



PEIRON

**Valukomponenttien
laatutason
määrittäminen**

Markku Eljaala

7.11.2024

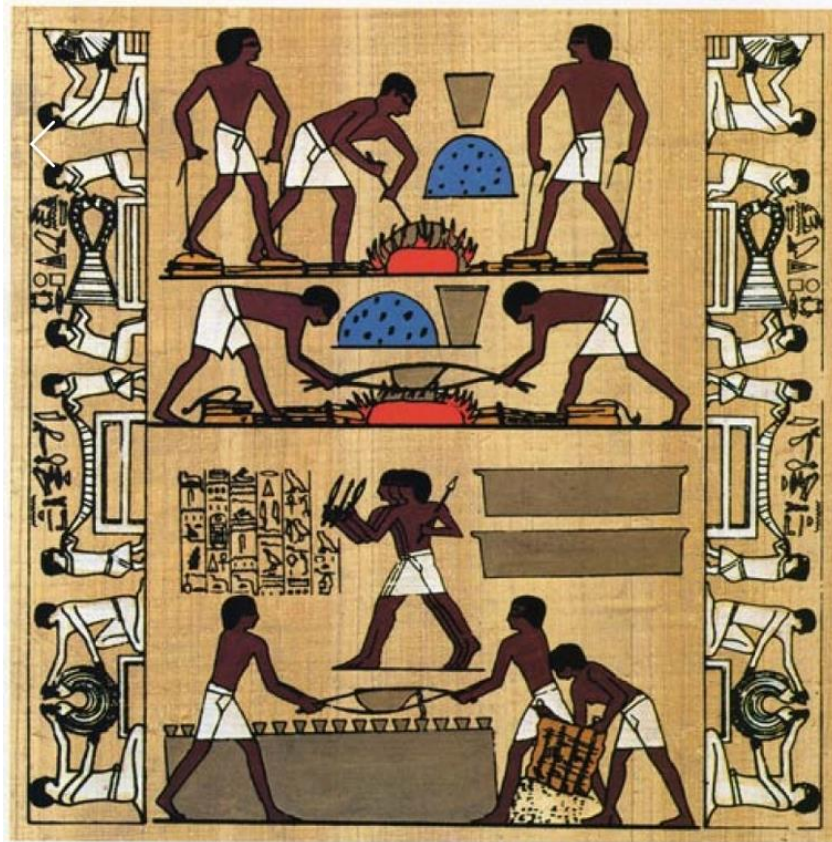
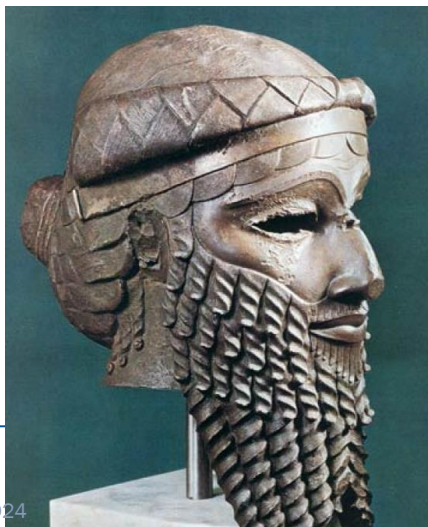
Valamisen plussat

- Periaatteessa kaikkia metalleja voidaan valmistaa valamalla
 - Pikemminkin kaikkia metalleja valetaan jossain vaiheessa niiden valmistusprosessia
 - Saavutettavien ominaisuuksien (seosten) kirjo on valtava
 - Osa metalleista on tosin hieman vaikeammin valettavia (magnesium, titaani, litium, uraani...)
- Muotoilulle on hyvin vähän jos ollenkaan rajoituksia -> valun/valumallin hinta voi tosin muodostua ongelmaksi
 - Ainetta helppo lisätä sinne missä jännitykset korkeita
 - Ainetta helppo poistaa sieltä missä ei ole jännityksiä
 - Tuotteesta voidaan vaivatta tehdä ”kaunis”
 - Muoto tulee kuin kaupan päälle

Valaminen on vanha menetelmä

Valamista on harjoiteltu ”vakavasti” noin 5000 vuotta

- Jos olisi jokin korvaava menetelmä, niin valaminen olisi kadonnut kartalta kuten:
 - Kivikirveet
 - Niittaus
 - Kirjoituskone/kynä
 - Poronsarviuute



Valukomponenttien laatutason määrittely

”Sitä saa mitä tilaa”

Simo Silmu, Yölintu

Valukappaleen laatutason määrittely

- Kuka määrittelee ?
- Mitä määrittelee ?
- Miten määrittelee ?
- Mihin määrittelee ?

Kuka

- Suunnittelija
 - Kenellä tieto sillä vastuu
 - Vastaavat tiedot ja taidot
- Virheet suunnitellaan tuotteeseen -> tämän jälkeen ne ovat pelkästään ominaisuuksia
- Riskianalyysi
 - Mitä voi tapahtua?
 - Panos / Tuotos -suhde?
 - Riittävän hyvää vai täydellistä?
 - Loppuasiakkaan odotus/vaatimus?

Mitä

- Kaikki oleellinen *voidaan* määritellä
 - Sisäisten ja ulkoisten virheiden maksimikoot (tarkastusmenetelmät)
 - Pinnanlaatu
 - Mitta- ja muototarkkuus
 - Materiaaliominaisuudet
 - Mekaaninen -> testaukset ja materiaalitodistukset
 - Mikrorakenne (tarvittaessa)
 - Kovuus (tarvittaessa) => osa ainesstandardeista määrää tämän
- Valun toiminnan, käytettävyyden tai kaupallisen huokuttelevuuden pilaavat valuvirheet tai piirteet kielletään
- Toimintatavat
 - Virheiden etsijästä (eli kuka tarkastaa tilaaja, toimittaja vai joku muu)
 - Virheiden löytämiseksi (Millä menetelmällä/menetelmillä?)
 - Virheiden korjaamiseksi (Millä menetelmillä?)
 - Virheiden raportoisesta (Pitääkö kertoa vai haluatko edes tietää 😊)

Miten

- Kynällä ja paperilla
- Käytetään standardeja viitteinä
 - Ei keksitä omia standardeja
 - Eikä käytetä omia laatuluokkia
 - Yleisesti käytetyt ovat kaikkien tuntemia ja nopeasti tulkittavissa
 - ”keksittyihin” vaatimukseen tutustuminen vie aikaa ja niihin perehdyttäminen vaatii lisäpanostuksia
- Valvotaan vaatimusten täyttymistä
 - Tiukka valvonta -> parempi laatu
 - ”Luottamus hyvä, kontrolli parempi” Lenin
 - Valvomattomuus siirtää helposti vastuun vastaanottajalle
 - Tilaajan standardien tuntemuksessa saattaa olla puutteita

Mihin

- Erillinen laatuohje (speksi) tai ohjeistus piirustukseen
 - Piirustus on yksinkertaisin ja pääsääntöisesti yleisin
 - Etenkin silloin kun määrittely on yksinkertainen
 - Erillisen laatuohjeen tapauksessa olisi hyvä, jos piirustuksissa olisi maininta tuosta erillisestä ohjeesta
 - Erillinen laatuohje, jos kyseessä tuoteperhe tai vastaava
 - Erillinen laatuohje, jos ohjeistus on erittäin kattava = ei mahdu piirustukseen = ”turhan pitkä”
 - Mikä katsotaanärkevimmäksi

Mittatarkkuus

- Uusi valujen mittojen ja geometrinen toleranssien standardi ISO-8062 on kattava
 - Vanha oli yksinkertainen, mutta aiheutti tulkintaerimielisyyksiä
 - Uusi pitää sisällä mitat, geometrian, jakolinjan siirtymän ja työvarat
 - Uusi standardi on niin kattava, että määrittelystä voi tulla työlästä
 - DCTG = lineaarinen valutoleranssi -> mitat ja seinämäpaksuudet (luokat 1-16)
 - GCTG = geometrinen valutoleranssi -> löytyy seuraavat taulukot:
 - Suoruus (luokat 1-8)
 - Tasomaisuus (luokat 1-8)
 - Pyöreys, samansuuntaisuus, suorakulmaisuus ja symmetria (luokat 1-8)
 - Samanakselisuus (luokat 1-8)
 - SMI = surface mismatch -> jakolinjan siirtymä
 - RMAG = työvarat (luokat A-K)
- Pelkkää vanhaa CT-toleranssia voi käyttää edelleen, jos katsoo sen riittäväksi
- Toleranssin ylittäminen ei ole automaattinen hylkäysperuste ellei se vaaranna valun toimintaa -> todistustaakka tilaajalla

Valutoleranssit (CT-toleranssi)

SFS-EN_ISO_8062-3_AC

Teräsvalu käsinkaavaus
kemiallisesti kovettuva muotti

Rautavalu käsinkaavaus
kemiallisesti kovettuva muotti

Rautavalu konekaavaus

Taulukko 2 Valukappaleiden pituusmittojen toleranssit (DCT)

