

Rustfrie skruprodukter

Innhold

Generelt om rustfrie skruprodukter	2
Merking og fasthetsklasser for skruer og muttere ISO 3506	4
Rustfritt stål.....	6
Tiltrekningsmomenter for rustfrie skruer(ISO-metrisk).....	8
Tiltrekningsmomenter for rustfrie skruer(ISO-inch).....	9
Duplex.....	10
Superaustenitt.....	11
Superlegeringer	12

Generelt om rustfrie skruprodukter

Generelt om festemidler i rustfritt stål

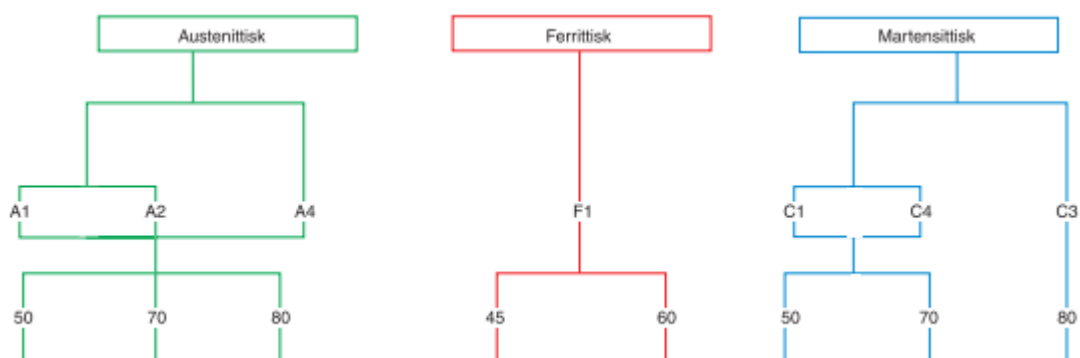
Rustfrie stål er en familie jernholdige legeringer som inneholder minimum 12% krom. Krom er et element som ikke korroderer og derfor har alle rustfrie stål en høy grad av korrosjonsbestandighet. Generelt er det slik at høyere krominnhold gir økt korrosjonsbestandighet. Alle rustfrie stål inneholder i tillegg til jern og krom, noe karbon. Imidlertid er karboninnholdet relativt lavt og nøye kontrollert. Grunnen til dette er at krom sammen med karbon danner karbider som gir et ubetydelig bidrag til korrosjonsbestandigheten. En konsekvens av dette er at ved økende karboninnhold må krominnholdet økes for å oppnå likeverdig korrosjonsbestandighet. I tillegg har alle rustfrie stål en blanding av andre legeringselementer. Nikkel er det viktigste. Det øker korrosjonsbestandigheten drastisk, gir gode egenskaper ved lavere temperaturer og hjelper til å bevare styrken ved høyere temperaturer. Andre elementer som molybden, kobber, aluminium, svovel, selen, tantal, columbium og titan er viktige tilsetninger som bidrar til å modifisere den kjemiske sammensetningen til de forskjellige legeringene og gi hver av dem en unik kombinasjon av egenskaper som er nødvendig for å møte definerte krav.

Korrosjonsbestandigheten hos rustfrie stål kommer av deres evne til øyeblikkelig å danne en tynn usynlig oksydfilm på den eksponerte flaten. Denne filmen er passiv, og straks den er dannet motvirker den en videre oksydering.

Under produksjon av skruer, spesielt ved formings- og maskineringsoperasjoner, vil overflaten bli «smurt» inn med små partikler av stål som er slitt av fra formingsverktøyene. Hvis skruene har fått en etterfølgende varmebehandling, vil det også være mulighet for at de har tatt opp andre forurensninger i overflaten. Hvis slike skruer blir benyttet uten å ha blitt renset, er det stor sannsynlighet for at de vil bli misfarget. Som en konsekvens av dette blir praktisk talt alle festemidler i rustfritt stål passivert som siste arbeidsoperasjon.

