

Laserpuhdistuksen reaaliaikainen seuranta

Eter Tourunen

Tutkimusavustaja, Turun yliopisto

20.5.2025



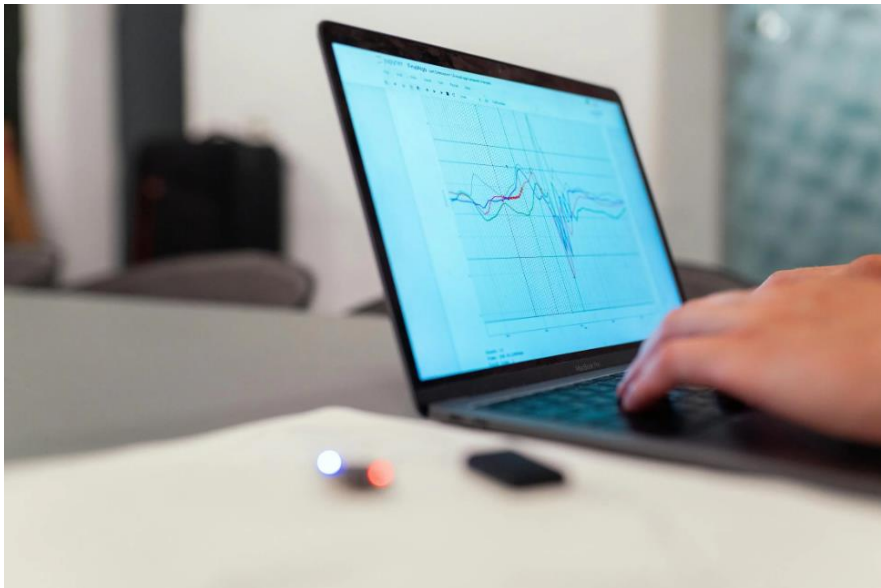
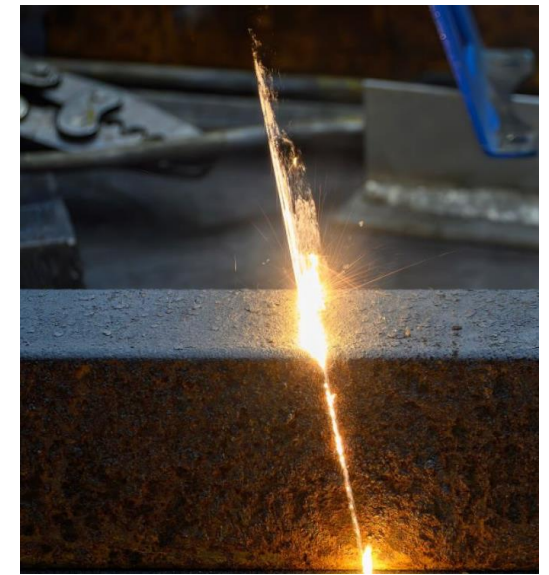
**Euroopan unionin
osarahoittama**



SATAKUNTALIITTO
Regional Council of Satakunta

Tausta

- Mikä on laserpuhdistus?
- Miksi reaaliaikainen monitorointi vs. tulosten tarkastelu?



