

METSTA

**Hammaspyörrien materiaaleihin
ja lämpökäsittelyyn liittyvät
standardit**

**Mika Vartiainen
METSTA**

Mika Vartiainen

Eteläranta 10 (PL 10)

00131 Helsinki

mika.vartiainen@metsta.fi

040 544 1579

metsta.fi

Standardisoinnin vastualueet

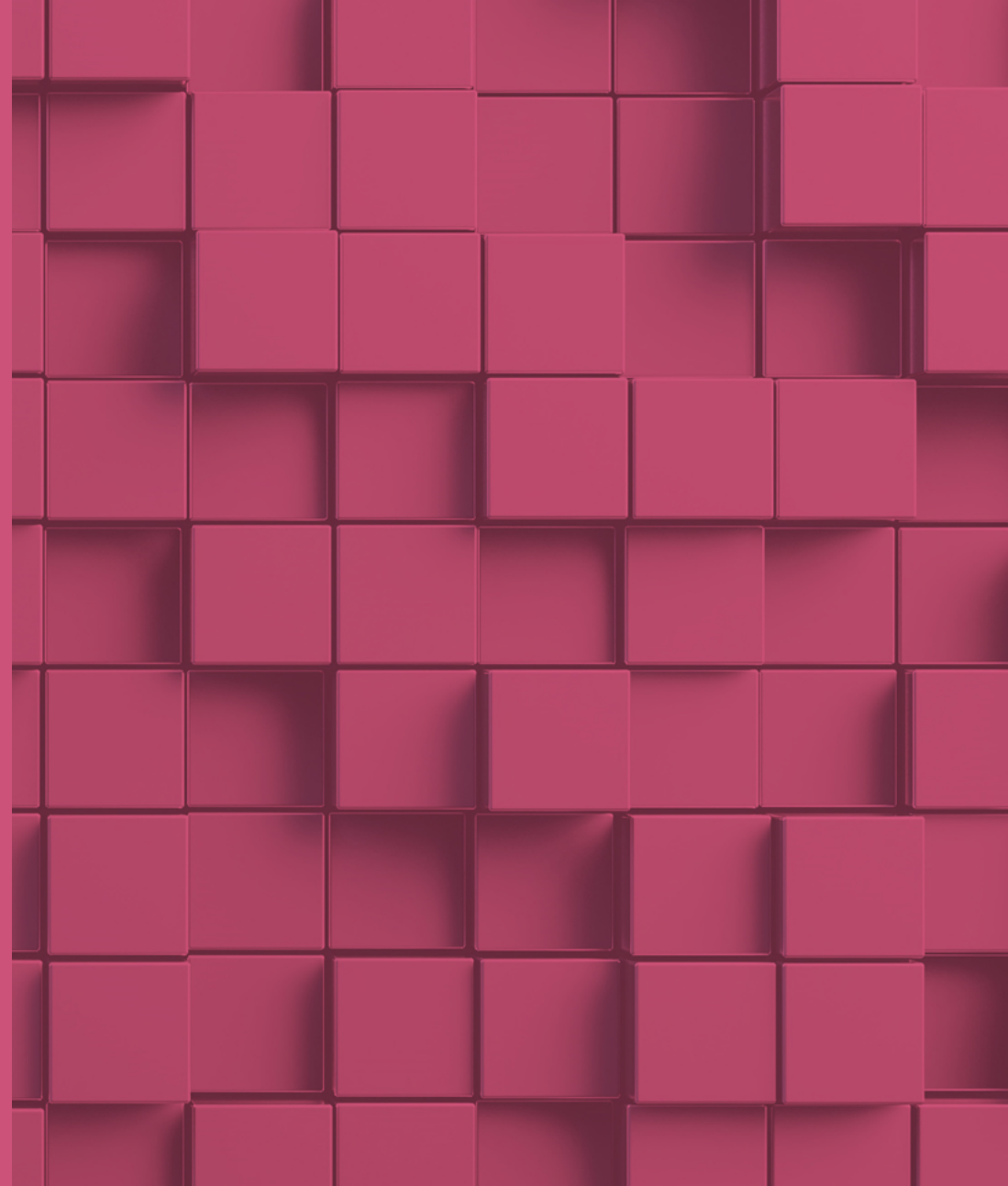
- Alumiini (SR 132)
- Kupari (SR 133)
- Lämpökäsittelylaitteet (SR 186)
- Painelaitemateriaalit (SR 107)
- Painelaitteet (SR 267)
- Pintamenetelmät (NDT) (SR 106)
- Polkupyörät (SR 333)
- Radiografia (NDT) (SR 081)
- Teollisuusventtiilit (SR 003)
- Teräkset ja aineenkoetus (SR 900)
- Ultraääni (NDT) (SR 089)
- Valimotekniikka (SR 190)
- Valurautaputket (SR 005)



Hammaspyörien materiaaleihin ja lämpökäsittelyyn liittyvät standardit

- Esityksen sisältö
 - Keskeisimmät valurautoja ja teräksiä koskevat materiaalistandardit
 - Vaatimukset hammaspyörissä käytettäville materiaaleille
 - Lämpökäsiteltävien kappaleiden piirustusmerkinnät

