13	32 20
4	315 2,6	200 3,9	125 6,2	80 9,6	50 15
5	400 2,4	250 3,7	160 5,8	100 9,3	-
6	-	315 3,4	200 5,2	125 8,4	80 13
7	-	400 3,0	250 4,7	160 7,3	100 11,5
8	-	-	315 4,2	200 6,6	125 10
10	-	-	400 3,9	250 6,0	160 9,5
12	-	-	-	315 5,6	200 8,8
14	-	-	-	400 5,0	250 8,0
18	-	-	-	-	315 7,8
22	-	-	-	-	400 7,3

Ac = Hyväksymisluku. Jos satunnaisotoksesta löytyy korkeintaan tämän luvun verran samaa viallista ominaisuutta, on laatu hyväksyttävällä tasolla. Jos luku ylittyy, on koko tuotantoerä hylättävä.

n = Satunnaisotoksen kpl-määrä

LQ10 = Laatuso näyttösuunnitelmassa. Arvo on prosentiosuus tuotteista jotka ei täytä vaatimuksia. Standardi määrittelee myös korkeintaan 10% todennäköisyyden sille, että tuote hyväksyttäisiin vaikka se ei täyttäisi vaatimuksia (ns. asiakkaan riski).

O-virhetoiotukset vaativat sekundäärisiä lisävaiheita virheiden havaitsemiseksi sekä poistamiseksi toimituksesta ja niistä on sovittava aina erikseen. Muutoin sovelletaan ISO 3269:ää.

### Ainestodistukset, painelaitedirektiivi

Ruuvituotteisiin on saatavilla seuraavat EN 10204 mukaiset ainestodistukset. Ferrometal toimittaa yleisesti käytetyn 3.1B vastaanottodistusta pyydettyessä.

EN 10204	Ainestodistus	Tarkastus	Koetulokset	Julkaisija
2.1	Laatuvakuutus	Ei määriteltyä testitodistusta	Ei tuloksia	Valmistaja
2.2	Koetustodistus	Valmistusmentelmäkohtainen tarkastus	Kemiallinen analyysi	
3.1	Vastaanottodistusta	Koetuserä ja tehtävät kokeet määritellään tuotespesifikaatiossa, virallisissa määräyksissä ja/tai tilauksessa	Kemiallinen analyysi ja mekaaniset ominaisuudet	Valmistaja
3.2	Vastaanottodistusta			Valmistajan ja ostajan valtuuttama tai viranomaismääräyksissä määrätty tarkastaja

**HUOM!** Mikään ainestodistus ei itsessään riitä täyttämään **PED-painelaitedirektiivin** (EN 13445, EN 12962, EN 12953, EN 13488) vaatimuksia. Kysy lisää Ferrometal Oy:n myynnistä koskien direktiivin vaatimia tuotteen ominaisuuksia ja todistuksia.

## 6. Pinnoitukset ja korrosio

### Korrosion esiintyminen ruuviliitoksessa

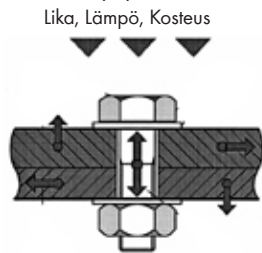
Kaikkien terästen korroosionkesto perustuu kahteen tekijään, joko niiden luonnolliseen jalouteen (jalometallit) tai niiden kykyyn tuottaa pinnalleen korroosiolta suojaava reaktiivituotekerros, esim. alumiini tai ruostumaattomat teräkset.

Ruostumattomat ja haponkestävät teräkset, kuten A2 ja A4, lukeutuvat ”aktiivisen” korroosion suojauksen ryhmään.

Ruostumattomat teräkset sisältävät vähintään 16% kromia (Cr) ja ovat kestäviä happeita olosuhteita vastaan. Korkeammalla kromimäärällä sekä muilla seosaineilla, kuten nikkeli (Ni), molybdeeni (Mo), titaani (Ti) tai niobium (Nb) voidaan edelleen parantaa teräksen korroosion kestävyttä. Nämä seosaineet vaikuttavat myös teräksen mekaanisiin ominaisuuksiin. Muita kuin edellä mainittuja seosaineita käytetään vain teräksen mekaanisten ominaisuuksien parantamiseksi, esimerkiksi: typpi (N) tai työstetty-yden parantamiseksi rikki (S).

Austeniittisen teräsryhmän kiinnikkeet eivät pääsääntöisesti ole magneettisia, vaikkakin kylmämuokkaamalla saavutetaan vähäisessä määrin magneetitavuutta. Korroosionkesto on tällä ei kuitenkaan ole vaikutusta. Kylmämuokkaamalla voidaan A4/A2-ruuvituote saada jopa magneettiin tarttuvaksi.

Huomioitavaa on, että korroosion syntymiseen vaikuttaa erityyppisiä vaikuttimia, joista tärkeimmät ovat:



1. Pintakorrosio ja paikallinen korrosio
2. Jännityskorrosio
3. Rakokorrosio
4. Raeraja korrosio
5. Valikoiva- ja eroosiokorrosio
6. Galvaaninen korrosio
7. Mekaaniset vaikutukset liitokseen (väsyminen)

### 1. Pintakorrosio (yleinen korrosio), paikallinen (piste) korrosio

**Pintakorrosio**, myös kulutuskorrosioksi kutsuttu, tarkoittaa tasaista ja hiljalleen etenevää pinnan korroosiokulumista. Pintakorrosio on tyypillinen korroosion muoto suojaamattomilla metallipinnoilla sekä **sähkösinkityillä** kiinnikkeillä.

Pintakorrosio voidaan ehkäistä oikealla kiinnikemateriaalin valinnalla huomioiden käyttöolosuhteet. Kts. jäljempänä kohta **”A4 / A2 kemiallinen kestävyys”**.

**Paikallinen korrosio, piste korrosio** esiintyy pintakorrosiona lisätynä paikallisena kolon ja halkeaman muodostuksena. Pistesyöpymä saa alkunsa pinnan epätasaisuuksista. Pistekorrosiota esiintyy tyypillisesti kiinnikkeissä, joiden korroosion esto on pyritty saavuttamaan pintaa suojaavalla passivoinnilla tai sähkösinkityksellä / maalauksella.

Ruostumattoman / haponkestävän kiinnikkeen joutuessa kosketuksiin kloori- tai bromipitoisten aineiden kanssa esiintyy paikallista korroosiokulumaa. Esimerkinä uima-allasalueet.

Austeniittiset teräkset, kuten A2 ja A4, ovat paikallista korroosiota kestävämpiä kuin ferriittiset kromiteräkset.

### 2. Jännityskorrosio

Tämä korroosion laji esiintyy tyypillisesti rakenneosissa, jotka altistuvat voimakkaalle mekaaniselle veto- tai vääntörasitukselle korrosioherkässä ympäristössä. Myös hitsattaessa syntyvät rakenneosan jännitykset saattavat johtaa jännityskorroosiolle altistumiseen. Jännityksistä johtuvat teräksen mikromurtumat herkistävät korrosiovaikutukselle.

Kloridiliuokselle altistuvat austeniittiset teräkset ovat erityisen herkkiä jännityskorroosiolle. Yli 50 °C lämpötila nostaa korrosioherkkyyttä edelleen.

### 3. Rakokorrosio

Ruuviliitokset ovat erityisen alttiita rakokorroosiolle.

Tätä syöpymisen muotoa esiintyy ahtaissa raoissa ja koloissa, joihin liuos pääsee vaikuttamaan, mutta josta se ei pääse vaihtumaan tai poistumaan samalla nopeudella kuin muilla metallipinnan alueilla.

Tyypillisiä rakokorroosion esiintymispaikkoja ovat ruuvi- ja niittiliitokset sekä tiivisteet.

Rakokorroosiossa ruuviliitokseen vaikuttava liuos on happipitoisuudeltaan epäyhtenäistä, koska liuos ei pääse vaihtumaan. Tällöin happiköyhempi alue raossa muodostuu anodiksi ja syöpyy. Katso lisää sähkökemiallisen parin muodostumisesta kohdassa **Galvaaninen korrosio**.

### 4. Raerajakorrosio

Raerajakorrosio liittyy oleellisesti ruuviliitokseen vaikuttavan korkeaan lämpötilaan, esimerkiksi hitsattaessa tai lämpökäsiteltäessä.

Tällöin teräksen raerajoille saattaa muodostua korroosiota aiheuttavia yhdisteitä, jolloin teräs syöpyy korroosiota aiheuttavassa ympäristössä metallin raerajoja pitkin.

Myös A2/A4 teräs on altis raerajakorroosiolle, jolloin on kyseessä **ruostumattoman teräksen herkistyminen**. Austeniittinen teräslaatu herkistyy lämpötilassa (550-800 °C). Seokseen syntyy kromikarbideja, joiden välittömään läheisyyteen muodostuu kromiköydä alue ja normaali passivoitumisreaktio häiriintyy ja teräs altistuu korroosiolle.

## 5. Valikoivakorroosio / Eroosiokorroosio

**Valikoivalla korroosiolla** tarkoitetaan teräksen jonkin seosaineen nopeampaa liukenemista (esim. messinkien sinkkikato tai valurautojen grafitoituminen).

Ei tyypillistä ruuvituotteissa käytetyissä teräslaaduilla.

**Eroosiokorroosiota** aiheuttaa vaikuttavan liuoksen liikkuminen. Virtaus aiheuttaa pinnan korroosiosuojauksen kulumista, esim. putkikäyrissä.

Ei tyypillinen korroosimuoto ruuviliitoksissa.

## 6. Galvaaninen korroosio

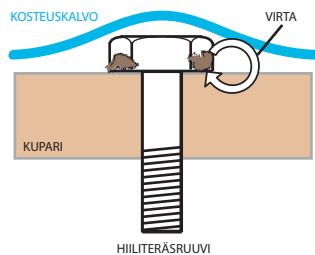
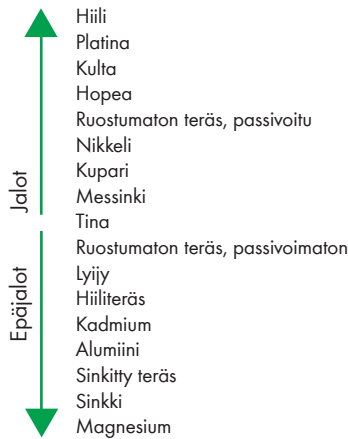
Galvaaninen korroosio, kutsutaan myös kontaktikorroosioksi, toimii kuin **sähköpari**: hiilisauva jalompana katodina ja sinkkikuori epäjalompana anodina. Hiilisauvan ja sinkkikuoren välillä on metallien jännitesarjan mukaisesti suuri potentiaaliero. Tällöin pariin vaikuttavan elektrolyytin (neste) johdosta syntyy sähkövirta ja epäjalompi anodi syöpyy. Näin tapahtuu myös ruuviliitoksessa, jossa esiintyy metallien välistä potentiaalieroa ja kosteus toimii elektrolyytinä.

Eri metallien välillä on potentiaalieroja. Kts oheinen metallien jännitesarja.

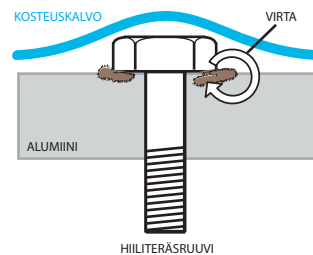
Myös samassa metallissa esiintyvän epäpuhtauden (esim. kuonahiukasten) ja perusmetallin välillä on potentiaaliero.

Mitä kauempana toisistaan jännitesarjassa yhdistettävät metallit ovat, sitä suurempi on potentiaaliero ja korroosioriski.

### Metallien kemiallinen jännitesarja



Ruuviliitoksessa, jossa hiiliteräsruuvi toimii katodina ja kupariaines anodina, johtaa epäjalomman syöpymiseen (ruuvi).



Ruuviliitoksessa, jossa hiiliteräsruuvi toimii katodina ja alumiinilevy anodina, johtaa epäjalomman alumiinin syöpymiseen.



Samassa metalliaineksessa oleva epäpuhtaus (katodi) johtaa teräksen (anodi) syöpymiseen.

Kosteus toimii elektrolyytinä.

### Galvaaninen korroosio aktivoituu, kun:

1. Ilman suhteellinen kosteus yli 60 prosenttia
2. Epäpuhdas ilma: runsaasti metallisia lika partikkeleita
3. Ruuviliitoksessa metalleja, joiden potentiaaliero on suuri.
4. Anodin ja katodin pinta-alojen suhde on väärä.

## Korroosion estäminen

- Saata galvaaninen pari toimintakyvyttömäksi:
  - suojaamalla rakenteet kosteudelta (poista elektrolyytti).
  - eristä eri metallit toisistaan, esim. pinnoitteella.
  - eristä metallit elektrolyytistä.
- Vältä yhdistämästä metalleja, joiden potentiaaliero on suuri.
- Järjestä ruuviliitoksen ja rakenteen tuuletus.
- Valitse ruuvit jalommasta aineesta kuin rakenne.
  - epäjalomman (rakenne) pinta-ala suuremmaksi kuin jalomman (kiinnike).
- Valitse riittävä pinnoitus.
- Järjestä lämpötila mahdollisimman alhaiseksi.
- Materiaalin valinta: vältä sähkösinkittyjä kiinnikkeitä, joiden korroosionkesto on heikko.