Mitat millimetreinä

Muotilla valmistetun kappaleen nimellismitta		Valukappaleiden pituusmittojen toleranssit mittatoleranssiasteiden (DCTG) ^a mukaan															
		DCTG 1	DCTG 2	DCTG 3	DCTG 4	DCTG 5	DCTG 6	DCTG 7	DCTG 8	DCTG 9	DCTG 10	DCTG 11	DCTG 12	DCTG 13	DCTG 14	DCTG 15	DCTG 16 ^b
–	≤ 10	0,09	0,13	0,18	0,26	0,36	0,52	0,74	1	1,5	2	2,8	4,2	–	–	–	–
> 10	≤ 16	0,1	0,14	0,2	0,28	0,38	0,54	0,78	1,1	1,6	2,2	3	4,4	–	–	–	–
> 16	≤ 25	0,11	0,15	0,22	0,3	0,42	0,58	0,82	1,2	1,7	2,4	3,2	4,6	6	8	10	12
> 25	≤ 40	0,12	0,17	0,24	0,32	0,46	0,64	0,9	1,3	1,8	2,6	3,6	5	7	9	11	14
> 40	≤ 63	0,13	0,18	0,26	0,36	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8	10	12	16
> 63	≤ 100	0,14	0,2	0,28	0,4	0,56	0,78	1,1	1,6	2,2	3,2	4,4	6	9	11	14	18
> 100	≤ 160	0,15	0,22	0,3	0,44	0,62	0,88	1,2	1,8	2,5	3,6	5	7	10	12	16	20
> 160	≤ 250	–	0,24	0,34	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11	14	18	22
> 250	≤ 400	–	–	0,4	0,56	0,78	1,1	1,6	2,2	3,2	4,4	6,2	9	12	16	20	25
> 400	≤ 630	–	–	–	0,64	0,9	1,2	1,8	2,6	3,6	5	7	10	14	18	22	28
> 630	≤ 1 000	–	–	–	–	1	1,4	2	2,8	4	6	8	11	16	20	25	32
> 1 000	≤ 1 600	–	–	–	–	–	1,6	2,2	3,2	4,6	7	9	13	18	23	29	37
> 1 600	≤ 2 500	–	–	–	–	–	–	2,6	3,8	5,4	8	10	15	21	26	33	42
> 2 500	≤ 4 000	–	–	–	–	–	–	–	4,4	6,2	9	12	17	24	30	38	49
> 4 000	≤ 6 300	–	–	–	–	–	–	–	–	7	10	14	20	28	35	44	56
> 6 300	≤ 10 000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	11	16	23	32	40	50	64

^a Seinämänpaksuuksille asteilla DCTG 1...DCTG 15 käytetään yhtä astetta suurempaa toleranssia (ks. kohta 7).

^b Astetta DCTG 16 käytetään vain seinämänpaksuuksille valukappaleissa, joille on yleisesti määritelty DCTG 15.

HUOM. 2 Liitteessä A esitetään suosituksia edellä mainittujen toleranssiasteiden soveltamisesta.



Valutoleranssiaste (CT-toleranssi) SFS-EN_ISO_8062-3

- Valittu toleranssi vaikuttaa valun suunnitteluun ja valumallin valmistukseen
- Yksittäisen mitta tai mitat voivat olla tiukemmin toleroituja, mutta koko kappale mielellään ei
- Tiukempi toleranssiaste vaatii esim. elämätöntä mallia -> Tällöin yleensä selvästi arvokkaampi

Taulukko A.1 Pitkien sarjojen tai massatuotannon raakavalukappaleiden mittatoleranssiasteet

Menetelmä	Valukappaleiden mittatoleranssiaste (DCTG) valumetallien mukaan								
	Teräs	Suomugrafiitti-valurauta	Pallografiitti-valurauta	Adusoitu valurauta	Kupari-seokset	Sinkki-seokset	Kevytmetalli-seokset	Nikkeli-pohjaiset seokset	Koboltti-pohjaiset seokset
Hiekkavalu, käsinkaavaus	11...14	11...14	11...14	11...14	10...13	10...13	9...12	11...14	11...14
Hiekkavalu, kone- ja kuorimuottikaavaus	8...12	8...12	8...12	8...12	8...10	8...10	7...9	8...12	8...12
Metallinen kestopuutti (paitsi painevalu)	–	7...9	7...9	7...9	7...9	7...9	6...8	–	–
Painevalu	–	–	–	–	6...8	3...6	^b	–	–
Tarkkuusvalu	^a	^a	^a	–	^a	–	^a	^a	^a

HUOM. 1 Ilmoitetut toleranssiasteet ovat sellaisia, jotka voidaan tavallisesti saavuttaa pitkinä sarjoina tuotetuilla valukappaleilla ja jos valukappaleen mittatarkkuuteen vaikuttavat tuotannon tekijät on täysin otettu huomioon.

HUOM. 2 Monimutkaisille valukappaleille suositellaan yhtä astetta suurempia toleransseja.

^a Tarkkuusvalulle sovelletaan seuraavia toleranssiasteita suurimman kokonaismitan mukaan:

- ≤ 100 mm: asteet 4...6
- > 100 mm ≤ 400 mm: asteet 4...8
- > 400 mm: asteet 4...9.

^b Suurin kokonaismita vaikuttaa voimakkaasti toleranssiasteen valintaan. Seuraavia valukappaleiden toleranssiasteita suositellaan suurimman kokonaismitan mukaan, mittatoleranssiaste DCTG:

- ≤ 50 mm: DCTG 6
- > 50 mm ≤ 180 mm: DCTG 7
- > 180 mm ≤ 500 mm: DCTG 8
- > 500 mm: DCTG 9.

Taulukko A.2 Lyhyiden sarjojen tai yksittäistuotannon raakavalukappaleiden mittatoleranssiasteet

Menetelmä	Muottimateriaali	Valukappaleiden mittatoleranssiaste (DCTG) valumetallien mukaan							
		Teräs	Suomugrafiitti-valurauta	Pallografiitti-valurauta	Adusoitu valurauta	Kupari-seokset	Sinkki-seokset	Kevytmetalli-seokset	Nikkeli-pohjaiset seokset
Hiekkavalu, käsinkaavaus	Savisisosteinen	13...15	13...15	13...15	13...15	13...15	11...13	13...15	13...15
	Kemiallisesti sidottu	12...14	11...14	11...14	11...14	10...13	10...13	12...14	12...14

HUOM. Tämän taulukon arvoja sovelletaan yleisesti 25 mm suuremmille nimellismitoille. Pienemmille mitoille voidaan tavallisesti käyttää taloudellisesti ja käytännöllisesti seuraavia pienempiä toleransseja:

- nimellismitat enintään 10 mm: kolme astetta pienempi
- nimellismitat 10...16 mm: kaksi astetta pienempi
- nimellismitat 16...25 mm: yksi aste pienempi.

Suorustoleranssit

SFS-EN_ISO_8062-3_AC

Teräsvalu käsinkaavaus
kemiallisesti kovettuva muotti

Rautavalu käsinkaavaus
kemiallisesti kovettuva muotti

Table 3 — Casting tolerances for straightness

Dimensions in millimetres

Nominal dimension related to the moulded part		Straightness tolerance for geometrical casting tolerance grade (GCTG)						
		GCTG 2	GCTG 3	GCTG 4	GCTG 5	GCTG 6	GCTG 7	GCTG 8
—	≤ 10	0,08	0,12	0,18	0,27	0,4	0,6	0,9
> 10	≤ 30	0,12	0,18	0,27	0,4	0,6	0,9	1,4
> 30	≤ 100	0,18	0,27	0,4	0,6	0,9	1,4	2
> 100	≤ 300	0,27	0,4	0,6	0,9	1,4	2	3
> 300	≤ 1 000	0,4	0,6	0,9	1,4	2	3	4,5
> 1 000	≤ 3 000	—	—	—	3	4	6	9
> 3 000	≤ 6 000	—	—	—	6	8	12	18
> 6 000	≤ 10 000	—	—	—	12	16	24	36

RMA – vaadittava työvara

Teräsvalu käsinkaavaus

Rautavalu käsinkaavaus

8.2 Tarvittavat työstövara-asteet (RMAG)

Kymmenen tarvittavaa työstövara-astetta on määritelty ja merkitty tunnuksilla RMAG A...RMAG K (ks. taulukko 7).

HUOM. Eri seoksille ja valmistusmenetelmille suositellut asteet on esitetty taulukossa B.1 vain opastavina.

Taulukko 7 Tarvittava työstövara

Mitat millimetreinä

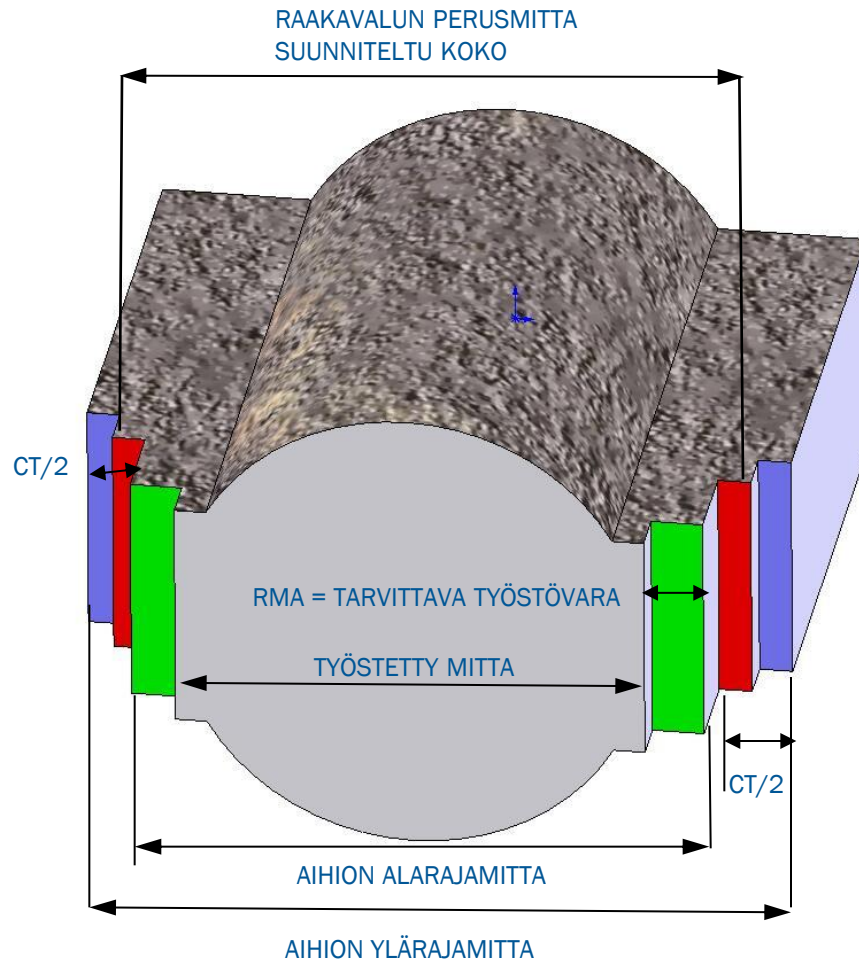
Suurin kokonaisuusmitta		Tarvittavat työstövarat työstövara-asteiden (RMAG) mukaan									
		RMAG A	RMAG B	RMAG C	RMAG D	RMAG E	RMAG F	RMAG G	RMAG H	RMAG J	RMAG K
–	≤ 40	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,7	1	2
> 40	≤ 63	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	1	1,4	3
> 63	≤ 100	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
> 100	≤ 160	0,3	0,4	0,5	0,8	1,1	1,5	2,2	3	4	6
> 160	≤ 250	0,3	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4	5,5	8
> 250	≤ 400	0,4	0,7	0,9	1,3	1,8	2,5	3,5	5	7	10
> 400	≤ 630	0,5	0,8	1,1	1,5	2,2	3	4	6	9	12
> 630	≤ 1 000	0,6	0,9	1,2	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14
> 1 000	≤ 1 600	0,7	1	1,4	2	2,8	4	5,5	8	11	16
> 1 600	≤ 2 500	0,8	1,1	1,6	2,2	3,2	4,5	6	9	13	18
> 2 500	≤ 4 000	0,9	1,3	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
> 4 000	≤ 6 300	1	1,4	2	2,8	4	5,5	8	11	16	22
> 6 300	≤ 10 000	1,1	1,5	2,2	3	4,5	6	9	12	17	24