Keskeisimmät valurautoja ja teräksiä koskevat materiaalistandardit



Valuraudat

- [SFS-EN 1561:2011](#) Valut. Suomugrafiittivaluraudat
- [SFS-EN 1562:2019](#) Valut. Adusoidut valuraudat
- [SFS-EN 1563:2018](#) Valut. Pallografiittivaluraudat
- [SFS-EN 1564:2011](#) Valut. Ausferriittiset pallografiittivaluraudat (ADI)
- [SFS-EN 16079:2012](#) Valut. Tylppägrafiittivaluraudat
- [SFS-EN 16124:2012](#) Valut. Niukkaseosteiset kuumalujat ferriittiset pallografiittivaluraudat
- [SFS-EN 12513:2011](#) Valut. Kulumiskestävät valuraudat
- [SFS-EN 13835:2012](#) Valut. Austeniittiset valuraudat

- (+ valujen tekniset toimitusehdot: [SFS-EN 1559-1:2011](#) ja [SFS-EN 1559-3:2011](#))

Rakenneteräkset, valuteräkset

- [SFS-EN 10025-1:2004](#) Kuumavalssatut rakenneteräkset. Osa 1: Yleiset tekniset toimitusehdot
- [SFS-EN 10025-2:2019](#) Seostamattomat rakenneteräkset. Tekniset toimitusehdot
- [SFS-EN 10025-3:2019](#) Normalisoidut ja normalisointivalssatut hitsattavat hienoraerakenneteräkset. Tekniset toimitusehdot
- [SFS-EN 10293:2015](#) Valuteräkset yleiseen käyttöön
- (+ valujen tekniset toimitusehdot: [SFS-EN 1559-1:2011](#) ja [SFS-EN 1559-2:2014](#))

Lämpökäsiteltävät teräkset

- [SFS-EN ISO 683-1:2018](#) Lämpökäsiteltävät teräkset, seosteräkset ja automaattiteräkset. Osa 1: Seostamattomat nuorrutusteräkset
 - Kumonnut standardit SFS-EN 10083-1:2006 ja SFS-EN 10083-2:2006
- [SFS-EN ISO 683-2:2018](#) Lämpökäsiteltävät teräkset, seosteräkset ja automaattiteräkset. Osa 2: Seostetut nuorrutusteräkset
 - Kumonnut standardit SFS-EN 10083-1:2006 ja SFS-EN 10083-3:2006
- [SFS-EN ISO 683-3:2019](#) Lämpökäsiteltävät teräkset, seosteräkset ja automaattiteräkset. Osa 3: Hiiletysteräkset
 - Edellinen painos (2018) kumonnut standardin SFS-EN 10084:2008
- [SFS-EN ISO 683-5:2021](#) Lämpökäsiteltävät teräkset, seosteräkset ja automaattiteräkset. Osa 5: Nitrausteräkset
 - Kumonnut standardin SFS-EN 10085:2001

Materiaalistandardien sisältö

- Standardeissa esitetään materiaalien tekniset toimitusehdot, eli mm.:
 - Ostajan toimittamat tiedot
 - Pakolliset tiedot (tuotemuoto, määrä, teräslaji, mitat jne.)
 - Optiot (toimittajan ja tilaajan välisiä sopimuksia, jotka voivat koskea testausta ja tarkastusta, pinnanlaatua, sisäistä virheettömyyttä ja sen varmentamista ym.)
 - Valmistusmenetelmä (esim. deoksidointi, lämpökäsittelytilat, pinnan tilat)
 - Vaatimukset
 - Kemiallinen koostumus, mekaaniset ominaisuudet, kovuus, karkenevuus
 - Lastuttavuus, kylmäleikattavuus, raekoko
 - Sulkeumat, sisäinen virheettömyys, pinnanlaatu
 - *jatkuu...*

Lämpökäsiteltävät teräkset, materiaalistandardit

...jatkuu

- Mitat, mitta- ja muototoleranssit
- Tarkastus ja testaus
- Näytteiden ja koekappaleiden valmistus
- Aineodistukset
- Merkintä ja pakkaus

SFS/ICS 77.140.10; 77.140.20

Korvaa standardin SFS-EN ISO 683-3:2018 painoksen 1

Replaces the standard SFS-EN ISO 683-3:2018 edition 1

*Ristiriitatapauksissa pätee englanninkielinen teksti.
Suomenkielisen käännöksen päivämäärä 2019-04-12*

*In case of interpretation disputes the English text applies.
Date of translation into Finnish 2019-04-12*

Lämpökäsiteltävät teräkset, seosteräkset ja automaattiteräkset. Osa 3: Hiiletysteräkset

*Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels.
Part 3: Case-hardening steels (ISO 683-3:2019)*

3.1 hiiletysteräkset

teräkset, joilla on suhteellisen pieni hiilipitoisuus ja jotka on tarkoitettu karkaistaviksi pinnan hiiletyksen tai typpihiiletyksen jälkeen

HUOM. 1 Karkaisun jälkeen näiden terästen pintakerroksella on suuri kovuus ja hyvä kulumiskestävyys, samalla kun sisus on erittäin sitkeä.

HUOM. 2 Hiiletysteräksille voidaan tehdä muita lämpökäsittelyjä, kuten hiilinitraus ja nitraus.