**Huomaa, että klooripitoisessa ympäristössä haponkestävä A4-luokka ei välttämättä ole riittävä (esim. uima-allasalueet). Kysy lisää kloorin kestävästä kiinnikkeistä Ferrometallin asiakaspalvelusta.**

## A4 / A2 Kemiallinen kestävyys

Kestävyysluokka	Arviointi	Painonmenetykset g/m <sup>2</sup> h
<b>A</b>	täysin kestävä	< 0,1
<b>B</b>	käytännössä kestävä	0,1 - 1,0
<b>C</b>	vähäisesti kestävä	1,0 - 10
<b>D</b>	ei-kestävä	> 10

Vaikuttava aine	Väkevyytys	Lämpötila	Kestävyysluokka	
			A2	A4
Ammoniikki	kaikki	20 kiehuvaa	A A	A A
Asetoni	kaikki	kaikki	A	A
Bensiini (kaikki laadut)	-	kaikki	A	A
Bentsooli	-	kaikki	A	A
Bentsoolihapo	kaikki	kaikki	A	A
Elohopea	-	< 50	A	A
Elohopeanitraatti	-	kaikki	A	A
Etikkahappo	10%	20 kiehuvaa	A A	A A
Etyylialkoholi	kaikki	20	A	A
Etyylieetteri	-	kaikki	A	A
Fenoli	puhdas	kiehuvaa	B	A
Fosforihappo	10%	kiehuvaa	A	A
	50%	20 kiehuvaa	A C	A B
	80%	20 kiehuvaa	B	A
		kiehuvaa	D	C
	väkevä	20 kiehuvaa	B D	A D
Glyseriini	väkevä	kaikki	A	A
Hedelmät	-	-	A	A
Hedelmämehu	-	kaikki	A	A
Hiilidioksidi	-	-	A	A
Kalkki	-	-	A	A
Kehiitin (valokuvaus)	-	20	A	A

Vaikuttava aine	Väkevyyt	Lämpötila	Kestävyytluokka	
			A2	A4
Kloori	kuiva kosteaa kaasua	20 kaikki	A D	A D
Kloroformi	kaikki	kaikki	A	A
Kupariasetaatti	-	kaikki	A	A
Kuparinitraatti	-	-	A	A
Kuparisulfaatti	-	-	A	A
Magnesiumsulfaatti	n. 26%	kaikki	A	A
Maitohappo	1,5%	kaikki 20 kiehuva	A A C	A A A
Merivesi	-	20	A	A
Metyylialkoholi	kaikki	kaikki	A	A
Muurahaishappo	10%	20 kiehuva	A B	A A
Natriumhydroksidi	20% 50>%	20 kiehuva 120	A B C	A B C
Natriumkarbonaatti	-	kaikki	A	A
Natriumnitraatti	-	kaikki	A	A
Olut	-	kaikki	A	A
Oksaalihappo	10 % 50 %	20 kiehuva kiehuva	B C D	A C C
Parkkihappo	kaikki	kaikki	A	A
Petroleumi	-	kaikki	A	A
Rasvahappo	-	150 180 200-235	A B C	A A A
Rikkidioksidi	-	100-500 900	C D	A C
Rikkihappo	2,5 % 5 % 10% 60 %	< 70 kiehuva 20 > 70 20 70 kaikki	B C B B C C D	A C A B B C D
Rikkiliuos	vesiliuos	20	A	A
Salisyylihappo	-	20	A	A
Sitruunahappo	< 10% 50%	kaikki 20 kiehuva	A A C	A A B
Sitruunamehu	-	20	A	A
Sokeriliuos	-	kaikki	A	A
Suolahappo	0,2% 2% < 10%	20 50 20 50 20	B C D D D	B B D D D
Syanidi	-	20	A	A
Teollisuilma	-	-	A	A
Terva	-	kuuma	A	A
Typpihappo	< 40% 50% 90%	kaikki 20 kiehuva 20 kiehuva	A A B A C	A A B A C
Veri	-	20	A	A
Viini	-	20 ja kuuma	A	A

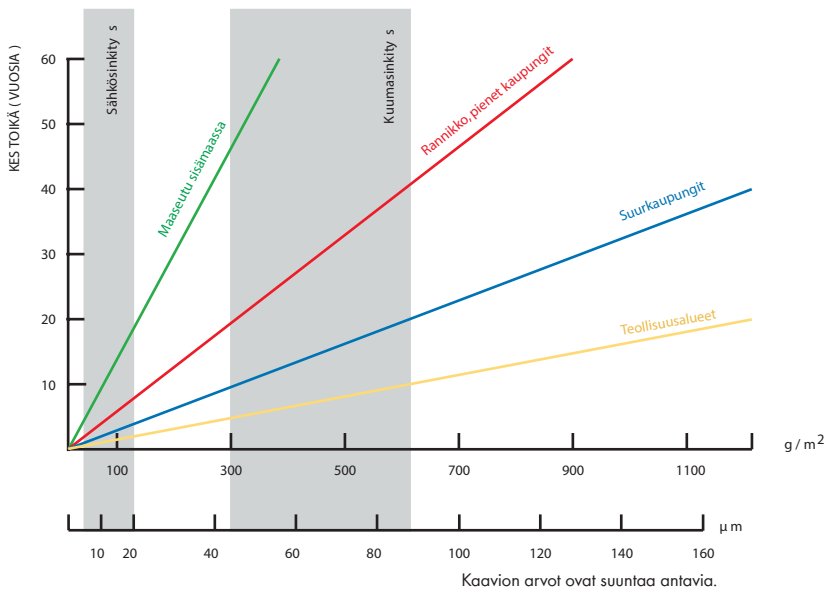
## A4 / A2 Kemiallinen kestävyys, jatkuu...

Vaikuttava aine	Väkevyyys	Lämpötila	Kestävyyssluokka	
			A2	A4
Viinihappo	< 10 %	20	A	A
	> 10 %	kiehuva	B	A
	< 50 %	20	A	A
	> 50 %	kiehuva	C	C
Öljy (mineraali)	-	kaikki	A	A

### Sinkkikerroksen paksuuden merkitys

Sähkösinkitys tuottaa huomattavasti kuumasinkitystä ohuemman suojaikerroksen. Sähkösinkitty ruuviutu soveltuu käytettäväksi kuivassa huoneilmassa. Ulkokäyttöön sähkösinkitty ruuvi ei sovellu.

Kuumasinkitty sinkkikerros on lähes tasapaksu kiinnikkeen pinnalla, toisin kuin sähkösinkityksessä.



### Vetyhauraus

Sekä kuuma- että sähkösinkitysprosessi saattaa alentaa kiinnikkeen lujuusominaisuuksia merkittävästi ja sattumanvaraisesti. Tällöin vetyä liukenee metalliin ja siinä esiintyy vetyhaurautta. Tämä ilmenee teräksen sisäisenä halkeamisena ja huokosten muodostumisena.

Vetyhaurausriskin vuoksi yli 8.8 lujuusluokan kiinnikkeitä ei suositella sähkösinkittävän. Lujat kiinnikkeet tulee lämpökäsitellä heti sähkösinkityksen jälkeen vedyn poistamiseksi.

Täydellistä vedyn poistumista ei silti voida lämpökäsittelyllä taata. Jos halutaan täysi varmuus, että vetyhaurautta ei esiinny, on valittava jokin muu pinnoitusmenetelmä tai käytettävä ruostumattomia tai haponkestäviä teräslaatuja.

Myös kuumasinkitystä edeltä peittausvaihe saattaa johtaa vedyn liukenemiseen teräkseen.

## Ympäristön rasitusluokat

Kiinnikkeen ja rakenteen taipumusta korroosioon ja kulumiseen voidaan jaotella soveltaen käyttöympäristön rasitusluokitusta.

Rasitusluokka ISO 12944-2	Rasitusluokka SFS 4596	Korroosiovaikutus	Esiintymisympäristö
	M0	Rasitteeton	
C1	M1	Hyvin lievä ilmastorasitus	Kuivat, lämmitetyt sisätilat
C2	M2	Lievä ilmastorasitus	Lämmitetyt sisätilat, kondenssivaara. Ulkona puhdas maaseutuilmasto.
C3	M3	Kohtalainen ilmastorasitus	Kaupunki-ilmasto, kosteat sisätilat
C4	M3	Kohtalainen ilmastorasitus	Teollisuus- ja rannikkoilmasto, kemian teollisuus, uimalaitokset
C5-1	M4	Voimakas ilmastorasitus	Syövyttävä teollisuusilmasto
C5-2	M4	Voimakas ilmastorasitus	Meri-ilmasto

## Muita yleisesti käytettyjä pinnoitteita

Pinnoite	Kuvaus	Lämmönkestävyys
Ruspert	Pinnoitus, joka sisältää suuret määrät sinkkiä ja alumiinia. Voidaan valmistaa monissa eri väreissä. Pinnoitteen paksuudesta riippuen, 500 tai 1000 tunnin kesto suolasumutestissä (DIN 50021).	-
Kuumasinkitys	Pinnoitettava tuote kastetaan sinkkikylpyyn, jonka lämpötila on 440...470 °C. Syntyvän pinnoitteen paksuus vähintään 40µm. Ulkonäkö jää himmeäksi ja karkeaksi, mutta korroosiosuoja on erittäin hyvä. Menetelmä on mahdollinen yli M8 kierteille. Kierteen toimivuus varmistetaan alikiertyttämällä tuote ennen pinnoitusta.	250 °C
Fosfatoiini	Antaa vain kevyen korroosiosuojan. Hyvä tartuntapohja esimerkiksi maalille. Ulkonäköitään harmaasta mustanharmaaseen. Öljyäminen lisää korroosiokestävyyttä.	70 °C
Dacromet	Pinnoitteessa on suuri pitoisuus sinkkiä, joka antaa sille hopeanharmaan ulkonäön. Erinomainen pinnoite yli M4 kiinnikkeille joiden vetomurtolujuus $R_m > 1000 \text{ N/mm}^2$ (lujuus $\geq 10.9$ , kovuus $\geq 300 \text{ HV}$ ). Tällä pinnoitusmenetelmällä vetyhauraus voidaan prosessikeinoin välttää.	300 °C
Mekaaninen sinkitys	Kemiallis-mekaaninen pinnoitusmenetelmä. Peitattut osat laitetaan yhdessä rakeiden ja sinkkijauheen kanssa pinnoitusrumpuun, jossa sinkki kylmähitsautuu osien pinnoille. Tätä menetelmää käyttämällä vetyhaurautta ei synny.	-

## Delta-mikropinnoite

**Delta-Tone** pinnoite on epäorgaaninen joka perustuu sinkki- ja alumiinihiutaleiden muodostamaan yhtenäiseen mikrorakenteeseen. Delta-Tone on sähköä johtava ja muodostaa katodisen korroosiosuojan.

**Delta-Seal** on orgaaninen päällyspinnoite, jota voidaan käyttää myös yhdessä Delta-Tonen kanssa, jolloin suojauskyky edelleen moninkertaistuu. Delta-Seal pinnoite on kova ja hyvin pienikittainen. Pinnoite on elintarvikkeluonnetta ja ympäristöystävällinen, ei sisällä mm 3- tai 6-arvoisia kromeja, lyijyä, kadmiumia tai muita raskasmetalleja.

**Pinnoitusmenetelmät:** linoaminen, kastaminen, ruiskutus. Pinnoitus voidaan tehdä yhtenä tai useampana kerroksena, jolloin lopullinen kerroksen paksuus on tyypillisesti 4-20 my. Pinnoitusta seuraa lämpökäsittely, noin 20 minuuttia 200 °C.

**Lämmönkestävyys** +250 °C.

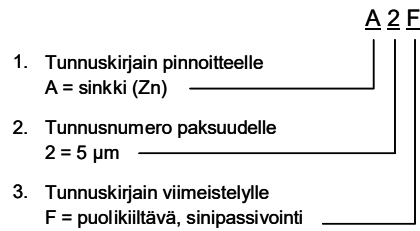
Erinomainen **korroosionkestävyys:** DIN 50021 suolasumukekeassa korroosionkestävyys min 800 tunia ja DIN 50018 Kesternich koneessa min. 10 kierrosta.

## Ferrometal Oy toimittaa ruuvituotteet myös Delta-pinnoitettuna.

	Delta-Tone	Delta-Seal	Delta-Tone+ Delta-Seal	Sähkösinkki+ kromatoiini	Kuumasinkitty
Katodisesti suojaava	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Sähköisesti suojaava	Johtava	Eristävä	Eristävä	Johtava	Johtava
Vetyhaurausriski	Ei	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä
Kromia (6-arvoista)	Ei	Ei	Ei	Kyllä <sup>1)</sup>	Kyllä
Kitkakerroin 0,08-0,14	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei	Ei
Kestää useita asennuskertoja	Kyllä/Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä/Ei	Kyllä
Kestää happoja ja emäksiä	Ei	Kyllä	Kyllä	Ei	Ei
Musta	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei
Hopea	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Keltainen	Ei	Ei	Ei	Kyllä	Ei
Muut värit	Ei	Kyllä	Kyllä	Ei	Ei

## Pinnoituksen merkintätavat

Tekniset toimitusehdot ISO 4042 määrittelevät standardi- ja ei-standardiosien sähköpinnoitteille seuraavat merkinnät:



1. Pinnoitusmateriaali	
A	= Sinkki (Zn)
B	= Kadmium (Cd)
C	= Kupari (Cu)
D	= Messinki (CuZn)
E	= Nikkeli (Ni)
F	= Nikkeli-kromi (NiCr)
G	= Kupari-nikkeli (CuNi)
H	= Kupari-nikkeli-kromi (CuNiCr)
J	= Tina (Sn)

2. Pinnoituksen paksuus	
1	= 3 µm
2	= 5 µm
3	= 8 µm
9	= 10 µm
4	= 12 µm
5	= 15 µm
6	= 20 µm
7	= 25 µm
8	= 30 µm

3. Viimeistely (passivointi/kromointi)		
A	matta	väritön
B		sininen
C		keltainen
D		oliivi
E	puolikiiltävä	väritön
F		sininen
G		keltainen
H		oliivi
J	kiiltävä	väritön
K		sininen
L		keltainen
M		oliivi
R	matta	musta
S	puolikiiltävä	
T	kiiltävä	

## Kuumasinkkipinnoitteet

Kuumasinkittävien (ISO 10684) ruuvien ja muttereiden kiertet tehdään erikoismitaisina.

Koska kuumasinkityksen kerrospaksuus on aina yli 40 µm, sinkkikerrokselle pitää jättää tilaa, jotta ruuvi/mutteri käy normaaliin kauppalaatuiseen sovitteeseen (6g/6H).

Käytännössä tämä voidaan tehdä kahdella eri menetelmällä:

1) Ruuvit alikierteitetään toleranssiluokkaan 6az ennen kuumasinkitystä. Pinnoituksen jälkeen ne sopivat 6H -toleranssiluokan muttereihin (normaali kauppalaatu) ja ovat vaihtokelpoisia 6g -toleranssiluokan sähkösinkittyjen ja pinnoittamattomien ruuvien kanssa.

2) Normaalin 6g -toleranssiluokan ruuvit kuumasinkittään, jolloin niistä tulee ylikokoisia. Tällöin ne eivät sovi normaaleihin 6H -muttereihin, vaan muttereihin täytyy tehdä ylikokokerie 6AZ tai 6AX kuumasinkityksen jälkeen. Mutterit ja muut sisäkierteiset on aina kierteitettävä vasta kuumasinkityksen jälkeen.

Ferrometalissa myytävät kuumasinkityt ruuvit tehdään menetelmän 1) mukaisesti (nk. ISO-fitting).

### HUOM!

M8 ja M10 alikokoon kiertetyt ruuvien ja ylikokoon kiertetyt muttereiden lujuudet ovat alemmat verrattuna pinnoittamattomien vastaavan lujuusluokan arvoihin (ISO 898-1 ja ISO 898-2). M8 ja M10 lujuusarvot ovat ISO 10684 liitteessä A.

M12 ja suurempien ruuvien ja muttereiden on täytettävä ISO 898-1 ja ISO 898-2.

**Ferrometalissa käytetyt lyhenteet yleisimmille pinnoitteille:**

pinnoittamaton	ST
sinkitty	ZN
keltapassivoitu	ZNC
kuumasinkitty	HOT
fosfatoiini	FOS

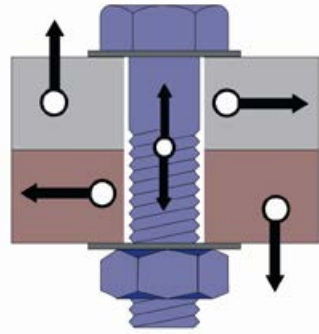
**Kierretankojen merkitsemiseen käytetyt värikoodit DIN 975/ 976 mukaan:**

Materiaali	Väri	RAL-koodi
Lujuusluokka 4.8	ei väriä	-
Lujuusluokka 5.6	ruskea	RAL 8015
Lujuusluokka 5.8	sininen	RAL 5010
Lujuusluokka 8.8	keltainen	RAL 1023
Lujuusluokka 10.9	valkoinen	RAL 1013
Lujuusluokka 12.9	musta	RAL 9017
RST A2-70	vihreä	RAL 6024
HST A4-70	punainen	RAL 3000

## 7. Ruuviliitokset

Koneenrakennuksessa ruuviliitos on yleisin irrotettavissa oleva liitos, koska se on helppo asentaa ja purkaa, se on oikein käytettynä luotettava ja sitä voidaan käyttää monissa olosuhteissa. Lisäksi standardikiinnikkeet ovat halpoja liitoselimä.

Ruuviliitoksen haitoista voidaan mainita mm. liitoksen luotettavuus, joka riippuu paljolti vaikeasti hallittavasta kiristysmomentista. Lisäksi ruuveissa on epäjatkuvuuskohtia, joissa jännityshuiput ovat suuret. Useimmissa ruuviliitoksissa kuormittavat voimat ovat ruuvin akselin suuntainen voima sekä tätä vastaan kohtisuora leikkausvoima.



