

1. Standardit ja niiden vertailu

DIN	Saksan kansallinen standardi (Deutsches Institut für Normung). DIN-numerot ovat edelleen voimassa tuotteille, joille ei ole olemassa ISO- / EN-standardia.
ISO	Kansainvälinen standardi (International Standardization Organisation). Moni DIN- standardi on muodostanut pohjan ISO-standardille. Tässä prosessissa monet vanhat DIN- standardit ovat muotoutuneet uusiksi ISO-standardeiksi.
DIN ISO	Saksan kansallinen versio, johon ISO-numerot on otettu muuttumattomana.
EN	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.
DIN EN	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.
EN ISO	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.
DIN EN ISO	Saksan kansallinen versio EN ISO-standardista muuttumattomana. Tuotemääritelmä tehdään ISO-standardin mukaan.
SFS	Suomen kansallinen standardi (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry). Kansainvälisten ja eurooppalaisten standardien soveltaminen kuten yllä on esitetty.



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. <i>DIN-ISO Yksityiskohtien vertailu</i>
85	1580		Kannan mitoissa joitain eroja. Kts. <i>DIN-ISO Yksityiskohtien vertailu</i>
94	1234	Haarasokka	-
125	7089	Aluslaatta Form A (viistetty)	ISO-nimellismitat perustuvat kierteen halkaisijaan, DIN-nimellismitat reiän halkaisijaan. Mitoissa ei eroja.
126	7090	Aluslaatta Form B (ei viistetty)	ISO-nimellismitat perustuvat kierteen halkaisijaan, DIN-nimellismitat 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	-



DIN	ISO	Nimitys	Eroavaisuudet
472	-	Lukkorengas	-
551	4766	Urapidätinruuvi	Mitoissa ei eroa.
553	7434	Urapidätinruuvi	Mitoissa ei eroa
555	4034	Kuusiomutteri	Eroja avainvälissä ja mutterin korkeudessa. Pääosin vaihtokelpoisia. <i>Kts. DIN-ISO Yksityiskohtien vertailu</i>
558	4018	Kiristysruuvi	Mitoissa ei eroa.
580	3266	Nostosilmukka	Mitoissa ei eroa.
601	4016	Kuusioruuvi	
603	8677	Lukkoruuvi	-
906 908 910	-	Putkitulppa	-
912	4762	Kuusikoloruuvi	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 avainkoossa ja mutterin korkeudessa (M10, 12, 14 ja 22). Pääosin vaihtokelpoisia. <i>Kts. DIN-ISO Yksityiskohtien vertailu</i>
935	-	Kruunumutteri	-
938 939	-	Vaarnruuvi	-
960	8765	Kuusioruuvi, hienoki- erre	-
961	8676	Kuusioruuvi, hienoki- erre	-
963	2009	Uraruuvi	Kannan mitoissa joitain eroja. <i>Kts. DIN-ISO Yksityiskohtien vertailu</i>
964	2010	Uraruuvi	Kannan mitoissa joitain eroja. <i>Kts. DIN-ISO Yksityiskohtien vertailu</i>
965	7046	Uraruuvi	Kannan mitoissa joitain eroja. <i>Kts. DIN-ISO Yksityiskohtien vertailu</i>
966	7047	Uraruuvi	Kannan mitoissa joitain eroja. <i>Kts. DIN-ISO Yksityiskohtien vertailu</i>



DIN	ISO	Nimitys	Eroavaisuudet
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. Kts. <i>DIN-ISO Yksityiskohtien vertailu</i>
7978	8736	Kartiosokka	-
7980	-	Jousialuslaatta	-
7981	7049	Levyruuvi	Kannan mitoissa joitain eroja. Kts. <i>DIN-ISO Yksityiskohtien vertailu</i>
7982	7050	Levyruuvi	Kannan mitoissa joitain eroja. Kts. <i>DIN-ISO Yksityiskohtien vertailu</i> Uppokulma: ISO 90°, DIN 80°
7983	7051	Levyruuvi	Kannan mitoissa joitain eroja. Kts. <i>DIN-ISO Yksityiskohtien vertailu</i> Uppokulma: ISO 90°, DIN 80°
7985	7045	Uraruuvi	Kannan mitoissa joitain eroja. Kts. <i>DIN-ISO Yksityiskohtien vertailu</i>
9021	7093	Korilaatta	Nimellismitat perustuen kierteen halkaisijaan (ISO), toisin kuin reiän halkaisijaan (DIN). Pääosin vaihtokelpoisia.



Kuusioruuvien avainvälit (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		5,75-7,25	6,4-7,9	6,14-6,5	6,44-6,7
M 10	17	16	7,25-8,75	8-9,5	7,64-8	8,04-8,4
M 12	19	18	9,25-10,75	10,4-12,2	9,64-10	10,37-10,8
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.



Eri maiden kansallisia standardeja:

Maa	Lyhenne
Alankomaat	NEN
Algeria	IANOR
Argentiina	IRAM
Australia	SAI
Bangladesh	BSTI
Belgia	IBN
Brasilia	ABNT
Bulgaria	BDS
Chile	INN
Egypti	EOS
Espanja	AENOR
Etelä-Afrikka	SABS
Etelä-Korea	KATS
Etiopia	QSAE
Eurooppa	EN
Ghana	GSB
Indonesia	BSN
Intia	BIS
Iran	ISIRI
Irlanti	NSAI
Iso-Britannia	BSI
Israel	SII
Italia	UNI
Itävalta	ON
Jamaika	JBS
Japani	JISC
Jugoslavia	SZS
Kanada	SCC
Kansainvälinen	ISO
Kenia	KEBS
Kiina	CSBTS
Kolumbia	ICONTEC
Kreikka	ELOT
Kuuba	NC
Kypros	CYS

Maa	Lyhenne
Libya	LNCSM
Malesia	DSM
Marokko	SNIMA
Meksiko	DGN
Mongolia	MNCSM
Nigeria	SON
Norja	NSF
Pakistan	PSI
Philippiinit	BPS
Pohjois-Korea	CSK
Portugali	IPQ
Puola	PKN
Ranska	AFNOR
Romania	ASRO
Ruotsi	SIS
Saksa	DIN
Saudi-Arabia	SASO
Singapore	PSB
Sri Lanka	SLSI
Suomi	SFS
Sveitsi	SNV
Syyria	SASMO
Tansania	TBS
Tanska	DS
Thaimaa	TISI
Trinidad ja Tobago	TTBS
Tsekki	CSNI
Turkki	TSE
Unkari	MSZT
USA	ANSI
Uusi-Seelanti	SNZ
Uzbekistan	UZGOST
Venezuela	FONDONORMA
Venäjä	GOST
Vietnam	TCVN



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 confirugation 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)