Taulukko 1 Toimitustilan tavallisten lämpökäsittelyjen, tuotemuotojen ja taulukoiden 3...7 mukaisten tuotevaatimusten yhdistelmät

Nro	1	2	3	4	5	6	7	8		9				
1	Lämpökäsittelytila	Tunnus	x tarkoittaa sopivuutta					Vapaa- ja muottitakeet	Sovellettavat vaatimukset					
			Aihiot	Tangot	Valssi-langat	Levy-tuotteet	Seostamattomat teräslajit		Seosteräslajit					
							8.1		8.2	9.1	9.2	9.3		
2	Käsitlemätön	ilman tai +U	x	x	x	x	x	Kemiallinen koostumus taulukoiden 3 ja 4 mukaisesti	—	Brinellin kovuus taulukon 7 mukaisesti	Sarake +S	Kuten sarakkeessa 8 (ks. taulukon 3 alaviite b)	Karkenevuusarvot taulukon 5 tai 6 mukaisesti Mikäli optio 5.2 f) valitaan, karkenevuuden varmentaminen ja mikäli sovitaan, tiedot karkenevuuden laskennasta (ks. 9.2.2)	
3	Käsitelty kylmäleikattavuuden parantamiseksi	+S	x	x	—	—	—							Sarake +A
4	Pehmeäksihehkutettu	+A	x	x	x	x	x							Sarake +TH
5	Käsitelty kovuusalueeseen	+TH	—	x	x	x	x							Sarake +FP
6	Käsitelty ferriittis-perliittiseksi ^a	+FP	—	x	—	—	x							Sarake +N
7	Normalisoitu tai normalisointimuovattu	+N	—	—	—	x	—							
8	Muut	Muut käsittelytilat, esimerkiksi tietty hehkutus tietyn rakenteen saavuttamiseksi voidaan sopia kyselyn ja tilauksen yhteydessä. Hehkutuskäsittely karbidien pallouttamiseksi (+AC), joka vaaditaan kylmätysssäystä ja kylmäpursotusta varten, otetaan huomioon standardissa ISO 4954.												

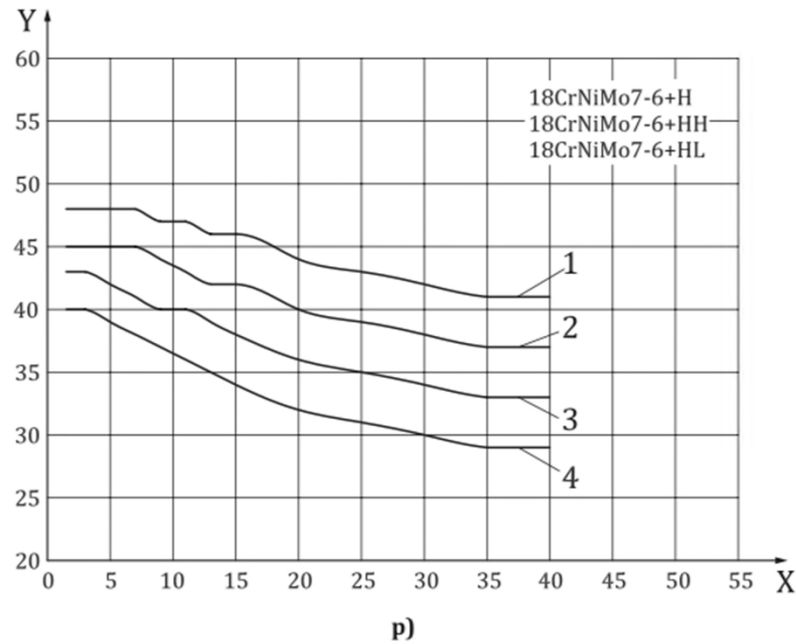
^a Kaikilla tämän standardin mukaisilla teräslajeilla ei voida isotermissä hajautushehkutuksessa saavuttaa 100 % ferriittis-perliittistä rakennetta. Esimerkiksi teräslajin 18CrNiMo7-6 tankojen isotermissen käsittelyn jälkeen rakenne on tavallisesti F + P + B.

Taulukko 3 Teräslajit ja niiden kemiallinen koostumus (sulatusanalyysi)^{a,b,c}

Teräksen nimike	Paino-% ^d %								
	C	Si ^e	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu ja B
Seostamattomat teräkset									
C10E	0,07...0,13	0,15...0,40	0,30...0,60	0,025	0,035	0,40	0,10	0,40	Cu: 0,30
C10R					0,020...0,040				
C15E	0,12...0,18	0,15...0,40	0,30...0,60	0,025	0,035	0,40	0,10	0,40	Cu: 0,30
C15R					0,020...0,040				
C16E	0,12...0,18	0,15...0,40	0,60...0,90	0,025	0,035	0,40	0,10	0,40	Cu: 0,30
C16R					0,020...0,040				
22Mn6	0,18...0,25	0,10...0,40	1,30...1,65	0,025	0,035	0,40	0,10	0,40	Cu: 0,30
Seosteräkset									
17Cr3	0,14...0,20	0,15...0,40	0,60...0,90	0,025	0,035	0,70...1,00	—	—	Cu: 0,40
17CrS3					0,020...0,040				
20Cr4	0,17...0,23	0,15...0,40	0,60...0,90	0,025	0,035	0,90...1,20	—	—	Cu: 0,40
20CrS4					0,020...0,040				
28Cr4	0,24...0,31	0,40	0,60...0,90	0,025	0,035	0,90...1,20	—	—	Cu: 0,40
28CrS4					0,020...0,040				
16MnCr5	0,14...0,19	0,15...0,40	1,00...1,30	0,025	0,035	0,80...1,10	—	—	Cu: 0,40
16MnCrS5					0,020...0,040				
16MnCrB5	0,14...0,19	0,15...0,40	1,00...1,30	0,025	0,035	0,80...1,10	—	—	Cu: 0,40 B: 0,0008...0,0050 ^f
20MnCr5	0,17...0,22	0,15...0,40	1,10...1,40	0,025	0,035	1,00...1,30	—	—	Cu: 0,40
20MnCrS5					0,020...0,040				
18CrMo4	0,15...0,21	0,15...0,40	0,60...0,90	0,025	0,035	0,90...1,20	0,15...0,25	—	Cu: 0,40
18CrMoS4					0,020...0,040				
24CrMo4	0,20...0,27	0,10...0,40	0,60...0,90	0,025	0,035	0,90...1,20	0,15...0,30	—	Cu: 0,40
24CrMoS4					0,020...0,040				
22CrMoS3-5	0,19...0,24	0,10...0,40	0,70...1,00	0,025	0,020...0,040	0,70...1,00	0,40...0,50	—	Cu: 0,40
20MoCr4	0,17...0,23	0,10...0,40	0,70...1,00	0,025	0,035	0,30...0,60	0,40...0,50	—	Cu: 0,40
20MoCrS4					0,020...0,040				
16NiCr4	0,13...0,19	0,15...0,40	0,70...1,00	0,025	0,035	0,60...1,00	—	0,80...1,10	Cu: 0,40
16NiCrS4					0,020...0,040				
18NiCr5-4	0,16...0,21	0,15...0,40	0,60...0,90	0,025	0,035	0,90...1,20	—	1,20...1,50	Cu: 0,40
17CrNi6-6	0,14...0,20	0,15...0,40	0,50...0,90	0,025	0,035	1,40...1,70	—	1,40...1,70	Cu: 0,40
15NiCr13	0,12...0,18	0,15...0,40	0,35...0,65	0,025	0,035	0,60...0,90	—	3,00...3,50	Cu: 0,40
20NiCrMo2-2	0,17...0,23	0,15...0,40	0,65...0,95	0,025	0,035	0,35...0,70	0,15...0,25	0,40...0,70	Cu: 0,40
20NiCrMoS2-2					0,020...0,040				
17NiCrMo6-4	0,14...0,20	0,15...0,40	0,60...0,90	0,025	0,035	0,80...1,10	0,15...0,25	1,20...1,60	Cu: 0,40
18CrNiMo7-6	0,15...0,21	0,15...0,40	0,50...0,90	0,025	0,035	1,50...1,80	0,25...0,35	1,40...1,70	Cu: 0,40