Passivering er en renseprosess, hvor skruene blir dyppet i en oppløsning av saltpetersyre og vann. Når skruene kommer ut av badet dannes en oksydfilm uten inneslutning av de små fremmedpartiklene. For å oppnå maksimal korrosjonsbestandighet og et pent utseende må skruene være passivert.

Rustfrie skruer og muttere – ISO 3506



ISO 3506 har delt opp de rustfrie stålene i tre grupper etter strukturen hvor hver av dem har sin egen gruppeidentifikasjon:

Stålgruppe A - Austenittisk struktur

Stålgruppe C - Martensittisk struktur

Stålgruppe F - Ferrittisk struktur

Hver av gruppene har sine unike fordeler og begrensninger. Ingen av dem kan regnes som optimale. Innenfor hver av disse gruppene finnes legeringer som har likeverdige egenskaper og er ombyttbare. Vi skal se litt på de mest populære skruematerialene.

Hovedtyngden av rustfrie festemidler produseres i austenittiske rustfrie stål i gradene A2 og A4. Innenfor hver gruppe er de rustfrie stålene inndelt i forskjellige grader hvor de forskjellige stålene innenfor hver gruppe og gradering er likeverdige i korrosjonsbestandighet eller at de har en sammensetning som minst tilfredstiller ISO's minimumskrav. Valg av materiale (legering) gjør produsenten ut fra den aktuelle fremstillingsprosess; Kaldforming, varmsmiing eller maskinering.

A2 er den lavere graden og inneholder foruten krom også nikkel. A4 inneholder i tillegg molybden og har derfor en høyere korrosjonsbestandighet.

Austenittiske rustfrie stål har gode egenskaper både ved lavere og høyere temperaturer. Noen stål har god

oksydasjonsmotstand helt opp til 800°C, avhengig av karboninnhold og legeringstilsetninger. Andre stål kan anvendes helt ned til $\div 200^{\circ}\text{C}$. Imidlertid må hver enkelt applikasjon vurderes. Skruens ytelse når det gjelder korrosjonsbestandighet, oksydasjonsbestandighet og mekaniske egenskaper vil måtte være gjenstand for avtale mellom produsent og bruker for det aktuelle temperatur og bruksområde.

Austenittiske rustfrie stål er ikke herdbare ved varmebehandling, men ved hjelp av kaldforming kan de mekaniske egenskapene bedres. Austenittiske rustfrie festemidler leveres i tre forskjellige fasthetsklasser avhengig av omformingsgraden (ekstrudering).

De aktuelle fasthetsklassene er:

Fasthetsklasse 50

Ingen kaldforming, gjelder for maskinerte og varmsmidde produkter i dimensjoner til og med M39

Fasthetsklasse 70

Den normale fasthetsklassen for kaldformede produkter i dimensjonsområdet til og med M20 og 8xd lengde.

Fasthetsklasse 80

Kaldformede produkter med sterk grad av kaldomforming i dimensjonsområde til og med M20 og 8xd lengde

Fasthetsklasser for dimensjoner utover dette må avtales med produsenten.

Merking og fasthetsklasser for skruer og muttere ISO 3506

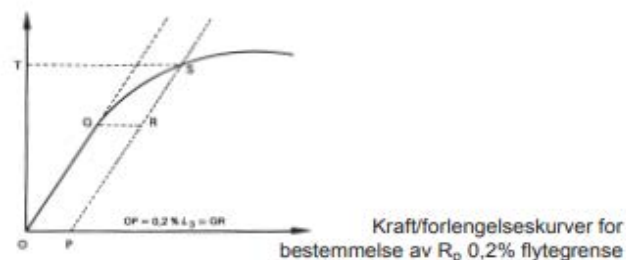
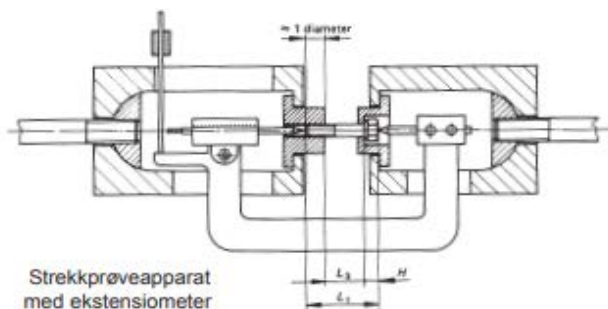