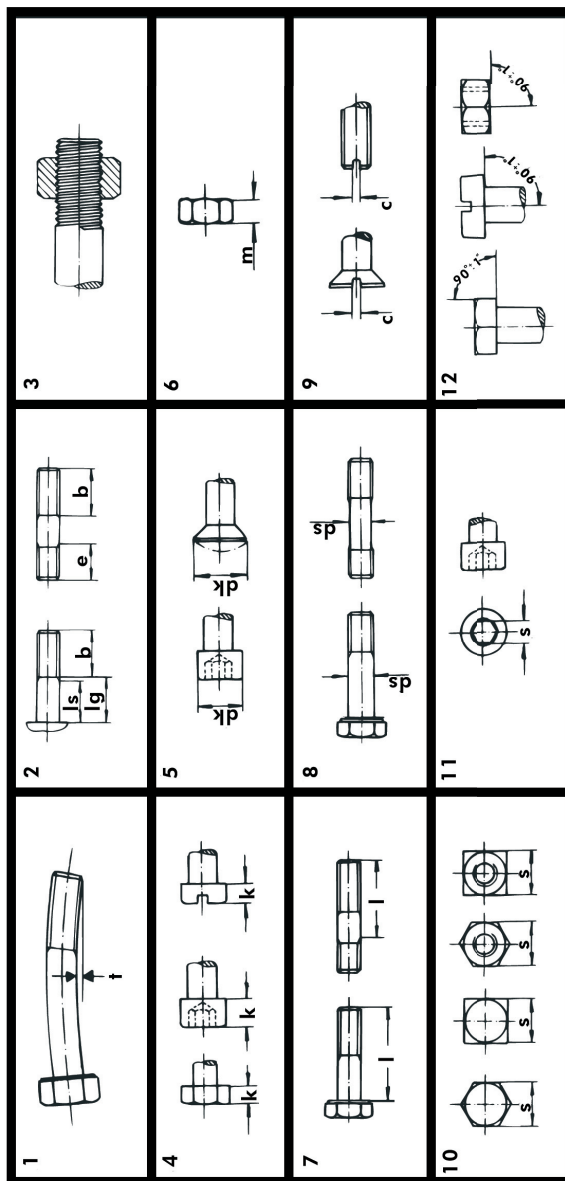
2. Toleranssit

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





Koza	Ominaisuus	Tunnus	Lisäinfo	Nimellisarvo	Tuoteluokka A (alkaisemmin "m")	Tuoteluokka B (alkaisemmin "mg")	Tuoteluokka C (alkaisemmin "g")	HUOMI
1	Suuruus	t	I = nimellispuus b = kierrepuus	d ≤ 8 d > 8	0.0020 t + 0.05 0.0025 t + 0.05		2 X (0.0020 b + 0.05) 2 X (0.0025 b + 0.05)	
2	Kierrepuus	b	P = kierien nousu L ₁ = keritettömän osuuden minimipit. L ₂ = keritettömän osuuden maksimipit.		js16	js17	js17	* toleranssi +2P pätee vain, jos L ₁ tai L ₂ ei ole määritelty tuotestandardissa
3	Kierreluokassa	a			6H		7H	
		vaivauvut muten ruut			6g		8g	
4	Kannan korkeus	k		k < 10 k ≥ 10 M ≤ 5 M > 5	js14	js15	js16 js17	
		sisävalvinto			h13	-	-	
5	Kannan halkaisija	d ₁		≤ M12 > M12 ≤ M18 > M18	h13* h14 h15 h16	h14	-	* koneruuveissa h14
6	Multien korkeus	m					h17	
7	Nimellispuus	l		l ≤ 150 l > 150	js15*	js17	js17 2 X js17	* koneruuveissa l > 50 ja l6
8	Varen halkaisija	d ₂			h13	h14	± IT15	
9	Uran leveys*	n		n ≤ 1 1 < n ≤ 3 3 < n ≤ 6	+0.06...+0.20 +0.06...+0.31 +0.07...+0.37	-	-	* syvyys ulle ja kuusikokolle: ks. tuotestandardi
10	ukovalvinto	s			s ≤ 32 → h13 s > 32 → h14	s ≤ 19 → h14 19 < s ≤ 60 → h15 60 < s ≤ 180 → h16 s > 180 → h17		
					s = 0.7 → EF8 s = 0.9 → JS9 s = 1.3 → K8 s = 1.5 → K8 (99) s = 2.0 → D10 (D8) s = 2.5 → D11 (D10) s = 3.0 → D11 s = 4.0 → E11 s = 5.0 → E12 s = 6.0 → E12 s > 14.0 → D12		* toleranssialue pötkiruuville	
11	Asennus	s	sisävalvinto					
12	Kuma	90°		M ≤ 30 M > 30	± 1° ± 1.2°		± 2° ± 1°	
					444B		95, 96, 97, 186, 188, 281, 316, 444A, 455, 525, 558, 571, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000	



Perustoleranssit sekä toleranssialueet sisä- ja ulkomitoille:

Nimellismitta (mm)		Perustoleranssit (mm)							Toleranssialueet sisämitoille (mm)														
>	S	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	D12	F8	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15			
3	3	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 0			
3	6	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 0			
6	10	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 0			
10	18	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 0			
18	30	0,13	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	+0,275 +0,069	+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 0			
30	50	0,16	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	+0,33 +0,08	+0,054 +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 0			
50	80	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 0			
80	120	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 0			
120	180	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 0			
180	250	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 0			
250	315	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 0			
315	400	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 0			
400	500	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 0			

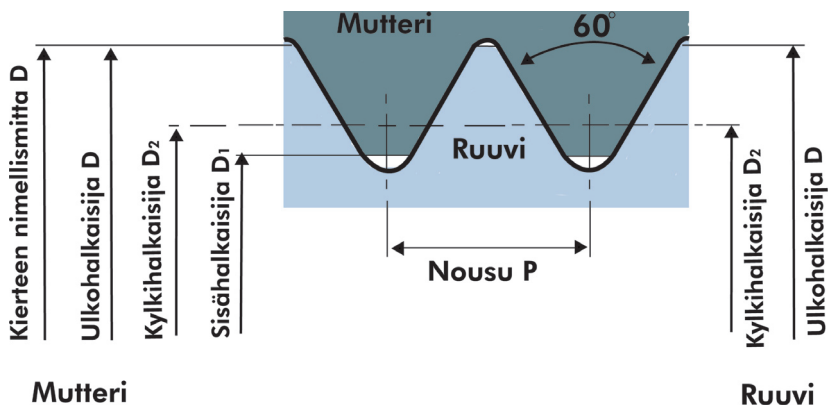
Nimellismitta (mm)		Toleranssialueet ulkomitoille (mm)																		
>	S	f9	h6	h7	h8	h9	h10	h11	h12	h13	h14	h15	h16	h17	js14	js15	js16	js17	m6	
3	3	-0,006 -0,031	0 -0,006	0 -0,01	0 -0,014	0 -0,025	0 -0,04	0 -0,06	0 -0,1	0 -0,14	0 -0,25	0 -0,4	0 -0,6	0 -0,1	±0,125	±0,2	±0,3		+0,008 +0,002	
3	6	-0,01 -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 -1,2	±0,15	±0,24	±0,375	±0,6	+0,012 +0,004	
6	10	-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 -1,5	±0,18	±0,29	±0,45	±0,75	+0,015 +0,006	
10	18	-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 -1,8	±0,215	±0,35	±0,55	±0,9	+0,018 +0,007	
18	30	-0,02 -0,079	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 -2,1	±0,26	±0,42	±0,65	±1,05	+0,021 +0,006	
30	50	-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 -2,5	±0,31	±0,5	±0,8	±1,25	+0,025 +0,009	
50	80	-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 -3	±0,37	±0,6	±0,95	±1,5	+0,03 +0,011	
80	120	-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 -3,5	±0,435	±0,7	±1,1	±1,75	+0,035 +0,013	
120	180	-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 -4	±0,5	±0,8	±1,25	±2	+0,04 +0,015	
180	250	-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 -4,6	±0,575	±0,925	±1,45	±2,3	+0,046 +0,017	
250	315	-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 -5,2	±0,65	±1,05	±1,6	±2,6	+0,052 +0,02	
315	400	-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 -5,7	±0,7	±1,15	±1,8	±2,85	+0,057 +0,021	
400	500	-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 -6,3	±0,775	±1,25	±2	±3,15	+0,063 +0,023	