Ohutlevy- ja soviteruuveissa leikkausvoima voi vaikuttaa suoraan ruuviin, jolloin aiheutuu leikkauksenjännitystä. Vaativat ruuviliitokset suunnitellaan yleensä siten, että ruuvin aksiaalivoiman aiheuttama kitkavoima siirtää leikkausvoiman kappaleesta toiseen. Tällöin mutterin kiristysvääntömomentista mahdollisesti jäänyt vääntöleikkauksenjännitys on ainoa leikkauksenjännitys, mitä ruuvin varressa esiintyy.

Tästä seuraa, että ruuviliitoksen kestävyuden kannalta ruuvin vetomurtolujuus on ruuvin tärkein ominaisuus. Ruuvia kuormitettaessa staattisesti se voi murtua seuraavilla tavoilla:

- Ruuvi murtuu, kun vetojännitys ylittää sen murtolujuuden
- Ruuvin kierre leikkautuu ruuvista irti
- Mutterin kierre leikkautuu mutterista irti

Jos sekä ruuvin että mutterin kierreteet ovat riittävän lujia siirtämään aksiaalivoiman ruuvista mutteriin, ruuvin täytyy pettää. Se katkeaa joko kierreestä tai varresta edellyttäen, että kanta ei irtoa.

Kierteen valmistusmenetelmällä on suuri vaikutus ruuvin väsymislujuuteen. Valmistusmenetelmiä on käytännössä kaksi: kierreiden lastuaminen (leikkaaminen) tai muovaus (valssaus). Standardiruuvit valmistetaan lähes yksinomaan muovaamalla ja erityisesti suuret sarjat tai lujat ruuvit kylmävalssaamalla. Erittäin suuret halkaisijat ja pienet valmistussarjat on mahdollista tehdä kuumavalssaamalla.

Kylmävalssatuilla kierreillä olevien ruuvien väsymislujuus on nuorrotettuja ruuveja selvästi parempi. Väsymislajuuden lisäys johtuu mm. kierteen pinnan silittymisestä, kierteen pohjan muokkauslujuutumisesta sekä plastisen muokkauksen aiheuttamasta puristusjännityksestä kierteen pinnassa.

Luotettavan ruuviliitoksen aikaansaamiseksi ratkaiseva merkitys on oikealla esikiristyksellä. Sen on oltava riittävä, mutta ei liian suuri. Mitä tarkemmin esikiristys voidaan suorittaa, sitä kevyemmäksi ja edullisemmäksi liitos voidaan suunnitella, mutta toisaalta esikiristysmenetelmät ovat yhä kalliimpia tarkkuuden kasvaessa.

Riittämättömästä esikiristyksestä seuraa:

- liitospintojen irtoaminen aksiaalikuormituksessa
- ruuvin jännitysamplitudi kasvaa
- ruuvi väsyä
- mutteri löystyy tärinässä
- liitos liukuu leikkauskuormien vaikutuksesta

Liian suuri esikiristys aiheuttaa:

- ruuvi ylikuormittuu staattisesti ulkoisen kuormituksen aikana
- ulkoisen vetokuormituksen alla ruuvi löystyy plastisten venymien vaikutuksesta
- ruuvi murtuu jo esikiristyksessä

Ruuviliitoksen on säilytettävä riittävä kireys koko suunnitellun elinikensä ajan.

Seuraavat syyt voivat johtaa liitoksen kireyden menettämiseen:

- ruuvi katkeaa
- kierre leikkautuu
- mutteri kiertyy auki
- liitoksen osat asettuvat

### Kiristysmomentti ja esikiristysvoima

Kitkakertoimen  $\mu$  tarkka tuntemus on ehdottoman tärkeää kiristysmomentin määrittelylle. Kiristysmomentti voi vaihdella huomattavasti riippuen pintojen ja voiteluaineen ominaisuuksista, kiristysmenetelmästä sekä niiden poikkeamista. **Siksi on suositeltavaa tehdä käytännön testejä oikean kiristysmomentin määrittämiseksi. Seuraavien taulukoiden arvot ovat vain suuntaa-antavia kuusioruuveille DIN 931-DIN933 sekä kuusiokoloruuveille DIN 912.**

**Hiiliteräsuuvit**

M-kierre norm. nousu	Kitkakerroin $\mu$	Suurin esikivistysvoima (kN)				Suurimmat sallitut kivistysmomentit (Nm) (90% käyttöaste 0,2%-venymärajasta)			
		5,6	8,8	10,9	12,9	5,6	8,8	10,9	12,9
M4	0,10	2,10	4,5	6,7	7,8	1,21	2,6	3,9	4,5
	0,12	2,04	4,4	6,5	7,6	1,37	3,0	4,6	5,1
	0,14	1,98	4,3	6,3	7,4	1,51	3,3	4,8	5,6
M5	0,10	3,43	7,4	10,8	12,7	2,4	5,2	7,6	8,9
	0,12	3,33	7,2	10,6	12,4	2,7	5,9	8,6	10,0
	0,14	3,23	7,0	10,3	12,0	3,0	6,5	9,5	11,2
M6	0,10	4,84	10,4	15,3	17,9	4,1	9,0	13,2	15,4
	0,12	4,71	10,2	14,9	17,5	4,7	10,1	14,9	17,4
	0,14	4,57	9,9	14,5	17,0	5,2	11,3	16,5	19,3
M8	0,10	8,8	19,1	28,0	32,8	10,0	21,6	31,8	37,2
	0,12	8,6	18,6	27,3	32,0	11,3	24,6	36,1	42,2
	0,14	8,3	18,1	26,6	31,1	12,6	27,3	40,1	46,9
M10	0,10	14,1	30,3	44,5	52,1	20	43	63	73
	0,12	13,7	29,6	43,4	50,8	23	48	71	83
	0,14	13,3	28,8	42,2	49,4	25	54	79	93
M12	0,10	20,5	44,1	64,8	75,9	34	73	108	126
	0,12	20	43,0	63,2	74,0	39	84	123	144
	0,14	19,4	41,9	61,5	72,0	43	93	137	160
M14	0,10	28,2	60,6	88,9	104,1	55	117	172	201
	0,12	27,4	59,1	86,7	101,5	62	133	195	229
	0,14	26,7	57,5	84,4	98,9	69	148	218	255
M16	0,10	38,6	82,9	121,7	142,4	84	180	264	309
	0,12	37,6	80,9	118,8	139,0	96	206	302	354
	0,14	36,6	78,8	115,7	135,4	107	230	338	395
M18	0,10	47,1	104	149	174	117	259	369	432
	0,12	45,8	102	145	170	133	295	421	492
	0,14	44,6	99	141	165	148	329	469	549
M20	0,10	60,3	134	190	223	164	363	517	605
	0,12	58,8	130	186	217	187	415	592	692
	0,14	57,2	127	181	212	209	464	661	773
M22	0,10	75,2	166	237	277	220	495	704	824
	0,12	73,4	162	231	271	252	567	807	945
	0,14	71,4	158	225	264	282	634	904	1057
M24	0,10	86,9	192	274	320	282	625	890	1041
	0,12	84,7	188	267	313	322	714	1017	1190
	0,14	82,4	183	260	305	359	798	1136	1329
M27	0,10	114	252	359	420	414	915	1304	1526
	0,12	111,2	246	351	410	474	1050	1496	1750
	0,14	108,3	240	342	400	530	1176	1674	1959
M30	0,10	138,7	307	437	511	563	1246	1775	2077
	0,12	135,3	300	427	499	644	1420	2033	2380
	0,14	131,7	292	416	487	719	1597	2274	2662
M33	0,10	172,5	381	543	635	760	1679	2392	2799
	0,12	168,4	373	531	621	871	1928	2747	3214
	0,14	164	363	517	605	975	2161	3078	3601
M36	0,10	202,7	448	638	747	979	2164	3082	3607
	0,12	197,8	438	623	729	1121	2482	3535	4136
	0,14	192,6	427	608	711	1253	2778	3957	4631
M39	0,10	243,1	537	765	895	1264	2791	3975	4652
	0,12	237,4	525	748	875	1450	3208	4569	5346
	0,14	231,3	512	729	853	1624	3597	5123	5994

**Austeniittiset (ruostumattomat) ruuvit**

M-kierre norm. nousu	Kitkakerroin $\mu$	Suurin esikiristysvoima (kN)		Suurimmat sallitut kiristysmomentit (Nm) (90% käyttöaste 0,2%-venymärajasta)	
		A2-70 A4-70	A4-80	A2-70 A4-70	A4-80
<b>M4</b>	<b>0,10</b>	2,97	3,96	1,7	2,3
	<b>0,20</b>	2,40	3,20	2,6	3,5
	<b>0,30</b>	1,94	2,59	3,0	4,1
<b>M5</b>	<b>0,10</b>	4,85	6,47	3,4	4,6
	<b>0,20</b>	3,93	5,24	5,1	6,9
	<b>0,30</b>	3,19	4,25	6,1	8,0
<b>M6</b>	<b>0,10</b>	6,85	9,13	5,9	8,0
	<b>0,20</b>	5,54	7,39	8,8	11,8
	<b>0,30</b>	4,49	5,98	10,4	13,9
<b>M8</b>	<b>0,10</b>	12,60	16,70	14,5	19,3
	<b>0,20</b>	10,20	13,60	21,4	28,7
	<b>0,30</b>	8,85	11,00	25,5	33,9
<b>M10</b>	<b>0,10</b>	20	26,6	30	39,4
	<b>0,20</b>	16,2	21,7	44	58
	<b>0,30</b>	13,1	17,5	51	69
<b>M12</b>	<b>0,10</b>	29,1	38,8	50	67
	<b>0,20</b>	23,7	31,6	74	100
	<b>0,30</b>	19,2	25,6	88	117
<b>M14</b>	<b>0,10</b>	40	53,3	79	106
	<b>0,20</b>	32,6	43,4	119	159
	<b>0,30</b>	26,4	35,2	141	188
<b>M16</b>	<b>0,10</b>	55	73,3	121	161
	<b>0,20</b>	44,9	59,8	183	245
	<b>0,30</b>	36,4	48,6	218	291
<b>M18</b>	<b>0,10</b>	69	92	174	232
	<b>0,20</b>	56,2	74,9	260	346
	<b>0,30</b>	45,5	60,7	308	411
<b>M20</b>	<b>0,10</b>	88,6	118,1	224	325
	<b>0,20</b>	72,4	96,5	370	494
	<b>0,30</b>	58,7	78,3	439	586
<b>M22</b>	<b>0,10</b>	107	143	318	424
	<b>0,20</b>	88	118	488	650
	<b>0,30</b>	72	96	582	776
<b>M24</b>	<b>0,10</b>	142	165	400	534
	<b>0,20</b>	101	135	608	810
	<b>0,30</b>	83	110	724	966

**Suuntaa-antavia kitkakertoimen arvoja eri materiaaleille / pinnoitteille sekä voiteluaineille:**

Kitkakerroin	Tyypillinen esimerkki	
	Materiaali tai pinnoite	Voiteluaine
0,04...0,10	Metallinen, kiillotettu Fosfatoitu Galvaaniset pinnoitteet: Zn, Zn/Fe, Zn/Ni Sinkkilaminaattipinnoitteet	Kiinteät voiteluaineet, kuten: MoS <sub>2</sub> , grafiitti, PTFE, PA, PE, PI lakkana tai tahnana Vahakiilloitteet
0,08...0,16	Metallinen, kiillotettu Fosfatoitu Galvaaniset pinnoitteet: Zn, Zn/Fe, Zn/Ni Sinkkilaminaattipinnoitteet Alumiini- ja mangaaniseokset	Kiinteät voiteluaineet, kuten: MoS <sub>2</sub> , grafiitti, PTFE, PA, PE, PI lakkana tai tahnana Vahakiilloitteet Rasvat ja öljyt Toimituskunnossa
	Kuumasinkitty	MoS <sub>2</sub> , grafiitti Vahakiilloitteet
	Orgaaniset pinnoitteet	Pinnoitteen oma voiteluaine Vahakiilloitteet
	Austeniittinen teräs	Kiinteät voiteluaineet tai vahat Tahnat
0,14...0,24	Austeniittinen teräs	Vahakiilloitteet Tahnat
	Metallinen, kiillotettu Fosfatoitu	Toimituskunnossa (kevyt öljy)
	Galvaaniset pinnoitteet: Zn, Zn/Fe, Zn/Ni Sinkkilaminaattipinnoitteet	Ei mitään
0,20...0,35	Austeniittinen teräs	Öljy
	Galvaaniset pinnoitteet: Zn, Zn/Fe Kuumasinkitty	Ei mitään
≥ 0,30	Galvaaniset pinnoitteet: Zn/Fe, Zn/Ni Austeniittinen teräs Alumiini- ja mangaaniseokset	Ei mitään

**Ruuviliitoksen mitoittamisessa huomioidaan kiristysmenetelmien aiheuttama hajonta kiristyskertoimella  $a_A$ .  
Ruuvi joudutaan mitoittamaan sitä suuremmaksi, mitä suurempi kerroin on.**

Kiristyskerroin $a_A$	Hajonta	Kiristysmenetelmä
1	± 5% ... 12%	Myöörajan tai kiertokulman mukaan ohjattu moottori- tai käsikiristys
1,2...1,6	± 9% ... 23%	Hydraulinen kiristys
1,4...1,8	± 17% ... 28%	Vääntömomentin mukaan ohjattu tai momentinmittauksella varustetulla tarkkuusväätölaitteella kiristys
1,7...2,5	± 26% ... 43%	Vääntömomentin ohjaama kiristys väätölaitteella
2,5...4,0	± 43% ... 60%	Impulssiohjattu kiristys iskuväätölaitteella

### Esimerkki:

Etsitään taulukosta kuusioruuvien DIN 931 8.8 ZN M16X80 suurin sallittu kiristysmomentti ja siitä syntyvä esikiristysvoima, kun ruuvi asennetaan ilman voiteluainetta ja kiristetään momenttimittauksella varustetulla vääntölaitteella.

- 1) Ruuvi on sähkösinkitty, ja se asennetaan ilman voiteluainetta.  
⇒ **Kitkakerroin on 0,14...0,24. Valitaan varmuudeksi alin arvo 0,14.**
- 2) Hiiliteräsröuvien taulukosta etsitään kohdasta M16 / 0,14 / 8.8  
⇒ **Suurin sallittu kiristysmomentti on 230 Nm.**
- 3) Samasta taulukosta etsitään suurin esikiristysvoima.  
⇒ **230 Nm:n kiristysmomentista syntyvä suurin esikiristysvoima on 78,8 kN.**
- 4) Kiristysmenetelmästä johtuen esikiristysvoimaa korjataan kiristyskertoimella  $a_A$ .  
⇒ **Pienin odotettavissa oleva esikiristysvoima on 78,8 kN/ 1,6 = 49,25 kN.**

### Teräsrakennekiinnikkeet (HV-kiinnikkeet)

#### Siirtyminen EN –tuotestandardeihin teräsrakenneruuveissa

##### Standardivastaavuudet

DIN 6914	EN 14399-4
DIN 6915	EN 14399-4
DIN 6916	EN 14399-6

Aluslaatat DIN 6917 ja DIN 6918 pysyvät muuttumattomina kuten ne on määritelty DIN –standardeissa.

Liitoksissa, joihin on määritelty DIN –standardoidut tuotteet, voidaan käyttää EN –standardien mukaisia tuotteita, koska ne ovat teknisesti yhtäläisiä tai parempia. Tilanne ei ole sama päinvastoin.