Taulukko 6 Kovuuden raja-arvot teräslajeille, joilla on kavennettu jominy nauha (+HH ja +HL-lajit)

Teräksen nimike	Tunnus	Alueen rajat	Kovuus HRC jominyetäisyydellä (mm)												
			1,5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40
18CrNiMo7-6	+HH	max.	48	48	48	48	47	47	46	46	44	43	42	41	41
		min.	43	43	42	41	40	40	39	38	36	35	34	33	33
	+HL	max.	45	45	45	45	44	43	42	42	40	39	38	37	37
		min.	40	40	39	38	37	36	35	34	32	31	30	29	29



Selite

X	jominyetäisyys, mm	2	yläraja, +HL-laji
Y	kovuus, HRC	3	alaraja, +HH-laji
1	yläraja	4	alaraja

Kuva 1 Jominy nauhat, Rockwell C

Taulukko 8 Koekappaleiden ja tuotteiden lämpökäsittely

Teräksen nimike	Jominykokeen austenointilämpötila ^a °C	Hiiletyslämpötila ^b °C	Suorasammutuskarkaisun ja yksinkertaisen loppukarkaisun lämpötila ^{c,d} °C	Kaksoissammutuskarkaisu ^e		Päästölämpötila ^e °C
				Sisustan karkaisulämpötila ^d °C	Hiiletyskerroksen karkaisulämpötila ^d °C	
Seostamattomat teräkset						
C10E C10R	—	880...980	830...870	880...920	780...820	150...200
C15E C15R	—	880...980	830...870	880...920	780...820	150...200
C16E C16R	—	880...980	830...870	880...920	780...820	150...200
22Mn6	—	880...980	830...870	880...920	780...820	150...200
Seosteräkset						
17Cr3 17CrS3	880 ± 5	880...980	820...860	860...900	780...820	150...200
20Cr4 20CrS4	900 ± 5	880...980	820...860	860...900	780...820	150...200
28Cr4 28CrS4	850 ± 5	880...980	820...860	860...900	780...820	150...200
16MnCr5 16MnCrS5 16MnCrB5	900 ± 5	880...980	820...860	860...900	780...820	150...200
20MnCr5 20MnCrS5	900 ± 5	880...980	820...860	860...900	780...820	150...200
18CrMo4 18CrMoS4	900 ± 5	880...980	820...860	860...900	780...820	150...200
24CrMo4 24CrMoS4	900 ± 5	880...980	820...860	860...900	780...820	150...200
22CrMo3-5	900 ± 5	880...980	820...860	860...900	780...820	150...200
20MoCr4 20MoCrS4	910 ± 5	880...980	820...860	860...900	780...820	150...200
16NiCr4 16NiCrS4	880 ± 5	880...980	820...860	850...890	780...820	150...200
18NiCr5-4	880 ± 5	880...980	820...860	840...880	780...820	150...200
17CrNi6-6	870 ± 5	880...980	820...860	830...870	780...820	150...200
15NiCr13	850 ± 5	880...980	810...850	840...880	780...820	150...200
20NiCrMo2-2 20NiCr- MoS2-2	900 ± 5	880...980	820...860	860...900	780...820	150...200
17NiCrMo6-4	900 ± 5	880...980	810...850	830...870	780...820	150...200
18CrNiMo7-6	860 ± 5	880...980	810...850	830...870	780...820	150...200

Vaatimukset hammaspyörissä käytettäville materiaaleille

SFS/ICS 21.200

Korvaa standardin SFS-ISO 6336-5:en:2012

Replaces the standard SFS-ISO 6336-5:en:2012

*Tämä standardi on vahvistettu englanninkielisenä.**This standard is approved in English.*

Calculation of load capacity of spur and helical gears. Part 5: Strength and quality of materials

Tämä standardi sisältää kansainvälisen standardin ISO 6336-5:2016 "Calculation of load capacity of spur and helical gears. Part 5: Strength and quality of materials" englanninkielisen tekstin.