3. Kierteet

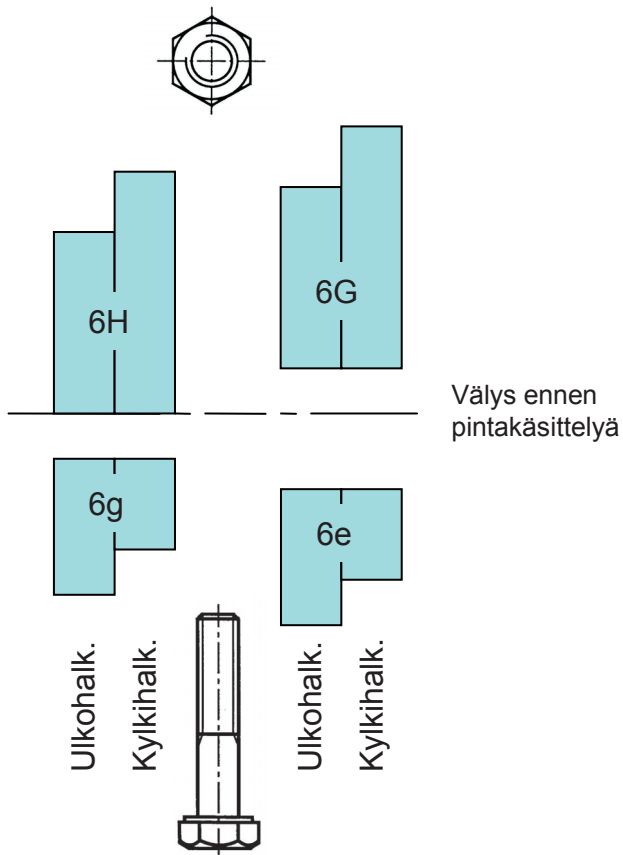
Kierteen mitat ja profiilin tarkkuus ovat ratkaisevia, kun määritellään:

- voidaanko ruuvi pintakäsitellä
- 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, fosfotointi tai sähkösinkitys
6e	6G	Pinnoittamaton (suurella välyksellä) tai hyvin paksut pinnoitteet

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

M	Nousu	Ruuvi, toleranssi 6g				Mutteri, toleranssi 6H			
		Ulkoalkaisija d (mm)		Kylkiulkaisija d ₂ (mm)		Kylkiulkaisija D ₂ (mm)		Sisäalkaisija D ₁ (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.

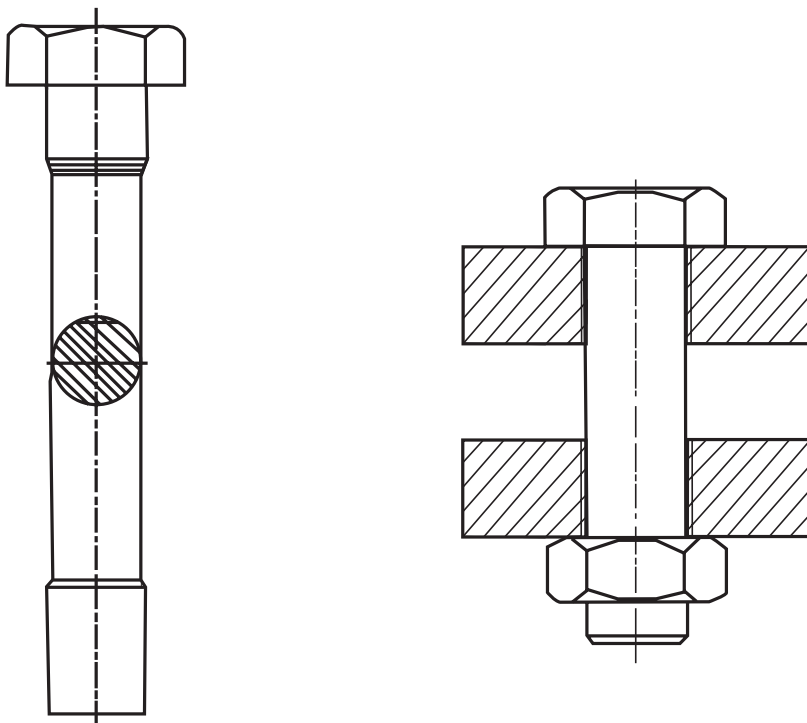
Tunnus	Nimi	Tyyppi tai sovellus	Merkintätapa	Kylkilukuma	Standardi
M	Metrisen ISO-kierre	Normaalkierre	Oikeakätinen	M8 X 50	ISO 724
M-LH		Normaalkierre	Vasenkätinen	M8 X 50 LH	(DIN 13-1)
M		Taajakierre	Oikeakätinen	M8 X 1 X 50	ISO 724
M-LH		Taajakierre	Vasenkätinen	M8 X 1 X 50 LH	(DIN 13-2...11)
M	Metrisen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

4. Mekaaniset ominaisuudet

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

Vetomurtolujuus R_m (N/mm²)

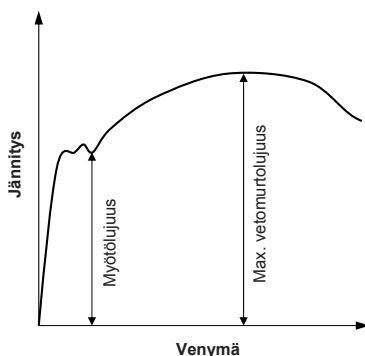
Vetomurtolujuus kertoo sen jännityksen, jossa ruuvi voi murtua. Rikkoutuminen voi tapahtua ruuvin varresta tai kierteestä, mutta ei kannan alta. Vetomurtolujuuden määrittelemiseksi tehdään vetokoe joko koko ruuvilla tai siitä koneistetulla koesauvalla. Ruostumattomien ruuvien A1-A5 vetomurtolujuudet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



Myötölujuus R_e (N/mm²)

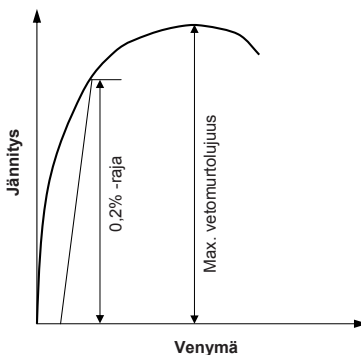
Myötölujuus kertoo millä jännityksellä vetomurtolujuus pysyy samana tai pienenee vaikka venymä kasvaa. Ts. ruuvi alkaa myötäämään, kun siirrytään materiaalin elastisen ja plastisen muodonmuutosalueen välillä. Myös myötölujuus voidaan määritellä tarkasti vain koesauvatesillä.