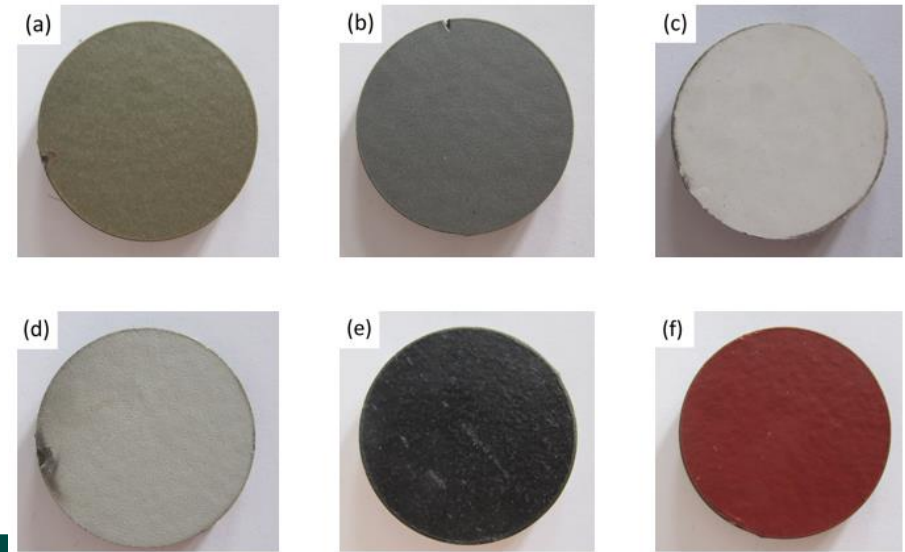
Tutkimuksen tavoitteet

- Laserpuhdistaa eri tavoilla pinnoitettuja laivateräs kappaleita (käyttäen eri tehoja ja kierrosmääriä) -> tuloksien tarkastelu.
- Tarkastella, onko akustisella monitorointi mahdollista havaita laserpuhdistuksen tuloksia reaaliaikaisesti.

