





**Teräksen hyvien
ominaisuuksien
hyödyntäminen
rakenteissa**

FMT
FUTURE MANUFACTURING
TECHNOLOGIES

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020

POHJOIS-POHJANMAA
Council of Oulu Region



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

**Tehokkaat rakenteet hanke on rahoitettu
Pohjois-Pohjanmaan liiton EU/EAKR rahoituksella.**



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto
Euroopan sosiaalirahasto



Mitä hyötyjä lujilla teräksillä voidaan saavuttaa?

- Oulun yliopiston terästutkimuskeskus CASR on laskenut, että pelkästään kuljetusalalla lujat teräkset voivat mahdollistaa jopa 6-7 % vähennyksen Suomen hiilidioksidipäästöihin. Vaikutus perustuu teräksen lujuuden noston mahdollistamaan rakenteiden keventämiseen.
- Erilaisissa kuljetusvälineissä, erityisesti raskaissa maansiirtokuljetuksissa, ajoneuvon rakenteen paino vaikuttaa merkittävästi polttoaineen kulutukseen. Mitä vähemmän painoa, sitä vähemmän kuluu polttoainetta. Kevyt rakenne voi myös mahdollistaa suuremman hyötykuorman, jolloin päästöt kuljetettua tavaramäärää kohden pienenevät. Lujia teräksiä käyttämällä saadaan aikaan entistä kevyempi ja kestävämpi teräsrakenne.

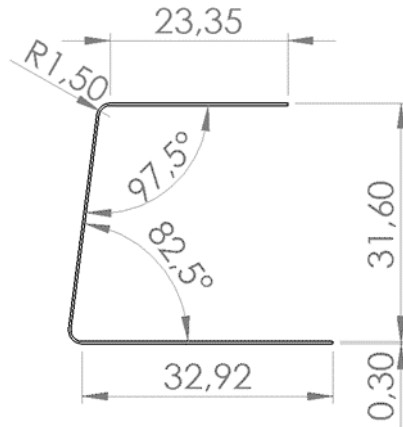


Lujat teräkset suunnittelun kannalta

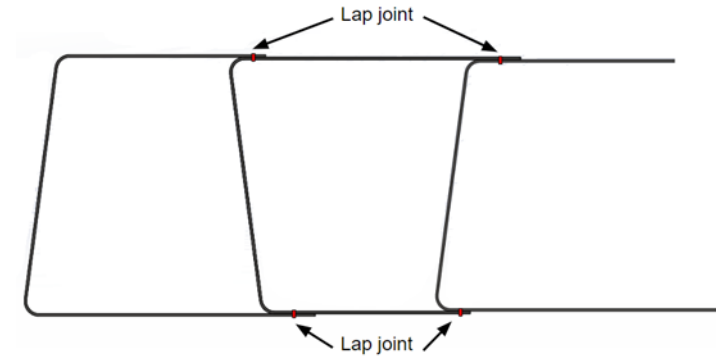
- Ultralujien terästen potentiaalin hyödyntämiseksi on suunnitteluperiaatteissa ja tuotantomenetelmissä huomioitava useita tekijöitä kuten muovattavuus, hitsattavuus, jäykkyys, lommahtaminen, törmäyskestävyys ja väsyminen.
- Ultralujien terästen käyttö johtaa usein kevyempiin ja ohuempiin rakenteisiin. Kimmokerroin on kuitenkin sama sekä heikommilla että lujemmilla teräksillä, jolloin paksuuden pienentyminen vaikuttaa alentavasti myös rakenteen jäykkyyteen. Jäykkyyden häviötä voidaan kuitenkin kompensoida rakenteiden profiilin muutoksella.