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, iskusitkeys, kovuus jne.) korreloivat paremmin myötölujuuden kuin murtolujuuden kanssa. Jännitys-venymä – käyrä 4.6 lujalle ruuville:



0,2% -venymäraja $R_{p0,2}$ (N/mm²)

Tätä arvoa käytetään lujille ruuveille (kuten 10.9), jotka kuormitettaessa siirtyvät jatkuvasti elastisen ja plastisen muodonmuutoksen välillä. Myötölujuutta voi olla vaikea määritellä, 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 (%)

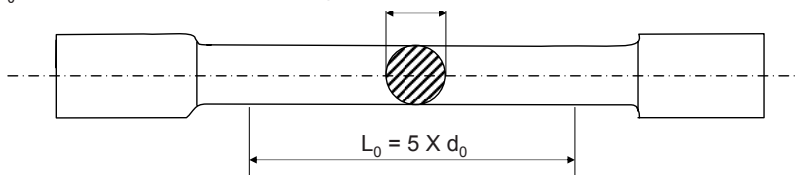
Murtovenymä on tärkeä ominaisuus materiaalin muokkautuvuutta ja sitkeyttä määrittäessä. Murtovenymä kertoo koesauvan venymän prosentteina:

$$A5 = (L_u - L_0) / L_0 \times 100\%, \text{ missä}$$

L_0 = määritetty mittapituus $L_0 = 5 \times d_0$

L_u = mittapituus murtumisen jälkeen

d_0 = koesauvan/ruuvin varren halkaisija ennen vetokoetta



Kovuus ja sen testaaminen

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

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

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

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

Mekaaniset ominaisuudet hiiliteräksille ruuveille ja pulteille:

Ominaisuus		Hiiliteräksset			
		5.6	8.8	10.9	12.9
Vetomurtolujuus R_m (N/mm ²)**	Nimellisarvo	500	800	1000	1200
	min.	500	800	830	1040
Myötölujuus R_e (N/mm ²)**	Nimellisarvo	300	-	-	-
	min.	300	-	-	-
0,2% -venymäraja $R_{p0.2}$ (N/mm ²)**	Nimellisarvo	-	640	640	900
	min.	-	640	660	940
Myötölujuus R_e tai 0,2% -venymäraja $R_{p0.2}$ korkeissa lämpötiloissa (N/mm ²)	+ 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
	min...max	155...220	250...320	255...335	320...380
Vickers-kovuus $F \leq 98N$ (HV)**	min...max	250	-	-	-
	***	147...209	238...304	242...318	304...361
Brinell-kovuus $F = 30D^2$ (HB)**	min...max	238	-	-	-
	***	79...95	-	-	-
Rockwell-kovuus HR**	min...max	99,5	-	-	-
	***	-	22...32	23...34	32...39
Iskusitkeys KV (J)**	min.	25	30	30	20

* Teräsrakennusruuveille raja on M12

** Ominaisuudet lämpötilassa + 20°C

*** Maksimiarvo ruuvin päässä



Kiinnikkeissä käytetty raaka-aineluokitus

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

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).

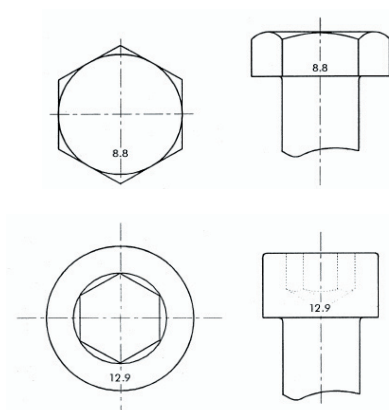
Matalille muttereille lujuusluokat on 04 ja 05.

Kantamerkinnot

Sinkitty / pinnoittamaton

ISO 898-1 mukainen merkintätapa.

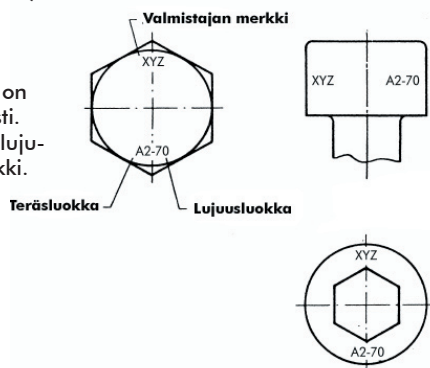
Kuusiomutterin / -ruuvin, joiden kierteen halkaisija on ≥ 5 mm tulee merkitä kuvan mukaisesti.



Haponkestävä / ruostumaton (A4 / A2)

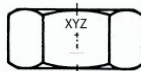
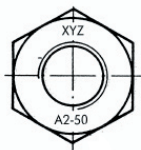
ISO 3506-1 mukainen merkintätapa.

Kuusioruuvit, joiden kierteen halkaisija on ≥ 5 mm tulee merkitä kuvan mukaisesti. Merkinnoissa tulee ilmetä teräsluokka, lujuusluokka sekä valmistajan tunnistemerkki.





Kuusiomutterin, joiden kierteen halkaisija on ≥ 5 mm tulee merkitä kuvan mukaisesti. Leimaus voidaan tehdä myös mutterin vastinpinnalle, jolloin merkintä ei saa olla kohokuvioitu.



A4 / A2 Mutterin vaihtoehtoinen merkintätapa.