Merking av rustfrie skruer etter ISO 3506 er obligatorisk for sekskantskruer og sylinderskruer med innvendig sekskant i dimensjon M5 og større. Skruene skal være tydelig merket i henhold til merkesystemet som er beskrevet i standarden. Merkingen skal inneholde stålgruppe, legeringsgrad og fasthetsklasse i tillegg til produsentens identifikasjonsmerke. Pinnebolter og andre festemidler kan merkes etter overenskomst mellom kjøper og selger. Muttere skal merkes som for sekskantskruer og er obligatorisk når mutterne ikke

møter kravene til prøvelast i den høyeste fasthetsklassen for stålgruppen.

Merkesystemet består av 4 karakterer - en bokstav og tre tall. Den første bokstaven angir hvilken stålgruppe som er benyttet. Det første tallet angir legeringsgraden og de to siste tallene angir fasthetsklassen. Eks.: A2 - 70 Stålgruppe A = Austenittisk Legeringsgrad 2 = Angir kjemisk sammensetning Fasthetsklasse 70 = 1/10 av min. strekkfasthet i N/mm² I tillegg skal det merkes med produsentens identifikasjonsmerke

Tabeller - Kjemisk sammensetning - Mekaniske egenskaper



Kjemisk analyse

Stålgruppe	Nominell analyse %							
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni
A2	0.08	1.0	2.0	0.05	0.03	17.0-20.0		8.0-13.0
A4	0.08	1.0	2.0	0.05	0.03	16.0-18.5	2.0-3.0	8.0-13.0

Verdiene er minimum der ikke grenseverdiene er angitt.

Materialene kan inneholde små mengder stabiliserende elementer som titan, niob eller tantal for å hindre utskilling av kromkarbider eller kobber for å bedre formbarheten ved kaldforming.

Mekaniske egenskaper

Stålgruppe	Fasthetsklasse	Diameteromr. Rm - N/mm ²	Strekfasthet Rp0.2 - N/mm ²	Flytegrense Sp - N/mm ²	Prøvelast
A2 - A4	50	d ≤ M39 l ≤ 8d	500	210	500
	70	d ≤ M20 l ≤ 8d	700	450	700
	80	d ≤ M20 l ≤ 8d	800	600	800

Alle verdier er minimumsverdier.

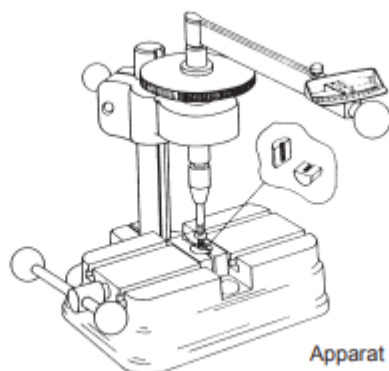
Alle strekkspenninger skal kalkuleres ut fra gjengens spenningsareal As.

For mindre dimensjoner enn M6 gjelder minimum bruddmoment.

Minimum bruddmoment

Nom.diameter d	Fasthetsklasse 50 Nm - min	Fasthetsklasse 70 Nm - min.	Fasthetsklasse 80 Nm - min
M1.6	0.15	0.20	0.27
M2	0.30	0.40	0.56
M2.5	0.60	0.90	1.20
M3	1.10	1.60	2.10
M4	2.70	3.80	4.90
M5	5.50	7.80	10.00