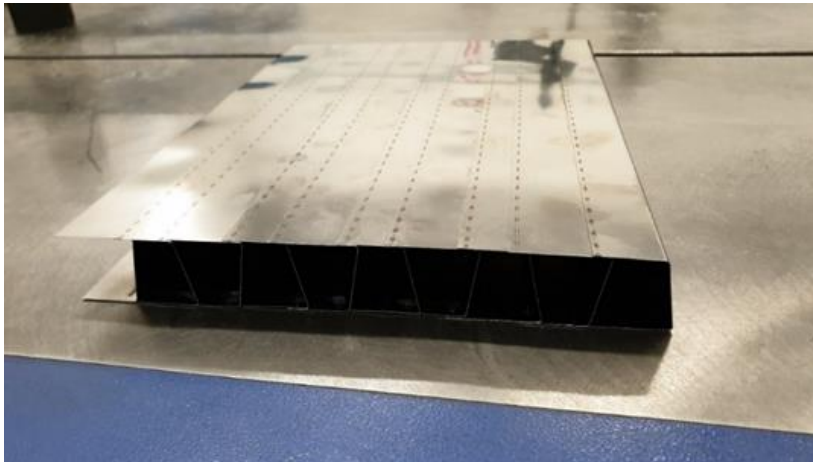
Laserhitsatut kennorakenteet



FMT-kennoytimen mitat



FMT-kennon hitsaus



Valmis FMT-kennorakenne



Aaltokennorakenne

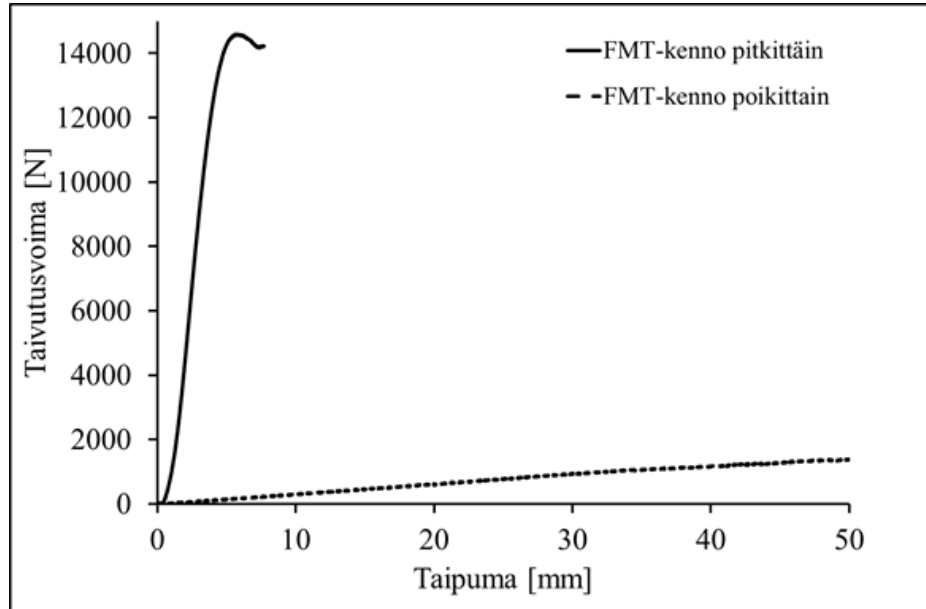


Kennorakenteiden taivutuskokeet

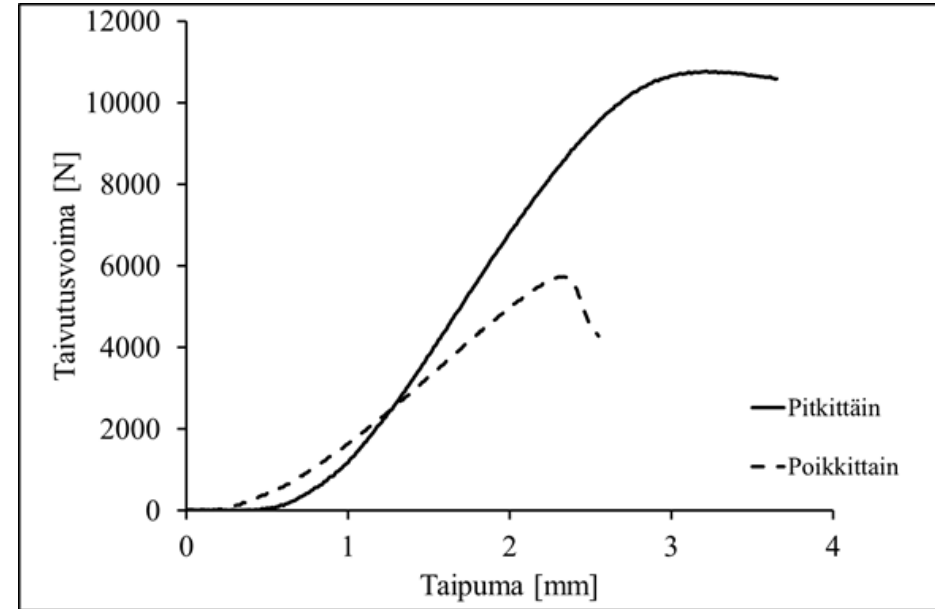




Kennorakenteiden taivutuskokeiden tulokset



FMT-kennorakenne



Aaltokennorakenne



Kennorakenteiden täyttäminen keveällä täyteaineella



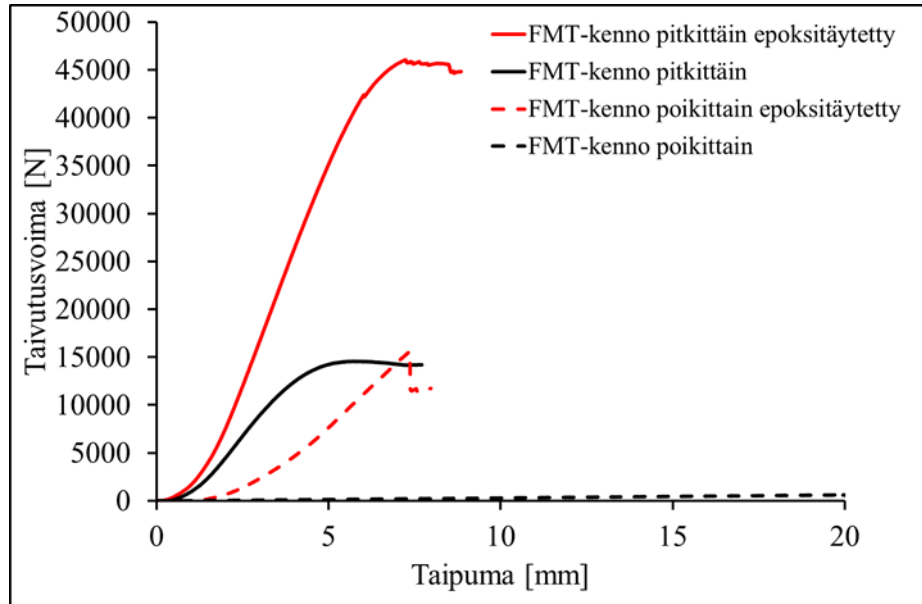
FMT-kennorakenne
epoksivaaho täytteellä



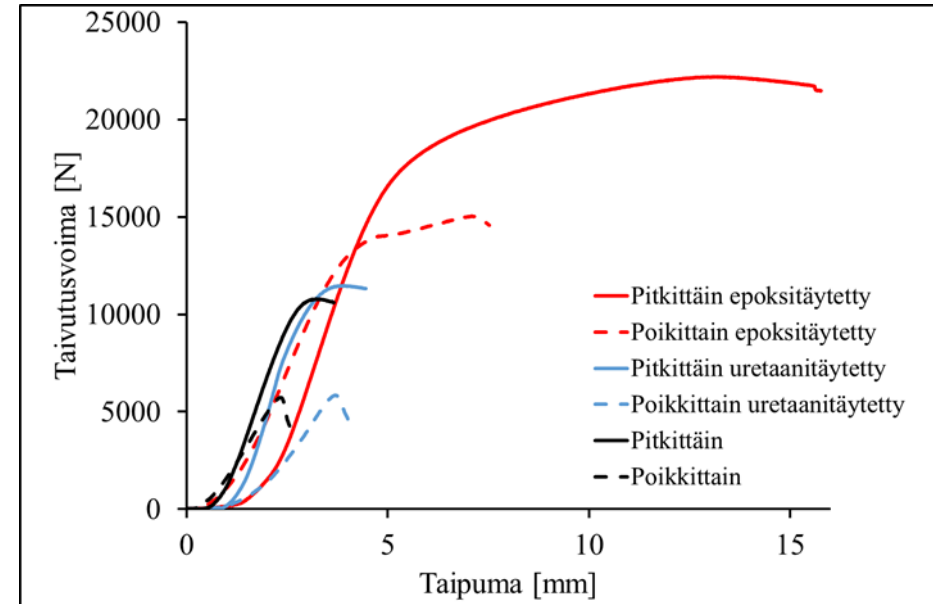
Aaltokennorakenne epoksivaaho
täytteellä



Kennorakenteiden taivutuskokeiden tulokset



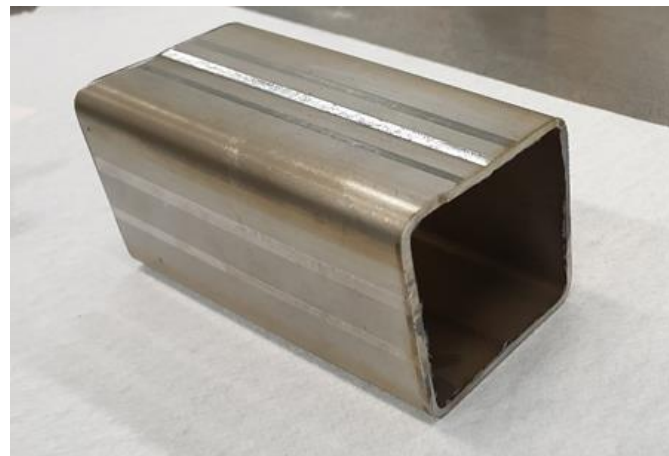
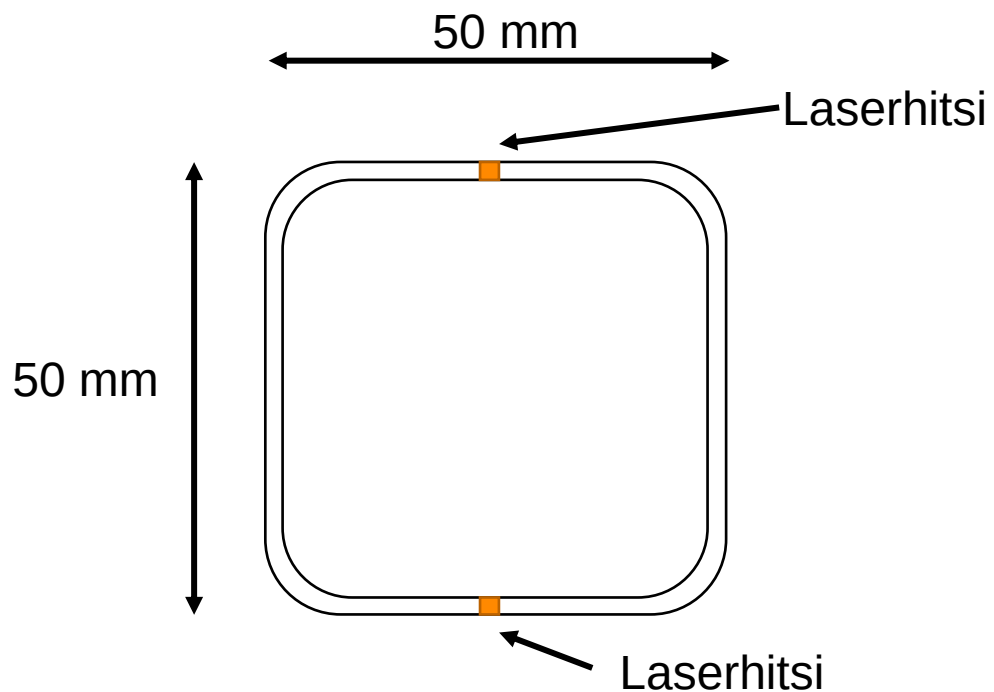
FMT-kennorakenne



Aaltokennorakenne



Ultraluja laserhitsattu putkipalkki



Laserhitsattu putkipalkki

Putkipalkin materiaali

Materiaali	Materiaalin paksuus (mm)	Myötölujuus $R_p 0,2\%$ (MPa)	Murtolujuus R_m (MPa)	Murtovenymä $A_g\%$	Kovuus (HV0,2)
EN 1.4310 2H	2	1280	1550	14,8	502