### Tilastiedot

#### DIN

Kuusioruuvi DIN 6914 10.9 HOT M20X80  
Kuusiomutteri DIN 6915 10 HOT M20  
Aluslaatta DIN 6916 HOT M20 (21.0)

#### EN

Kuusioruuvi / mutteri –kokoontulo EN 14399-4 HV 10.9/10 HOT M16X70  
Aluslaatta EN 14399-6 HOT M20 (21.0)

### Muutoksen aikataulu

Syyskuuhun 2007 saakka, Saksan kansalliset standardit DIN 6914, DIN 6915 ja DIN 6916 olivat olemassa rinnan Eurooppalaisten standardien kanssa. Tämän jälkeen tuotteita on valmistettu vain EN –standardin mukaisesti CE-merkinnällä varustettuna. Varastossa olevia DIN 6914 / 6915 / 6916 mukaisia HV-settejä saa toimittaa ja käyttää ilman mitään aikarajaa.

### Ominaisuudet

HV (Hoch Vorgespannt) on käytetty termi korkean lujuuden omaaville teräsrakennekiinnikkeille. Näille ruuveille, muttereille ja laatoille asetetaan korkeat laatuvaatimukset, jotta ne muodostavat turvallisen ja testatun liitoksen. HV-kiinnikkeitä voidaan käyttää pääasiassa vain staattisiin liitoksiin, kuten halli-, silta- ja runkorakenteisiin.

HV-kiinnikkeiden pintakäsittely on yleensä kuumasinkitys. Pinnoitepaksuus on jopa 50...70 µm, mikä antaa riittävän korroosiosuojan jopa aggressiivisimmissä olosuhteissa. Mutterit ovat esivoideltuja (MoS2), joten tarkat kitka-arvot tunnettujen pinnoiteominaisuuksien kanssa mahdollistavat tarkkojen kiristysmomenttien määrittämisen. Kiinnikkeitä on myös saatavana pinnoittamattomana.

Kuusioruuvi/-mutteri kokoonpano EN 14399-4 ja aluslaatta EN 14399-6 muodostavat HV-setin, joka tulisi tilata aina yhdeltä ja samalta valmistajalta. Ferrometal Oy varas-  
toi laajaa, yhteistyökumppanimme Peiner Umformtechnik GmbH:n, valmistamaa HV-setti valikoimaa.

Määritellyt esikristisyvoimat ja vääntömomentit lujuusluokan 10.9 HV-liitoksille ja neljälle eri kiritysmenetelmälle:

1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>Kierteen halkaisija</b>	Vaadittu esikristisyvoima $F_V$ ruuvissa	Momentinmittaus -metodi		Paineilmakäyttöinen iskuväännin	Mutterin kierto -metodi	Yhdistetty metodi		
		Kiritysmomentti $M_A$ , jolla vaadittava esikristisyvoima $F_V$ saavutetaan		Esikristisyvoima vääntimelle $F_{V5}^{2)}$ jolla saavutetaan vaadittu esikristisyvoima $F_V$	Esikristysmomentti $M_{VA6}^{2)}$	Esikristysmomentti $M_{VA78}$		
		Pintakäsittely ja voitelu						
		Kuumasinkitty ja voideltu <sup>1)</sup>	Toimituskunnossa ja kevesti öljytty	Kuten sarakkeessa 3 tai 4 <sup>2)</sup>		Kuten sarakkeessa 3 tai 4 <sup>2)</sup>	Kuumasinkitty ja voideltu <sup>1)</sup>	Toimituskunnossa ja kevesti öljytty
	Kn	Nm		kN	Nm	Nm		
<b>M12</b>	50	100	120	60	10	75	90	
<b>M16</b>	100	250	350	110	50	190	260	
<b>M20</b>	160	450	600	175	50	340	450	
<b>M22</b>	190	650	900	210	100	490	680	
<b>M24</b>	220	800	1100	240	100	600	825	
<b>M27</b>	290	1250	1650	320	200	940	1240	
<b>M30</b>	350	1650	2200	390	200	1240	1650	
<b>M36</b>	510	2800	3800	560	200	2100	2850	

<sup>1)</sup> Mutterit voideltu MoS<sub>2</sub> tai vastaavalla

<sup>2)</sup> Riippumaton kierteen tai ruuvin/mutterin pintojen voitelusta

Liitosta asennettaessa, laita aluslaatta aina jokaisen ruuvin ja mutterin alle. Varmista, että laatan viistetty sivu osoittaa liitettävistä kappaleista pois päin. Kierrä mutteri kierteelle käsin ennen kiritämistä oikeaan momenttiin.

#### Momentinmittaus -metodi

Jotta yllä olevan taulukon sarakkeen 2 mukainen liitoksen esikristisyvoima  $F_V$  saavutetaan, täytyy siihen kohdistaa sarakkeiden 3 & 4 mukainen kiritysmomentti  $M_A$  (riippuvainen pintakäsittelystä sekä voitelusta) momenttia mittaavalla työkalulla. Tämä metodi sallii kirituksen askeleittain, jos liitoksessa on useampi ruuvi. Lisäksi toinen kirityskertaa voidaan tehdä muutaman päivän pasta, jolloin voidaan tarkistaa, että vaadittu esijännitys on saavutettu. Kiritys paineilmakäyttöisellä iskuvääntimellä. Tässä kiritysmenetössä mutteri kiritetään paineilmakäyttöisellä iskuvääntimellä. Väännin asetetaan sarakkeen 5 mukaan esikristisyvoimaan  $F_{V5}$ , joka on n. 10% korkeampi kuin momentinmittausmetodia käytettäessä.

#### Mutterin kierto -metodi

Seuraavat ehdot tulee täyttyä ja tarkistaa ennen tämän kiritysmetodin käyttöä: kaikkien osien tulee olla tasaisessa ja hyvässä kontaktissa toistensa kanssa. Kiritys tehdään kahdessa vaiheessa: ensin kiritetään esikristysmomentti  $M_{VA6}$  sarakkeen 6 mukaan käyttäen jotain edellä mainittua menetä. Seuraavaksi mutteria kierretään lisää siten, että vaadittava ylimääräinen kierto pystytään määrittelemään asianmukaisella testauksella. Yksi vaihtoehto on esimerkiksi mitata ruuvin venymää.

#### Yhdistetty metodi

Ensin lisätään esikristysmomentti  $M_{VA78}$  sarakkeen 7 tai 8 mukaan pintakäsittelystä tai voitelusta riippuen. Tämän jälkeen mutteria kierretään lisää alla olevan taulukon mukaisesti.

#### Vaadittava ylimääräinen mutterin kierto yhdistetyssä kirityksessä.

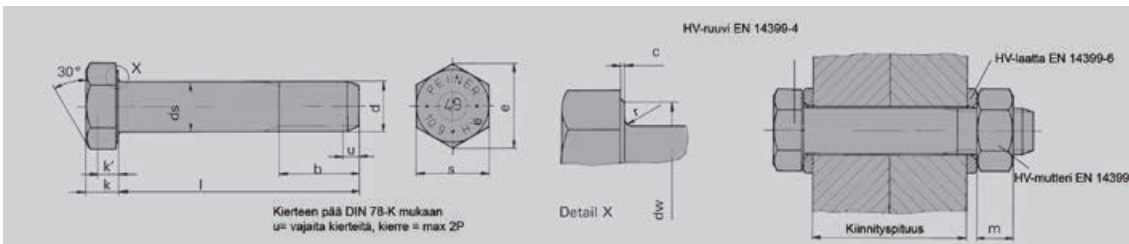
1	2	3
HV-setin kiinnityspituus $L_K$ <sup>1)</sup>	Lisäkierto $\delta$ asteina	Kierron $V$ määrä
$L_K < 2d$	45°	1/8 kierrosta
$2d \leq L_K < 6d$	60°	1/6 kierrosta
$6d \leq L_K < 10d$	90°	1/4 kierrosta
$10d < L_K$	Ei suositusta	Ei suositusta

<sup>1)</sup>  $L_K = l_K + 2h$   
 $l_K$  = kiinnityspituus EN 14399-4 mukaan  
 $h$  = aluslaatan paksuus EN 14399-6 mukaan

**Esikiristysvoiman tarkastus**

1	2	3
Lisäkierron astemäärä	Päätelmä	Jatkotoimenpiteet
< 30°	Esikiristysvoima oli riittävä	Ei mitään
30°...60°	Esikiristysvoima oli juuri riittävä	Tarkasta kaksi muuta ruuvia samasta liitoksesta
> 60°	Esikiristysvoima oli riittämätön	Vaihda tarkastetut ruuvit uusiin <sup>1)</sup> ja tarkasta kaksi muuta ruuvia samasta liitoksesta

<sup>1)</sup>Staattisesti kuormitetussa liitoksessa ilman aksiaalisia voimia, tarkastetut ruuvit voivat jäädä liitokseen.

**HV-kiinnikkeiden mitoitus**


	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
d <sub>s</sub>	12	16	20	22	24	27	30	36
b <sub>1</sub>	21	26	31	32	34	37	40	48
b <sub>2</sub>	23	28	33	34	37	39	42	50
c	0,6-0,2	0,6-0,2	0,8-0,4	0,8-0,4	0,8-0,4	0,8-0,4	0,8-0,4	0,8-0,4
d <sub>w</sub> (min)	20	25	30	34	39	43,5	47,5	57
e (min)	23,91	29,56	35,03	39,55	45,20	50,85	55,37	66,44
k	8	10	13	14	15	17	19	23
k' (min)	5,28	6,47	8,47	9,17	9,87	11,27	12,56	15,36
m	10	13	16	18	20	22	24	29
r (min)	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	2	2	2
s	22	27	32	36	41	46	50	60

kierritus b<sub>1</sub> pituuksille punaisen viivan yläpuolella, b<sub>2</sub> viivan alapuolisille pituuksille

Nimellis- pituus	Kiinnityspituus							
	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
30	6 - 10							
35	11 - 15	5 - 9						
40	16 - 20	10 - 14	5 - 9					
45	21 - 23	15 - 19	10 - 14					
50	24 - 28	20 - 24	15 - 19	14 - 18	12 - 16			
55	29 - 33	25 - 29	20 - 24	19 - 23	17 - 21			
60	34 - 38	30 - 34	25 - 29	24 - 28	22 - 26	18 - 22		
65	39 - 43	35 - 39	30 - 34	29 - 33	27 - 31	23 - 27		
70	44 - 48	40 - 44	35 - 39	34 - 38	32 - 36	28 - 32	24 - 28	
75	49 - 53	45 - 47	40 - 44	39 - 43	37 - 41	33 - 37	29 - 33	
80	54 - 58	48 - 52	45 - 49	44 - 48	42 - 46	38 - 42	34 - 38	
85	59 - 63	53 - 57	50 - 54	49 - 53	47 - 51	43 - 47	39 - 43	31 - 35
90	64 - 68	58 - 62	55 - 57	54 - 56	52 - 53	48 - 52	44 - 48	36 - 40
95	69 - 73	63 - 67	58 - 62	57 - 61	54 - 58	53 - 57	49 - 53	41 - 45
100	74 - 78	68 - 72	63 - 67	62 - 66	59 - 63	58 - 60	54 - 56	46 - 48
105		73 - 77	68 - 72	67 - 71	64 - 68	61 - 65	57 - 61	49 - 53
110	84 - 88	78 - 82	73 - 77	72 - 76	69 - 73	66 - 70	62 - 66	54 - 58
115		83 - 87	78 - 82	77 - 81	74 - 78	71 - 75	67 - 71	59 - 63
120	94 - 98	88 - 92	83 - 87	82 - 86	79 - 83	76 - 80	72 - 76	64 - 68
125		93 - 97	88 - 92	87 - 91	84 - 88	81 - 85	77 - 81	69 - 73
130		98 - 102	93 - 97	92 - 96	89 - 93	86 - 90	82 - 86	74 - 78
135			98 - 102	97 - 101	94 - 98	91 - 95	87 - 91	79 - 83
140		108 - 112	103 - 107	102 - 106	99 - 103	96 - 100	92 - 96	84 - 88
145			108 - 112	107 - 111	104 - 108	101 - 105	97 - 101	89 - 93
150		118 - 122	113 - 117	112 - 116	109 - 113	106 - 110	102 - 106	94 - 98
155			118 - 122	117 - 121	114 - 118	111 - 115	107 - 111	99 - 103
160		128 - 132	123 - 127	122 - 127	119 - 123	116 - 120	112 - 116	104 - 108
165			128 - 132	128 - 131	124 - 128	121 - 125	117 - 121	109 - 113
170		138 - 142	133 - 137	132 - 136	129 - 133	126 - 130	122 - 126	114 - 118
175			138 - 142		134 - 138	131 - 135	127 - 131	119 - 123
180		148 - 152	143 - 147	142 - 146	139 - 143	136 - 140	132 - 136	124 - 128
185					144 - 148	141 - 145	137 - 141	129 - 133
190		158 - 162	153 - 157	152 - 156	149 - 153	146 - 150	142 - 146	134 - 138
195					154 - 158	151 - 155	147 - 151	139 - 143
200		168 - 172	163 - 167	162 - 166	159 - 163	156 - 160	152 - 156	144 - 148
210		178 - 182	173 - 177	172 - 176	169 - 173	166 - 170	162 - 166	154 - 158
220		188 - 192	183 - 187	182 - 186	179 - 183	176 - 180	172 - 176	164 - 168
230			193 - 197	192 - 196	189 - 193	186 - 190	182 - 186	174 - 178
240			203 - 207	202 - 206	199 - 203	196 - 200	192 - 196	184 - 188
250			213 - 217	212 - 216	209 - 213	206 - 210	202 - 206	194 - 198
260			223 - 227	222 - 226	219 - 223	216 - 220	212 - 216	204 - 208



Standardi kiinnityspituudet



Vaihtoehtoiset kiinnityspituudet

Ruuviliitoksen varmistamiseen voidaan käyttää erilaisia tuotteita ja menetelmiä:

1. Mekaaniset lisäkomponentit, kuten varmistuslangat, lukkolevyt, jousi- tai hammasaluslevyt, laipastaan hammastetut ruuvit ja mutterit.
2. Lukitusmutterit (Nyloc-mutterit). Lämmönkestävyys 120°C / 170°C. Suositellaan vaihdettavaksi viiden avauskerran jälkeen.
3. Kierrettämuovaavat ruuvit. Suuren kitkan ja kierteen pienen välyksen vuoksi eivät kierry auki helposti.
4. Erikoistuotteet, kuten kaksiosaiset Nord-lock -aluslevyt tai kierteen lukitusliimat

Ruuviliitosta suunniteltaessa on otettava myös huomioon galvaanien korrosio (kontaktikorrosio), joka syntyy liitoskomponenttien välisestä potentiaalierosta kosteuden toimissa väliaineena (elektrolyyttinä). Suositeltavia ja vältettäviä liitospareja galvaanisen korroosion eliminoimiseksi:

Alustan tai liitoskomp. materiaali Kiinnikkeen materiaali	RST A2 / A4	Alumiini	Kupari	Messinki	Teräs, mustapassivoitu	Teräs, keltapassivoitu	Teräs, sinkitty	Teräs, pinnoittamaton
RST A2 / A4	+++	+++	++	++	++	++	++	++
Alumiini	++	+++	++	++	+	+	+	+
Kupari	+	+	+++	++	+	+	+	+
Messinki	+	+	++	+++	+	+	+	+
Teräs, mustapassivoitu	-	-	-	-	+++	++	++	+
Teräs, keltapassivoitu	-	-	-	-	+	+++	++	+
Teräs, sinkitty	-	-	-	-	+	+	+++	+
Teräs, pinnoittamaton	-	-	-	-	-	-	-	+++

+++ = suositeltava yhdistelmä

- = vältettävä yhdistelmä

### Ruuviliitoksen kokonaiskustannukset

Ruuviliitoksen kustannukset voidaan jakaa alla olevan kuvion mukaisesti ruuvien hankintahintaan ja liitoksen muihin välillisiin kustannuksiin.