Rustfritt stål



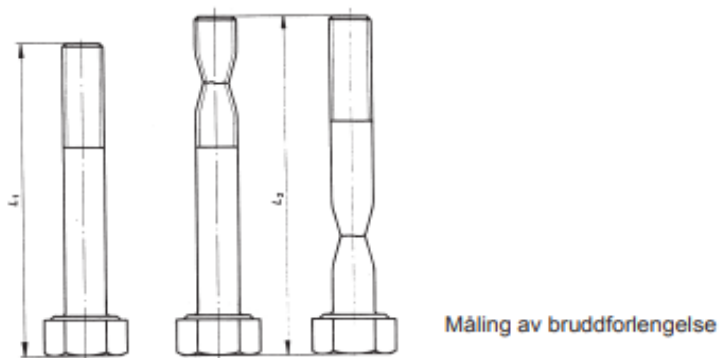
Apparat for måling av bruddmoment

Sammenhengen mellom sammensetning og struktur i rustfrie stål

Struktur	Grenseverdier for standardstål			Herdbar	Magnetisk
	C %	Cr %	Ni %		
Ferrittisk	< 0.08	12 - 14	-	Nei	Ja
	< 0.10	16 - 19	-	Nei	Ja
	< 0.25	24 - 28	-	Nei	Ja
Martensittisk	> 0.09	12 - 14	-	Ja	Ja
	> 0.17	16 - 18	1.25 - 2.5	Ja	Ja
Ferritt/Austenittisk	< 0.10	24 - 27	4.5 - 7	Nei	Ja
Austenittisk	< 0.10	16 - 26	7 - 26	Nei	Nei*

Gruppe/Gr.	Stålbetegnelse	DIN	AISI	UNS	BS	AFNOR	JIS
A2	X5CrNi 18 10	1.4301	304	S 30400	304 S 15	Z4CN19 10	SUS304
A2	X2CrNi 18 10	1.4306	304L	S 30403	304 S 11	Z1CN 18 12	SUS304L
A4	X5CrNiMo 17 12 2	1.4401	316	S 31600	316 S 13	Z3CND 17 11 01	SUS316
A4	X2CrNiMo 17 13 2	1.4404	316L	S 31603	316 S 11	Z2CND 17 12	SUS316L
A4	X6CrNiMoTi 17 12 2	1.4571	316Ti	S 31635	320 S 18	Z6CNDT 17 12	-
A4	X6CrNiMoNb 17 12 2	1.4580	316Nb	S 31640	318 S 17	Z6CNDNb 17 12	-
C1	X10 Cr 13	1.4006	410	S 41000	410 S 21	Z10C 13	SUS410
C3	X20CrNi 17 2	1.4057	431	S 43100	431 S 29	Z15CN 16 02	SUS431
C4	X12CrMoS 17	1.4104	430F	S 43020	-	Z13CF 17	SUS430F
F1	X6Cr 17	1.4016	430	S 43000	430 S 17	Z 8 C 17	SUS430

Kjemisk analyse av skruematerialer egnet for stålgrupper etter ISO 3506



Gruppe/ grad	DIN W.st. nr.	Elementer								
		C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Mo %	Ni %	Andre
Austenitt										
A2	1.4301	< 0.08	< 1.0	< 2.0	< 0.045	< 0.030	18.0 - 20.0		8.0 - 10.5	
A2	1.4306	< 0.03	< 1.0	< 2.0	< 0.045	< 0.300	18.0 - 20.0		8.0 - 12.0	
A4	1.4401	< 0.08	< 1.0	< 2.0	< 0.045	< 0.030	16.0 - 18.0	2.0 - 3.0	10.0 - 14.0	
A4	1.4404	< 0.03	< 1.0	< 2.0	< 0.045	< 0.030	16.0 - 18.0	2.0 - 3.0	10.0 - 14.0	
A4	1.4571	< 0.08	< 1.0	< 2.0	< 0.045	< 0.030	16.0 - 18.0	2.0 - 3.0	10.0 - 14.0	Ti > 5xC
A4	1.458	< 0.10	< 1.0	< 2.0	< 0.045	< 0.300	16.5 - 18.5	2.0 - 2.5	10.5 - 13.5	Nb > 8xC
Martensitt										
C1	1.4006	< 0.15	< 1.0	< 1.0	< 0.040	< 0.030	11.5 - 13.5			
C3	1.4057	< 0.20	< 1.0	< 1.0	< 0.040	< 0.030	15.0 - 17.0		1.25 - 2.50	
C4	1.4104	< 0.12	< 1.0	< 1.25	< 0.060	< 0.150	16.0 - 18.0	< 0.60		
Ferritt										
F1	1.4016	< 0.12	< 1.0	< 1.0	< 0.040	< 0.030	16.0 - 18.0			