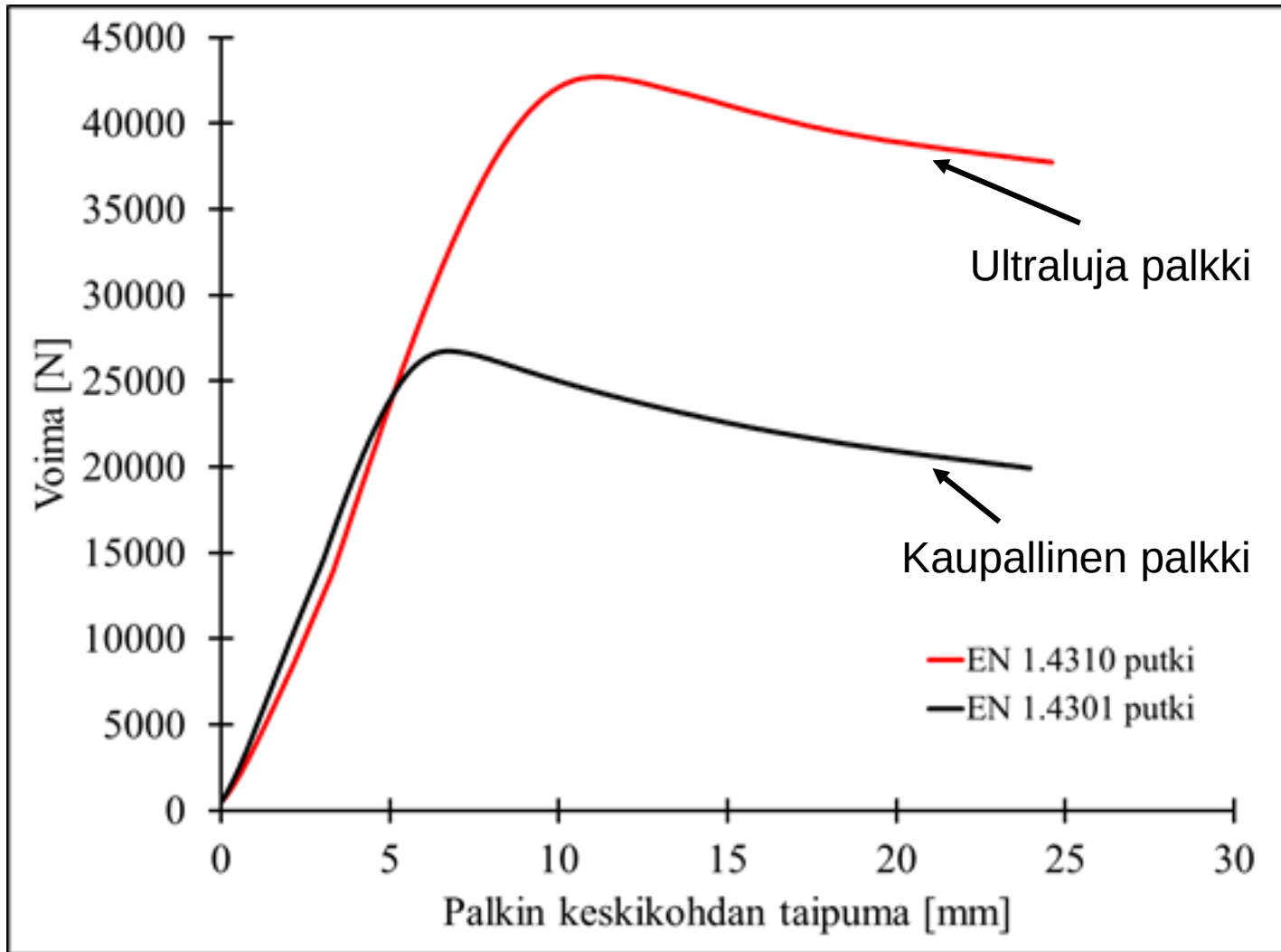


Ultralujan laserhitsatun putkipalkin taivutuskokeet





Ultralujan laserhitsatun putkipalkin taivutuskokeet

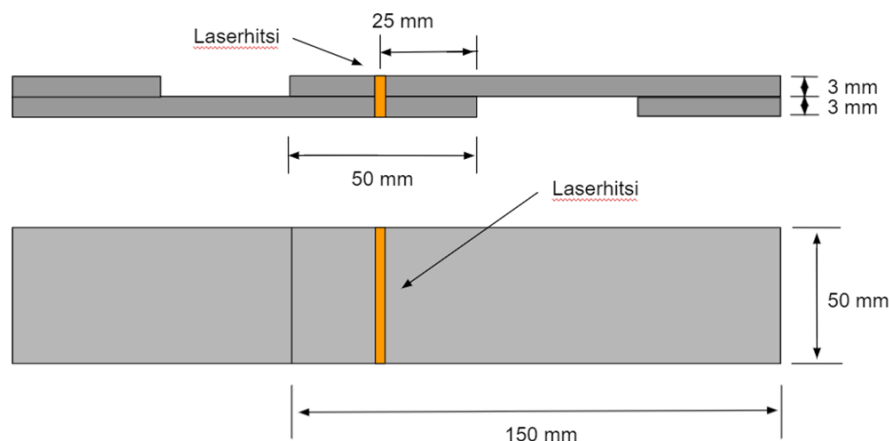




Laserhitsattujen limiliitosten ominaisuudet

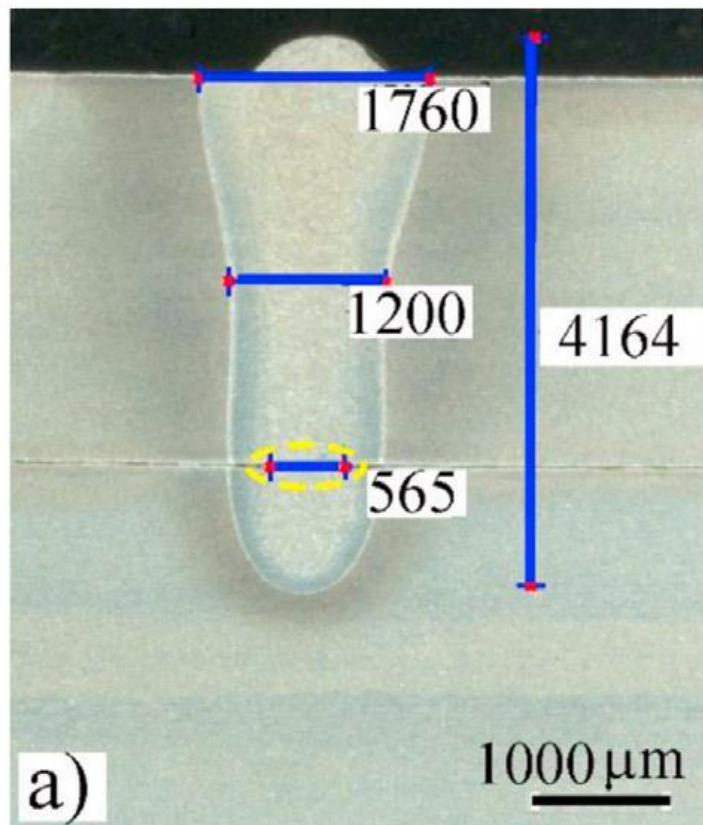
Materiaali	Materiaalin paksuus (mm)	Myötölujuus R_p 0,2 % (MPa)	Murtolujuus R_m (MPa)	Murtovenymä A_g %	Kovuus (HV0,2)
AR600	3	1774	2164	2,7	646
S355MC	3	406	481	18,7	155
<u>Docol</u> HR 1000 CP	3	918	1030	4,1	341

Kokeissa käytetty koesauva

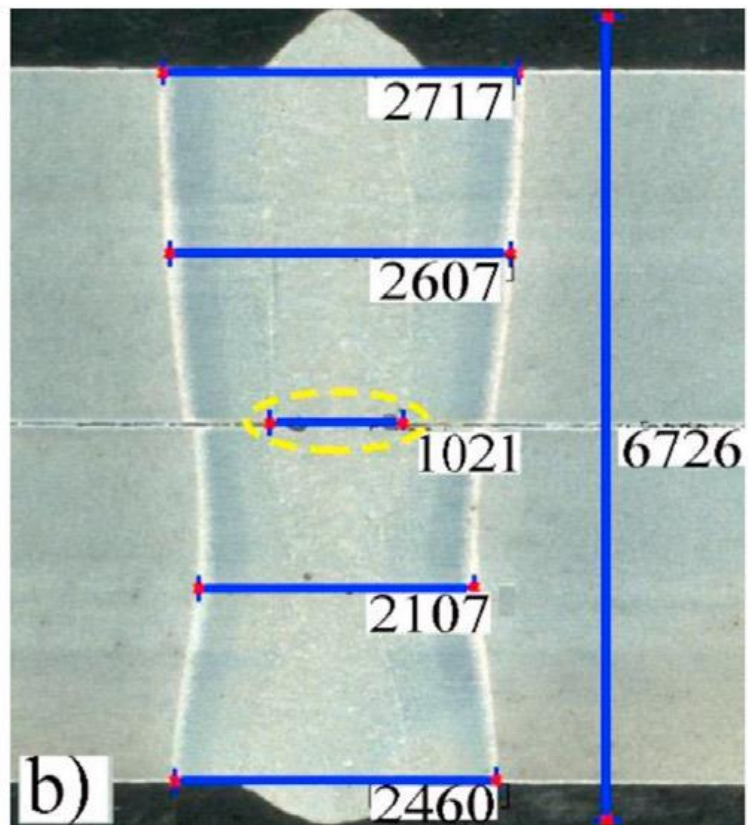




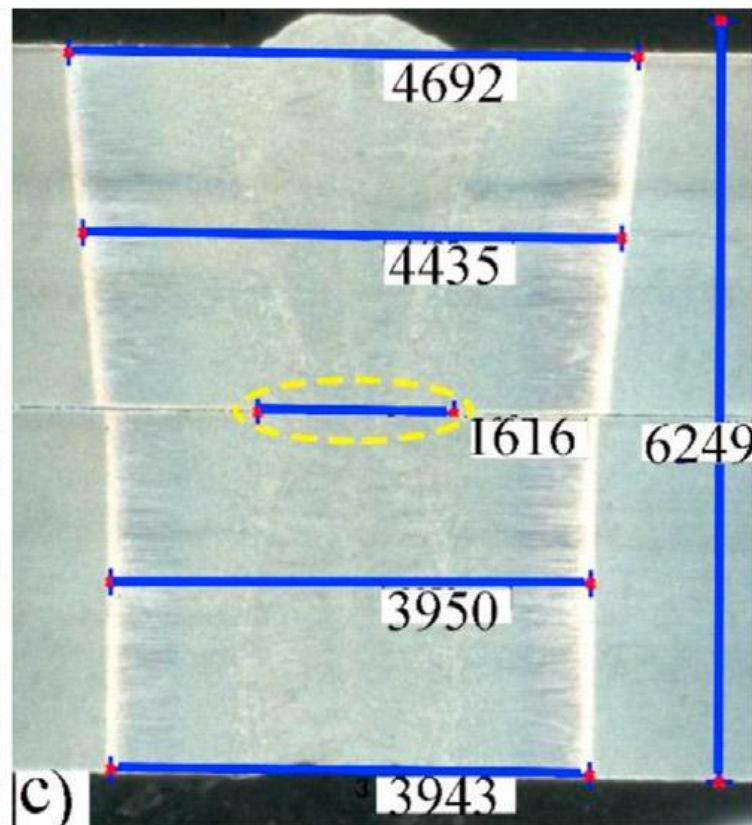
Limiliitos laserhitsit eri hitsausenergiantuonneilla