Koejärjestelyt

Materiaalit

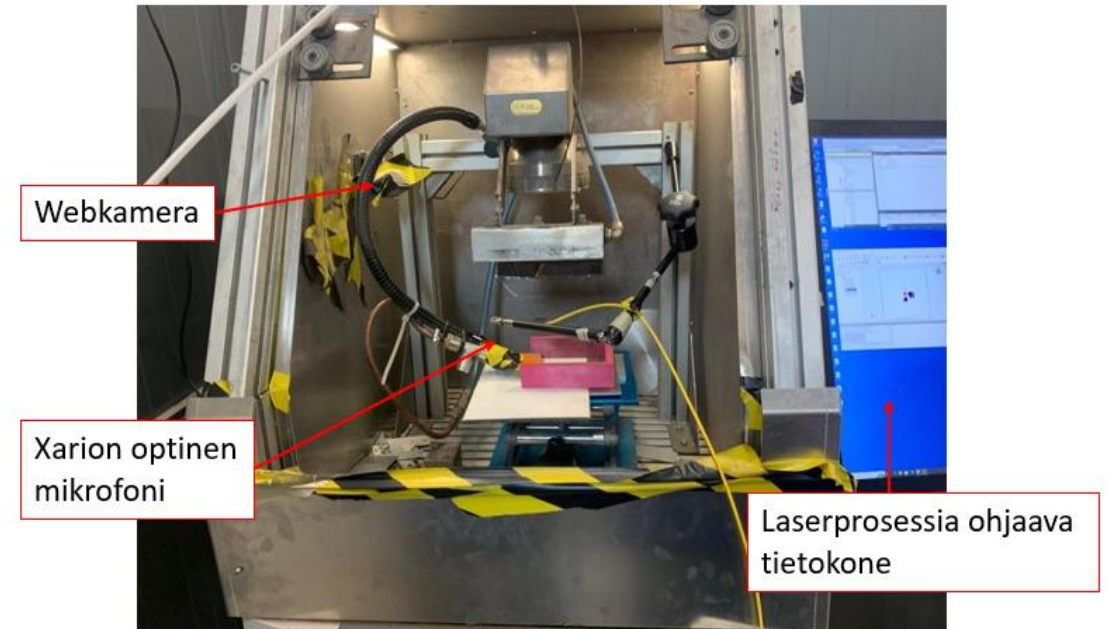
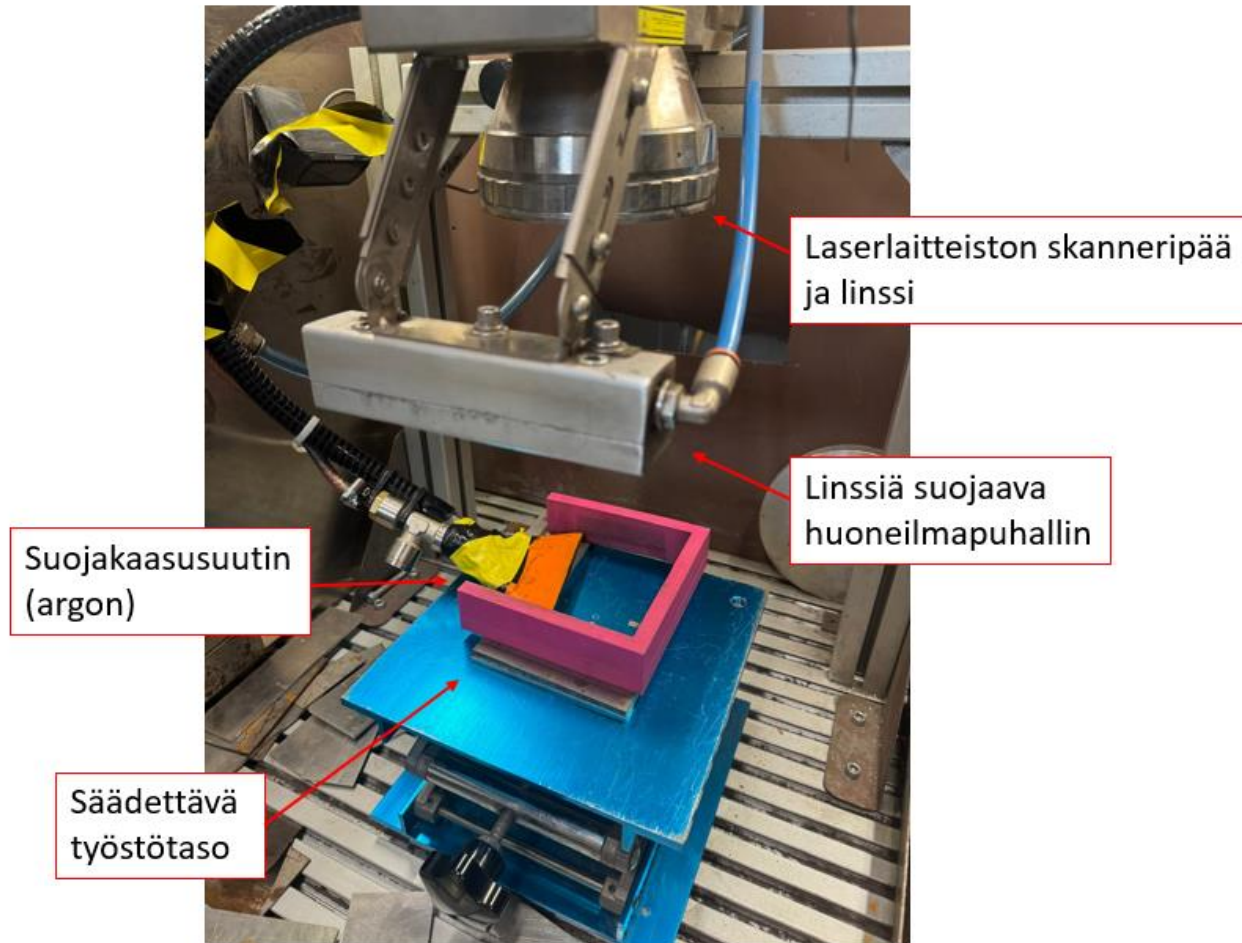
• NV E36 (EH36) laivateräs (hiekkapuhallettu)