A2

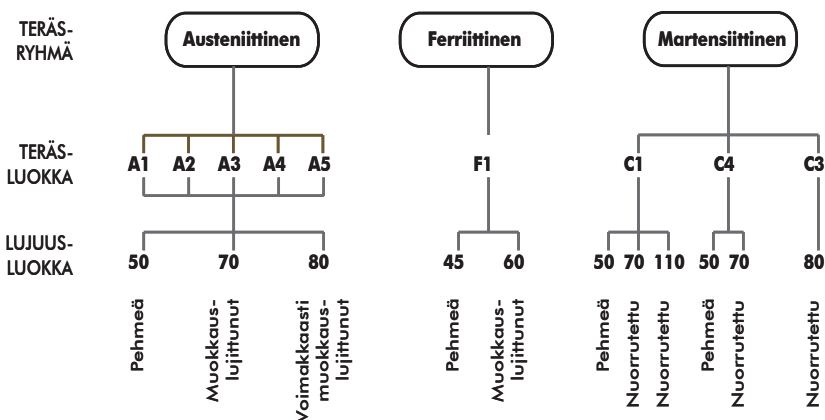


A4



Ruostumattomat teräkset (ISO 3506)

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



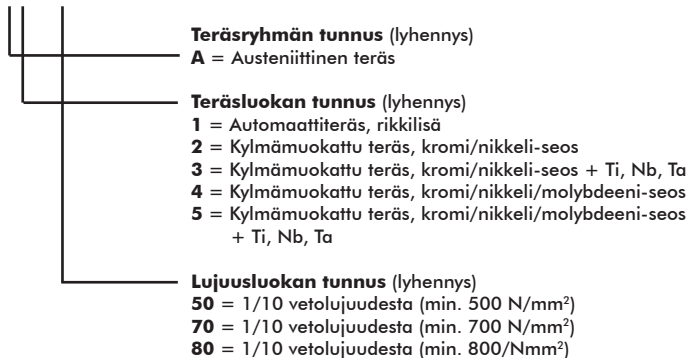
A1	Koneistettava laatu. Rajoitetusti ruostumaton, haponkestävä ja hitsattava. AISI-standardin vastaava luokitus: AISI 303. Ei magneettinen, ei karkaistava.
A2	Yleisin ruostumaton luokka mm. kemian teollisuuden ja kotitalouden laitteissa. Ruostumaton, haponkestävä ja hitsattava. Ei sovellu ei-hapettaviin happoihin eikä klooripitoisiin olosuhteisiin, esim. meriveteen. Ei magneettinen, ei karkaistava. Kylmänkesto -200°C saakka. AISI-standardin vastaava luokitus: AISI 304.
A3	Ominaisuudet kuten A2. Ei magneettinen, ei karkaistava.
A4	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.
A5	Ominaisuudet kuten A4. Ei magneettinen, ei karkaistava.
F1	Magneettinen laatu. A2 voidaan joissakin tapauksissa korvata F1:llä, jonka kloorinkestävyys on hyvä.
C1	Varsin hyvä korroosionkestävyys pintakäsittelynä (esim. Delta-Magni tms. mikropinnoitus.) Karkaistava laatu. Magneettinen. AISI-standardin vastaava luokitus: AISI 410.
C3	Rajoitettu korroosionkestävyys.
C4	Rajoitettu korroosionkestävyys. Koneistettava laatu.

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

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 tunnistetaan seuraavalla kirjan-numerohdistelmällä:

A2 - 70



Ruuvituotteissa yleisesti käytetyt teräkset ovat:

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

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



Austeniittisen teräsryhmän kemiallinen koostumus:

	Materiaali-tunnus	Mat. nro	C ≤ %	Si ≤ %	Mn ≤ %	Cr %	Mo %	Ni %
A2	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
A3	X6 Cr Ni Ti 1811	1.4541	0,10	1,0	2,0	17,0 - 19,0	-	9,0 - 11,5
A4	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
A5	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	Teräs-luokka	Lujuus-luokka	Halkai-sija-alue	Ruuvit		
				Murtolujuus $R_m^{1)}$ N/mm ² min.	Venymäraja - 0,2% $R_{p0,2}^{1)}$ N/mm ² min.	Murto-venymä $A^{2)}$ mm min.
Austeniit-tinen	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

¹⁾ Jännitys lasketaan suhteessa poikkipinta-alaan.

²⁾ Murtovenymä määritetään kulloisenkin ruuvien pituuden mukaan, ei koestussauvan mukaan.
d = nimellishalkaisija.



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).
Austenittiset 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 teräsraka-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, mekaanisista ominaisuuksista sekä vastaavista testeistä.

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

Perusstandardit vaativat testausohjelmia ja -prosesseja, joiden avulla valmistaja takaa tuotteidensa laadun tekemällä jatkuvia satunnaistestejä. Näiden testien lisäksi Ferrometal Oy suorittaa jatkuvaa laadunvalvontaa sisään tulevasta tavarasta.

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 satunnaistoksessa. 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. Sivuminaisuus 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 puuruuvit	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, hilytulkki	1	-	-	-	-	-
Muoto kannan alla	1	-	-	-	-	1
Kierre, menotulkki	1	1,5	1	1,5	-	1
Kierre, hilytulkki	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



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

Ac	AQL				
	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0
	n (kpl) LQ ₁₀ (%)				
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 = Laatusuunnitelman näytteenottosuunnitelma. Arvo on prosenttiosuus tuotteista jotka ei täytä vaatimuksia. Standardi määrittelee myös korkeintaan 10% todennäköisyyden sille, että tuote hyväksyttäisiin vaikka se ei täyttäisi vaatimuksia (ns. asiakkaan riski).

0-virhetoimitukset 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 vastaanottodistus pyydettäessä.

Standardi	Sertifikaatti	Testitapa	Testitulos	Julkaisija
2.1	Laatuvakuutus	Ei määriteltyä testiotosta	ei tuloksia	Valmistaja
2.2	Koetustodistus		kemiallinen analyysi	
2.3	Koetustodistus	Osa toimittuserästä testataan.	kemiallinen analyysi ja mekaaniset ominaisuudet	Valmistaja (ilman ulkop. asiantunt.)
3.1 A	Vastaanottodistus			Asiantuntija (viranomainen)
3.1 B				Asiantuntija (valmistajan määrittämä)
3.1 C				Asiantuntija (asiakkaan määrittämä)

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 korroosio

Korroosion esiintyminen ruuviliitoksessa

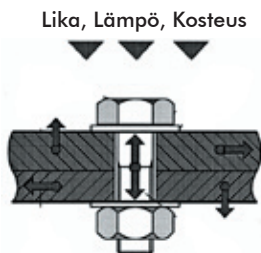
Kaikkien terästen korroosionkesto perustuu kahteen tekijään, joko niiden luonnolliseen jalouteen (jalometalli) tai niiden kykyyn tuottaa pinnalleen korroosiolta suojaava reaktiotuotekerros, esim. alumiini tai ruostumaattomat teräkset.

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

Ruostumattomat teräkset sisältävät vähintään 16% kromia (Cr) ja ovat kestäviä hapettavia 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 työstettyvyyden parantamiseksi rikki (S).

Austeniittisen teräsryhmän kiinnikkeet eivät pääsääntöisesti ole magneettisia, vaikkakin kylmämuokkaamalla saavutetaan vähäisessä määrin magnetoitavuutta. Korroosionkestoon 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. Pintakorroosio ja paikallinen korroosio
2. Jännityskorroosio
3. Rakokorroosio
4. Raeraja korroosio
5. Valikoiva- ja eroosiokorroosio
6. Galvaaninen korroosio
7. Mekaaniset vaikutukset liitokseen (väsyminen)

1. Pintakorroosio (yleinen korroosio), paikallinen (piste) korroosio

Pintakorroosio, myös kulutuskorroosioksi kutsuttu, tarkoittaa tasaista ja hiljalleen etenevää pinnan korroosioskulumista. Pintakorroosio on tyypillinen korroosion muoto suojaamattomilla metallipinnoilla sekä sähkösinkityillä kiinnikkeillä.