Tiltrekningsmomenter for rustfrie skruer(ISO-metrisk)



Påføring av montasjesmøremidler -
Loctite

Ved montering av skruer i rustfritt austenittisk stål i A2 eller A4 skal det benyttes smøremidler. Grunnen til dette er at materialene har en tendens til riving i anleggsflatene. og det oppstår lett kaldsveis der flatetrykket er størst. Dette medfører i beste fall at man har en uforutsigbar skrueforbindelse og i verste fall at skruen er umulig å løsne. Momentet som anvendes

overføres til forspenningskrefter i skruen og til å overvinne friksjonskrefter i anleggsflatene. Ved å smøre reduserer man friksjonen som er den største usikkerhetsfaktoren og reduserer derved spredningen i oppnådd forspenning. For fasthetsklassene A2/A4-70 og 80 benyttes harde skiver. Egnede smøremidler: Loctite montasjesmøremidler finnes på side 110.

Nominell diameter d	Fasthets- klasse A2 / A4	Tiltreknings- moment Nm	Forspennings- kraft ± 20% kN	Bruddgrense kN	Flytegrense kN
M5	50	1.9	2.0	7.1	2.9
	70	4.1	4.2	9.9	6.4
	80	5.4	5.6	11.3	8.5
M6	50	3.3	2.8	10.0	4.2
	70	7.0	5.9	14.0	9.0
	80	9.3	7.9	16.1	12.0
M8	50	7.8	5.1	18.3	7.7
	70	17.0	10.8	25.6	16.4
	80	22.0	14.5	29.2	21.9
M10	50	15.0	8.0	29.0	12.2
	70	33.0	17.2	40.6	26.1
	80	44.0	22.9	46.4	34.8
M12	50	27.0	11.7	42.1	17.7
	70	57.0	25.0	59.0	37.9
	80	76.0	33.4	67.4	50.5
M16	50	65.0	21.8	78.5	32.9
	70	140.0	46.6	109.9	70.6
	80	187.0	62.2	125.6	94.2
M20	50	127.0	33.9	122.5	51.4
	70	273.0	72.7	171.5	110.2
	80	364.0	97.0	196.0	147.0
M24	50	230.0	48.9	176.5	74.1
	70	472.0	104.8	247.1	158.8
	80	629.0	139.8	282.4	211.8

Tiltrekningsmomenter for rustfrie skruer(ISO-inch)



Manoskop – momentnøkkel

For bruk av tabellen. se foregående side.

Tiltrekningsmomenter og forspenningskrefter

Nominell diameter d	Fasthets- klasse A2 / A4	Tiltreknings- moment Nm	Forspenings- kraft ± 20% kN	Bruddgrense kN	Flytegrense kN
1/4" UNC	50	6.7	2.8	10.3	4.3
	70	7.8	6.1	14.3	9.2
	80	11.9	8.1	17.0	12.3
5/16" UNC	50	13.7	4.7	16.9	7.1
	70	16.1	10.0	23.6	15.2
	80	24.0	13.4	28.0	20.3
3/8" UNC	50	24.5	6.9	25.0	10.5
	70	28.7	14.8	35.0	22.5
	80	42.2	19.8	41.5	30.0
1/2" UNC	50	59.8	12.7	45.7	19.2
	70	70.4	27.2	64.1	41.2
	80	101.8	36.2	75.9	54.9
5/8" UNC	50	119.6	20.2	73.0	30.7
	70	140.7	43.9	102.2	65.7
	80	201.5	57.8	121.0	87.6
3/4" UNC	50	211.7	29.9	108.0	45.4
	70	250.0	64.2	151.2	97.2
	80	354.0	85.5	179.0	129.6
7/8" UNC	50	341.2	41.3	149.0	62.6
	70	400.6	88.5	208.6	134.1
	80	566.5	118.8	247.0	178.8
1" UNC	50	511.6	54.2	195.5	82.1
	70	601.2	116.1	273.7	175.9
	80	848.0	154.8	325.0	234.6

Rustfrie stål med spesielle egenskaper



Rustfrie skruer for lav temperatur service.