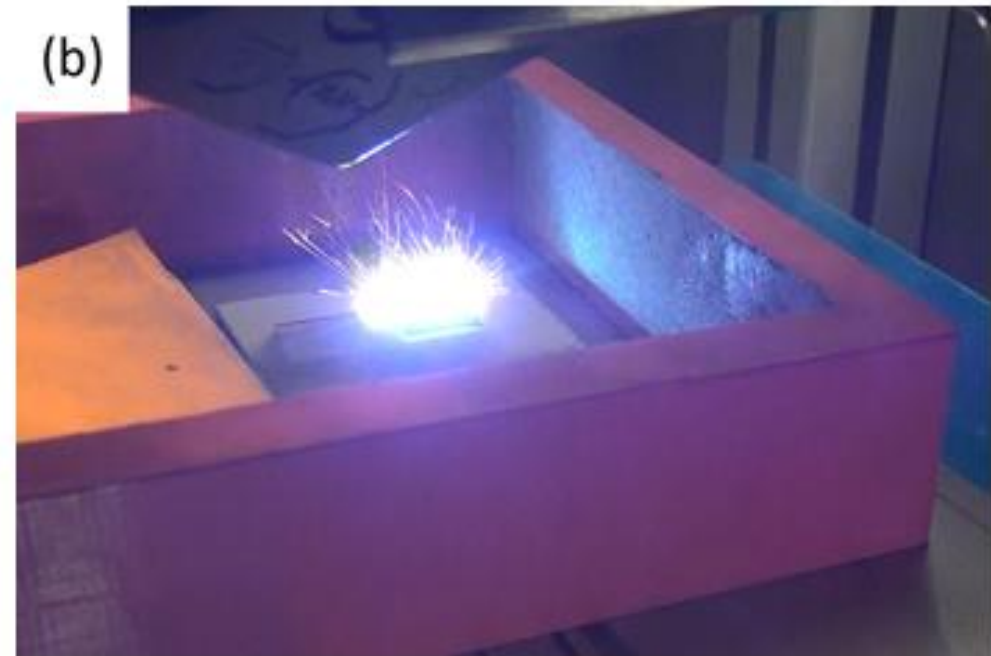
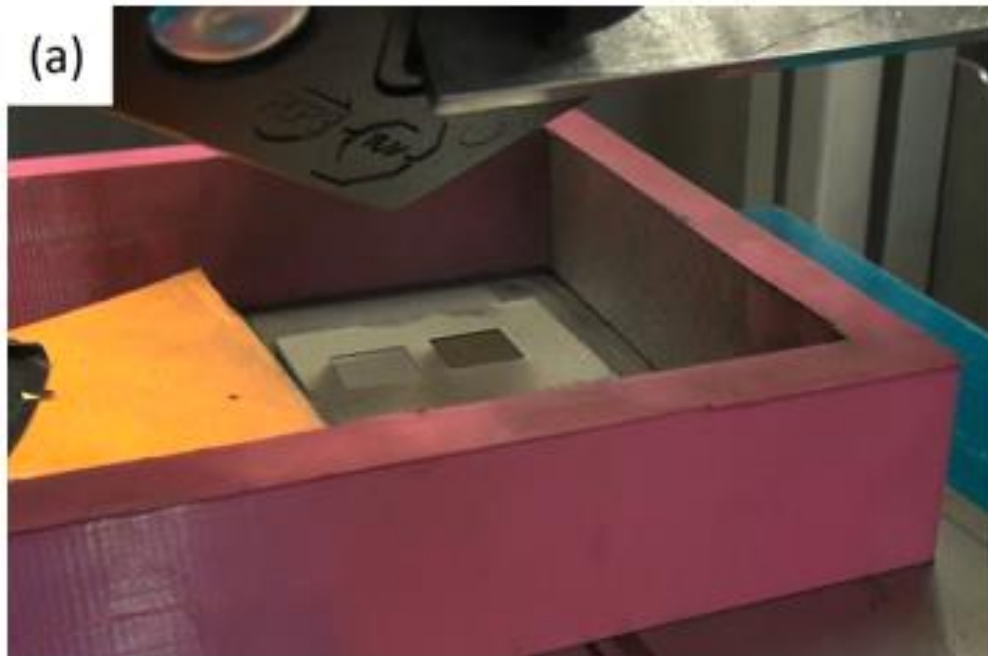
Surface		Base treatment	L1	L2	L(polyureta n)	L3	L4	L5
Reference		Sandblasting	–	–	–	–	–	–
	Above-water structures							
A		Sandblasting	1	–	–	–	–	–
B		Sandblasting	1	2	–	–	–	–
C			1	2	X	–	–	–
	Below-water structures							
D		Sandblasting	1	2	–	3	–	–
E		Sandblasting	1	2	–	3	4	–
F		Sandblasting	1	2	–	3	4	5