Ruuvien hankintahintaan voidaan vaikuttaa vain tehokkaalla ostotoiminnalla, jossa ostot kohdistetaan edullisille toimittajille laadusta tinkimättä. Sen sijaan ruuviliitoksen muihin kustannuksiin voidaan vaikuttaa:

- kehittämällä logistiikkaa
- kehittämällä normitusta
- käyttämällä monitoimiruuveja
- kehittämällä asennustyötä
- syventämällä yhteistyötä ruuvitoimittajan kanssa

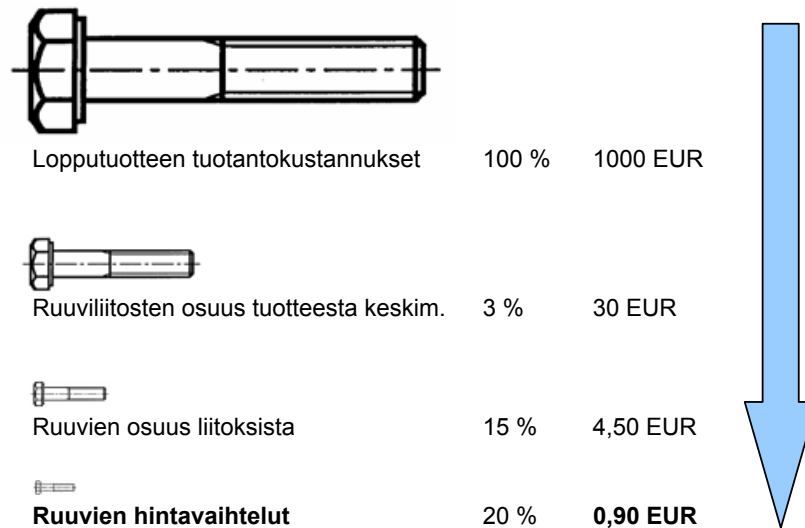
Esimerkiksi valmistavan yrityksen normitusta kehittämällä voidaan kiinnitystarvikkeiden nimikemäärää huomattavasti vähentää yhtenäistämällä käytettäviä ruuvityyppejä, raaka-aineita, pintakäsittelyjä, lujuusluokkia, ruuvimittoja yms.

Kiinnitystarvikkeiden hintaerojen merkitys hämärtyy, jos asiaa ei tarkastella kokonaiskustannusten kannalta (jäävuorimalli). Jos valmistava yritys käyttää kiinnitystarvikeostoihin 50 000 euroa vuodessa ja ero kalleimman ja halvimmän toimittajan välillä on 10 000 euroa, kuinka monta tuntia tuotanto voi seistä 10 000 eurolla?

Myöhässä tai väärin toimitetut kiinnitystarvikkeet aiheuttavat suoria ja välillisiä kustannuksia:

- Oman toimituksen myöhästymisen
- Ylityökustannukset aikataulun kiinnikuromiseksi
- Erikoistoimitusten järjestelyt
- Tuotantokatkon vaikutukset työn mielekkyyteen ja urakoihin
- Menetetty myyntitulot ja korot niistä
- Menetetty asiakas

Seuraava kaavio esittää kiinnitystarvikkeiden hintaerojen merkitystä lopputuotteen kustannuksessa. Voidaan arvioida, että 1000 euron arvoisessa lopputuotteessa, kiinnitystarvikkeiden hintavaihteluiden arvo lopputuotteesta on alle euron.

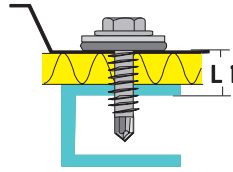


## 8. Poraruuvit

### PORARUUVIEN SUUNNITTELU- JA ASENNUSOHJEITA

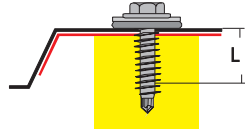
#### Hyötypituudet L1 ja L2: Asentaminen metallirakenteisiin

L1 on suurin sallittu kiinnitettävien materiaalien yhteispaksuus.  
L2 on ruuvin kierteettömän osan pituus.  
L1 ja L2 on merkitty ruuvikohtaisiin tiedostoihin.  
Ruuvin kaksi ensimmäistä kierrettä leikkaavat kierteen teräkseen ja saattavat siten muokkautua. Niitä ei lasketa hyötypituuteen.



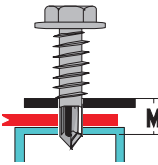
#### Hyötypituudet L1 ja L2: Asentaminen puuainekseen

L1 Valitaan siten, että asennussyvyys puuaineksessa on Vähintään 23 mm tai L1 = puuaineksen paksuus



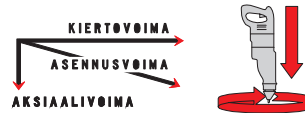
#### Porausteho M

Porautuminen tulee olla läpi ennen kuin kierteitys alkaa.  
Tämän takia max-arvoa ei tule ylittää.  
Mahdollinen tyhjä väliä lasketaan mukaan poraustehoon M.  
Jos min-arvo alitetaan, kärsivät liitoksen lujuus ja tiiviyys.



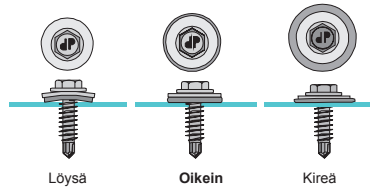
#### Asentaminen

Asentamiseen suositellaan momenttilaukaisijalla tai syvyyden säätimellä varustettua ruuviväännintä.  
Aksiaalivoiman tarve on 10-20 kp.

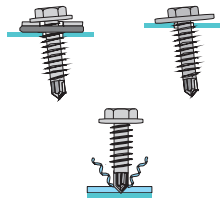


Kierrosnopeudet kuormittamattomana poraruuveille:  
halkaisijat d 3.5 - 6.3 1700 - 2500 r/min  
halkaisijat d 5.5 - 6.3 1200 - 1800 r/min

Oikea kireys . EPDM-tiiviste näkyy noin 1mm



Ruuvien tulee asentua 90 asteen kulmassa alusainekseen.  
Kun käytännössä tulee poikkeamia, saadaan tiiviimpi ja ja tujempi liitos ruuveilla, joissa on irtoaluslevy.



Pias- ja Piasta-porakärjet porautuvat asentajan ohjaamina helpommin oikeassa kulmassa, kuin lusikkamallinen porakärki.

#### Kannassa olevat merkinnät

Merkinnästä näkee myös asentamisen jälkeen ruuvityypin



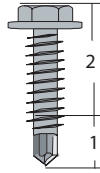
Hiilliteräs  
Pias



Ruostumaton A2  
Piasta

### Piasta aitoa A2-ruostumatonta terästä

A2-teräksen korroosionkestävyys on erittäin hyvä, mutta sitä ei voi karkaista. Piastan porakärki ja kierteen leikkaavat kaksi kierrettä 1) ovat karkaistua hiiliterästä. Kuormittuvat ja korroosiolle altistuvat kanta ja varsi 2) ovat A2 ruostumatonta terästä. Koko Piasta on Ruspert-pinnoitettu Suojaamaan 1) korroosiolta ja voitelemaan 2) helposti kiertyväksi.



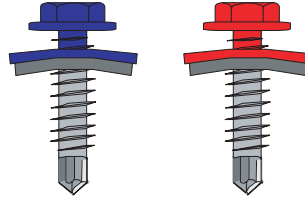
### Maalatu ruuvit

Vakiovärit ovat RR- ja RAL-sävyt.

Maalipinnan paksuus tulee olla vähintään 40 mym.

Tiivisteellisissä ruuveissa myös tiivisteeseen yläpinta ja sivut on maalattu.

Maalipinta kestää asentamisen ja tavanomaisen käyttörasituksen



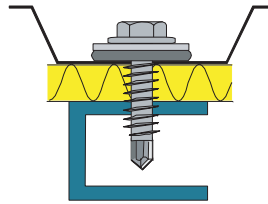
### Korroosionkestävyys

Ympäristö olosuhteiden lisäksi korroosion etenemiseen vaikuttavat mm:

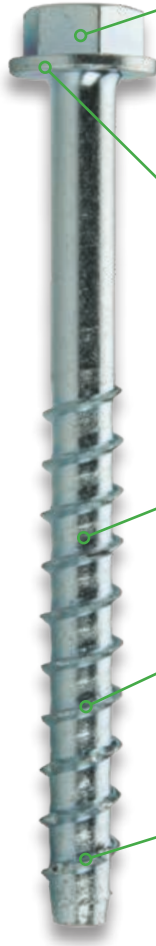
Mikroilmasto, joka voi poiketa ympäristön yleisilmastosta. Rakenteiden tuulettuvuus vaikuttaa mikroilmastoon.

Galvaaninen korrosio syövyttää epäjalompaa metallia. Syöpymisnopeuteen vaikuttavat metallien potentiaalieron lisäksi metallien massojen suhde.

Ruuvien massa on aina murto-osa koko rakenteen massasta. Pitkän käyttöiän takaamiseksi ruuvien tulee olla jalompaa metallia kuin rakenteen.



## 9. Fixcon betoniruuvi



### Asennusystävällinen kanta

Kuusiokantaan yhdistetty TORX-vääntö helpottaa asennusta.

Kannassa näkyvät mittamerkinnot auttavat oikean kiinnikkeen valinnassa ja kiinnikkeen tiedot ovat esillä asennuksen jälkeenkin.

Sekä 7,5 mm että 10 mm kiinnikkeissa on sama avainväli, jolloin työkaluja tarvitaan vähemmän.

### Laippakanta parantaa liitosta

Kantaan yhdistetty laippa säästää erillisen aluslevyn tarpeelta säätöreikään asennettaessa.

Laippa suojaa kiinnitettävän aineen pintavaurioilta kiristettäessä. Kiinnitettäessä hylsy tukeutuu laippaan ja helpottaa asennusta.

### Luja materiaali

Kiinnikkeen materiaalivalinnan ja metallin lämpökäsittelyn johdosta FIXCON Betoniruuvi ei petä kuormitettaessa.

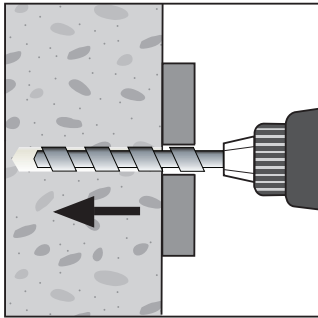
### Optimoitu kierre

Kierteen optimoitu muoto takaa poikkeuksellisen hyvän ulosvetolujuuden yhdistettynä helppoon asennettavuuteen.

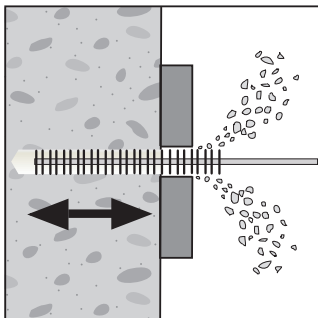
### Hammastettu leikkauskärki

Karkaistu hammastus leikkaa myös betonin raudoitukseen osuessaan pitävän kierreuran.

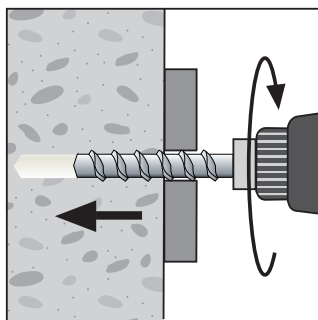
## Asennusohjeet



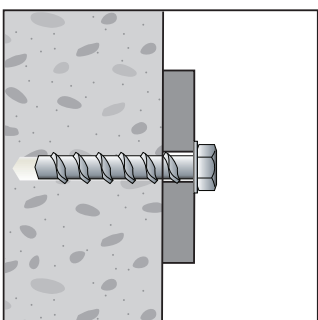
1. Pora asennusalustaan halkaisijaltaan ja syvyydeltään oikean kokoinen reikä.



2. Puhdista reikä huolellisesti.

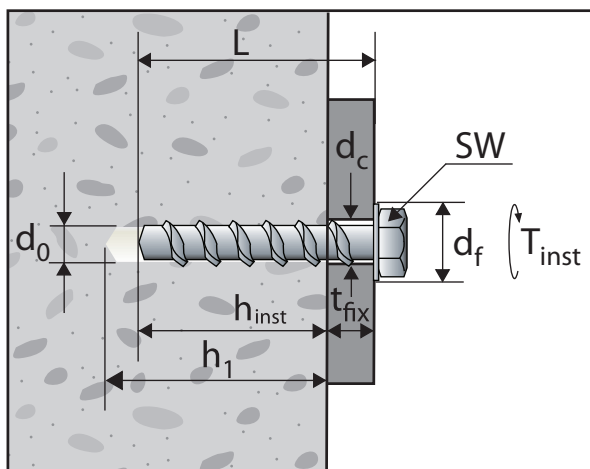


3. Kierrä FIXCON -betoniruuvi tiukasti paikoilleen ilman iskuliikettä.  
Älä ylitä sallittua kiristysmomenttia.



4. Asennus on valmis.

Koko	Poraus		Asennus		Ankkuri				
	$d_0$	$h_1$ (min)	$h_{inst}$ (min)	$T_{inst}$ (max)	L	$t_{fix}$ (max)	SW	$d_f$	$d_c$
6X35	5	50	30	12 Nm	35	5	SW 8 TX25	10,5	7
6X50		65			50	20			
6X80		95			80	50			
6X50 uppok. c-sunk.		65			50	20	TX25		
6X100 uppok. c-sunk.		115			100	70			
7,5X40	6	55	30	20 Nm	40	10	SW 13 TX40	16,5	9
7,5X50		65			50	20			
7,5X60		75			60	30			
7,5X80		95			80	50			
7,5X100		115			100	70			
7,5X120		135			120	90			
10X60	8	80	40	40 Nm	60	20	SW 13 TX40	17,5	12
10X80		100			80	40			
10X100		120			100	60			
10X120		140			120	80			



- $d_0$  Porareian halkaisija
- $h_1$  Porareian syvyys
- $h_{inst}$  Minimi asennussyvyys
- $T_{inst}$  Kiristysmomentti
- L Betoniruuvin pituus
- $t_{fix}$  Kiinnitettävän kappaleen paksuus
- SW Vääntiön koko
- $d_f$  Laipan halkaisija
- $d_c$  Kiinnitettävän kappaleen vapaareikä

	Ruuvikoko [dXL]	Asennussyvyys $h_{inst}$ [mm]	Keskiarvo $F_{max}$ [kN]	Ominaisarvo $F_k$ [kN]	Sallittu arvo $F_{sall}$ [kN]
Vetokuorma	7,5X50	30	7,3	4,5	1,4
	7,5X100	45	15,0	10,1	3,1
	10X60	40	12,7	8,9	2,7
	10X120	60	23,6	18,2	5,6
Leikkauskuorma	7,5X50	45	14,9	13,3	4,1
	7,5X100	55	15,2	9,8	3,0
	10X60	45	27,7	21,4	6,6
	10X120	65	27,9	22,4	6,9

Ilmoitetut arvot perustuvat Tampereen teknillisen yliopiston Rakennustekniikan laitoksen suorittamiin kuormituskokeisiin. Kiinnitysalustana käytetyn betonin nimellislujuus on K30. Ominaisarvo  $F_k$  on määritetty standardin SFS EN 1990 liitteen D mukaisesti. Sallitun arvon  $F_{sall}$  määrittämisessä on otettu huomioon kokonaisvarmuuskerroin 3,22, joka muodostuu betonimateriaalin osavarmuuskertoimesta 2,3 sekä kuorman osavarmuuskertoimesta 1,4 (1/2 pysyvää ja 1/2 muuttuvaa kuormaa).