HUOM. Asteita A ja B käytetään vain erikoistapauksissa, esim. sarjatuotannossa, missä mallivarusteista, valumenetelmästä ja työstömenetelmästä kiinnityspintoineen ja peruselementtipintoineen tai -kohtineen on sovittu asiakkaan ja valimon välillä.

Työvaran määrittely ja nimellismittaan lisättävä ainemäärä eivät ole sama asia

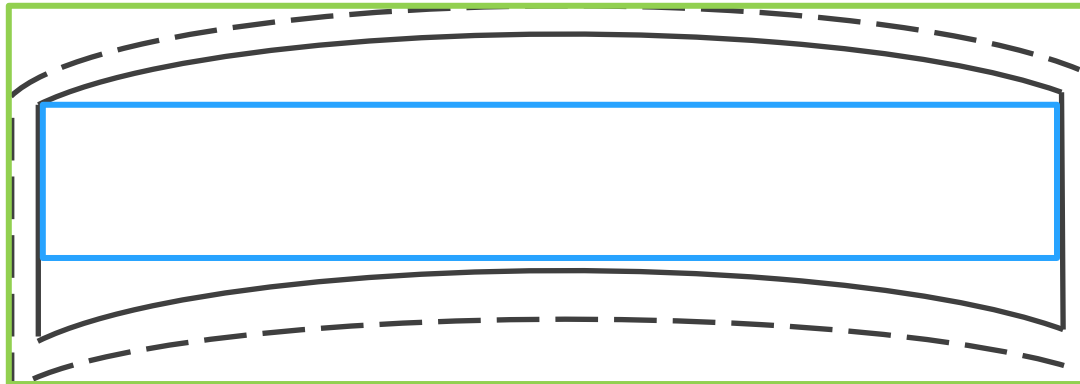
- RMA-aste määrittelee millainen työvara tarvitaan vähintään
- Samalla on huomioita valu- ja muototoleranssien vaikutus nimellismittaan lisättävän materiaalin määrään
 - Valun eläminen mittatoleranssien rajoissa voi lisätä tai vähentää koneistettavan materiaalin määrää -> täytyy kuitenkin olettaa pahimman mukaan, eli materiaalia on lisättävä CT-toleranssin neljännes koneistettavaan pintaan
 - Valun eläminen geometrinen toleranssien rajoissa vähentää sekä lisää paikallisesti eri kohdissa työvaraa -> turvallisinta on lisätä koko toleranssi
- Koneistettavaan pintaan lisättävä vara 900mm pitkällä kappaleella
 - DCTG 12=11mm, GCTG 7=3mm, RMAG H=7mm -> $11/4+3+7 = 12,75\text{mm}$
- Mikäli taulukkojen tulkinta ei kiinnosta, niin hyvä nyrkkisääntö on laittaa pisimmästä nimellimitasta 1% koneistettaviin pintoihin
 - Aina kuitenkin yli 5mm
- Työvaran lisääminen valumalliin on jälkikäteen helpompaa kuin sen poistaminen -> joten sarjatuotteella voi ottaa riskin ensimmäisellä kappaleella ja optimoida työvaroja mittauksen jälkeen

Työstövarat, toleranssit



Kuva 1

Periaatekuva työvaran, mitta- ja geometrisen toleranssin vaikutuksesta



Koneistettu muoto

Työvarallinen
valuaiho
alimitassaan

Aihion koko
piirustuksessa

- Aihion täytyy olla riittävän suuri, jotta sen sisältä löytyy haluttu kappale silloinkin, kun valu menee mittatoleranssin alarajalle ja on sekä käyrä, että mahdollisesti kiero samaan aikaan
- Riittävät varat helpottavat kappaleen kellottamista ja pienentävät riskiä valuvirheiden esiintymisestä koneistetulla pinnalla
- Joissakin tapauksissa koneistettavaa voi olla liikaa -> rautojen lujuus heikkenee nopeasti mentäessä kohti kappaleen keskilinjaa -> tällöin työvara voidaan joutua optimoimaan

Pintavirheiden määrittely

- Mielestäni helpoimmin määriteltävä asia, jos keskitytään ”oikeisiin” virheisiin
 - Säröt ja repeämät
 - Vaikutusta voidaan arvioida laskennallisesti -> esim. FEM
- Sopivia tarkastusmenetelmiä ovat magneettijauhe- ja tunkeumanestetarkastus
 - Magneettijauhe EN-1369
 - Tunkeumaneste EN-1371-1
- Usein tarjotaan vaihtoehdoksi joko magneettijauhe- tai tunkeumanestetarkastusta, mutta menetelmien näyttämät eivät missään mielessä yhteneviä tai vertailukelpoisia
 - Tunkeumaneste suurentaa fyysistä näyttämää -> huomioitava laatuluokassa

Pyöreiden näyttämien rajat PT-standardin EN 1371-1 mukaan

Table 1 — Severity levels for liquid penetrant testing – Non-linear indications - Isolated (SP) or clustered (CP)

Characteristic	Severity levels							
	SP 01 ^a CP 01 ^a	SP 02 CP 02	SP 03 CP 03	SP 1 CP 1	SP 2 CP 2	SP 3 CP 3	SP 4	SP 5
Direct visual testing	Magnifying glass or eyes	Eyes						
Magnification for observation of penetrant indication	≤ 3	1						
Length of smallest indication to be considered in mm	0,3	0,5	1	1,5	2	3	5	5
Maximum number of non-linear indications allowed	5	6	7	8	8	12	20	32
Maximum size of discontinuity indication A, B, C and F allowed in mm								
— isolated indications SP	1	1	1,5	3	6	9	14	21
See Annex C - Figure				C.1	C.2	C.3	C.4	C.5
— clustered indications CP (for aluminium alloys only, with a maximum of 2 per area)	3	4	6	10	16	25	–	–
See Annex D - Figure				D.1	D.2	D.3		
NOTE 1	Only values expressed in this table are valid. Reference figures are for information only (see Annexes C and D).							
NOTE 2	The sensitivity can differ, depending on the method of penetrant testing selected.							
NOTE 3	The penetrant indications may grow over a period of time and this should be taken into account.							
^a	Severity level to be reserved for particular uses.							

Linearisten näyttämien rajat PT-standardin EN 1371-1 mukaan

Table 2 — Severity levels for liquid penetrant testing – Linear (LP) and aligned (AP) indications ^a

Characteristics	Severity levels															
	LP 001 AP 001	LP 01 AP 01	LP 1 AP 1	LP 2 AP 2	LP 3 AP 3	LP 4 AP 4	LP 5 AP 5	LP 6 AP 6	LP 7 AP 7							
Testing means	Magnifying glass or eyes		Eyes													
Magnification for observation of penetrant indication	≤ 3		1													
Length of smallest indication to be considered (mm)	No indication allowed	0,3	1,5	2	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Arrangement of indications ^a , isolated (I) or cumulative (C)	I or C		I	C	I	C	I	C	I	C	I	C	I	C	I	C
Maximum length of linear (LP) and aligned (AP) indication allowed (mm)	No indication allowed	1	2	4	4	6	6	10	10	18	18	25	25	45	45	70
See Annex E - Figure			E.1	E.2	E.3	E.4	E.5	E.6	E.7							
NOTE 1	Only values expressed in this table are valid. Reference figures are for information only (see Annex E).															
NOTE 2	The severity levels 001, 01 and 1 are difficult to achieve and should be specified with caution.															
NOTE 3	The sensitivity can differ, depending on the method of penetrant testing selected.															
NOTE 4	The penetrant indications may grow over a period of time and this should be taken into account.															
^a	The length <i>L</i> of an aligned indication is the distance between the starting point of the first discontinuity and the opposite end of the last discontinuity ($L \geq 3 W$).															