L1=Coating layer 1
 L2=Coating layer 2
 L(polyuretan)=polyuretan coating layer
 L3=Coating layer 3
 L4=Coating layer 4
 L5=Coating layer 5
 1=Intershield 300 (epoxy), color bronze
 2=Intershield 300 (epoxy), color aluminium
 X=Interthane 990E, sävy white
 3=Intergard 263 (modified epoxy), color light grey
 4=Interspeed 340 (antifouling), color black
 5=Interspeed 340 (antifouling), color red

Laserlaitteisto ja monitorointi järjestely



Visuaalinen reaaliaikainen monitorointi/videointi



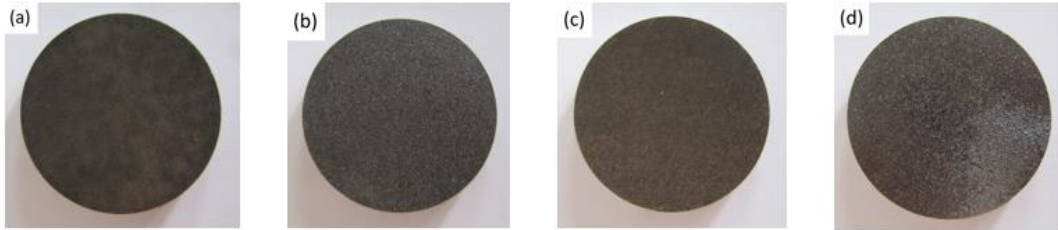
Käytetyt laserparametrit

- Kaikki puhdistukset suoritettiin kiinteillä laserparametreilla, käyttäen skannausnopeutta 450 mm/s, taajuutta 100 kHz, pulssipituutta 25 ns ja 25 %:n limitystä sekä x- että y-suunnassa.
- Teho: 25 W & 50 W
- Kierrosmäärät: 2 & 4 (kappaleille A ja B), 6 & 8 (kappaleille C, D, E ja F)