Mikäli kiinnitysolosuhteet poikkeavat esitetystä koejärjestelystä, pitää sallittu kuorman arvo määrittää tapauskohtaisesti.

## 10. SB –ruuvikokoonpano teräsrakenteisiin

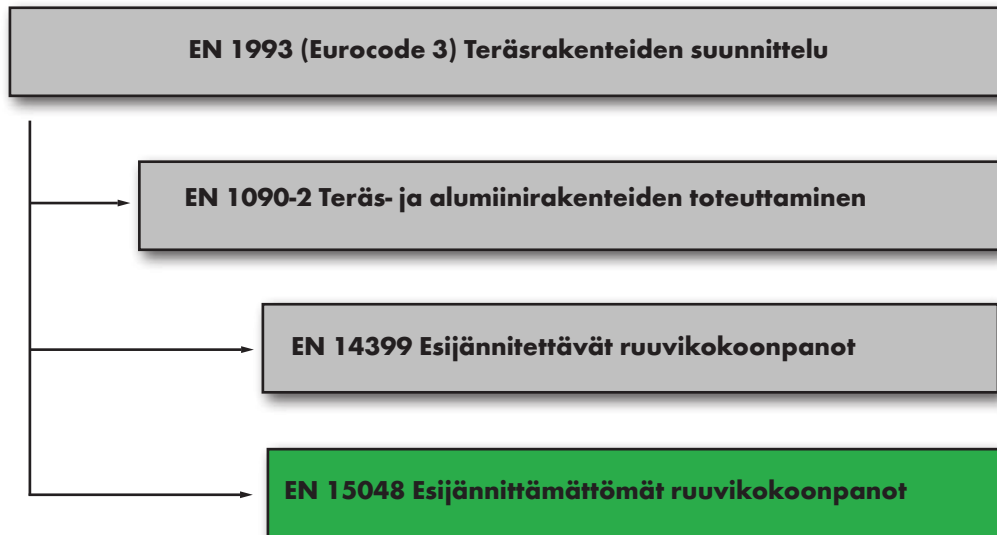


### Yleistä Eurocode 3 liittyen

EN 1993 (Eurocode 3:n) käyttöönotto tuo muutoksia myös teräsrakentamisessa käytettäviin kiinnikkeisiin. Käytettävien ruuvituotteiden tulee olla eurooppalaisten tuotestandardien mukaisia. Kiinnittimien kuumasinkityksen tulee olla EN 10684 mukainen. Jos käytetään muita, esim. erikoiskiinnittämiä, niiden tekniset ominaisuudet sekä niiltä vaadittavat testaukset tulee esittää kohteen toteutusertelmässä.

Teräsrunkorakentamisen standardikiinnikkeet voidaan jatkossa jakaa kahteen kategoriaan kohteissa, jotka suunnitellaan EN 1993:n ja toteutetaan EN 1090-2:n mukaan:

- Esijännitettäviin kiittaliitoksiin käytetään EN 14399:n mukaisia ruuvikokoonpanoja. Näitä tuotteita on jo muutaman vuoden ajan ollut saatavilla markkinoilla ja ne kuuluvat myös Ferrometalin toimitusohjelmaan. Tuotteet tunnetaan puhekielessä myös HV –setteinä.
- Esijännittämättömiä kiittaliitoksia varten esitetään uusi standardi EN 15048. Näitä ruuvikokoonpanoja on vielä toistaiseksi vähän markkinoilla saatavilla. Ferrometal on Suomessa ensimmäinen ruuvitoimittaja, jolta nämä tuotteet on saatavilla suoraan varastosta keväästä 2011 lähtien.



## Yleistä EN 15048-1:een liittyen

Suuri osa käytetyistä ruuviliitoksista välittää staattista leikkauvoimaa tai vain kiinnittävät teräsrunгон kokoonpanot paikoilleen. Näissä liitoksissa esijännittäminen ei ole tarpeellista eikä taloudellista.

Tähän asti tällaisten liitosten valmistamisessa käytäntönä on ollut käyttää standardien DIN 931 tai DIN 7990 mukaisia kuusioruuveja sekä DIN 934 mukaisia kuusiomuttereitä. Hyväksyntöinä on käytetty Teräsrakenneyhdistyksen varmentamia käyttöselosteita sekä aineodistuksia EN 10204 3.1.

EN 1090-2:n mukaan toteutettavissa teräsrakenteiden esijännittämättömissä liitoksissa ruuvikokoonpanot tulee olla uuden standardin EN 15048-1 mukaisia. Esijännittämättömissä liitoksissa voidaan toki käyttää myös HV- tai TCB -kokoonpanoja (kts. kuvaus jäljempänä) EN 14399:n mukaan.

”Ruuvikokoonpano” tarkoittaa ruuvia, mutteria sekä tarvittaessa aluslaattaa tai -laattoja.

## EN 15048-1 vaatimukset

EN 15048-1 ei ole tuotestandardi, vaan se määrittelee tekniset vaatimukset kiinnikkeille:

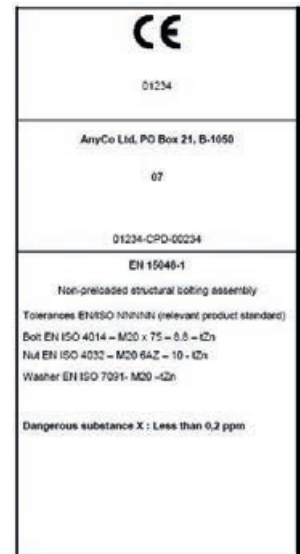
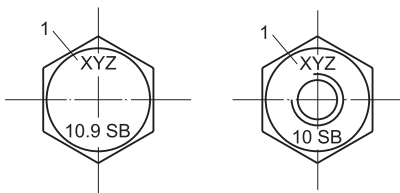
- Tunnetut lujuusluokat: 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8 ja 10.9. Näistä 8.8 tulee jatkossakin olemaan varastoitava lujuusluokka.
- Ruostumattomille teräksille A2 ja A4, mahdolliset lujuusluokat ovat 50, 70 ja 80.
- Kiinnikkeiden halkaisijat M12... M36.

Ruuvikokoonpano tulee olla hankittuna samalta, CE -hyväksytyltä valmistajalta.

Tuotteet tulee olla myös CE -merkittyjä, tosin merkintä pakkauksessa on riittävä.

Ohessa esimerkki pakkauksen CE -merkinnästä. Valmistuserän tunnistenumero tulee olla merkittynä pakkauksen jäljitettävyyden takaamiseksi.

Tämän lisäksi jokainen yksittäinen ruuvi ja mutteri tulee olla ”SB” -merkittyjä normaalien lujuus- ja valmistajaleimojen lisäksi. ”SB” tulee sanoista Structural Bolting ja se kertoo tuotteiden olevan teräsrakentamiseen hyväksytyjä. Ohessa esimerkki tuotteiden kantamerkinnoista.



## SB -settien käyttö

EN 15048:n vaatimusten mukaisesti, ruuvikokoonpano komponenttien tulee olla eurooppalaisten standardien mukaisia. Käytännössä Ferrometalin varastoimissa SB -seteissä kuusioruuvit ovat standardin EN ISO 4014 ja kuusiomutterit standardin EN ISO 4032 mukaisia.

Mitoituksellisia eroavaisuuksia aiemmin käytössä olleisiin DIN 931 ruuveihin ja DIN 934 muttereihin verrattaessa on: avainvälissä (ruuvi ja mutteri vain koko M12) sekä mutterin korkeudessa (kaikki koot M12...M36).

Käytettävän ruuvin pituus tulee valita siten, että kiristämisen jälkeen se työntyy vähintään yhden täyden kierteen verran mutterista ulos. Toisaalta, mutterin kantopinnan ja varren kierteettömän osan väliin tulee jäädä vähintään yksi täysi kierre. Mutterit tulee asentaa siten päin, että niiden merkinnät ovat näkyvissä tarkastusta varten. Aluslaattoja ei ole välttämättömänä käyttää liitoksissa, pl. yksileikkeinen liitos jossa on vain yksi ruuvi tai yksi ruuvirivi.

Koska ruuveja ei esijännitetä, standardeissa ei ole määritetty kokoonpanolle kiristysmomenttia. Kiinnitettävät kokoonpanot tulee kuitenkin liittää tiiviisti yhteen. Ainoa viittaus asiaan löytyy EN 1090-2:sta, josta suora lainaus: ”Jokainen ruuvikokoonpano tulee saattaa vähintään tiukkaan kiristykseen. Tiukka kiristys voidaan yleensä katsoa saavutetuksi, kun asentaja käyttää tavallisen kokoista ruuviavainta ilman lisävarvta tai, kun iskevä momenttiavain alkaa vasaroida.”

Ylikiristystä on varottava, erityisesti halkaisijassa M12 sekä lyhyissä ruuveissa.

## 11. TCB – Tension Control Bolts: kiinnitysratkaisu esijännitettyihin kitkaliitoksiin



### TCB täyttää uusimmat teräsrunkorakentamisen normit

TCB-kiinnitys on Eurocode -järjestelmän mukainen kiinnitysratkaisu (EN 14399-10) esijännitettyihin kitkaliitoksiin. TCB:t täyttävät lujuusluokan 10.9 / 10 vaatimukset sekä niillä saavutetaan EN 1090-2:ssa esitetyt esijännityksen arvot, joten ne ovat vaihtokelpoisia muiden kiinnitysjärjestelmien kanssa.

Taulukko 19  $F_{p,C}$ :n arvot [kN]

Lujuusluokka	Ruuvien halkaisija (mm)							
	12	16	20	22	24	27	30	36
8.8	47	88	137	170	198	257	314	458
10.9	59	110	172	212	247	321	393	572

### Ohessa muutamia esimerkkejä TCB – järjestelmän lukuisista käyttösovelluksista:



Sillat



Stadionit



Raidarakenteet



Teräsrungot



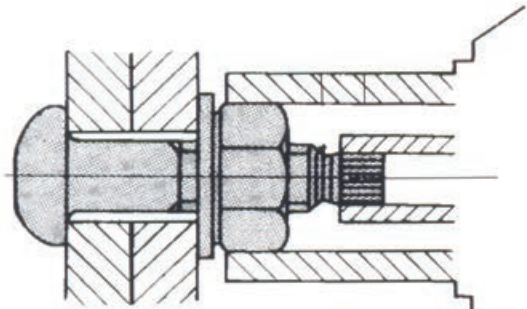
Niittien korvaaminen



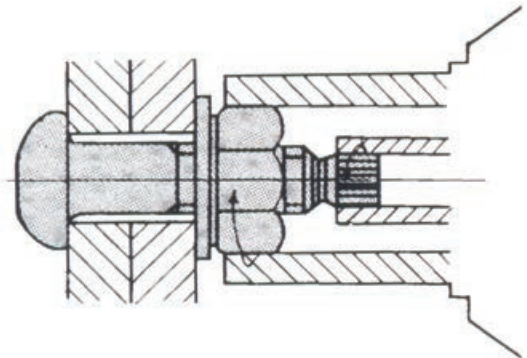
Maantierakenteet

TCB:tä voidaan käyttää myös vain leikkausvoimaa välittäviin liitoksiin. Näissä sovelluksissa TCB – kiinnitysjärjestelmän kiistaton etu on nopea asennettavuus.

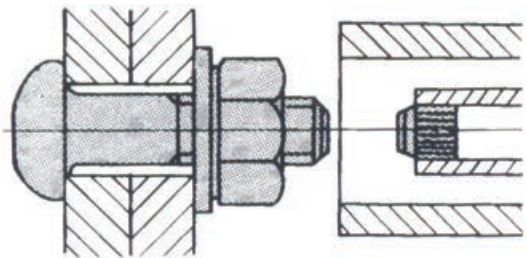
## Edistyksellinen asennus- ja kiristysmenetelmä



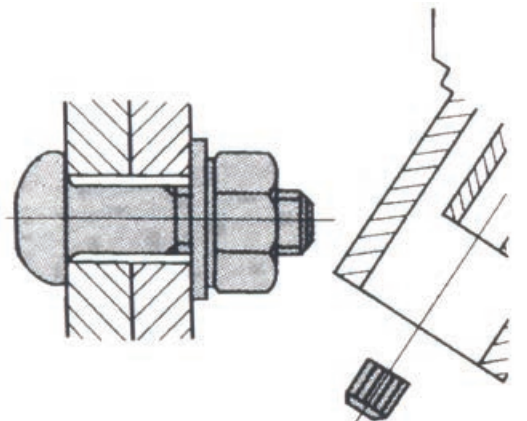
1. Työnnä leikkausväntimen hylsy ruuvikokoonpanoon: sisempi hylsy asettuu ruuvin uritettuun sokkapäähän ja ulompi mutterin päälle.



2. Käynnistä leikkausväännin. Ulompi hylsy alkaa kiristämään mutteria kunnes ruuvi saavuttaa oikean jännityksen. Tämän jälkeen ulomman hylsyn pyörimisliike pysähtyy ja sisempi hylsy alkaa pyörimään vastakkaiseen suuntaan leikaten ruuvin sokkapään pois.



3. Kun sokkapää on leikkautunut pois, asennus on valmis ja oikeassa jännityksessä. Sokkapää pysyy paikallaan sisemmässä hylsyssä vedettäessä leikkausväännin pois.



4. Leikkautunut sokkapää voidaan laukaista pois painamalla pienempää liipaisinta leikkausväntimen kahvassa.



TCB on erittäin nopea, helppo ja turvallinen asentaa. Yksi henkilö pystyy asentamaan ja kiristämään liitoksen. Visuaalinen tarkistus asennuksen onnistumisesta on helppo tehdä.

Yhdellä leikkausväntimellä voidaan asentaa useita eri mittoja vain hylsyä vaihtamalla.

Lisäksi ahtaisiin asennuksiin on saatavilla erikoispienet työkalut. Työturvallinen tapa: Asentaja ei altistu työperäisille tärinästä aiheutuville vammoille (esim. valkosormisuus).



Järjestelmällä saavutetaan aina oikea esijännitys, liitos ei löysty tärinästä, ja sen turvaamiseen ei tarvita muita lukitusmenetelmiä

Kiristämisen aikana ruuviin ei kohdistu vääntöleikkausta, jolloin ei ole vaaraa relaksaatiosta.

Kierteen nimelliskoko		Lisää kiinnityspaksuuteen => ruuvien pituus	
mm	tuuma	mm	tuuma
M12	-	20	-
M16	5/8"	25	1"
M20	3/4"	30	1 1/4"
M22	7/8"	35	1 1/4"
M24	1"	40	1 1/2"
M27	1 1/8"	45	1 3/4"
M30	1 1/4"	50	2"

Tarvittavan ruuvien pituus valitaan oheisesta taulukosta.

### Suorituskykyinen Greenkote-pinnoitus

Greenkote on TCB-pultteja varten kehitetty uusimpaan mikropinnoitetekniikkaan perustuva sovellus. Prosessi on lämpökemiallinen pintakäsittely, joka voidaan toteuttaa useille metalleille, seoksille ja sintratuille materiaaleille sekä valuraudalle.