Esimerkkejä PT standardin prEN 1371-1 näyttämistä

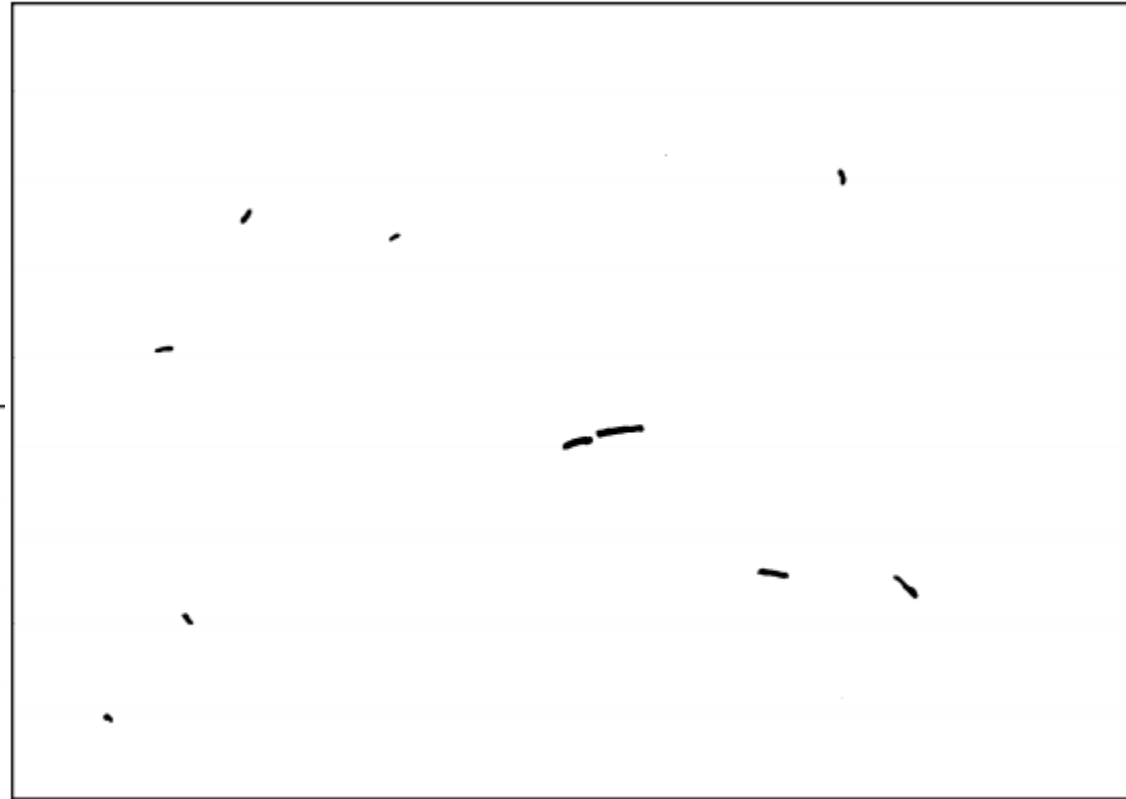
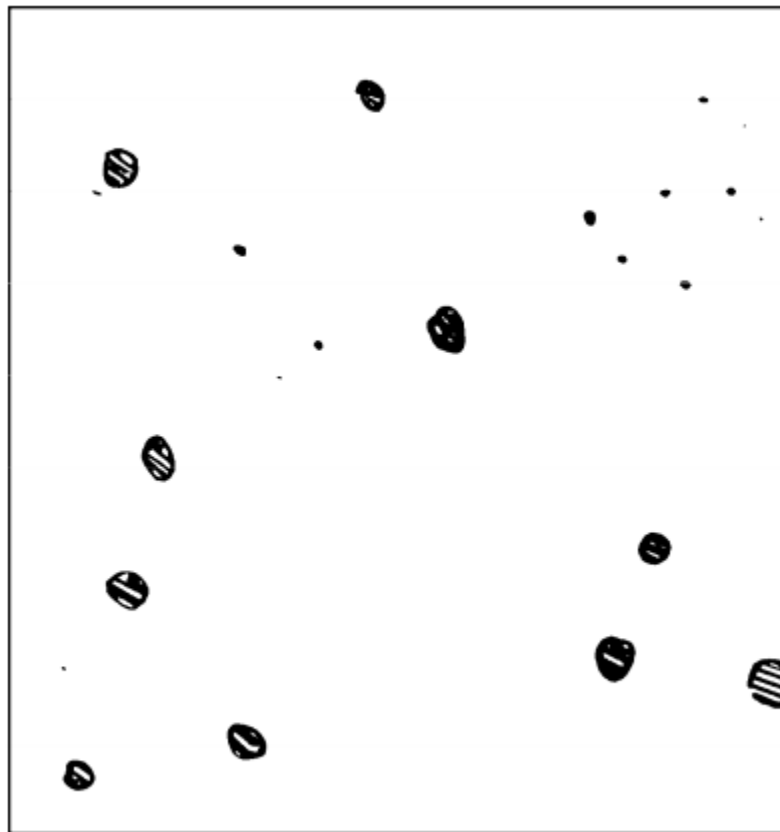


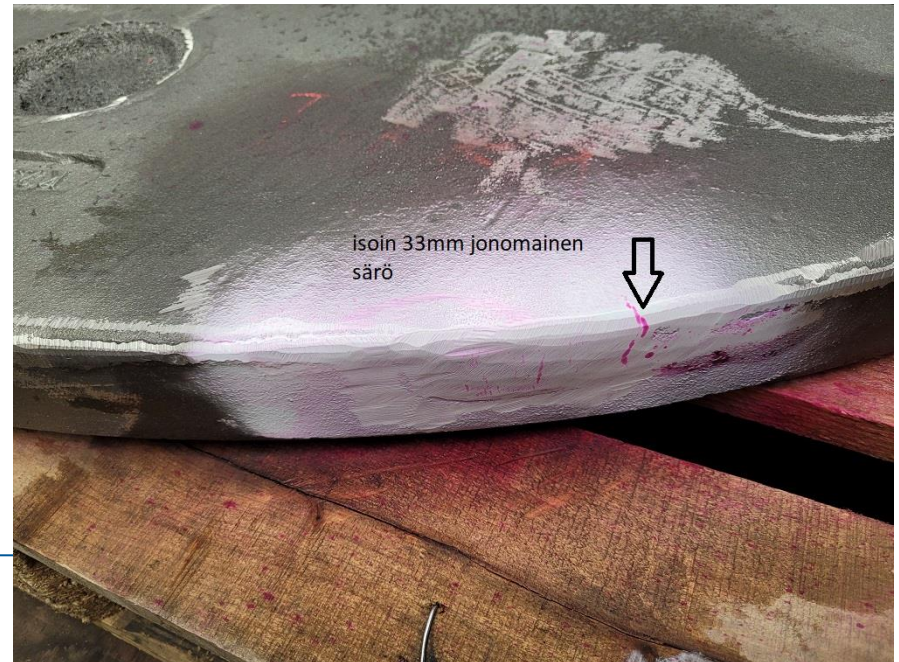
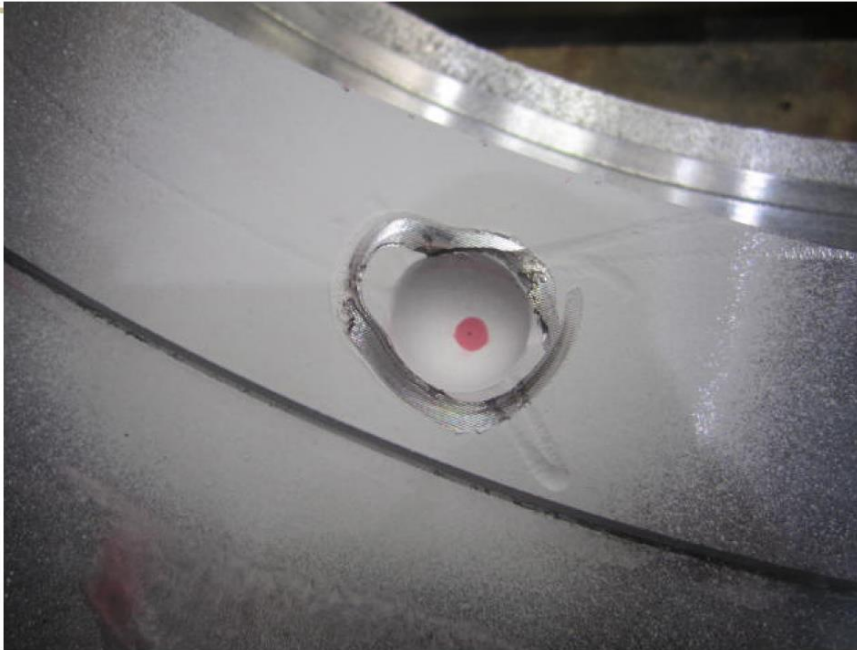
Figure E.5 — Severity level LP 5 – AP 5

11/5/2024

Figure C.3 — Severity level SP 3



Oikeita PT-näyttämiä



Lineaaristen näyttämien rajat MT-standardin EN 1369 mukaan

Table 2 — Severity levels for magnetic particle testing — Linear (LM) and aligned (AM) indications

Characteristics	Severity levels															
	LM 001 AM 001	LM 01 AM 01	LM 1 AM 1	LM 2 AM 2	LM 3 AM 3	LM 4 AM 4	LM 5 AM 5	LM 6 AM 6	LM 7 AM 7							
Direct visual testing	Magnifying glass or eyes		Eyes													
Magnification for observation of penetrant indication	≤ 3		1													
Length of smallest indication to be considered (mm)	No indication allowed	0,3	1,5	2	3	5	5	5	5							
Arrangement of indications ^a , Isolated (I) or cumulative (C)	I or C		I	C	I	C	I	C	I	C	I	C	I	C		
Maximum length of linear (LM) and aligned (AM) indication allowed (mm)	No indication allowed	1	2	4	4	6	6	10	10	18	18	25	25	45	45	70
See Annex D - Figure	—		D.1	D.2	D.3	D.4	D.5	D.6	D.7							
NOTE 1	Only values expressed in this table are valid. Reference figures are for information only (see Annex D).															
NOTE 2	The sensitivity can differ, depending on the method of penetrant testing selected.															
^a	The linear and aligned indications shall be taken into consideration for the calculation of the cumulative length.															