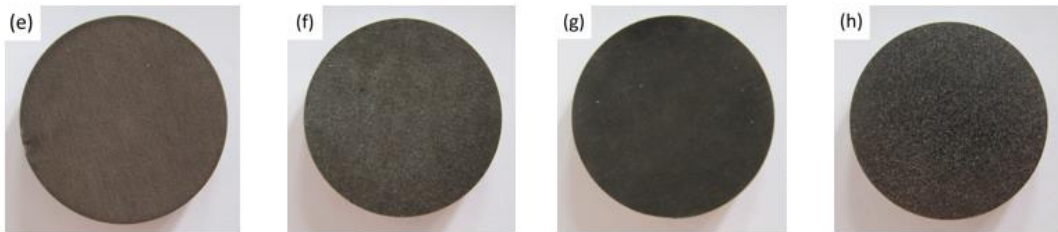
Puhdistetut pinnat

Matalampi kierrosmäärä Korkeampi kierrosmäärä

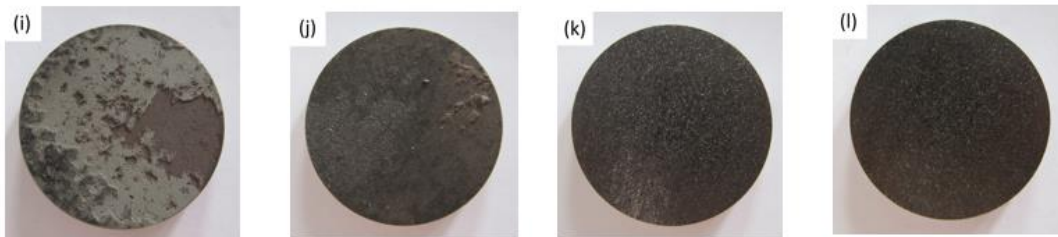
A



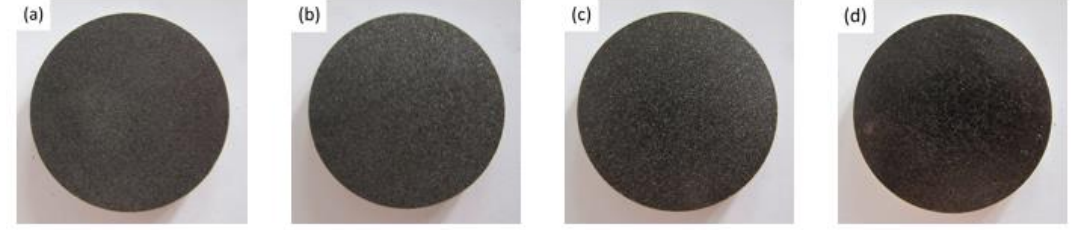
B



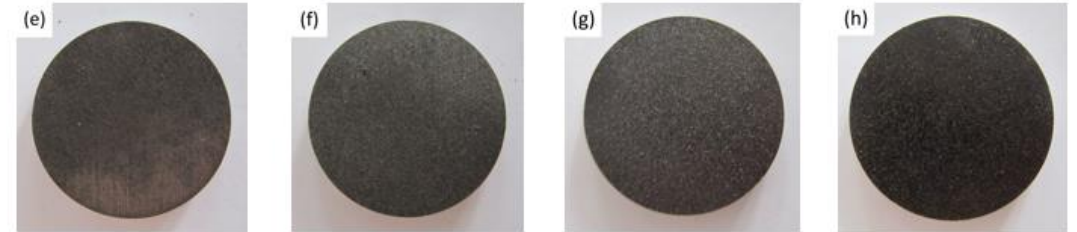
C



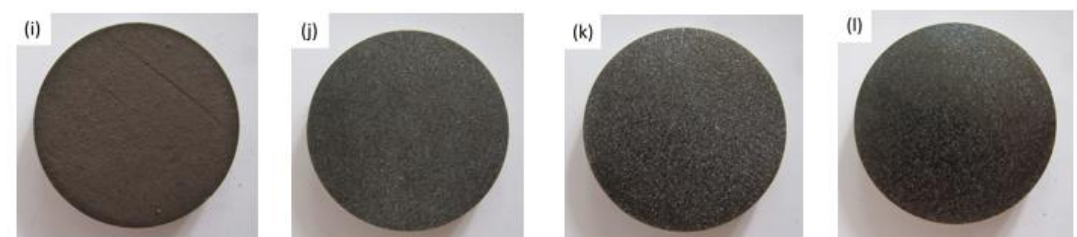
D



E



F



Akustisen monitoroinnin tuloksia

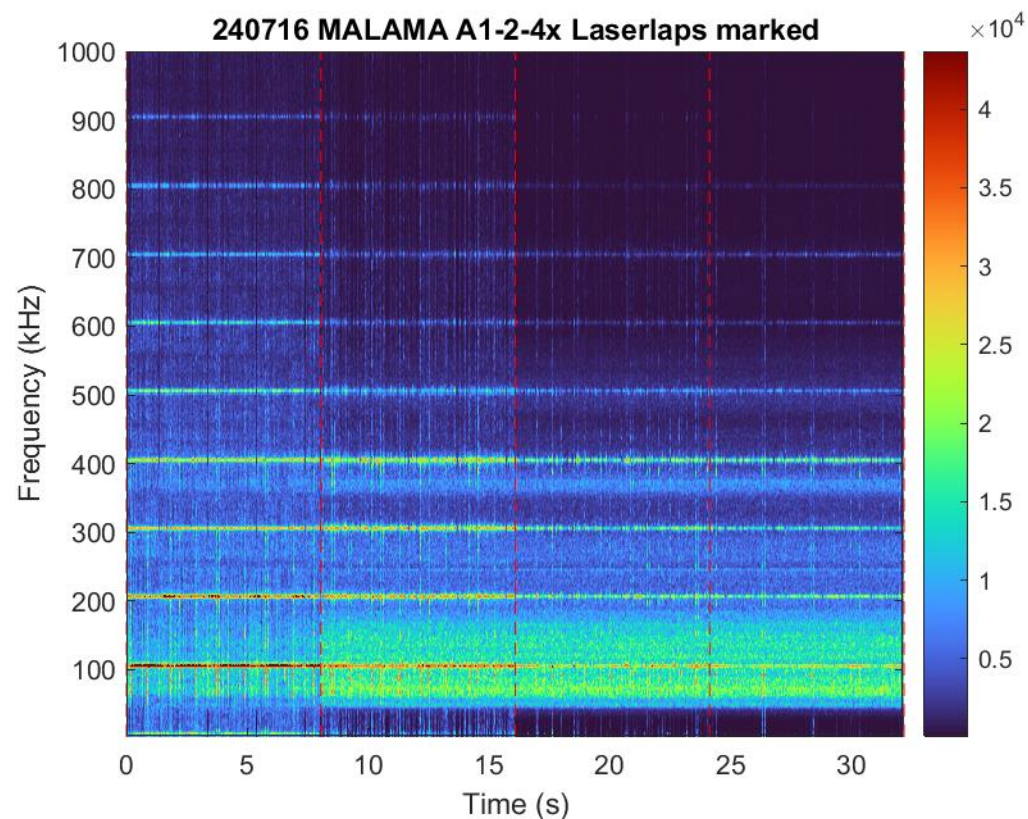
Mikä on akustinen monitorointi?