This standard consists of the English text of the International Standard ISO 6336-5:2016 "Calculation of load capacity of spur and helical gears. Part 5: Strength and quality of materials".

Kansainvälinen standardi ISO 6336-5:2016 on vahvistettu suomalaiseksi kansalliseksi standardiksi.

The International Standard ISO 6336-5:2016 has the status of a Finnish national standard.

Foreword	4
Introduction	5
1 Scope	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions and symbols	7
4 Methods for the determination of allowable stress numbers	7
4.1 General.....	7
4.2 Method A.....	7
4.3 Method B.....	8
4.4 Method B _r	8
4.5 Method B _k	8
4.6 Method B _p	8
5 Standard allowable stress numbers — Method B	8
5.1 Application.....	8
5.2 Allowable stress number (contact), $\sigma_{H\ lim}$	9
5.3 Bending stress number values for $\sigma_{F\ lim}$ and σ_{FE}	9
5.4 Graphs for $\sigma_{H\ lim}$ and $\sigma_{F\ lim}$ and σ_{FE}	10
5.5 Calculation of $\sigma_{H\ lim}$ and $\sigma_{F\ lim}$	10
5.6 Hardening depth of surface hardened gears in finished condition.....	28
6 Requirements for material quality and heat treatment	31
6.1 General aspects.....	31
6.2 Normalized low carbon or cast steel, plain carbon, unalloyed steels (see and).....	32
6.3 Black malleable cast iron.....	32
6.4 Other materials.....	32
6.5 Coupon.....	45
6.6 Mechanical cleaning by shot blasting.....	46
6.7 Shot peening.....	46
Annex A (informative) Considerations of size of controlling section for through hardened gearing	47
Annex B (informative) Core hardness coefficients	49
Bibliography	50

SFS-ISO 6336-5

- Standardi esittää eri materiaaleilla ja lämpökäsittelyillä saavutettavia sallitun pintapaineen ja tyven taivutusjännityksen raja-arvoja ($\sigma_{H\text{ lim}}$, $\sigma_{F\text{ lim}}$ ja σ_{FE}) standardien ISO 6336-2, -3 ja -6 mukaiseen laskentaan
- Materiaalien ominaisuuksissa on vaihtelua
 - Kemiallinen koostumus, mikrorakenne, kuumamuokkaus, lämpökäsittelyt, jäännösjännitykset jne.
- Standardi jaottelee materiaalit karkeasti kolmeen laatuluokkaan (helpoimmasta vaativimpaan: ML, MQ, ME)
 - Vaativammat laatuluokat edellyttävät materiaalinvalmistajalta tarkempaa laadunhallintaa ja/tai erikseen tilattavia optioita (sulankäsittely, sulkeumat, raekoko, NDT, pinnan ja sisustan kovuudet, mikrorakenne)

Table 6 Induction or flame hardened wrought and cast steels (see [Figures 11](#) and [12](#))

Item	Requirement	ML	MQ	ME	
1	Chemical analysis	No specification	As in Table 3 (through hardened wrought steels: items 1 to 6) or as in Table 4 (through hardened cast steels: items 1 to 3)		
2	Mechanical properties — after heat treatment				
3	Cleanliness				
4	Grain size				
5	Ultrasonic test				
6	Extent of forging reduction				
7	Surface hardness	All induction-hardened gears should be furnace tempered. ^a 485 HV to 615 HV or 48 HRC to 56 HRC	All induction-hardened gears should be furnace tempered. ^a 500 HV to 615 HV or 50 HRC to 56 HRC	All induction-hardened gears shall be furnace tempered. 500 HV to 615 HV or 50 HRC to 56 HRC	
8	Hardening depth ^b , in accordance with ISO 3754	The hardening depth is defined as the distance to the surface from a point where the hardness is equal to 80 % of the required surface hardness. Depth of case to be determined for each part by experience. Location of SHD measurement to be determined on the drawing			
9	Surface structure	No specification	Inspection of statistical samples, mainly fine acicular martensite.	Stricter inspection of statistical samples, fine acicular martensite, ≤10 % non-martensitic structure; no free ferrite permitted.	
10	Non-destructive testing				
10.1	Surface cracks — not permitted (ASTM E1444)	Inspection of first batch (magnetic particle, fluorescent magnetic particle penetrant or dye penetrant method).	Inspection of first batch (magnetic particle, fluorescent magnetic particle penetrant or dye penetrant method).	100 % inspection (magnetic particle, fluorescent magnetic particle penetrant or dye penetrant method).	
10.2	Magnetic particle inspection (teeth area only) ASTM E1444 ^c	No specification		Module	Max. indication mm
				≤2,5	1,6
				>2,5 to 8	2,4
				>8	3,0
11	Prior structure	Quenched and tempered			
12	Overheating, especially at the tooth tips	To be avoided	Strict avoidance (<1 000 °C)		

$$\left. \begin{matrix} \sigma_{H \text{ lim}} \\ \sigma_{F \text{ lim}} \end{matrix} \right\} = A \cdot x + B$$

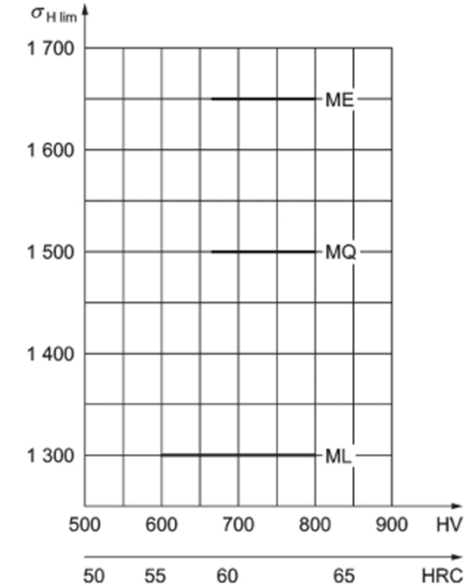
where

x is the surface hardness HBW or HV on the finished functional surface;

A, B are constants (see [Table 1](#)).