- Uusimmassa standardissa laatuluokkia on 7 vanhan viiden sijaan
- Vaihteluväli on sama. Portaita on vain enemmän
- Laatuluokat identtiset PT-standardin EN 1371 lineaaristen näyttämien kanssa

Standardin EN 1369 esimerkkikuvat

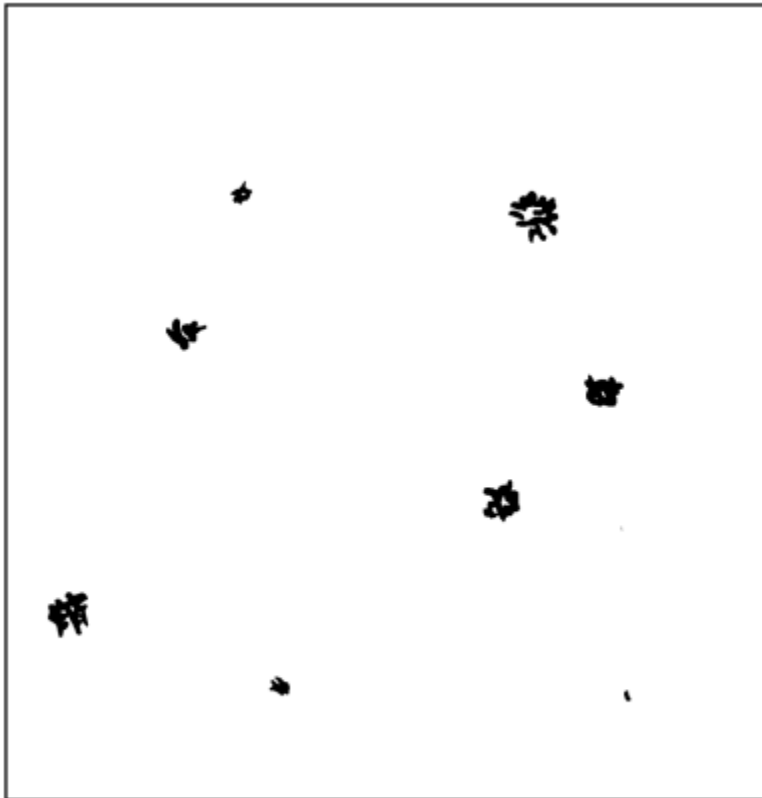


Figure C.3 — Severity level SM 3

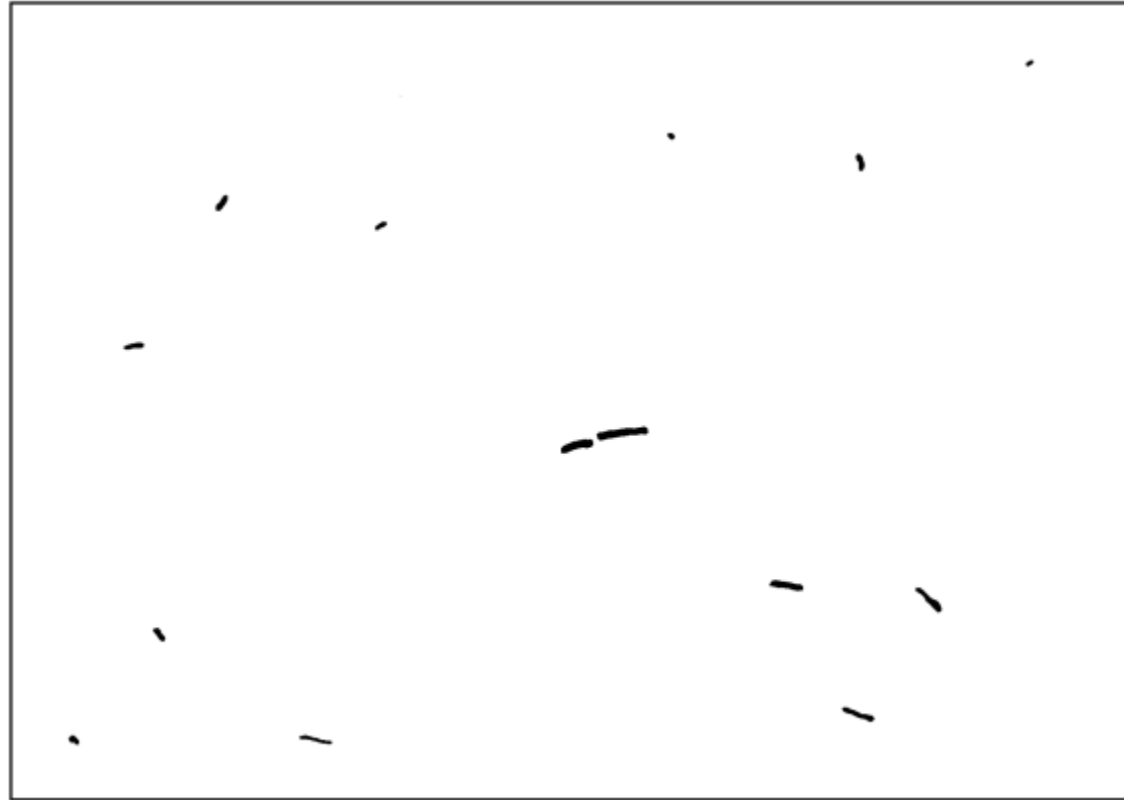
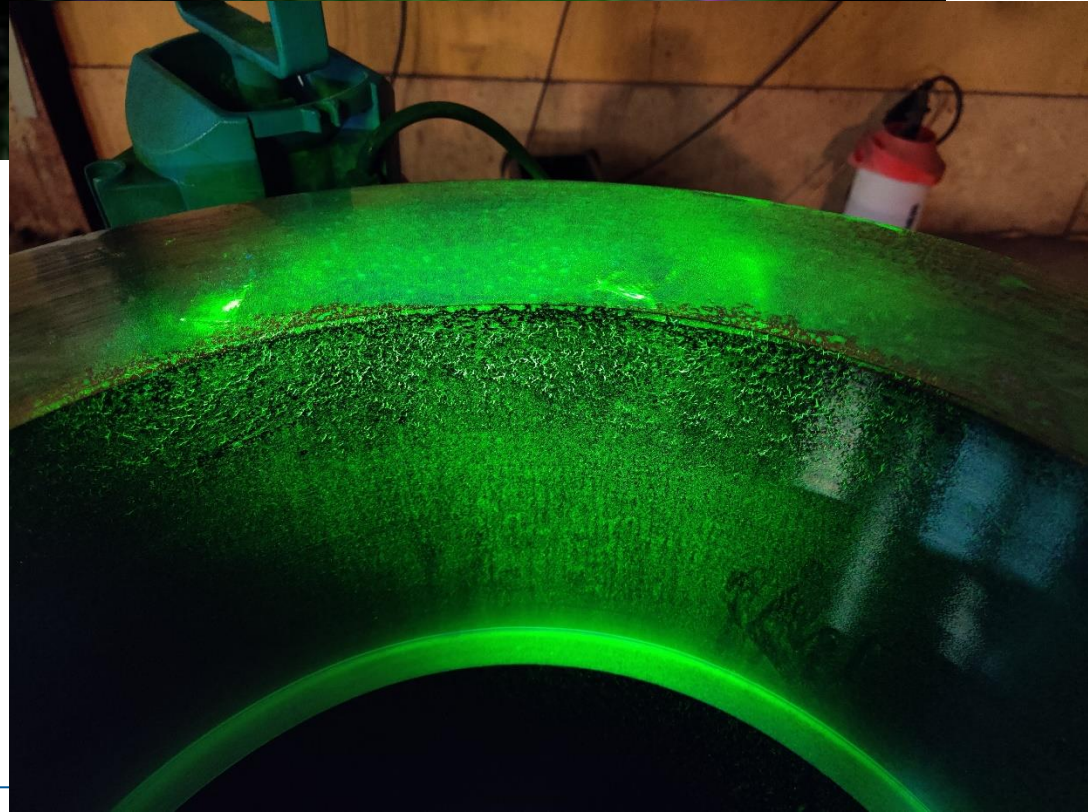


Figure D.5 — Severity level LM 5 - AM 5

Oikeita MT-näyttämiä



Pinnanlaadun määrittely

- Mielestäni vaikeimmin määriteltävä laatutekijä
 - Erilaisia pintavirheitä ”-ominaisuuksia” aivan käsittämättömän paljon
- Vähiten käytettävyyteen vaikuttava asia
- Kuitenkin tärkein laatumielikuvan muodostumiseen vaikuttava ominaisuus
- Valitettavan vähän standardeja/ohjeistoa pinnanlaatukriteereiden määrittämiseksi
 - Luonnollisesti käyttökohde, valun koko ja toiminta asettavat erilaisia vaatimuksia
 - EN 12454 (käytännössä scrata-palojen EN versio)

SCRATA-palat

- Niillä voi päästä alkuun mutta valun pinnalta löytyy lukuisia muitakin ominaisuuksia, jotka eivät herätä ihastusta
- Scrata-palat perustuvat vertailuun, joten arviointi subjektiivista (missikisat)
- Tämän takia vaativissa tai ”visuaalisesti vaativissa” kohteissa joudutaan yleensä tekemään omia räätälöityä ohjeita
 - Kattavasta ohjeesta tulee helposti puhelinluettelo paksumpi, mikä on yhtä kuin käyttökelvoton
- SCRATA-palat skaalautuvat huonosti kappaleen koon mukaan
 - Isossa kappaleessa isokin näyttämä näyttää pieneltä
 - Laatuluokkia on järkevää skaalata kappaleen mukana
 - Jotkin standardit ottavat tämän huomioon, mutta useimmat eivät