- Akustinen monitorointi tarkoittaa äänen tai ultraäänen hyödyntämistä prosessien seuraamiseen reaaliajassa.
- Menetelmä perustuu siihen, että materiaalin ja prosessin vuorovaikutuksesta syntyy akustisia signaaleja.
- Signaalien avulla voidaan tunnistaa esimerkiksi prosessin eteneminen, poikkeamat tai laadunmuutokset.

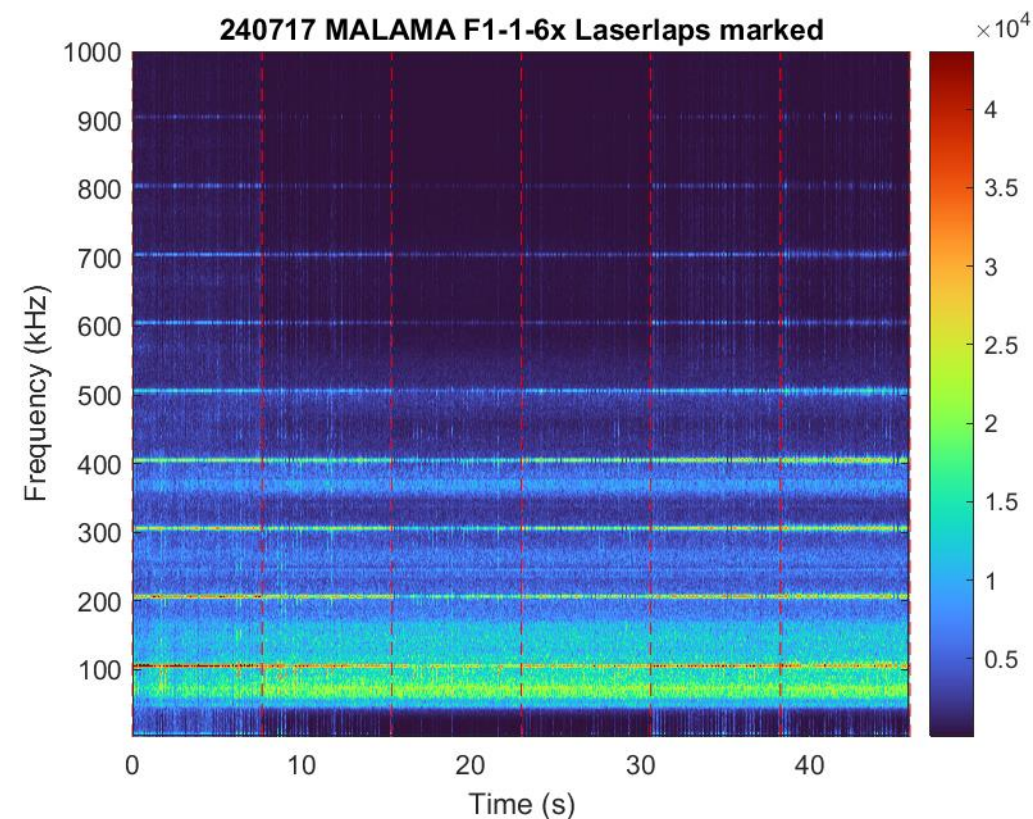
Laserpuhdistus ja akustinen monitorointi