60 J/mm



160 J/mm

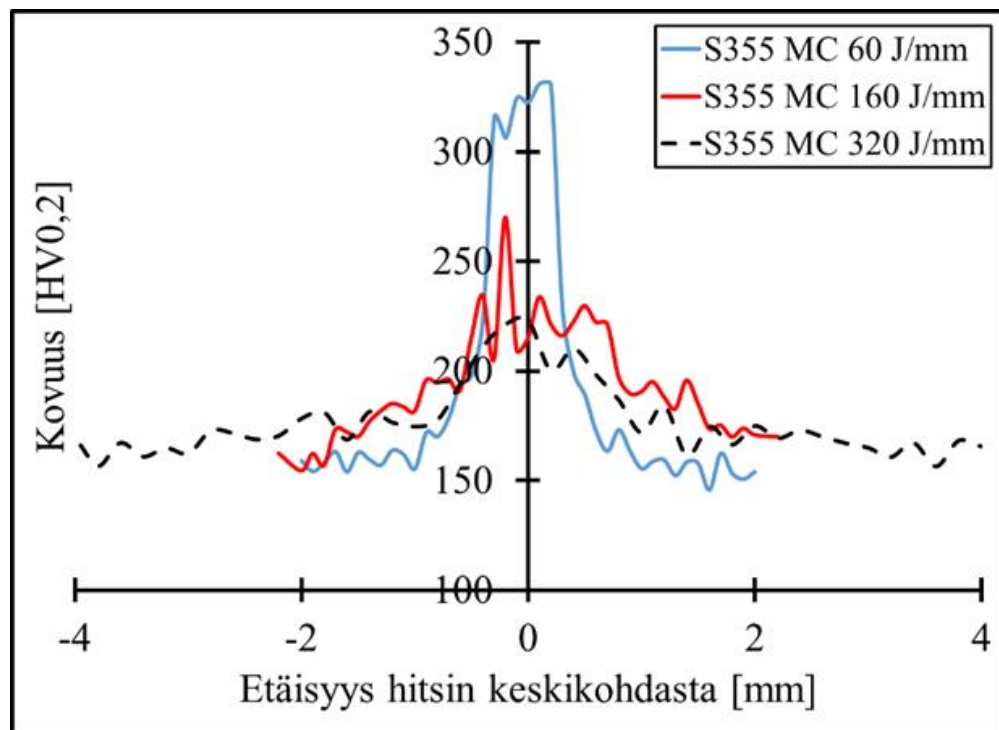


320 J/mm

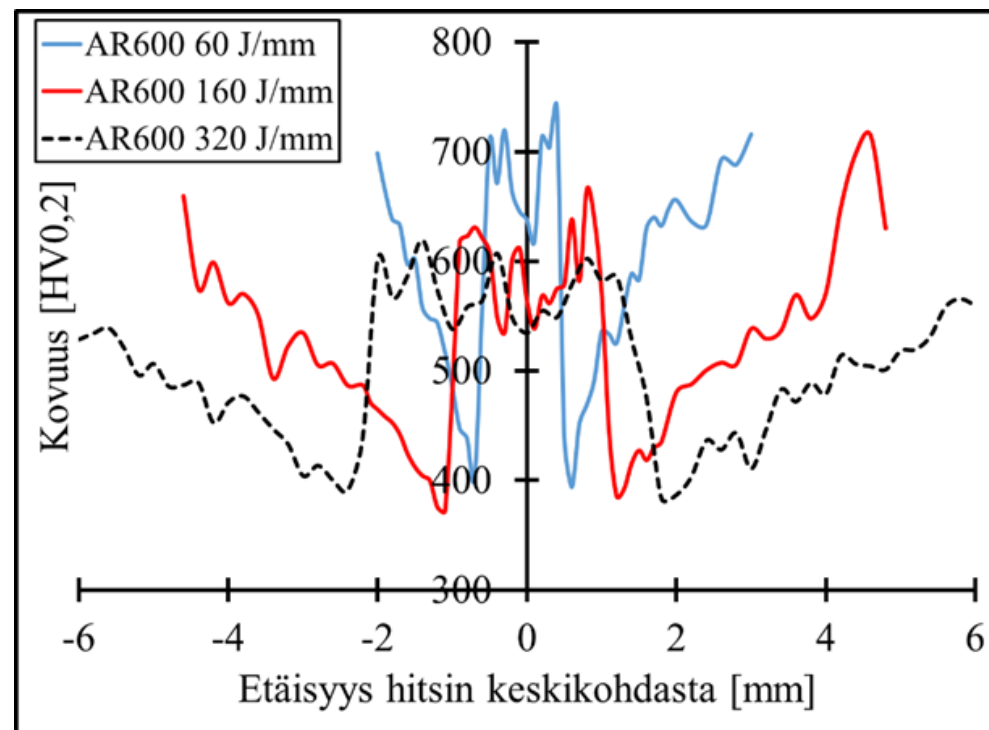


Limiliitosten kovuusprofiilit

S355MC



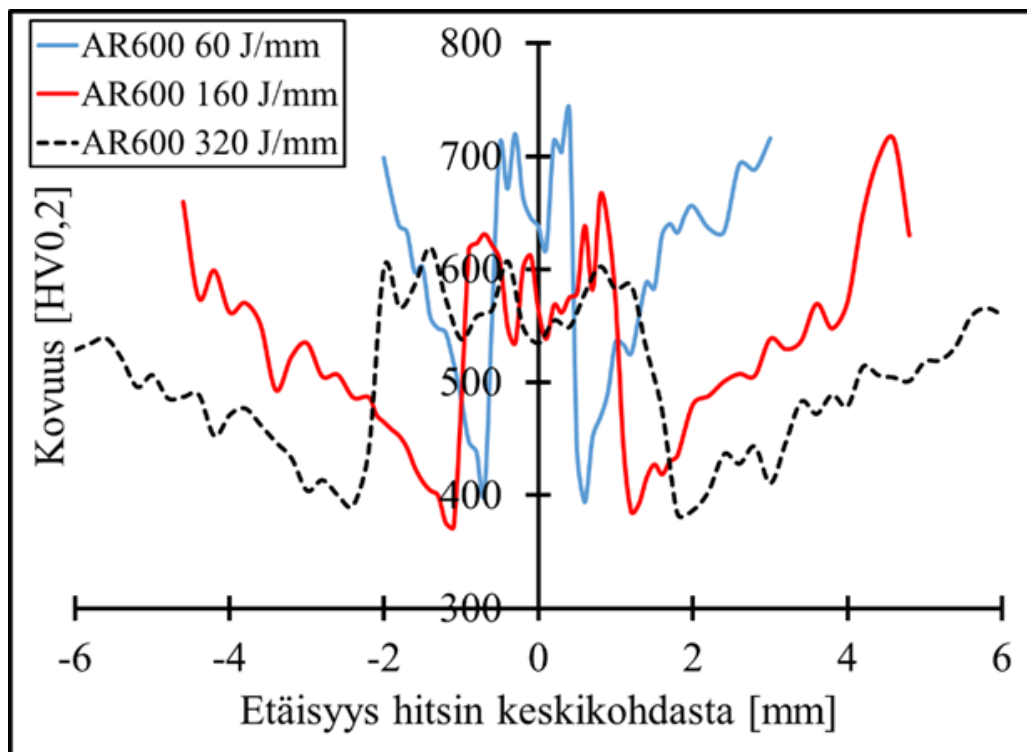
AR600



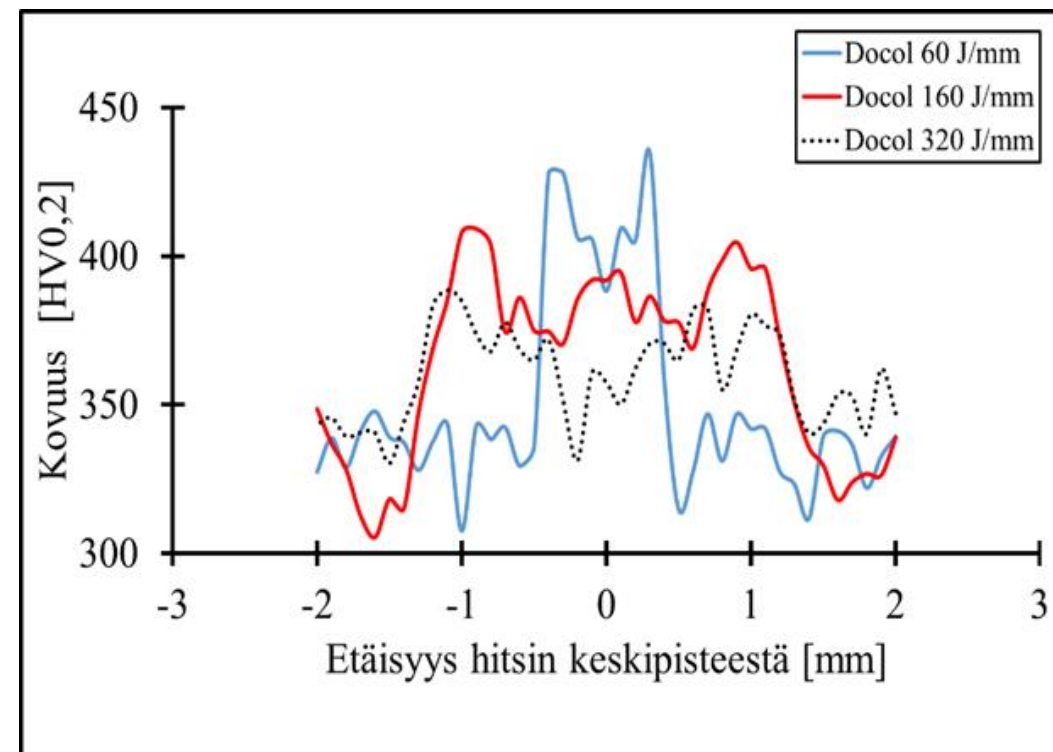


Limiliitosten kovuusprofiilit

AR600



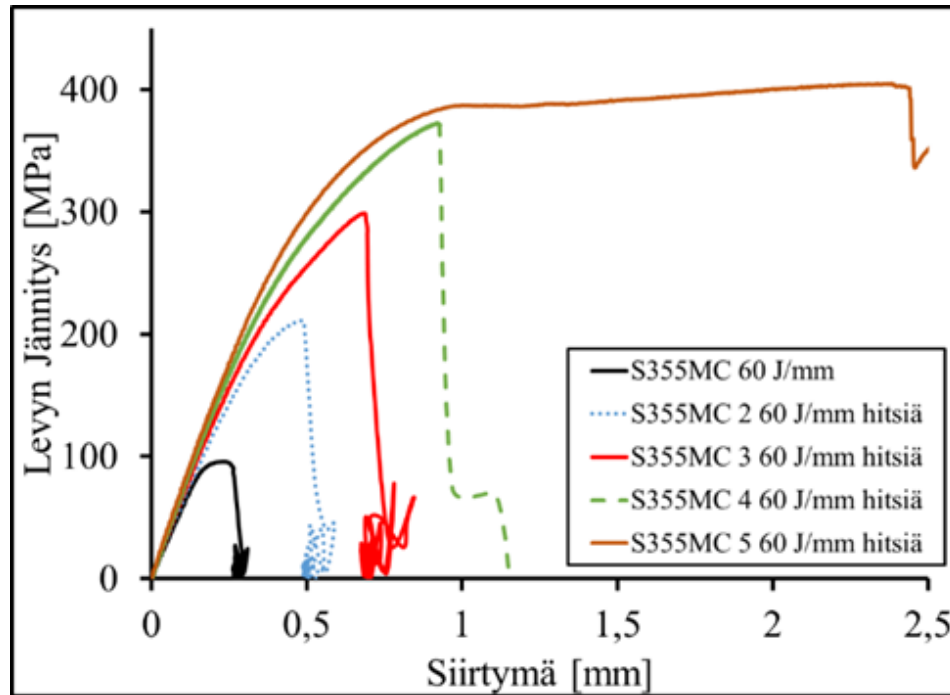
Docol 1000 CP



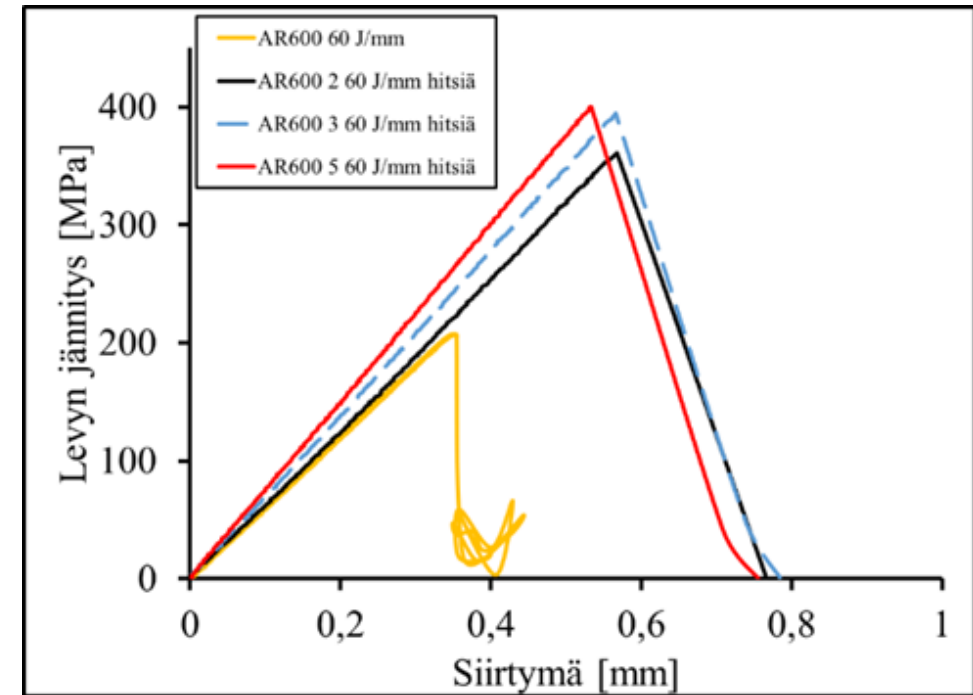