Table 1 Calculation of $\sigma_{H \text{ lim}}$ and $\sigma_{F \text{ lim}}$

No.	Material	Stress	Type	Abbreviation	Fig.	Quality	A	B	Hardness	Min. hardness	Max. hardness	
41	Case hardened wrought steels ^c	Contact		Eh	9	ML	0,000	1 300	HV	600	800	
42						MQ	0,000	1 500		660	800	
43						ME	0,000	1 650		660	800	
44		Bending		Core hardness: ≥25 HRC, lower	Eh	10	ML	0,000	312	HV	600	800
45							MQ	0,000	425		660	800
46								0,000	461		660	800
47								0,000	500		660	800
48							ME	0,000	525		660	800
49	Flame- or induction-hardened wrought and cast steels	Contact		IF	11	ML	0,740	602	HV	485	615	
50						MQ	0,541	882		500	615	
51						ME	0,505	1 013		500	615	
52		Bending			IF	12	ML	0,305	76	HV	485	615
53							MQ	0,138	290		500	570
54								0,000	369		570	615
55							ME	0,271	237		500	615



Key

$\sigma_{H \text{ lim}}$ allowable stress number (contact), N/mm²

HRC surface hardness

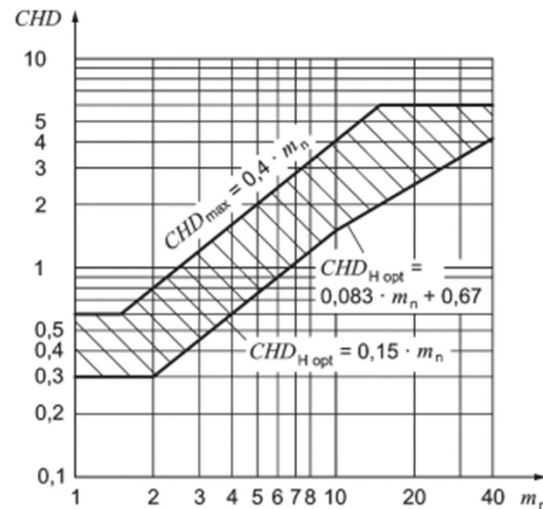
HV surface hardness

NOTE Adequate case depth required (see [5.6.1](#)).

Figure 9 Allowable stress numbers (contact) for case hardened wrought steels (attention is drawn to the quality requirements of Table 5)

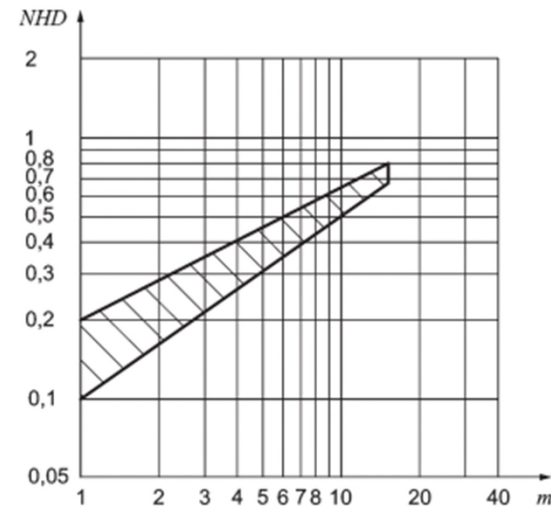
Suosittelut karkaisusyvydet

- Standardi antaa suosituksia vähimmäis- ja enimmäiskarkaisusyvyksien määrittelyyn (kohta 5.6)



Key
CHD case hardening depth, mm
m_n Normal module, mm

Figure 17 Recommended values of optimum case depth $CHD_{H\ opt}$ regarding surface load capacity and maximum case depth CHD_{max} regarding bending and surface load capacity



Key
NHD nitriding hardening depth, mm
m module, mm

NOTE Steel grade should be suitable for the recommended NHD which should not exceed a maximum value of 0,8 mm.

Figure 18 Recommended values of nitriding hardening depth, *NHD*

Lämpökäsiteltävien kappaleiden piirustusmerkinnät



SFS/ICS 01.100.20; 25.200

Korvaa standardin SFS-ISO 15787:2009

Replaces the standard SFS-ISO 15787:2009

*Ristiriitatapauksissa pätee englanninkielinen teksti.
Suomenkielisen käännöksen päivämäärä 2016-12-09*

*In case of interpretation disputes the English text applies.
Date of translation into Finnish 2016-12-09*

Tekninen tuotedokumentointi. Lämpökäsitellyt metalliset kappaleet. Esittäminen ja merkinnät

Technical product documentation. Heat-treated ferrous parts. Presentation and indications

Tämä standardi sisältää kansainvälisen standardin ISO 15787:2016 ”Technical product documentation – Heat-treated ferrous parts – Presentation and indications” englanninkielisen tekstin.