- ✓ Suolasumutestin kesto jopa 2000 tuntia.
- ✓ Ei vetyhaurausriskiä.
- ✓ Lämmönkesto pitkäaikaisesti yli 400 °C.
- ✓ Tasainen pinnoitteenpaksuus +/- 5 mikrometriä.
- ✓ Hyvä tartunta-alusta maaleille
- ✓ Ei sisällä kiellettyjä kromi VI- tai kromi III -aineesia

## 12. SORMAT

	Betoni	Umpitiili	Reikätiili	Luonnon kivi	Kevyt betoni	Kevytsora	Kipsilevy
S-KA 							
Multi-Monti 							
LA, LAH 							
MTA 							
PFG 							
Voima-ankkuri B/S 							
MSA 							
PKN 							
CONFIX 							
KRH 							
NAT, NAT L 							
SUP, SUF 							
LYT 							
KBT 							
KBTM 							
KEM KEMLA 							
ITH 							

	Betoni	Umpitiili	Reikätiili	Luonnon kivi	Kevyt betoni	Kevytsora	Kipsilevy
KLA							
OLA							
MOLA							
YLT							



### BETONI

Yleisin rakennusmateriaali. Käytetään ensisijaisesti teollisessa rakentamisessa suuren lujuuten-sa johdosta. Talonrakentamisessa yleisimpiä rakenneosia ovat perustukset, kantavat rakenteet, välipohjat ja porraselementit. Kiinnittämiseen soveltuvat kaikki poikittain laajenevat kiinniketyypit sekä kemialliset kiinnitykset. Käytön rajoituksina ovat reuna- ja keskinäiset etäisyydet.



### UMPITIILI

Hyvin yleinen rakennusmateriaali. Käytetään ensisijaisesti pienikiinteistöjen rakentamisessa sekä teollisessa rakentamisessa osastoivien rakenteiden rakennusaineena. Kiinnittämiseen soveltuvat kaikki laajenevat kiinniketyypit. Käytön rajoituksina ovat reuna- ja keskinäiset etäisyydet.



### REIKÄTIILI

Hyvin yleinen rakennusmateriaali. Käytetään ensisijaisesti osastoivien rakenteiden rakennusmateriaalina sekä kohteissa, joissa materiaalilta edellytetään jonkinasteista lämmöneristyskykyä. Kiinnittämiseen soveltuvat muoviset, pitkällä laajennusosalla varustetut kiinnikkeet sekä injektiomassa käytettynä seulahylsyn kanssa. Käytön rajoitukset ovat samat kuin umpitiilillä.



### LUONNONKIVI

Käytetään rakentamisessa pääasiassa pintamateriaalina sellaisissa kohteissa kuten esimerkiksi julkisivut ja portaat. Kiinnittämiseen soveltuvat lähes kaikki laajenevat kiinniketyypit sekä kemialliset kiinnitykset. Käytön rajoituksena ovat reuna- ja keskinäiset etäisyydet. Haurautensa johdosta herkkä murtumaan.



### KEVYTBETONI

Melko yleinen rakennusmateriaali kaikessa rakentamisessa keveytensä ja muunneltavuutensa johdosta. Kevytbetonia käytetään ensisijaisesti osastoivina, mutta myös kantavina rakenteina. Kiinnittämiseen soveltuvat muoviset, pitkällä laajennusosalla varustetut kiinnikkeet, sekä erityisesti tälle materiaalille suunnitellut kiinnikkeet kuten KBT. Kemiallisia kiinnikkeitä voidaan käyttää varausin kevytbetonissa (huom. asennusreiän muoto).



### KEVYTSORA

Yleinen rakennusmateriaali pienikiinteistöjen rakentamisessa. Käytetään etenkin perustuksissa ja kantavissa rakenteissa. Kiinnittämiseen soveltuvat muoviset, pitkällä laajennusosalla varustetut kiinnikkeet. Kemiallisia kiinnikkeitä voidaan käyttää varausin kevytsorassa (huom. asennusreiän muoto).



### KIPSILEVY

Erittäin yleinen materiaali kaikessa rakentamisessa. Pääasiallinen käyttö rakenteiden pintamateriaalina. Kiinnittämiseen soveltuvat levymäisiin rakenteisiin tarkoitetut kiinnikkeet.

### Asentamisessa huomioitavia seikkoja

Kiinnitysten onnistuminen edellyttää seuraavien seikkojen huomioimista:

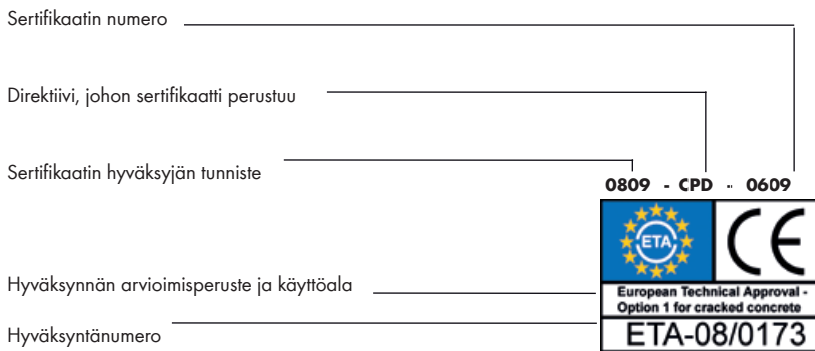
1. Kiinnitysalustan riittävä lujuus (betoni > C20/25). Kiinnitysalustan lujuudella on suuri vaikutus kiinnikkeen kapasiteettiin.
2. Reiän oikea koko. Kiinnike ei mahdu liian pieneen reikään. Liian suuressa reiässä kiinnike ei toimi kunnolla.
3. Ohjeiden mukainen asennussyvyys. Asennussyvydellä on merkittävä vaikutus kiinnikkeen kapasiteettiin.

## CE-MERKINTÄ JA ETA-HYVÄKSYNTÄ MEILLÄ ON NE!

Sormatin tuotteilla on useita kansallisia ja kansainvälisiä viranomaisyhtäyksiä, joista tärkeimmät ovat puo-lueettoman organisaation suorittama laadunvalvonta ja Euroop-palainen Tekninen Hyväksyntä (ETA), joka mah-dollistaa CE-merkin käytön.

Oikeus käyttää CE-merkintää vaatii tuotteelle Eurooppalaisen Teknisen Hyväksynnän, ETA:n. Päinvastoin kuin CE-merkintä, ETA-hyväksyntä ei ole vielä kovinkaan tunnettu edes ammattilaisten keskuudessa. Yksi syy tähän on se, että metalliankkureiden ETA-hyväksyntä sisältää 12 vaihtoehtoista optiota. Jokainen optio sisältää eri määrän tuot-teelle tehtyjä testejä. Optio 1 sisältää eniten testejä tuotteelle ja vastaavasti optio 12 vähiten. Tämä tarkoittaa, että jos tuotteella on ETA optio 1, siitä on olemassa enemmän virallista tietoa kuin tuotteella, jolla on optio 12. Kuitenkaan tiedon määrä ei tee tuotteesta parempaa, mutta se antaa mahdollisuuden tutkia useita erilaisia käyttötapoja.

Sormatin laatu politiikan mukaan tuotteiden täytyy täyttää asiakkaiden tarpeiden lisäksi myös viranomaistahojen vaatimukset. Tästä johtuen huolehdimme, että keskeisillä tuot-teillamme on CE-merkintä. Kun valitsee Sormat tuotteen jälleenmyyjänä tai loppukäyttäjänä, voi olla varma tuotteen laadusta, turvallisuudesta ja sopivuudesta myös kaikkein vaativimmissakin käyttökohteissa.



### Sormat kemialliset ratkaisut

Sormat tarjoaa laajan valikoiman kemiallisia ratkaisuja rakennusteollisuudelle. Näitä hartsipohjaisia tuotteita voidaan käyttää kiinnittämään laaja valikoima erilaisia kompo-nentteja erilaisiin alusmateriaaleihin. Kukin kemiallinen ratkaisu on suunniteltu täyttämään rakennusteolli-suuden korkeat suoritusvaatimukset ja ne valmistetaan kansainvälis-esti tunnetun ISO 9001:2000 laatu järjestelmän mukaisesti.

Sormatin kattava kemiallisten ankkureiden valikoima sisältää kaksi erilaista pääankurointimenetelmää ja laajan valikoiman lisätarvikkeita. Sormat ITH massat ovat 2-kom-ponenttisiä, muovisessa putkilossa olevia ja nopeasti kuivuvia ratkaisuja kemiallisiin kiinnityksiin ja Sormat KEM/KEMLA - lasiampullit ovat tehtaalla valmiiksi annosteltuja ja suljettuja kemiallisia ratkaisuja.

Kemiallisilla ankkurointiratkaisuilla on lisäetuja sovelluksissa, jotka vaativat esim. pienen reunaetäisyyden ja/tai keskinäisen etäisyyden, dynaamisen kuormituksen kestoaa, korkeita kuormitusarvoja tai soveltuvuutta monille eri alusmateriaaleille.



## Oikean ankkurointi menetelmän valinta

Kaikkien kemiallisten ankkurointimenetelmien tehtävänä on kiinnittää porattuun reikään kierretanko, harjateräs tms. kemiallisen tartunnan avulla. On erittäin tärkeää ymmärtää erilaisten Sormatin tarjoamien ankkurointimenetelmien erot (katso seuraavat sivut) ja muut asennukseen vaikuttavat tekijät. Valittaessa oikeaa ankkurointimenetelmää on ymmärrettävä sen mahdolliset erityisvaatimukset, kuten:

<b>KUORMITUSVAATIMUKSET</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dynaaminen</li> <li>• staattinen</li> <li>• suunnittelulujuus</li> </ul>
<b>KIINNITYSMATERIAALI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• betoniluokka (C50/60)</li> <li>• betoniluokka (C20/25)</li> <li>• halkeillut betoni</li> <li>• kivi / tiili tms.</li> </ul>
<b>AENNUSPARAMETRIT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keskinäinen etäisyys</li> <li>• reunaetäisyys</li> <li>• asennussyvyys</li> </ul>
<b>KÄYTTÖKOHDE- JA YMPÄRISTÖVAATIMUKSET</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• korroosionkesto</li> <li>• erilaiset paloturvallisuusvaatimukset</li> <li>• maanjäristysalueet</li> <li>• vaikeat ympäristöolosuhteet</li> <li>• ankkurointi märkään tai kosteaan reikään</li> </ul>

Tuote	Suosittelukuormitus kg	Betoni	Umpitiili	Reikätiili	Luonnonkivi	Kevyt betoni
	Kapasiteetti M16 vaarna ja betoni C20/25					
ITH 150 P	1980	++	+++	+++	++	+++
ITH 300 P	1980	++	+++	+++	++	+++
ITH 380 P	1980	++	+++	+++	++	++
ITH 300 EA	2030	+++	+	+	+++	-
ITH 380 EA	2030	+++	+	+	+++	-
ITH 380	2480	+++	+	+	+++	-
ITH 380 W	2030	+++	+	+	+++	-
ITH 400 EPOX	3880	+++	-	-	+++	-
KEM	1500	+++	-	-	+++	-
KEM VE	2220	+++	-	-	+++	-
KEMLA	1190	+++	-	-	+++	-

+ vähäinen sopivuus ++ keskinertainen sopivuus

+++ erittäin sopiva

- sopimaton

Tuote	Kiinnitysalustan lämpötila		Asennus				Mahdolliset käyttökohteet			Muita ominaisuuksia		
	+25°C - -6°C -5°C -18°C	+25°C +5°C	silikoni puristin	IPU 380	IPU 400	ei erillistä pursointia	harjateräs	veden alla	lämmön kestävyys 120°C asti	ETA- hyväksyty	styreer- niön	varastointi- aika (kk)
ITH 150 P	■		■							■		18
ITH 300 P	■		■							■		18
ITH 380 P	■			■						■		18
ITH 300 EA	■		■				■	■	■	■		18
ITH 380 EA	■			■			■	■	■	■		18
ITH 380	■			■			■	■	■	■	■	18
ITH 380 W			■	■			■			■		18
ITH 400 EPOX		■			■		■	■	■	■		18
KEM	■					■		■				36
KEM VE	■					■		■		■		36
KEMLA	■					■	■					12

■ sopivuus mainittuihin käyttökohteisiin tai olosuhteisiin

## Sormat MULTI-MONTI® esittely

Sormat MULTI-MONTI® ruuviankkuri on innovatiivinen ankkurointitapa mm. betoniin ja tiileen. Sormat MULTI-MONTI® ruuviankkuri ruuvataan suoraan esiporattuun reikään. Kiinnitys perustuu kierteisiin ja edistykseelliseen ruuvin kärkiosan muotoiluun, jotka yhdessä takaavat luotettavan kiinnityksen. Ankkurointi ei aiheuta lepojännityksiä ja kiinnitystä voidaan kuormittaa heti. Turvallinen kiinnitys voidaan tehdä ilman ennalta määrättyä kiristysmomenttia. Sormat MULTI-MONTI® toimii kiinnityksissä betoniin ja luonnonkiveen ja myös muihin kiinteisiin materiaaleihin kuten kalkkihiekkatiileen, umpitiileen ja jopa ontelolaattaan.

### Uusia ominaisuuksia, enemmän etuja!

Sormat MULTI-MONTI® on totisesti innovatiivinen tuote kiinnityksiin betoniin ja tiileen. Sen edut alkavat ETA-hyväksytyin tuotteen korkeasta laadusta helppoon asennukseen ja jatkuvat aina turvalliseen kiinnittämiseen asti. Tässä listattuna muutamia tuotteen ominaisuuksia ja etuja.

#### ENSIMMÄINEN ETA-HYVÄKSYTTY RUUVIANKKURI

- korkealaatuinen ja turvallinen käyttöä
- voidaan käyttää täysin turvallisesti jopa kriittisissä asennusolosuhteissa (hyväksyty halkeilleeseen ja halkeilemattomaan betoniin)

#### ASENNUS ILMAN MÄÄRITELTYÄ KIRISTYSMOMENTTIA

- asennusvirheet minimoitu, mikä lisää tuotteen turvallisuutta
- asennuksessa ei tarvita momenttiavainta

#### KIINNITYS ILMAN LEPOJÄNNITYKSIÄ

- voidaan työskennellä lähellä kiinnitys- alustan reunoja
- pienet reuna- ja keskinäiset etäisyydet

#### ASENNUS ILMAN ERILLISTÄ TULPPAA

- yksinkertainen asennus
- nopea ja helppo asentaa

#### LEIKKAAVA KÄRKIOSA

- kierre alkaa välittömästi betonin pinnasta (kannan alta)

#### HAPONKESTÄVÄ TERÄS A4

- soveltuu moniin kiinnitystarpeisiin, mm. vaativat tunneliolosuhteet

#### VOIDAAN IRROITTA JA KÄYTTÄÄ UUELLEEN

- ankkuri voidaan tarvittaessa poistaa kokonaan
- ankkuri voidaan käyttää uudelleen kahdesti, jolloin säästetään tilapäiskiinnitysten kustannuksia

#### EI NÄKYVIÄ KIERTEITÄ

- oppokantaversiolla saadaan tehtyä siisti ja huomaamaton asennus

#### VÄLITÖN KUORMITETTAVUUS

- ei ajanhukkaa, ankkuria voidaan kuormittaa välittömästi

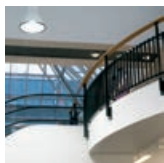
### Sopivat kiinnitysalustat

Sormat MULTI-MONTI® on hyväksyty kiinnityksiin halkeilleeseen ja halkeilemattomaan betoniin sekä myös moniin muihin rakennusteollisuuden yleisesti käyttämiin materiaaleihin.