Duplex

Duplex stål har en meget høy motstand mot spenningskorrosjon og groppkorrosjon i sjøvann. I tillegg er de mekaniske egenskapene vesentlig bedre enn for de austenittiske.

Kjemisk sammensetning									
UNS S 32900				X4 CrNiMoN 27 5 2				W.st.1.4460	
C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Mo %	Ni %	V %	Andre
< 0.05	< 1.0	< 2.0	< 0.045	< 0.030	25.0 - 28.0	1.3 - 2.0	4.5 - 6.0		N 0.05 -0.2
Mekaniske egenskaper									
Hardhet HB 30 190 - 230	Flytegrense Rp02 Mpa min. 450	Strekfasthet Rm Mpa 600 - 800		Bruddforl. A5 % min. 20		Innsnevring Z % min. -		Slag energi ISO V J min. 55	
Kjemisk sammensetning									
UNS S 31803				X2 CrNiMoN 22 5 3				W.st. 1.4462	
C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Mo %	Ni %	V %	Andre
< 0.03	< 1.0	< 2.0	< 0.030	< 0.020	21.0 - 23.0	2.5 - 3.5	4.5 - 6.5		N 0.08-0.2
Mekaniske egenskaper									
Hardhet HB 30 190 - 230	Flytegrense Rp0.2 Mpa min. 450	Strekfasthet Rm Mpa 650 - 900		Bruddforl. A5 % min. 30		Innsnevring Z % m in -		Slagenergi J min 104 (tverrprøve)	
Kjemisk sammensetning									
UNS S 32550				Ferralium Alloy 255-3SF				Superduplex	
C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Mo %	Ni %	Cu %	N %
0.04					25.0	3.0	6.0	1.8	0.18
Mekaniske egenskaper - oppløsningsbehandlet og eldet									
Hardhet HB 250 - 330	Flytegrense Rp0.2 Mpa min 570	Strekfasthet Rm Mpa min 830		Bruddforl. A5 % min 23		Innsnevring Z % min -		Slag energi ISO V J - min v/20°C 50	
Mekaniske egenskaper - oppløsningsbehandlet og spenningsutglødet									
Hardhet HB 220 - 270	Flytegrense Rp0.2 Mpa min 490	Strekfasthet Rm Mpa min 740		Bruddforl. A5 % min 25		Innsnevring Z % min		Slag energi ISO V J - min v/20°C 60	

Rustfrie stål med spesielle egenskaper



Superaustenitt

Dette er materialer som i langt større grad enn de vanlige austenittiske kvalitetene motstår spenningskorrosjon, groppkorrosjon og interkristalin korrosjon i kloridholdige miljøer (sjøvann).

Kjemisk sammensetning									
UNS S 31254 (254SMO)				X1 CrNiMoCuN 20 18 7)			SIS SS 14 2 378		
C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Mo %	Ni %	Cu %	N %
< 0.02	< 0.8	< 1.0	< 0.30	< 0.010	19.5 - 20.5	6.0 - 6.5	17.5 -18.5	0.5 - 1.0	0.18-0.22
Mekaniske egenskaper									
Hardhet HB30	Flytegrense Rp0.2 Mpa	Strekfasthet Rm		Bruddforl. A5	Innsnevring Z		Slag energi ISO V		
-	min 300	Mpa min 650		% min 35	% min -		J 120		
Kjemisk sammensetning									
UNS N 08904				X1 NiCrMoCuN 25 20 5			W .st. 1.4539		
C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Mo %	Ni %	Cu %	N %
< 0.02	< 0.70	< 2.00	< 0.030	< 0.015	19.0 - 21.0	4.0 - 5.0	24.0 -26.0	1.0 - 2.0	0.04-0.15
Mekaniske egenskaper									
Hardhet	Flytegrense Rp0.2 Mpa	Strekfasthet Rm		Bruddforl. A5	Innsnevring Z		Slag energi ISO V		
-	min 220	Mpa 570 - 720		% min 40	% min -		J 85		

Superlegeringer



Dette er legeringer som er utviklet spesielt for å løse spesielle problemer med korrosjon, høye temperaturer, lave temperaturer og ekstreme mekaniske påkjenninger. Hvert materiale har sine unike egenskaper. I dette kapitlet har vi tatt med mekaniske egenskaper og kjemisk analyse. I kapitlet om korrosjon viser vi hvordan de oppfører seg i sjøvann og marint miljø.