This standard consists of the English text of the International Standard ISO 15787:2016 ”Technical product documentation – Heat-treated ferrous parts – Presentation and indications”.

Standardi sisältää myös englanninkielisen tekstin suomenkielisen käännöksen.

The Standard also contains a Finnish translation of the English text.

Kansainvälinen standardi ISO 15787:2016 on vahvistettu suomalaisiksi kansalliseksi standardiksi.

The International Standard ISO 15787:2016 has the status of a Finnish national standard.

Esipuhe	4
Johdanto	5
1 Soveltamisala	6
2 Velvoittavat viittaukset	6
3 Termit, määritelmät	6
4 Lyhenteet	6
5 Merkinnät piirustuksissa	7
5.1 Yleistä	7
5.2 Tiedot materiaalista	7
5.3 Lämpökäsittelytila	7
5.4 Tiedot kovuudesta	8
5.5 Merkintä	9
5.6 Mittauskohdan ja nimellisarvon merkintä	10
5.7 Paikallisten alueiden esittäminen	10
5.8 Karkaisusyvyys	11
5.9 Hiiletysyvyys (CD)	11
5.10 Yhdistekerroksen paksuus (CLT)	12
5.11 Oksidikerroksen paksuus (OLT)	12
5.12 Tiedot lujuudesta	13
5.13 Mikrorakenne	13
5.14 Lämpökäsittelytilaus (HTO)	13
5.15 Lämpökäsittelyasiakirja (HTD)	13
6 Esittäminen piirustuksissa	13
6.1 Yleistä	13
6.2 Koko kappaleen lämpökäsittely	14
6.3 Paikallinen lämpökäsittely	14
6.4 Lämpökäsittelypiirustus	15
7 Käytännön esimerkkejä	16
7.1 Yleistä	16
7.2 Karkaisu, karkaisu ja päästö, austemperointi	16
7.3 Pintakarkaisu	19
7.4 Hiiletyskarkaisu	25
7.5 Typetys ja hiilitypetys	30
7.6 Booraus	32
7.7 Hehkutus	33
Liite A (velvoittava) Piirrosmerkit	34
Kirjallisuus	36

Lämpökäsittelyn piirustusmerkinnät

- SFS-ISO 15787:2016 *Tekniset piirustukset. Lämpökäsitellyt metalliset osat. Esittäminen ja merkinnät*
- Standardi määrittelee lämpökäsiteltyjen metallisten kappaleiden lopputilan esittämistavat teknisissä piirustuksissa
- Korvannut edellisen painoksen (SFS-ISO 15787:2009)

Lämpökäsittelijän tarvitsemia tietoja

- Materiaali (materiaalin nimike tai kaupp nimi) ja sen tila (esim. pehmeäksihehkutettu, valutilainen) ja aiemmat käsittelyt (esim. hitsaus, kipinätyöstö)
- Haluttu lämpökäsittely sanallisesti, esim. "alipainekarkaistu", "hiiletyskarkaistu", "karkaistu ja päästetty", "nitrattu"
- Lämpökäsittelyn jälkeen tehtävät käsittelyt (esim. kipinätyöstö, muut lämpökäsittelyt, pinnoitus)
- Vaadittu pintakovuus ja toleranssit
- Vaadittu karkaisusyvyys ja toleranssit

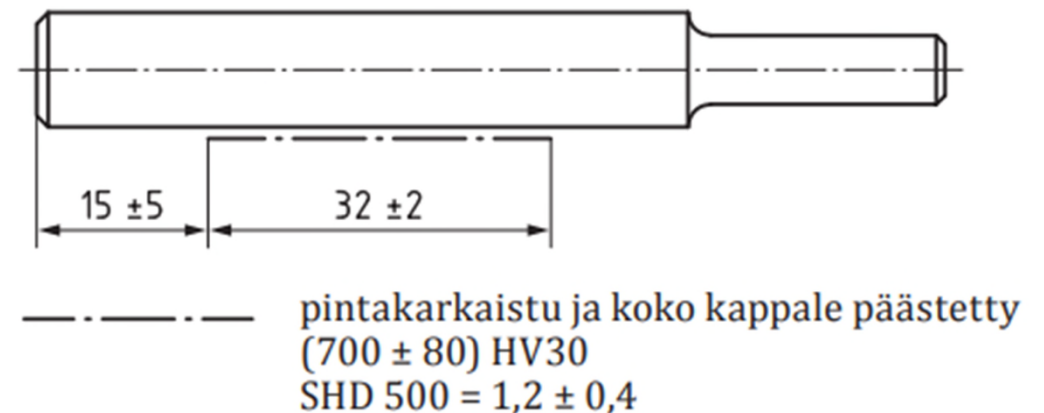
Karkaisusyvyys

- Karkaisusyvyys on ilmoitettava
 - pintakarkaisusyvyys (SHD)
 - hiiletyskarkaisusyvyys (CHD)
 - nitraussyvyys (NHD)
- Karkaisusyvyydet on toleroitava
 - toleranssin olisi oltava niin suuri kuin toiminnallisuuden kannalta on mahdollista
 - tarpeettoman pienet toleranssit voivat aiheuttaa vaikeuksia lämpökäsittelyssä (kustannukset/virheet ym. voivat lisääntyä)

Esitystapa	Vähimmäis- ja enimmäissyvyys
$1,0 \pm 0,3$	0,7 mm...1,3 mm
$1,3 \ 0/-0,6$	
$0,7 \ +0,6/0$	
$0,7 \ \begin{matrix} +0,6 \\ 0 \end{matrix}$	
$0,9 \ +0,4/-0,2$	