Limiliitosten leikkausvoimakokeet 60 J/mm hitsit

S355MC



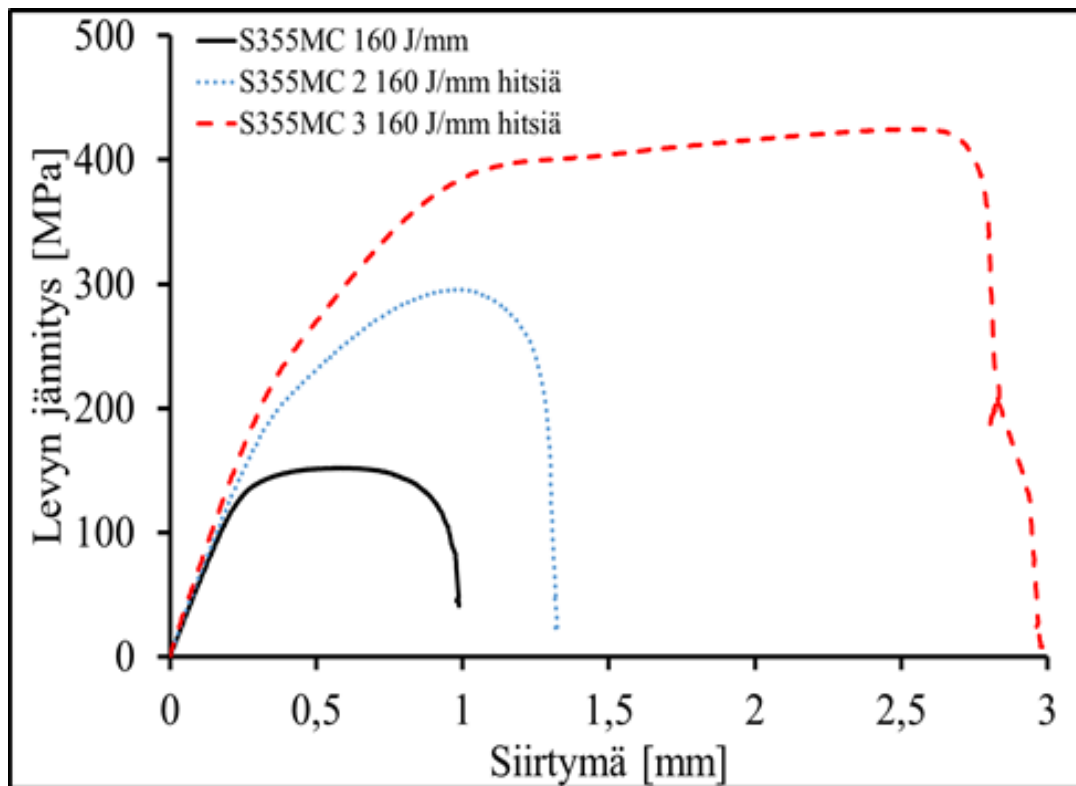
AR600



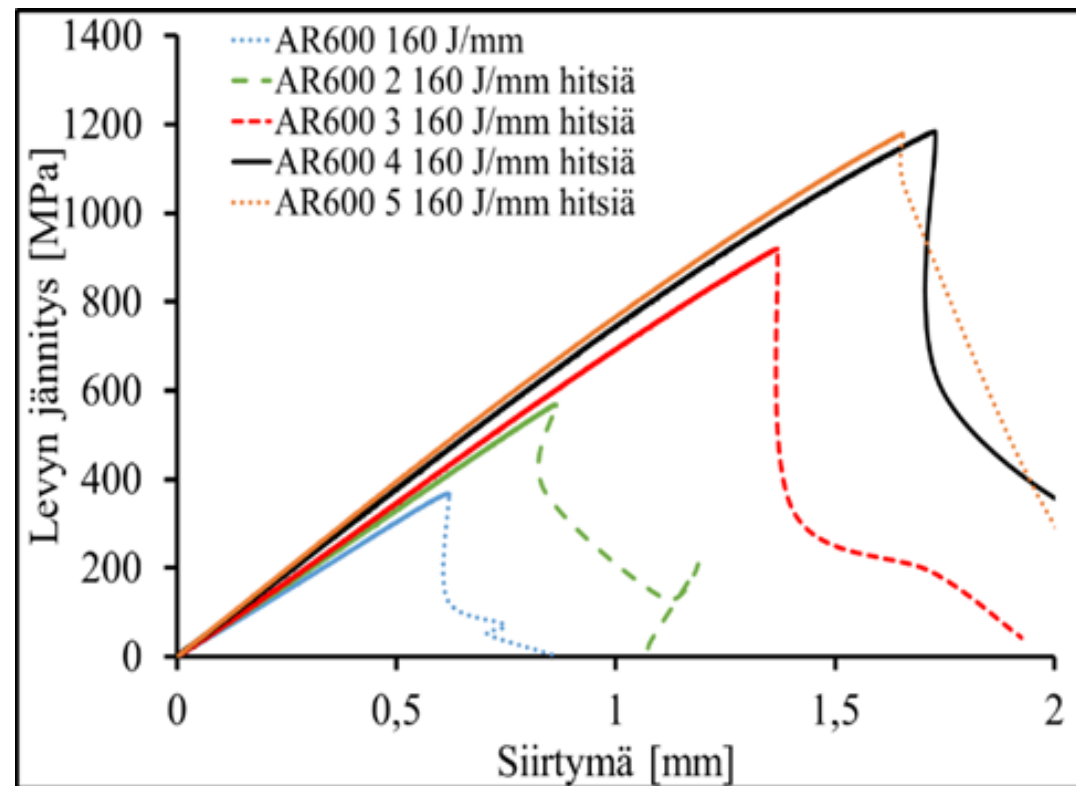


Limiliitosten leikkausvoimakokeet 160 J/mm hitsit

S355MC



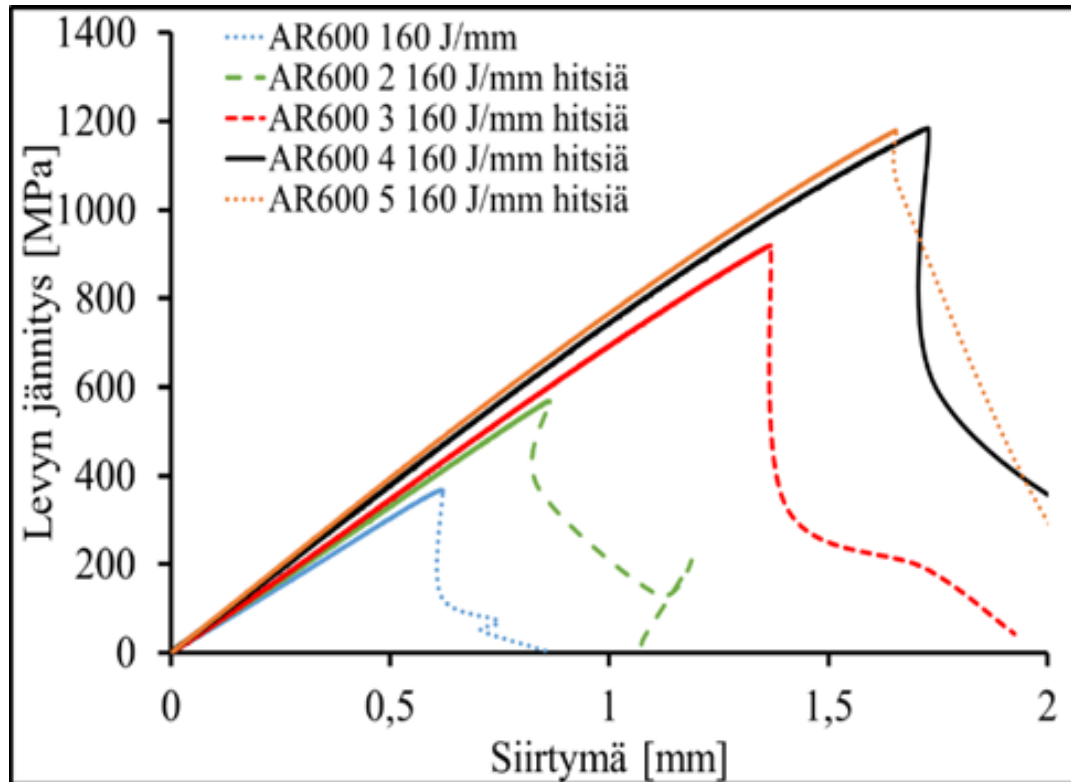
AR600



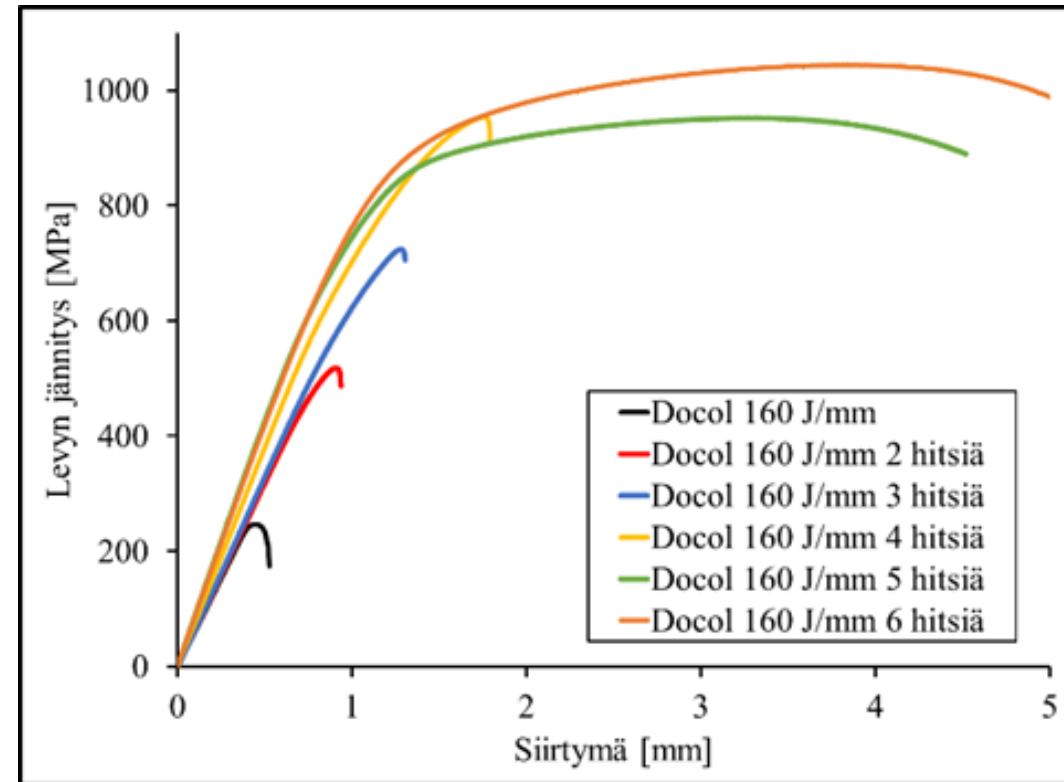


Limiliitosten leikkausvoimakokeet 160 J/mm hitsit

AR600