Pintakorroosio voidaan ehkäistä oikealla kiinnikemateriaalin valinnalla huomioiden käyttöolosuhteet. Kts. jäljempänä kohta "A4 / A2 kemiallinen kestävyys".

Paikallinen korroosio, piste korroosio esiintyy pintakorroosiona lisättyä paikallisenä 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. Jännityskorroosio

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

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

3. Rakokorroosio

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 korroosio*.

4. Raerajakorroosio

Raerajakorroosio 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 läheisytyy muodostuu kromiköydyä alue ja normaali passivoitumisreaktio häiriintyy ja teräs altistuu korroosiolle.

5. Valikoivakorroosio / Eroosiokorroosio

Valikoivalla korroosiolle tarkoitetaan teräksen jonkin seosaineen nopeampaa liukenemistä (esim. messinkien sinkkikato tai valurautojen grafitoituminen).

Ei tyypillistä ruuvituotteissa käytetyissä teräslaaduilla.

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

Ei tyypillinen korroosiomuoto ruuviliitoksissa.

6. Galvaaninen korroosio

Galvaaninen korroosio, kutsutaan myös kontaktikorroosioksi, toimii kuin *sähköpari*: hiilisauva jalompina katodina ja sinkkikuori epäjalompina 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 potentiaalieroja ja kosteus toimii elektrolyytinä.

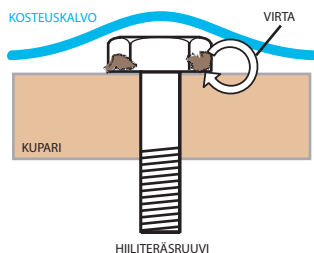
Eri metallien välillä on potentiaalieroja. Kts oheinen metallien jännitesarja.

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

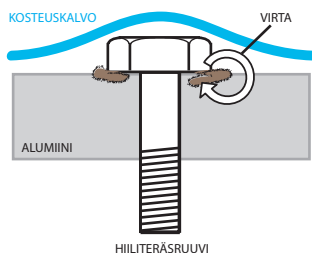
Mitä kauempana toisistaan jännitesarjassa yhdistettävät metallit ovat, sitä suurempi on potentiaaliero ja korroosioriski.

Metallien kemiallinen jännitesarja

	↑	Hili
		Platina
		Kulta
		Hopea
		Ruostum. teräs, passiivinen
		Nikkeli
		Kupari
		Messinki
		Tin
		Ruostum. teräs, passiivimaton
		Lyijy
		Hiiliteräs
		Kadmium
		Alumiini
		Sinkillä teräs
		Sinkki
	↓	Magnesium



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



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



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

Kosteus toimii elektrolyytinä.

Galvaaninen korrosio aktivoituu, kun:

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

Korroosion estäminen

1. Saata galvaaninen pari toimintakyvyttömäksi:
 - suojaamalla rakenteet kosteudelta (poista elektrolyytti).
 - eristä eri metallit toisistaan, esim. pinnoitteella.
 - eristä metallit elektrolyytistä.
2. Vältä yhdistämistä metalleja, joiden potentiaaliero on suuri.
3. Järjestä ruuviliitoksen ja rakenteen tuuletus.
4. Valitse ruuvit jalommasta aineesta kuin rakenne.
 - epäjalomman (rakenne) pinta-ala suuremmaksi kuin jalomman (kiinnike).
5. Valitse riittävä pinnoitus.
6. Järjestä lämpötila mahdollisimman alhaiseksi.
7. 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

Kestävyyssluokka	Arviointi	Painonmenetys g/m ² h
A	täysin kestävä	< 0,1
B	käytännössä kestävä	0,1 - 1,0
C	vähäisesti kestävä	1,0 - 10
D	ei-kestävä	> 10

Vaikuttava aine	Väkevyys	Lämpötila	Kestävyyssluokka	
			A2	A4
Ammoniakki	kaikki	20 kiehuva	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 kiehuva	A A	A A
Etyylialkoholi	kaikki	20	A	A
Etyylieetteri	-	kaikki	A	A
Fenoli	puhdas	kiehuva	B	A
Fosforihappo	10%	kiehuva	A	A
	50%	20 kiehuva	A C	A B
	80%	20 kiehuva	B D	A C
	väkevä	20 kiehuva	B D	A D
		kiehuva	D	D
Glyseriini	väkevä	kaikki	A	A
Hedelmät	-	-	A	A
Hedelmämehu	-	kaikki	A	A
Hiilidioksidi	-	-	A	A
Kalkki	-	-	A	A
Kehitin (valokuvaus)	-	20	A	A



A4 / A2 Kemiallinen kestävyys, jatkuu...

Vaikuttava aine	Väkevyys	Lämpötila	Kestävyysluokka	
			A2	A4
Kloori	kuiva kaasu kostea kaasu	20 kaikki	A D	A D
Kloroformi	kaikki	kaikki	A	A
Kupariasettaatti	-	kaikki	A	A
Kuparinitraatti	-	-	A	A
Kuparisulfaatti	-	-	A	A
Magneesiumsulfaatti	n. 26 %	kaikki	A	A
Maitohappo	1,5 % 10 %	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



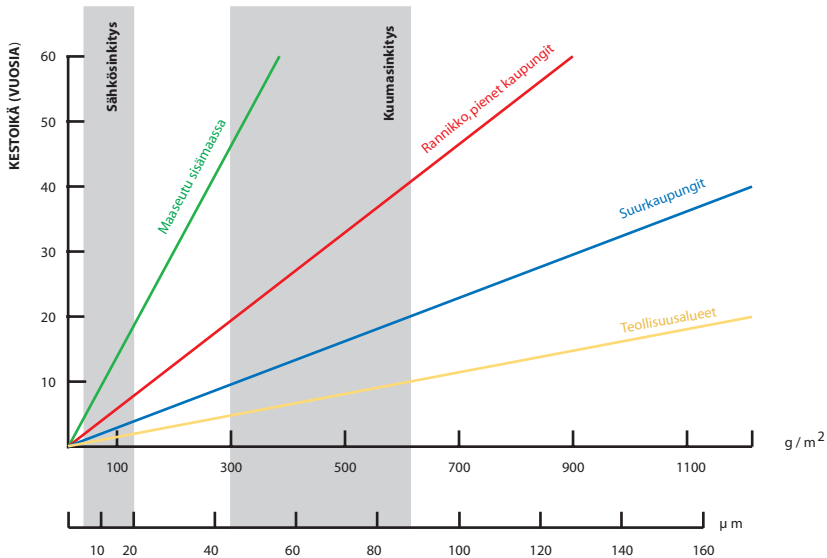
A4 / A2 Kemiallinen kestävyys, jatkuu...