### Käyttökohteet

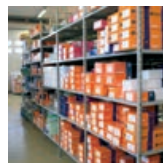
Sormat MULTI-MONTI® ruuviankkuria on saatavana monta erilaista versiota. Esim. sisä- tai ulkokäyttö, palonkestävät rakenteet tms.; Sormat MULTI-MONTI® kattaa lähes kaikki käyttöalueet. Alla on mainittu muutamia yleisimpiä käyttökohteita.



Porraskaiteet, aidat ja käsijohteet



Istuinasennukset



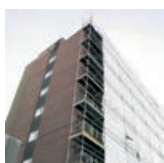
Häkit / hyllyt



Palkit ja rakenteet jne



Suojakiskot / rakenteet



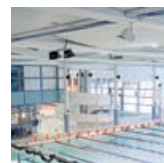
Rakennustelineet



Soveltuu tunneli asennuksiin (palonkestoa vaativat kohteet)



Erilaiset aluslevyt tms.



Alaslasketut katot



Muut sovellukset, kuten valomai-  
nokset, elementtien  
valmistus ja muut  
tilapäiset kiinnitykset

## 13. Niitit

**Niittaaminen on erittäin luotettava ja paljon käytetty liitosmenetelmä materiaalien pysyvään kiinnittämiseen. Hyvän kiinnityksen aikaansaamiseksi seuraavat ohjeet tulisi huomioida:**

### Liitoksen lujuus

Arvioi liitokselta vaadittava leikkaus- ja vetolujuudet. Lujuusvaatimukset täyttyvät sijoittamalla liitokseen riittävä määrä oikean kokoisia ja soveltuvasta materiaalista valmistettuja niittejä.

### Niitattavat materiaalit

Liitettäessä eripaksuuksia tai eri lujuuksisia materiaaleja tulisi vahvemman materiaalin olla niitin vetopuolella. Esim. liitettäessä muovi/teräs liitoksessa tulisi muovilevyn olla niitin kannan alla ja teräslevy niitin vetopuolella.

### Niitin halkaisija

Voimaa vaativissa liitoksissa niitin halkaisija tulisi olla vähintään paksuun aineen suuruinen, ei kuitenkaan kolmea kertaa suurempi mitä niitin kannan alla oleva materiaalin paksuus on.

### Niitin pituus

Niitin suositeltava pituus on yhtä kuin liitettävien materiaalien paksuus (S) lisätynä käytettävän niitin halkaisijalla (d). (Niitin suositeltava pituus  $L=S+d$ )

### Tartunta-alue S (min-max)

Suurin liitettävien materiaalien yhteispaksuus, reijän halkaisijan ollessa annettujen suositusten mukainen. Materiaalien välinen rako on sisällyttävä yhteispaksuuteen ennen kiinnittämistä.

### Reiän koko

Poratut tai lävistetyt reiät tulee olla vapaa purseista luotettavan kiinnityksen aikaansaamiseksi. Useissa tapauksissa niitti kiinnittyy hyvin reikään joka on niitin nimellishalkaisijaa korkeintaan 0,1 mm suurempi.

### Reunaetäisyys

Niittireiän etäisyys levyn reunasta tulisi olla vähintään kaksikertaa niitin halkaisijan suuruinen, ei kuitenkaan enempää kuin 24 kertaa niitin halkaisija.

### Niitiväli

Voimaliitoksissa niitiväli ei saa olla suurempi kuin 3 kertaa niitin halkaisija.

### Niittimateriaali

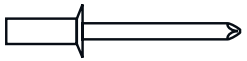
Liitokseen oikea niitti valitaan tavallisesti liitoksen lujuuden perusteella. Mikäli niitin materiaali poikkeaa liitettävien levyjen materiaaleista, on huomioitava galvaanisen korroosion mahdollisuus.

## Vetoniittityypit ja käyttötarkoitukset



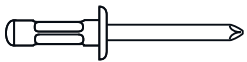
### Avoin niitti

Laaja valikoima niittejä eri materiaaleista ja eri kantatyypeillä. Tarjovat edullisen kiinnitysmenetelmän kohteisiin, joissa ei ole erityisen suuria kuormitusvaatimuksia.



### Suljettu niitti

Eri materiaaleista valmistettuja niittejä käyttötarkoituksiin, joissa liitokselta vaaditaan tiiviyyttä ja joissa vetokaran pää ei saa irrota.



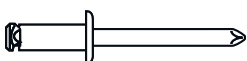
### Multi-grip niitti

Vyöhykeniitti on tarkoitettu käyttökohteisiin, joissa tarvitaan laajan tartunta-alueen omaavaa niittiä. Esimerkiksi vaikeasti yhteensovitettavien reikien yhteen niittäuksessa.



### Uurettu niitti

Pehmeiden, kuituisten materiaalien kiinnittämiseen kuten puu ja muovi. Niitin kiinnityessä materiaalin kuidut tunkeutuvat niitin uriin.



### Peel-haaraniitti

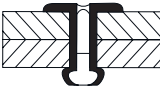
Niitti soveltuu lasikuidun, muovien, kumin, puun ja laminaattien kiinnittämiseen. Soveltuu myös ylisuurten reikien kiinnittämiseen, sekä puristamaan yhteen huonosti suunnattuja osia.

## Erilaiset niittikannat



### Kupukanta

Normaali kanta, joka soveltuu useampiin käyttötarkoituksiin



### Laajakanta

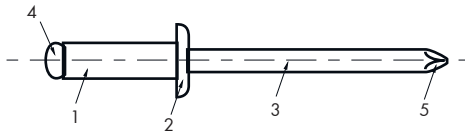
Käytetään kohteissa, joissa pehmeä, ohut tai hauras materiaali kiinnitetään tukevaan alustaan. Laajakanta mahdollistaa suuremman reiän kannan alla.



### Uppokanta

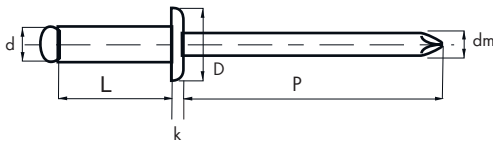
Käytetään kohteissa, joissa vaaditaan niitin upottamista pinnan tasoon.

## Vetoniitin osat



- 1 Runko
- 2 Kanta
- 3 Vetokara
- 4 Vetokaran pää
- 5 Vetokaran viistetty pää

## Mitoituskuva



**d** Niitin nimellishalkaisija  
Niitin nimellishalkaisijalle on annettu +/- toleranssit

**L** Niittirungon pituus  
Niitin pituudelle on annettu +/- toleranssit

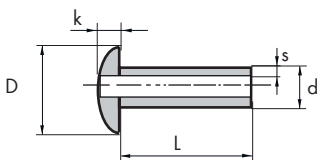
**D** Kannan halkaisija  
Kannan halkaisijalle on annettu +/- toleranssit

**k** Kannan paksuus  
Kannan paksuudelle on annettu +/- toleranssit tai Maximi paksuus

**P** Vetokaran pituus

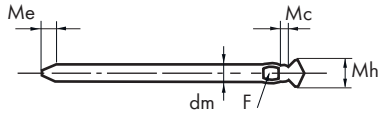
**dm** Vetokaran nimellishalkaisija  
Vetokaran nimellishalkaisijan paksuudella valitaan oikea suokappale asennustyökaluun.  
Suokappale on oleellinen tekijä niittauksen onnistumiseen.

## Niittirunko



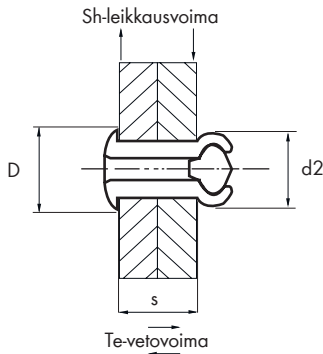
- d** Nimellishalkaisija
- L** Pituus
- D** Kannan halkaisija
- k** Kannan korkeus
- s** Niittirungon ainevahvuus

## Vetokara



**Mh** Vetokaranpään halkaisija  
**F** Niittirungon lukitus vetokaraan  
**dm** Vetokaran halkaisija  
**Me** Vetokaran viistetty pää  
**Mc** Vetokaran katkeamisalue

## Niitattu niitti



**d2** Niitatun niittirungon laajentunut pää

**D** Kannan halkaisija  
**S** Puristettava ainevahvuus  
**Sh** Leikkausvoima  
**Te** Vetovoima

Leikkaus- / Vetovoima kertovat niitin ominaisuudet.

Todellinen lujuus riippuu liitettävistä materiaaleista sekä niiden paksuuksista.

Leikkaus- / Vetovoiman yksikkö on Newton (1 kg ≈ 10 N)

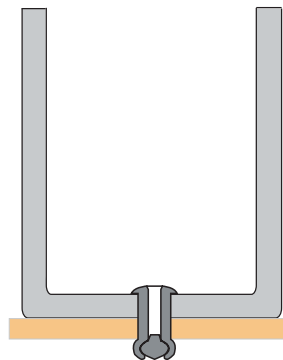
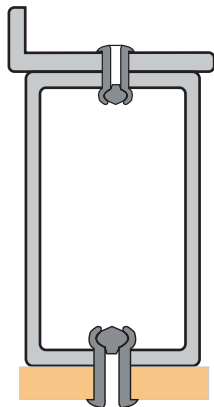
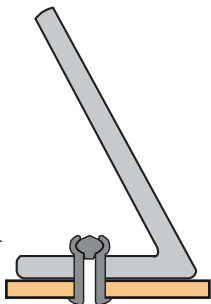
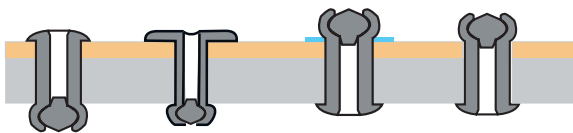
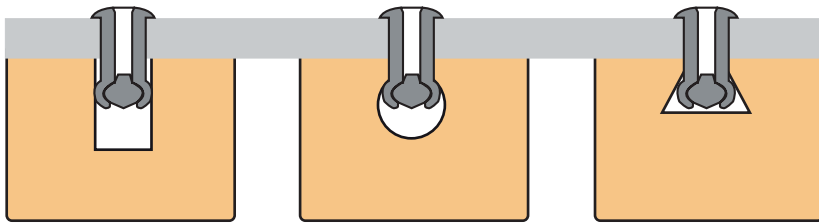
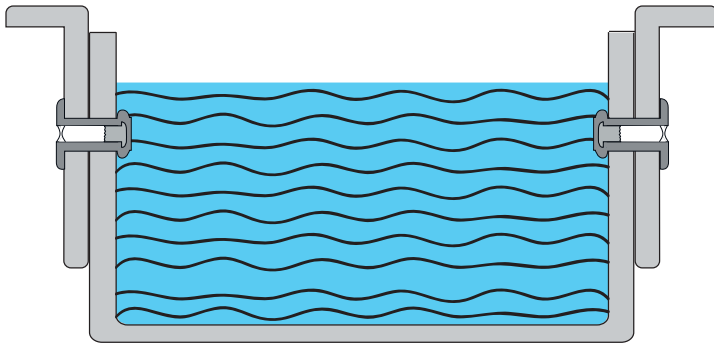
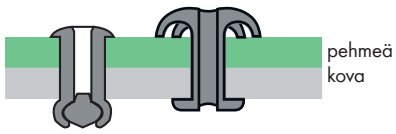
## Nimikkeen määrittelmä

### FM Vetoniitit

FM	Tyyppi	Materiaali	Kanta	Koko	Karamateriaali	Väri Pinnoite
F	B = Suljettu	A = Alu	D = Kupu	Halkaisija/ Pituus	A = Alu	RR20/9010
F	M = Multigrip vyöhykeniitti	Z = Teräs	K = Uppo		Z = Teräs	
F	P = Peel haaraniitti	S = A2	F = Laaja		S = A2	
F	G = Uurettu	H = A4			H = A4	
F	L = Lyöntiniitti	C = Kupari				

Esim: FAD 3210Z Alu/St kupukanta avoin 3,2x10,0  
 FGAD4810 Alu/St Uurettu kupukanta avoin 4,8x10,0  
 FMSD3210S A2/A2 Multi-grip kupukanta 3,2x10,0  
 FAF321095Z Alu/St Laajakanta avoin 3,2x10,0 Kanta 9,5  
 FBSK3210S A2/A2 kupukanta suljettu 3,2x10,0  
 FLAD4816S Alu/A2 Lyöntiniitti

**Sovellusesimerkkejä**



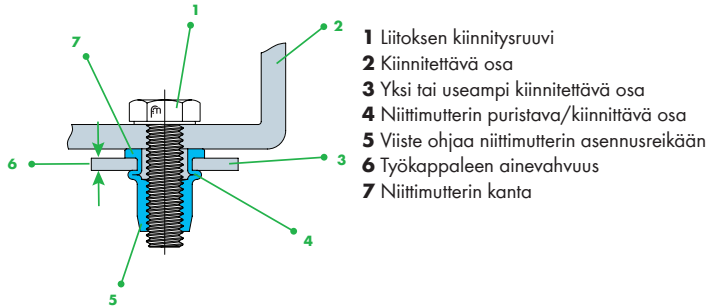
© Ferrometal 08/2013

## Fix master niittimutterit

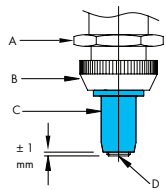
Fm niittimutteri on hyvä ratkaisu ohutlevyihin jossa kierteeltä vaaditaan kuormituskestävyyttä. Asennus voidaan tehdä helposti myös sovelluksiin joihin päästään käsiksi vain yhdeltä puolelta, esim. kotelot, putket, profiilit... Eri materiaaleista ja kierremitoista löytyy Fm niittimuttereita sekä ohuille että paksuimmille levyille. Fm niittimutteri valikkomamme kattaa kierrekoot M3 aina M12 saakka.

Materiaali vaihtoehtoja ovat Teräs sinkitty, A2, A4, alumiini, messinki, sähkösinkitys kromi 6 vapaa.

Esimerkkejä eri teollisuuden alan käyttökohteista mm. Auto, lentokone, laiva, rautatie, elektroniikka, valaistus, keittiökalusteet, rakennus, kodinkone, jne...

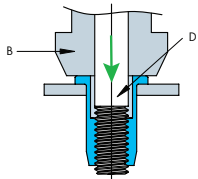


- 1 Liitoksen kiinnitysruuvi
- 2 Kiinnitettävä osa
- 3 Yksi tai useampi kiinnitettävä osa
- 4 Niittimutterin puristava/kiinnittävä osa
- 5 Viiste ohjaa niittimutterin asennusreikään
- 6 Työkappaleen ainevahvuus
- 7 Niittimutterin kanta

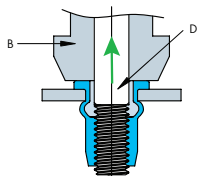


### Asennus

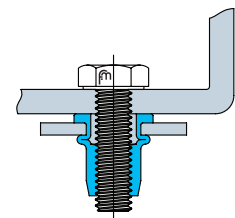
- A Suokappaleen lukitusmutteri  
B Suokappale  
C Niittimutteri  
D Vetokara



Fm niittimutteri kierretään asennustyökalan vetokaraan niin, että vetokaran pää tulee noin 1 mm verran ulos niittimutterista.  
Niittimutteri työnnetään asennuslevyn reikään



Asennuksen jälkeen vetokara kierretään pois niittimutterista.  
Fm niittimutteri on asennettu



Kiinnitä osa soveltuvalla ruuvilla paikoilleen.

**Sovellusesimerkkejä**