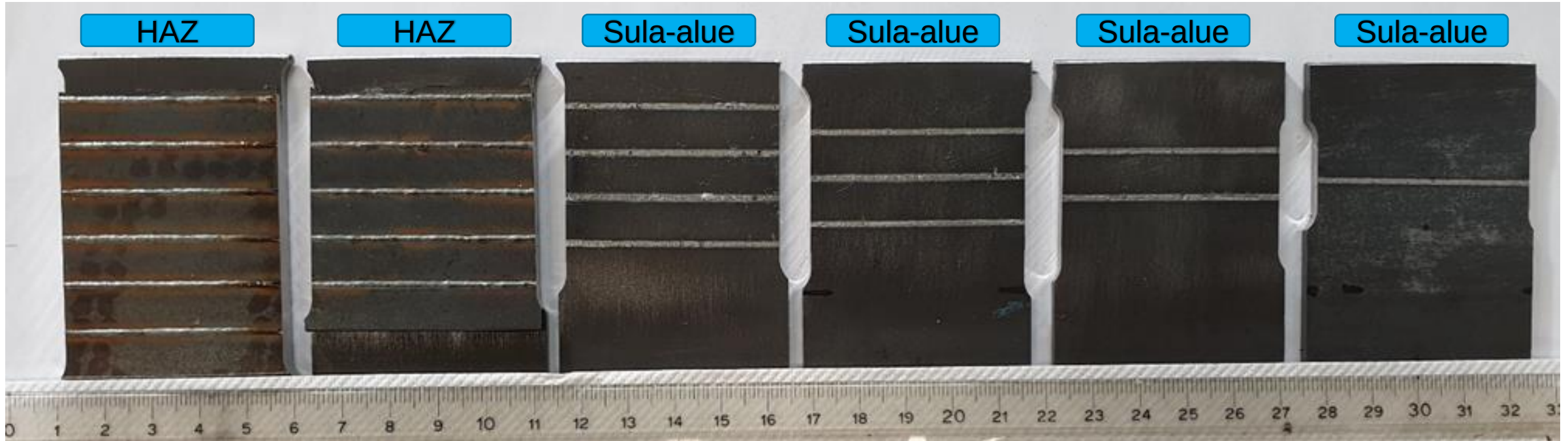


Docol 1000 CP



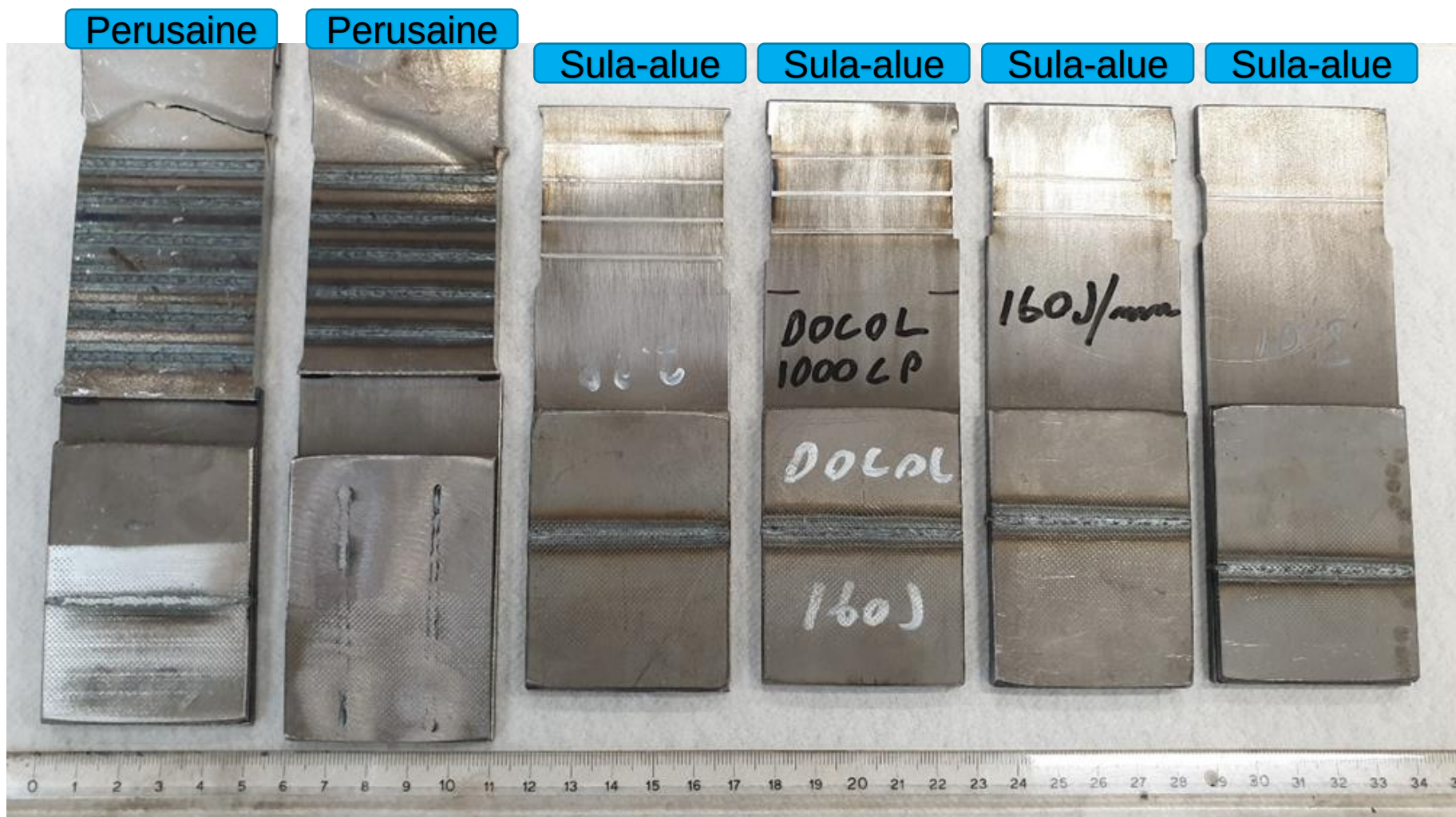


AR600 160 J/mm hitsien murtumiskohdat



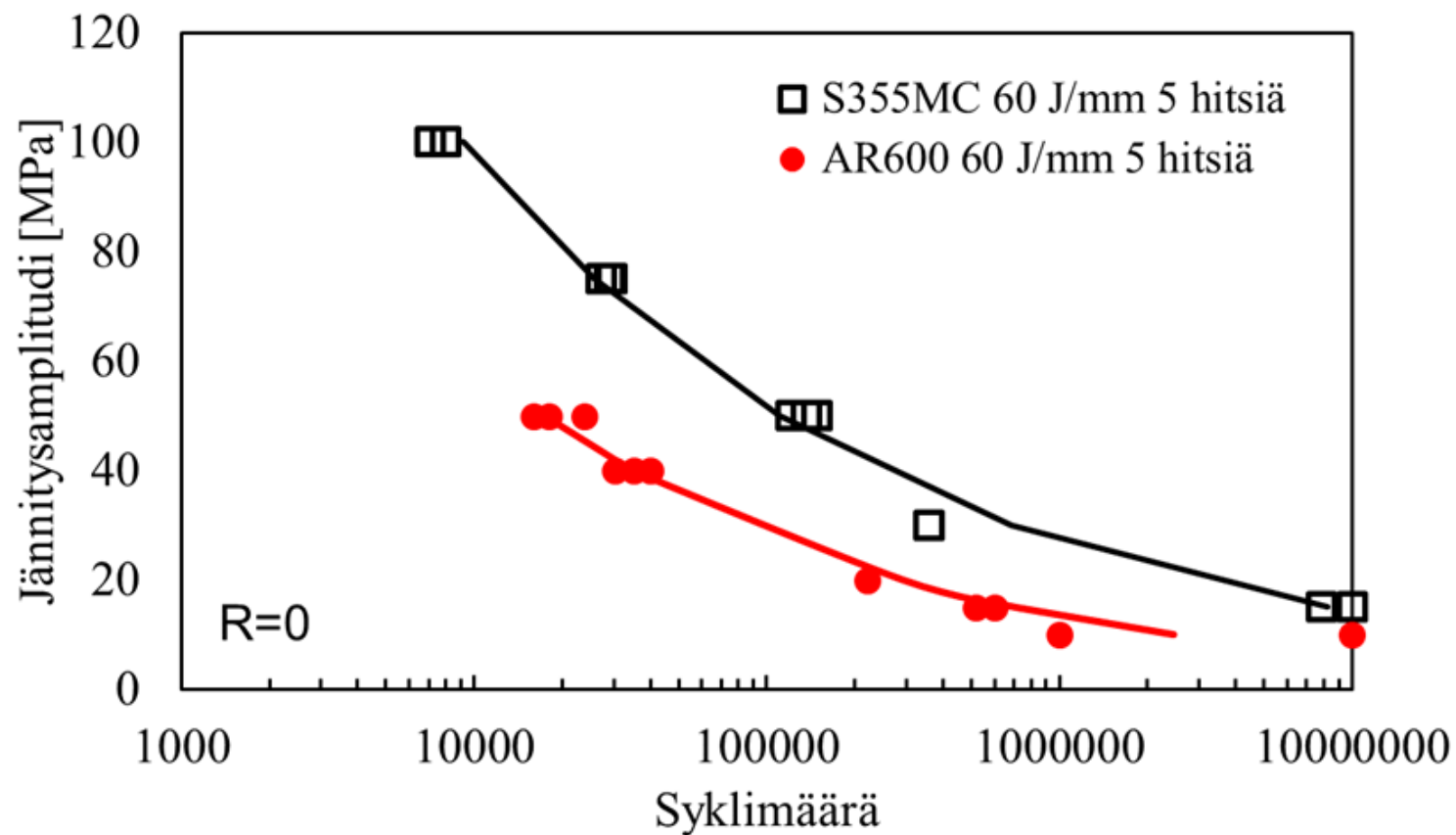


Docol 1000 CP 160 J/mm hitsien murtumiskohdat



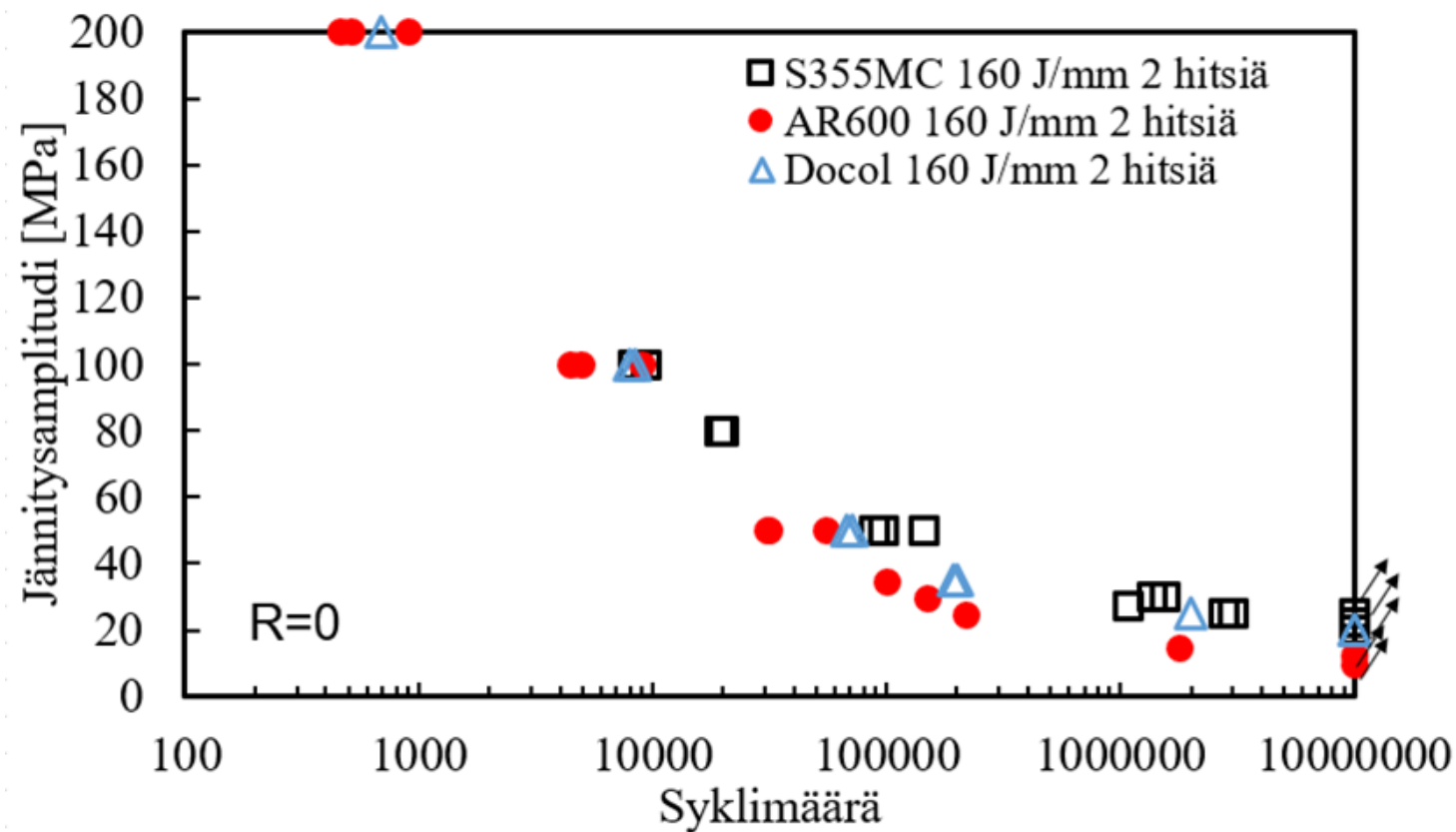


Limiliitosten väsymiskestävyys 60 J/mm hitsit



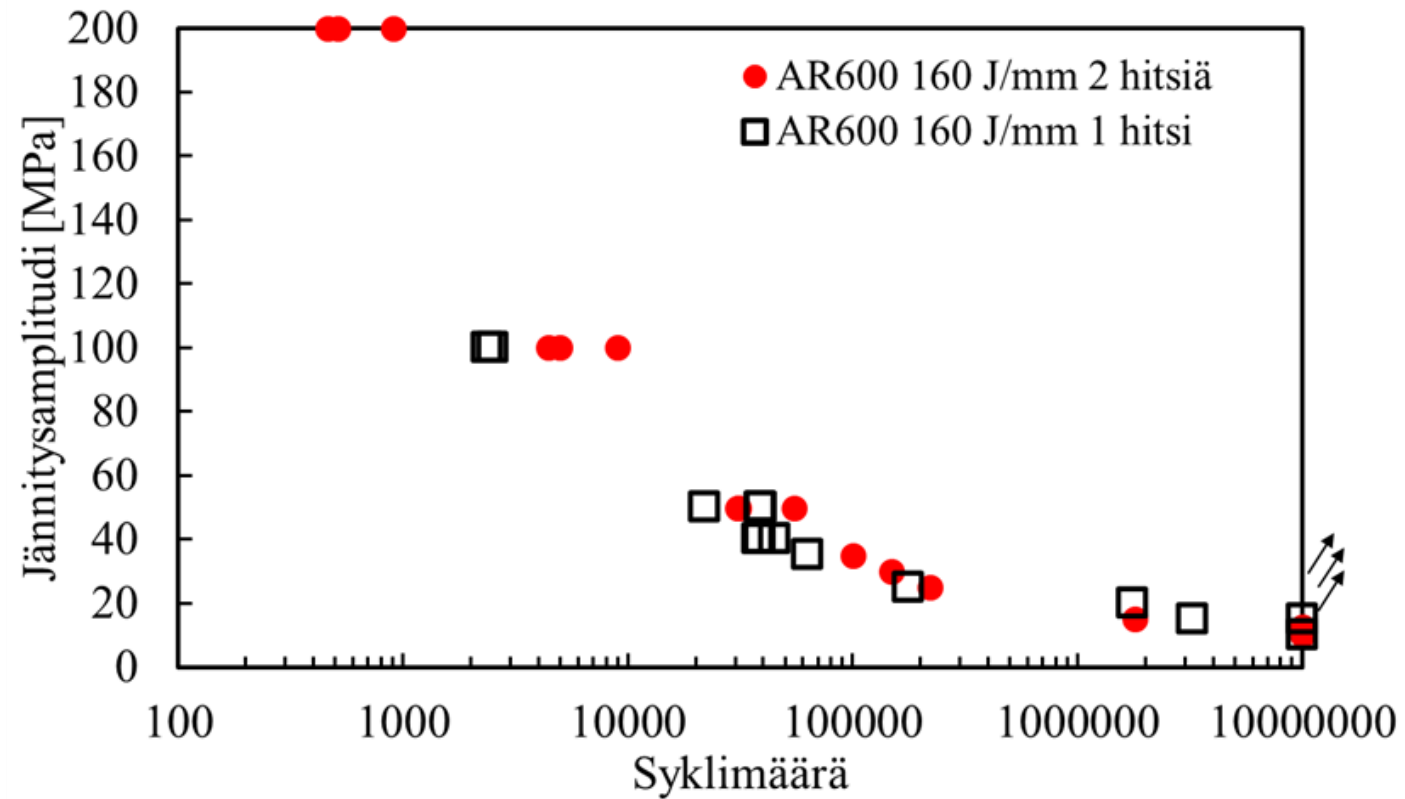