Vaikuttava aine	Väkevyys	Lämpötila	Kestävyysluokka	
			A2	A4
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 %	20	B	B
		50	C	B
	2 %	20	D	D
		50	D	D
	< 10 %	20	D	D
Syanidi	-	20	A	A
Teollisuusilma	-	-	A	A
Terva	-	kuuma	A	A
Typpihappo	< 40 %	kaikki	A	A
	50 %	20	A	A
		kiehuva	B	B
	90 %	20	A	A
		kiehuva	C	C
Veri	-	20	A	A
Viini	-	20 ja kuuma	A	A
Viinihappo	< 10 %	20	A	A
		kiehuva	B	A
	> 10 %	20	A	A
	< 50 %	kiehuva	C	C
	75 %	kiehuva	C	C
Öljy (mineraali)	-	kaikki	A	A

Sinkkikerroksen paksuuden merkitys

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

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



Kaavion arvot ovat suuntaa antavia.

Vetyhauraus

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

Vetyhaurausriskin vuoksi yli 8.8 lujuusluokan kiinnikkeitä ei suositella sähkösinkittävään. 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 teräslaitteita.

Myös kuumasinkitystä edeltä peittausvaihe saattaa johtaa vedyn liukenemiseen teräkseen.



Ympäristön rasitusluokat

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

Rasitus-luokka ISO 12944-2	Rasitus-luokka SFS 4596	Korroosio-vaikutus	Esiintymisympäristö
	M0	Rasitteeton	
C1	M1	Hyvin lievä ilmastorasitus	Kuivat, lämmitetyt sisätilat
C2	M2	Lievä ilmastorasitus	Lämmitetyt sisätilat, kondenssivaara. Ulkona puhdas maaseutuilmast.
C3	M3	Kohtalainen ilmastorasitus	Kaupunki-ilmast, 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-ilmast



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 sinkki kylpyyn, 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 kiertelle. Kierteen toimivuus varmistetaan alikierrettämällä tuote ennen pinnoitusta.	250 °C
Fosfatoiinti	Antaa vain kevyen korroosiosuojan. Hyvä tartuntapohja esimerkiksi maalille. Ulkonäöltään harmaasta mustanharmaaseen. Öljyminen 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 ≥ 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 elintarvikekelpoinen ja ympäristöystävällinen, ei sisällä mm 3- tai 6-arvoisia kromeja, lyijyä, kadmiumia tai muita raskasmetalleja.

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

Lämmönkestävyys +250 °C.

Erinomainen **korroosionkestävyys:** DIN 50021 suolasumukokeessa korroosionkestävyys min 800 tuntia ja DIN 50018 Kesternich koneessa min. 10 kierrosta.

Ferrometal Oy toimittaa ruuvituotteet myös Delta-pinnoitettuna.



	Delta-Tone	Delta-Seal	Delta-Tone + Delta-Seal	Sähkösinkki + kromatointi	Kuuma- sinkitty
Katodisesti suojaava	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Sähköisesti suojaava	Johtava	Eristävä	Eristävä	Johtava	Johtava
Vetyhauraus- riski	Ei	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä
Kromia (6-arvoista)	Ei	Ei	Ei	Kyllä ¹⁾	Kyllä
Kitkakerroin 0,08-0,14	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei	Ei
Kestää useita asennuskertoja	Kyllä/Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä/Ei	Kyllä
Kestää happoja ja emäkisä	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 merkitätävät

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

- A 2 F**
1. Tunnuskirjain pinnoitteelle
A = sinkki (Zn)
 2. Tunnusnumero paksuudelle
2 = 5 μm
 3. Tunnuskirjain viimeistelylle
F = kirkas, sinipassivointi

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)

Pinnoituksen paksuus μm

- 1 = 3
2 = 5
3 = 8
9 = 10
4 = 12
5 = 15
6 = 20
7 = 25
8 = 30

Viimeistely (passivointi/kromatointi)		
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		
T		



Ferrometalissa käytetyt lyhenteet yleisimmille pinnoitteille:

pinnoittamaton	ST
sinkitty	ZN
keltapassivoitu	ZNC
kuumasinkitty	HOT
fosfatoiini	FOS

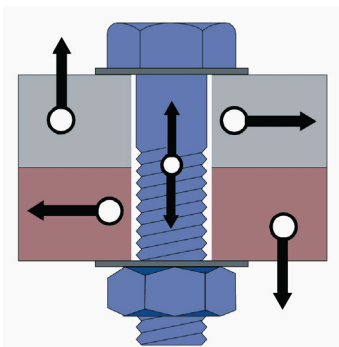
Kierretankojen merkitsemiseen käytetyt värikoodit DIN 976 mukaan:

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 leikkausjännitystä. Vaativat ruuviliitokset suunnitellaan yleensä siten, että ruuvin aksiaalivoiman aiheuttama kitkavoima siirtää leikkausvoiman kappaleesta toiseen. Tällöin mutterin kiristysvääntömomentista mahdollisesti jäänyt vääntöleikkausjännitys on ainoa leikkausjännitys, mitä ruuvin varressa esiintyy.

Tästä seuraa, että ruuviliitoksen kestävyys 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: kierteiden lastuaminen (leikkaaminen) tai muovaus (valsaus). Standardiruuvit valmistetaan lähes yksinomaan muovaamalla ja erityisesti suuret sarjat tai lujat ruuvit kylmävalssaamalla. Erittäin suuret halkaisijat ja pienet valmistussarjat on mahdollista tehdä kuumavalssaamalla. Kylmävalssatuilla kierteillä olevien ruuvien väsymislujuus on nuorrutettuja ruuveja selvästi parempi. Väsymislujuuden lisäys johtuu mm. kierteen pinnan silityttämisestä, kierteen pohjan muokkauksesta 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
- ruuvien jännitysamplitudi kasvaa
- ruuvi väsyä
- mutteri löystyy tärinässä
- liitos liikuu 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

Kitkakertoimen μ tarkka tuntemus on ehdottoman tärkeää kiristysmomenttien tarkalle määrittelylle. Hiiliterästen kohdalla voidaan yleisesti käyttää keroainta 0,14, mutta ruostumattomien terästen kohdalla kitkakeroain voi vaihdella huomattavasti riippuen pintojen ja voiteluaineen ominaisuuksista sekä niiden poikkeamista. Siksi on suositeltavaa tehdä käytännön testejä oikean kiristysmomentin määrittämiseksi.