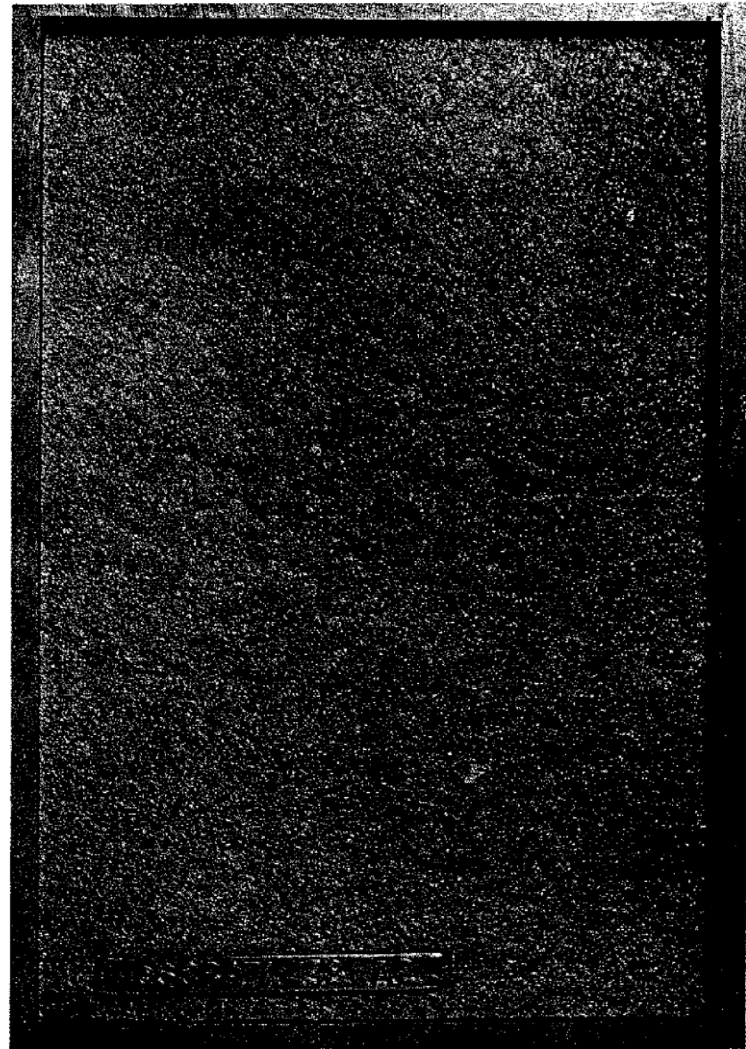
Kuvia SCRATA-paloista

A. SURFACE TEXTURE



A1

A. SURFACE TEXTURE



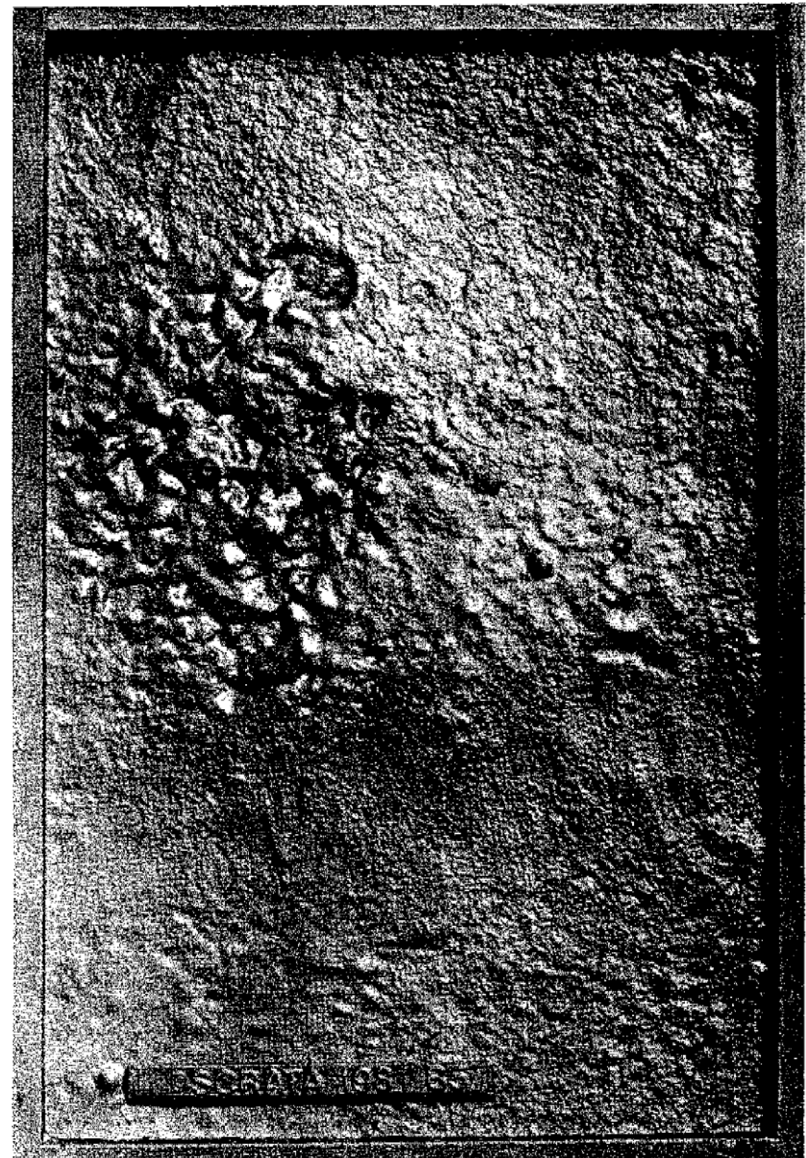
A2

D. FUSION DISCONTINUITIES



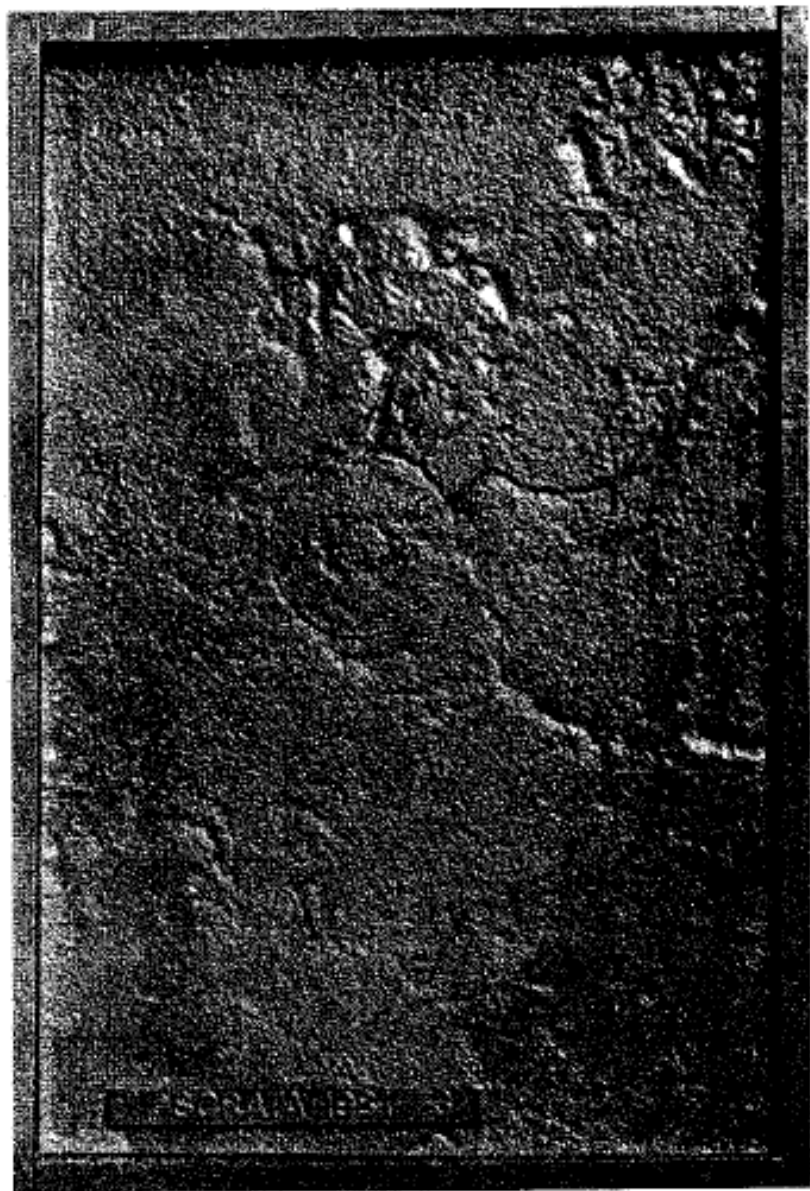
D5

B. NON-METALLIC INCLUSIONS



B5

F. INSERTS



F3

C. GAS POROSITY



31

C4

Visuaalisen standardin EN 12454 laatutasot

- Todellisuudessa tätä standardia käytetään melko vähän

Taulukko 1 Laatutasojen ja valittujen vertailupalojen vastaavuus

Virhetyypit	Laatutasot			
	1	2	3	4
	Tunnus [1]			
Pintasulkeumat	B 1	B 2	B 4	B 5
Kaasuhuokoisuus	C 2	C 1	C 3	C 4
Kylmäpoimut ja -saumat	D 1	D 1	D 2	D 5
Kuoriutumat	–	–	E 3	E 5
Keernatuet	–	–	F 1	F 3
Hitsit	J 1	J 2	J 3	J 5

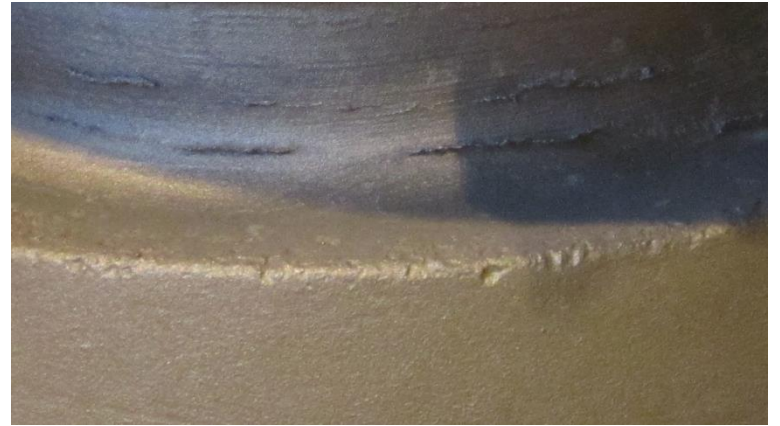
HUOM. Vaadittu laatutaso voi olla erilainen kullekin virhetyypille.