Limiliitosten väsymiskestävyys 160 J/mm hitsit



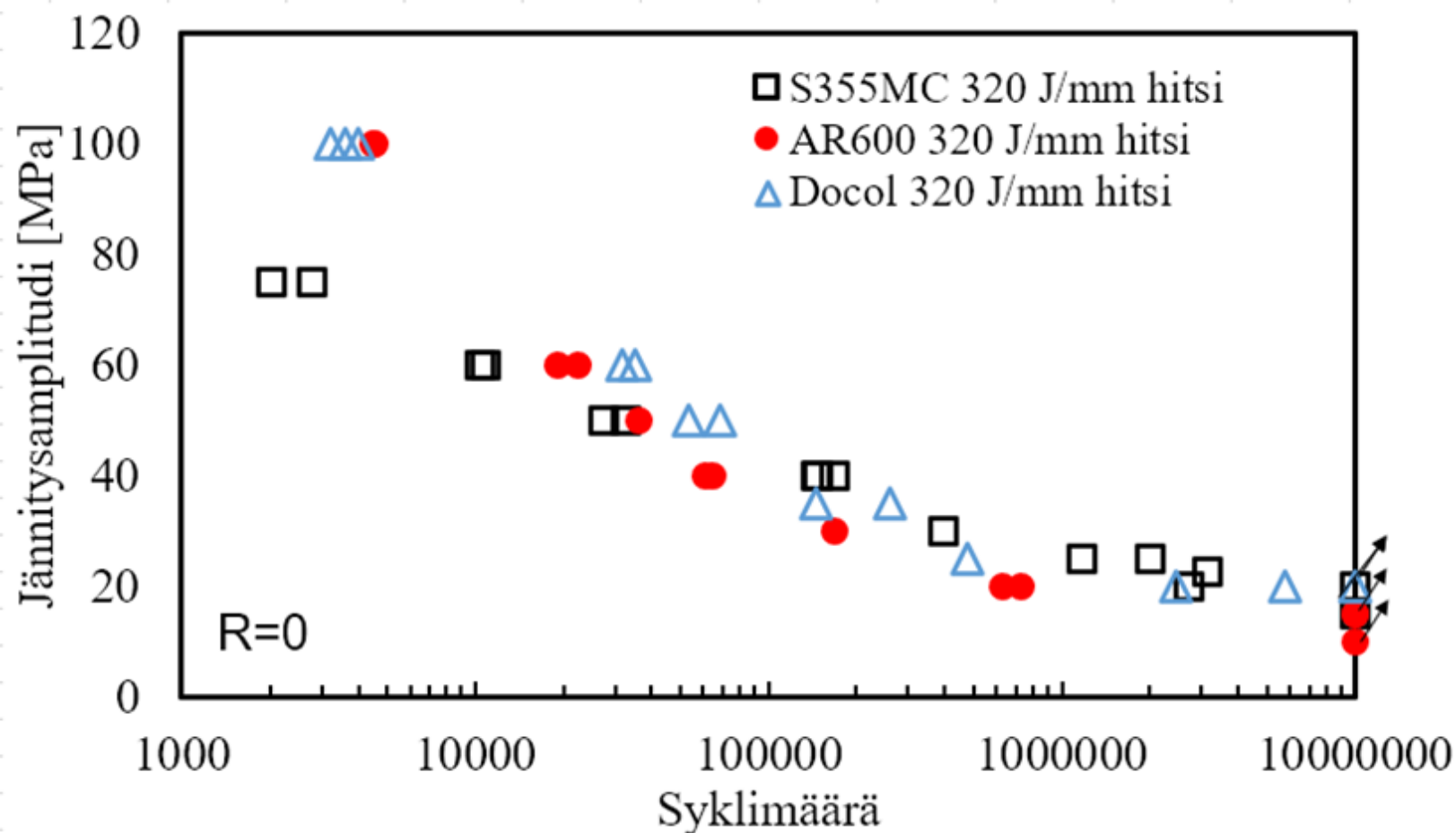


Limiliitosten väsymiskestävyys AR600 160 J/mm hitsit





Limiliitosten väsymiskestävyys 320 J/mm hitsit





Särön ydintymiskohta limiliitoshitsissä

AR600

Särön ydintymiskohta

AR600

Huokonen

S355MC



Yhteenveto

- Suunnittele rakenteet ottaen huomioon lujien terästen ominaisuudet
- Valitse ”oikea” luja teräs haluttuun rakenteeseen
- Liitoksen maksimaalinen lujuus saadaan aikaan hitsaamalla oikea määrä laserhitsiä
- Ota suunnittelussa huomioon erityisen tarkasti liitosten väsymiskestävyys, kun käytät lujia teräksiä



KIITOS!



OULUN YLIOPISTO
KERTTU SAALASTI INSTITUUTTI



Yhteystiedot:
Projektipäällikkö Mikko Hietala
mikko.hietala@oulu.fi



FMT
FUTURE MANUFACTURING
TECHNOLOGIES