Seuraavan taulukon arvot ovat vain suuntaa-antavia:

Kitkakeroain μ	Suurimmat sallitut kiristysmomentit (Nm) (90% käyttöaste 0,2%-venymärajasta)									
	Hiiliteräkset				Austenititiset teräkset					
	5.6	8.8	10.9	12.9	A2-70 & A4-70*			A2-80 & A4-80*		
	0,14				0,10	0,20	0,30	0,10	0,20	0,30
M4	1,37	3,3	4,8	5,6	1,7	2,6	3	2,3	3,5	4,1
M5	2,7	6,5	9,5	11,2	3,4	5,1	6,1	4,6	6,9	8
M6	4,6	11,3	16,5	19,3	5,9	8,8	10,4	8	11,8	13,9
M8	11	27,3	40,1	46,9	14,5	21,4	25,5	19,3	28,7	33,9
M10	22	54	79	93	30	44	51	39,4	58	69
M12	39	93	137	160	50	74	88	67	100	117
M14	62	148	218	255	79	119	141	106	159	188
M16	95	230	338	395	121	183	218	161	245	291
M18	130	329	469	549	174	260	308	232	346	411
M20	184	464	661	773	224	370	439	325	494	586
M22	250	634	904	1057	318	488	582	424	650	776
M24	315	798	1136	1329	400	608	724	534	810	966
M27	470	1176	1674	1959	-	-	-	-	-	-
M30	635	1597	2274	2662	-	-	-	-	-	-
M33	865	2161	3078	3601	-	-	-	-	-	-
M36	1440	2778	3957	4631	-	-	-	-	-	-
M39	1780	3597	5123	5994	-	-	-	-	-	-

* Ruuvien pituus enintään 8 kertaa halkaisija. Yli M24 kiinnikkeille, mekaaniset ominaisuudet täytyy sopia käyttäjän ja valmistajan kesken.



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 avauksen 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 eliminoinemiseksi:

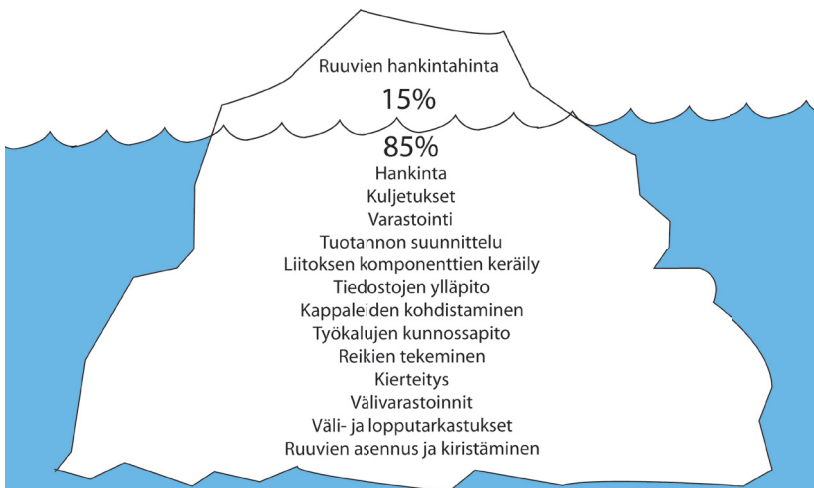
Liitoskomponenttien materiaali tai pinnoite	RST A2 / A4	Alumiini	Kupari	Messinki	Teräs, mustapassivoitu	Teräs, keltapassivoitu	Teräs, sinkitty	Teräs, pinnoittamaton
RST A2 / A4	+++	+++	++	++	++	++	++	++
Alumiini	++	+++	++	++	+	+	+	+
Kupari	+	+	+++	++	+	+	+	+
Messinki	+	+	++	+++	+	+	+	+
Teräs, mustapassivoitu	-	-	-	-	+++	++	++	+
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

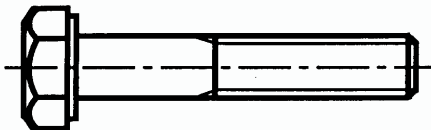
Esimerkiksi valmistavan yrityksen normitusta kehittämällä voidaan kiinnitystarvikkeiden nimikemäärää huomattavasti vähentää yhtenäistämällä käytettäviä ruuvityyppejä, raaka-aineita, pintakäsittelyjä, lujuusluokkia, ruuvimittoja yms.

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

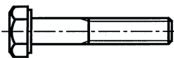
Myöhässä tai väärin toimitetut kiinnitystarvikkeet aiheuttavat suoria ja välillisiä kustannuksia:

- 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.



Lopputuotteen tuotantokustannukset	100 %	1000 EUR
------------------------------------	-------	----------



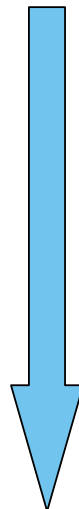
Ruuviliitosten osuus tuotteesta keskim.	3 %	30 EUR
---	-----	--------



Ruuvien osuus liitoksista	15 %	4,50 EUR
---------------------------	------	----------

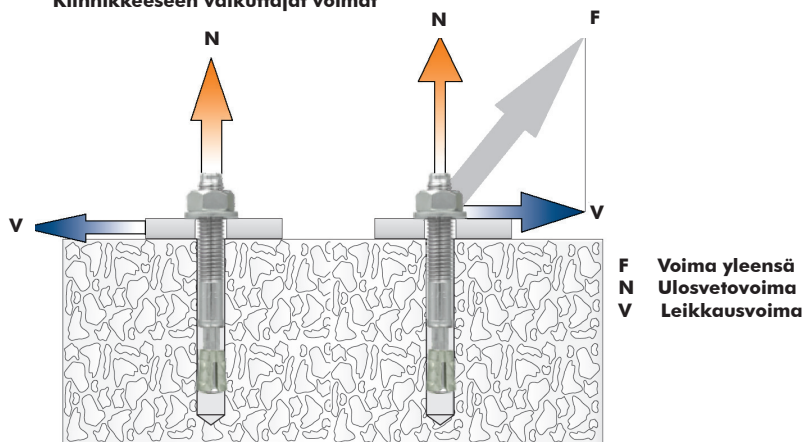


Ruuvien hintavaihtelut	20 %	0,90 EUR
-------------------------------	-------------	-----------------



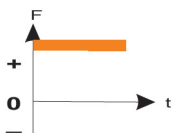
Ankkurikiinnitykset

Kiinnikkeeseen vaikuttajat voimat

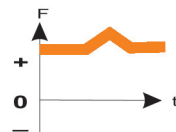
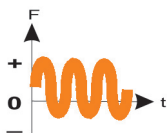


Erilaiset kuormitustyypit

Staattinen kuorma



Dynaamiset kuormitukset



Kiinnitysten murtumistyytit

Teräsojan murtuma voidaan laskea kaavasta $as \times F_{uk}$, jossa as on vetokuormitetun ankkurin ohuimman kohdan halkaisija ja F_{uk} on teräsojan raaka-aineen murtolujuus. Teräsojan murtuma on suurin saavutettavissa oleva ankkurin kapasiteetti.

Liukuma on ankkurin ulostulo asennusreiästä. Liukumaa aikaansaavat kuormat ovat erisuuruisia erityyppisiläankkureilla. Liukumaa aikaansaavien kuormien suuruuksia voidaan todeta vain kokeellisesti.

Betonin murtumaan vaikuttaa kaksi tekijää: betonin lujuusluokka ja ankkurin asennussyvyys.