Kjemisk sammensetning												
UNS K 66286 (ASTM A453-660)				Alloy A286 gr.660 (w.st.1.4980)				Utskillingsherdbart rustfrittstål				
C %	Si %	Mn %	Cr	Mo %	Ni %	P %	S %	Ti %	Al %	V %	B %	
< 0.08	< 1.0	< 2.0	13.5-16.0	1.0-1.5	24.0-27.0	< 0.04	< 0.03	1.9-2.35	< 0.35	0.5 -1.0	0.001- 0.010	
Mekaniske egenskaper												
Flytegrense Rp0.2 Mpa min. 586			Strekkfasthet Rm Mpa min. 896				Bruddforlengelse A4 % min 15			Innsnevring Z % min 18		
Kjemisk sammensetning												
UNS S 17400				Alloy 17 – 4 PH (W.st.1.4542)			Rustfritt stål					
C %	Cr %		Ni %	Cu %	Nb %		Fe %	Mn %		Si %		
0.04	16		4.25	3.30	0.27		Rest	0.29		0.60		
Mekaniske egenskaper												
Hardhet HB 30 314		Flytegrense Rp0.2 Mpa min 1000		Strekkfasthet Rm Mpa min 1070		Bruddforlengelse A5 % min 12		Innsnevring Z % min. -		Slagenergi ISO V J min. 15		
Kjemisk sammensetning												
UNS N 07750				Alloy INCONEL X-750 (W.st.2.4669)				Nikkellegering				
C %	Cr %	Ni %	Al %	Cu %	Nb %	Ti %	Fe %	Mn %	Si %			
0.04	15.5	73.0	0.70	< 0.50	1.0	2.5	7.0	< 0.35	< 0.35			
Mekaniske egenskaper												
Flytegrense Rp0.2 - 840 Mpa				Strekkfasthet Rm - 1220 Mpa								
Kjemisk sammensetning												
UNS N 07718				Alloy INCONEL 718 (W.st. 2.4668)				Nikkellegering				
C %	Cr %	Mo %	Ni %	Al %	Cu %	Nb %	Ti %	Fe %	Mn %	Si %	B %	
0.04	19.0	3.0	52.5	0.90	< 0.10	5.10	0.90	19.0	< 0.35	< 0.35	< 0.006	
Mekaniske egenskaper												
Flytegrense Rp0.2 - 793 Mpa				Strekkfasthet Rm - 1172 Mpa								
Kjemisk sammensetning												
UNS S 21800				Alloy NITRONIC 60				Rustfritt stål				
C %	Cr %		Ni %	Mn %		Si %		N %				
< 0.10	16.0 - 18.0		8.0 - 9.0	7.0 - 9.0		3.5 - 4.5		0.08 - 0.18				
Mekaniske egenskaper												
Flytegrense Rp0.2 - 772 Mpa				Strekkfasthet Rm - 965 Mpa								
Kjemisk sammensetning												
UNS R 30035 (ASTM 7468)				Alloy MP35N Multiphase				NiCrM oCo legering				
C %	Co %	Cr %	Mo %	Ni %	Ti %	Fe %	Mn %	Si %				
< 0.025	Rest	19.0 - 21.0	9.0 - 10.5	33.0 - 37.0	< 1.0	< 1.0	< 0.15	< 0.15				
Mekaniske egenskaper												
Flytegrense Rp0.2 - 1585 Mpa				Strekkfasthet Rm - 1793 MPa				Bruddforlengelse 11%				