Taulukko 2 Pinnankarheuden vaikutus pintavirheiden havaittavuuteen

Virhetyypit	Pinnankarheuden vähimmäisvaatimus pinnankarheus kasvaa ¹⁾			
	vertailupalat [2]			
	1 S1	2 S1	3 S1	6 S1
	vertailupalat [1]			
	A 1	A 2	A 3	A 4
	Havaittavissa olevien pintavirheiden laatutasot			
Pintasulkeumat	1...4	1...4	4	4
Kaasuhuokoisuus	1...4	1...4	3...4	4
Kylmäpoimut ja -saumat	1...4	1...4	3...4	3...4
Kuoriutumat	3...4	3...4	3...4	3...4
Keernatuet	3...4	3...4	3...4	3...4
Hitsit	1...4	1...4	2...4	2...4

¹⁾ Pinnankarheus vaikuttaa siihen, mikä laatutaso voidaan arvostella. Esimerkiksi on epätodennäköistä, että laatutaso 1 pintasulkeumat voidaan havaita pinnalta, jonka pinnankarheus on A 3.

Muita mahdollisia "pintaominaisuuksia"



Sisäinen laatu

- Sisäinen laatu = ”sisäinen kauneus”
 - On hieno homma, mutta ei tule kauppoja, jos ulkoiset asiat eivät ensin ole kunnossa
 - Älä kysy -> älä kerro
- Sisäiset virheet aiheuttavat erittäin harvoin vaurioita -> pintavirheistä lähteneitä vaurioita on vaikka kuinka paljon
- Sopivia menetelmiä ovat radiografia ja ultraäänitarkastus
 - EN 12680-1 Valut, Ultraäänitarkastus. Osa1: Teräsvalut yleiseen käyttöön
 - EN 12680-2 Valut, Ultraäänitarkastus. Osa2: Teräsvalut suuresti rasiittuihin kohteisiin
 - EN 12680-3 Valut, Ultraäänitarkastus. Osa3: Pallografiittiraudat
 - EN 12681: Valut. Radiografinen tarkastus

SFS-EN 12680-3 (pallografiittivalujen UT-tarkastus)

Taulukko 2 Hyväksymisrajat epäjatkuvuuksille – suuret valukappaleet

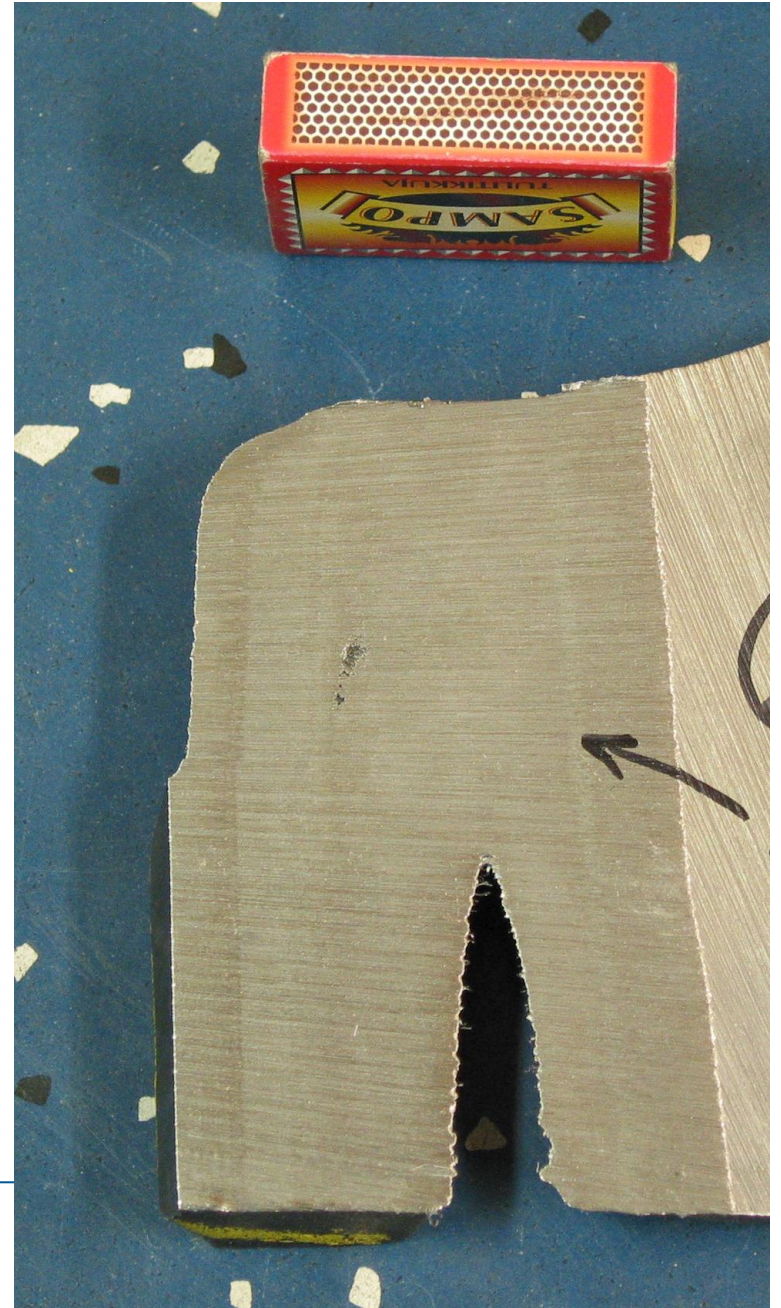
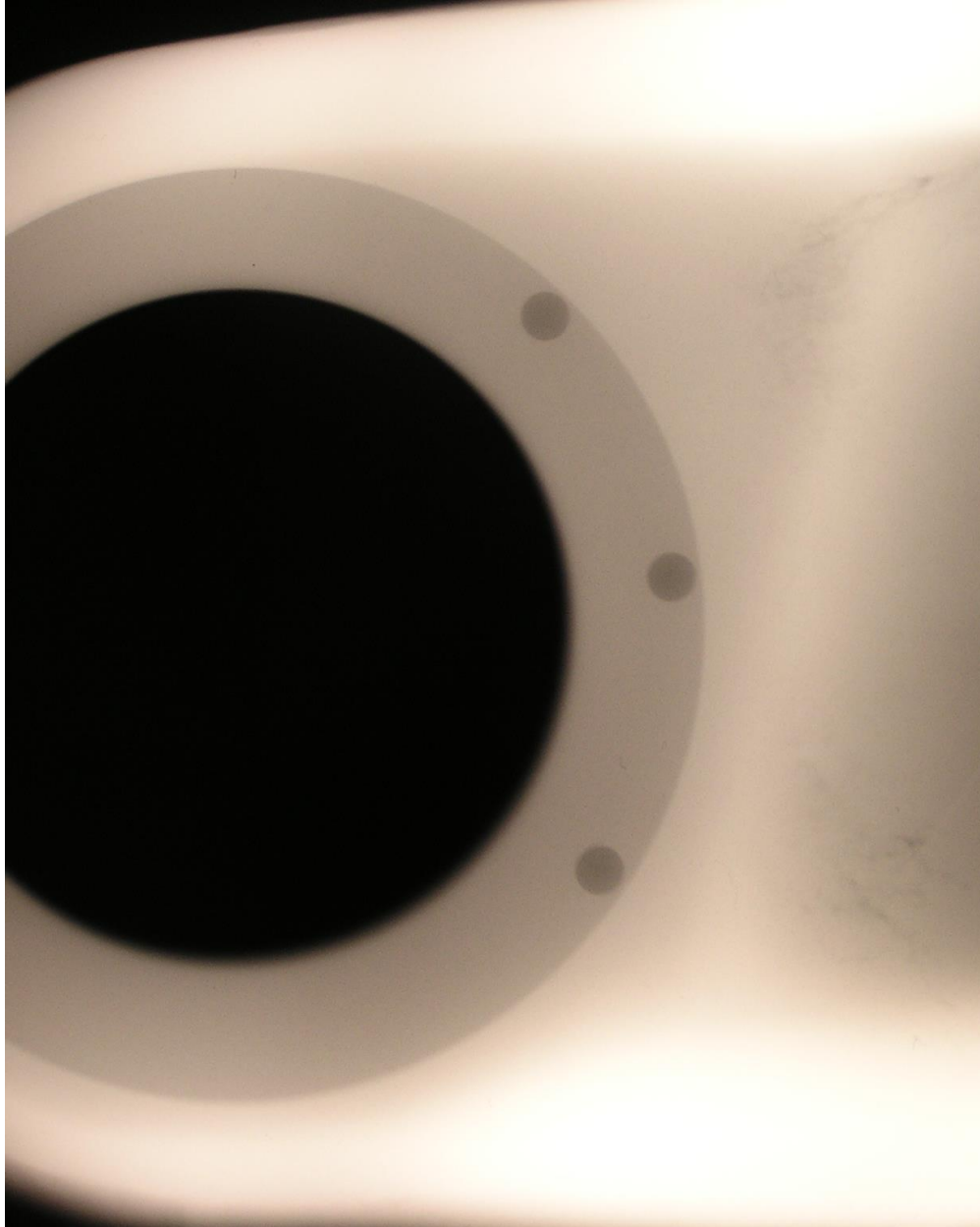
Ominaisuus	Yksikkö	Laatuluokka												
		01	1			2			3			4		
Seinämänpaksuus tarkastettavalla alueella	mm	-	< 50	50...200	> 200	< 50	50...200	> 200	< 50	50...200	> 200	< 50	50...200	> 200
Prosenttia seinämästä	%	-	15			20			25			30		
Epäjatkuvuuden suurin pinta-ala pintavyöhykkeellä ^{a), b)}	cm ²	c)	3	5	8	6	10	10	10	20	20	-	-	-
Epäjatkuvuuden suurin pinta-ala sisävyöhykkeellä	cm ²	c)	25	50	100	100	150	200	150	200	300	200	-	-
Epäjatkuvuuksien yhteenlasketun pinta-alan osuus tarkastetusta alueesta	%	c)	10	10	10	10	15	15	15	20	20	15	20	30

a) Pintakuona, katso taulukko 4.

b) Pintavyöhyke, katso kuva 1.