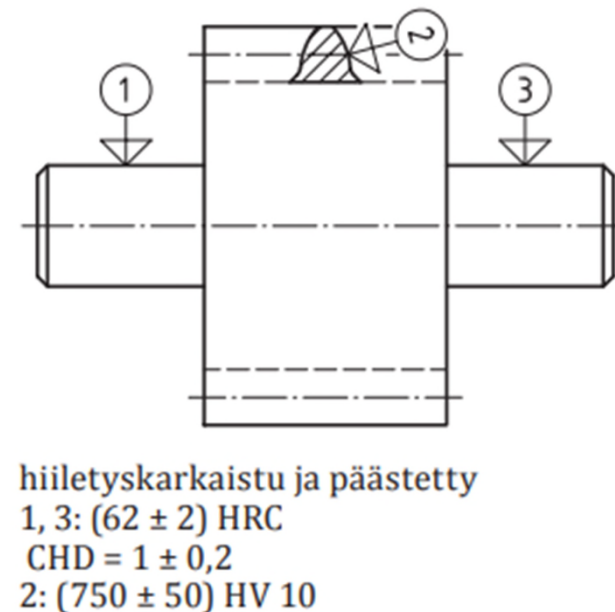
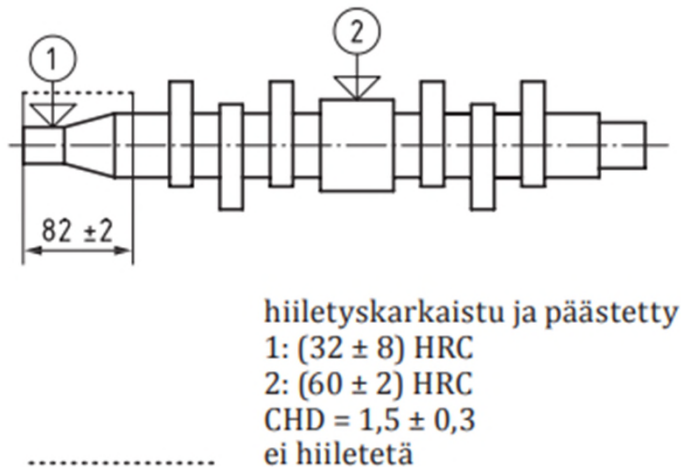
Pintakarkaisusyvyys - SHD

- Pintakarkaisusyvyyden rajakovuutena on yleensä 80 % pinnan vähimmäiskovuudesta ja se mitataan yleensä Vickersin kovuutena (HV 1), rajakovuuden arvo on aina esitettävä



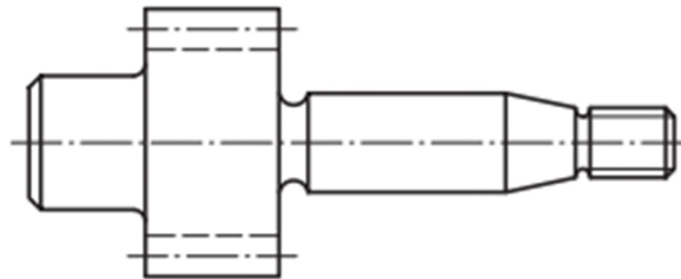
Hiiletyskarkaisuusvyvyys - CHD

- Rajakovuus hiiletyskarkaisussa on 550 HV 1, poikkeavat kovuudet tai koevoimat on merkittävä
- ks. standardi SFS-EN ISO 2639 Hiiletyskarkaisuusvyvyyden määrittäminen



Hiilettyisyvyys - CD

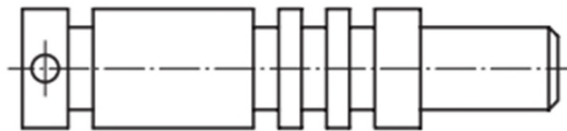
- Hiilettyisyvyyden määrittämistä tarvitaan tapauksissa, joissa karkaisua ei tehdä heti hiilettyksen jälkeen, esim. välikoneistuksen tai oikaisun vuoksi
- Hiilettyisyvyys CD määritetään tavallisesti hiilipitoisuusprofiilista rajahiilipitoisuuden (yleensä 0,35 %) avulla



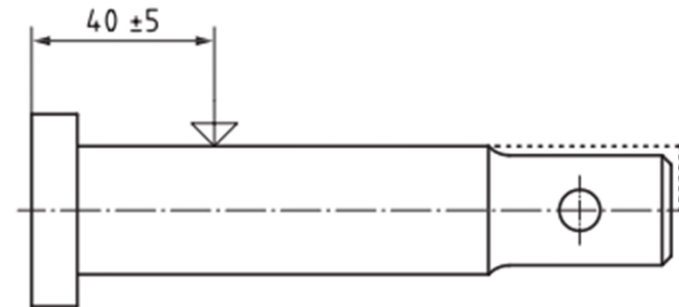
hiiletetty
 $CD_{0,35} = 1,4 \pm 0,2$

Nitraussyvyys - NHD

- Rajakovuus nitrauksessa on yleensä perusaineen kovuus + 50 HV
- Poikkeavat rajakovuudet tai muu kuin HV 0,5 koevoima on merkittävä, esim. NHD
- HUOM. Standardissa SFS 5022 ”Teräs. Typetyssyvyys. Mittaus ja määrittäminen” koevoimana on tavallisesti HV 1



plasmatypetty
NHD = $0,30 \pm 0,05$
 ≥ 950 HV 10



typetty
NHD400 = $0,4 \pm 0,1$
 ≥ 900 HV 10
..... ei typetä