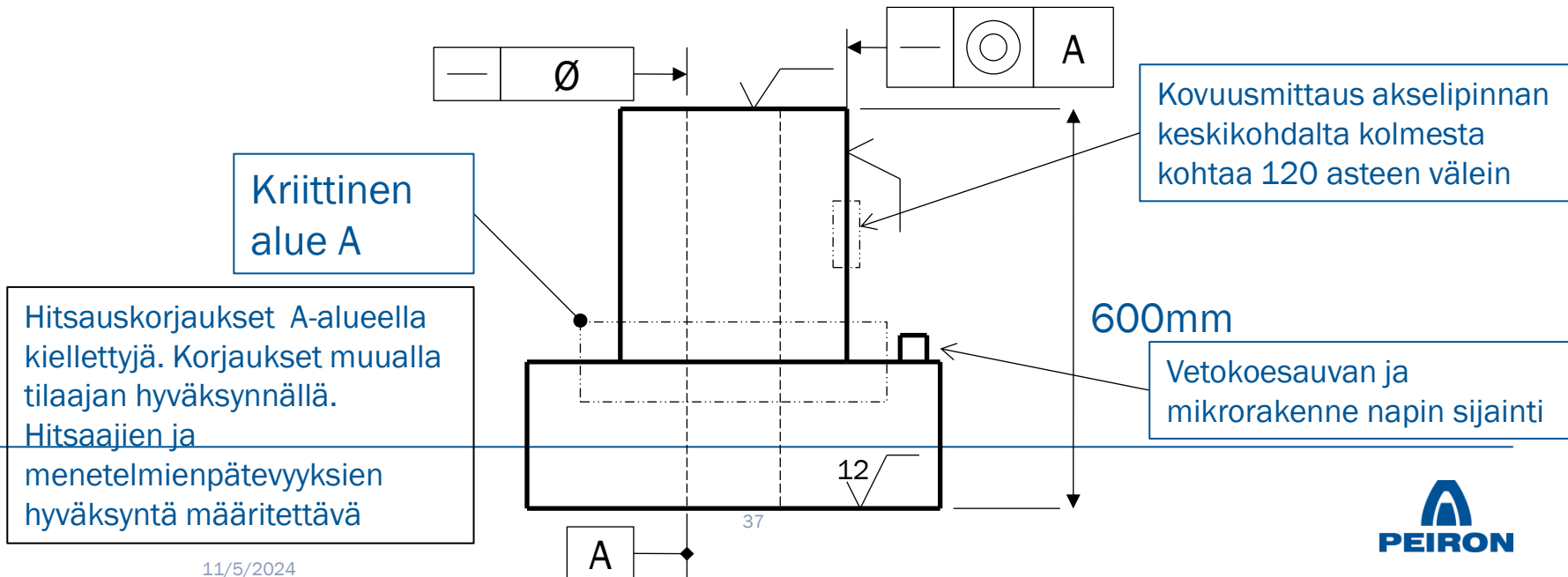
c) Ei taulukon 6 rajat ylittäviä epäjatkuvuuksia.

RT -esimerkkejä



Täysin riittävä laatumäärittelyn esimerkki

- Materiaali: EN10293-2 G17CrMo5-5 +QT
 - $R_{0,2}$ 300MPa, R_m 450MPa, A 20%, KV 20 J OC (Lujuus määriteltävä erikseen, koska seinämä yli 100mm ja sauva leikataan valusta. Määriteltävä, kun ollaan standardin raamien ulkopuolella)
 - Kovuus ja mikrorakenne voidaan määritellä jos tarpeen (pallografiitilla näin myös usein tehdään)
- Yleistoleranssi: ISO 8062-3 – DCTG 12 – RMA 6 (RMAG H) – GCTG 7.
- Kriittinen alue A: (EN 1369 SM1 – LM2 – AM2 tai EN 1371-1 SP3 – LP2 – AP 2) ja EN 12680-1 laatuluokka 2, 100%:n taajuus ja 100%:n laajuus alue A:lla
- Muut alueet: (EN 1369 SM5 – LM4 – AM4 tai EN 1371-1 SP4 – LP4 – AP4) ja EN 12680-3 laatuluokka 3, 10%:n taajuus ja 100%:n laajuus
- Visuaalinen pinnanlaatu: EN 12454, Pinnankarheus A3, Laatutaso 3

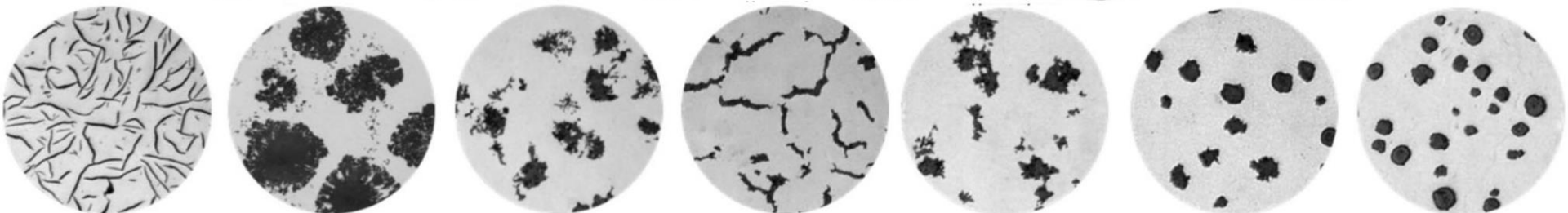
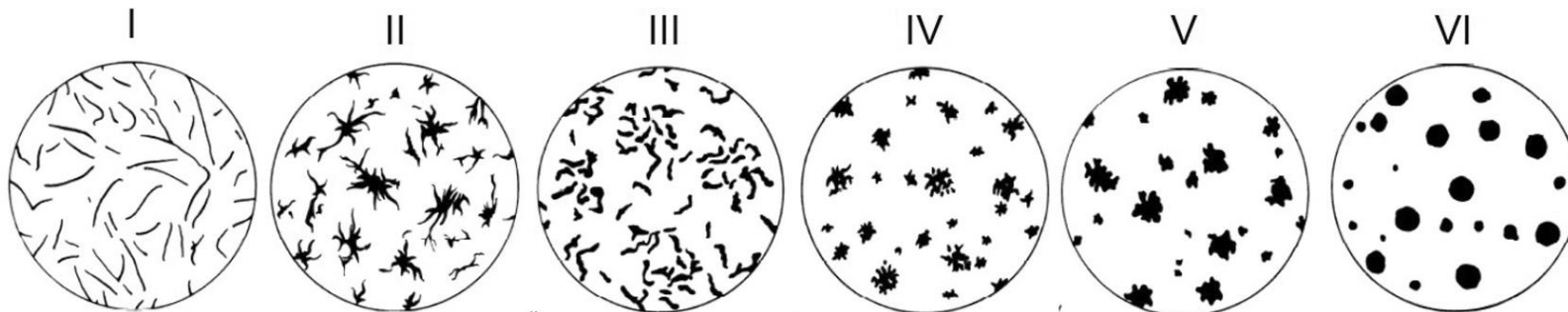


Kannattaa muistaa...

- Virheetön kappale on mahdottomuus
 - Tiukimmatkin laatuluokat sallivat aina jonkin kokoisen virheen -> jonkun täytyy pystyä sanomaan aiheutuuko tästä ongelma (ei aiheudu 😊)
- Ylilaatu on aina kalliimpaa kuin ylimitoitus
 - valussa on helppo lisätä materiaalia sinne missä on tarvetta. Jos paino muodostuu ongelmaksi niin vähemmän kriittisistä kohdista ainetta voidaan poistaa tai valitaan lujempi seos
- Ei kannata vaatia sellaista, mitä ei pysty valvomaan
- Tarkastaminen lisää aina kustannuksia ja systemaattinen tarkastus lisää kustannuksia **systemaattisesti**
 - Tarkastaminen on laadun pahin vihollinen -> Laadun tilastollisuus -> hävikki ↑
 - Vaadittava laatuaso kannattaa aina määritellä, mutta tarkastaminen voidaan sopia erikseen
- Hyvin suunniteltu on puoliksi virheetön
 - Suunnitellaan virheet kohtiin, joissa niistä ei ole haittaa
 - Tehdään pyöristyksistä niin suuria, kuin kehdataan

Mikrorakenteen määrittely

Graphite Types according to EN ISO 945-1



Graphite Types according to ASTM A247 – 16a



Peiron Oy

Teollisuustie 4, FI-32810 Peipohja, Finland

Tel. +358 20 750 9400

www.peiron.com www.kumera.com