- Akustista monitorointia ei ole juurikaan käytetty laserpuhdistus prosesseissa.
- Monitorointi suoritettiin mittaamalla ilmassa eteneviä akustisia emissioääniä.
- Taustahäly (esimerkiksi suojakaasu) filteröitiin pois.
- Saadut signaaleista voitiin erotella eri käsittelykierrokset ja yksittäiset laserlinjat

Puhdistunut

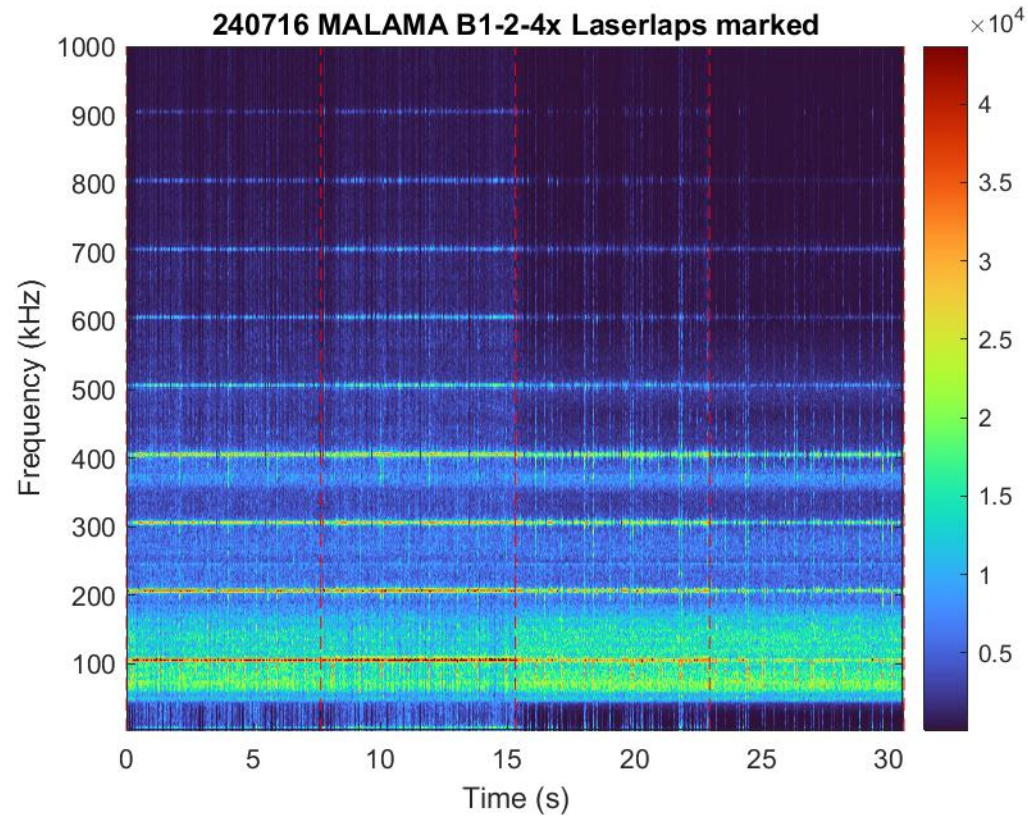


Ei puhdistunut

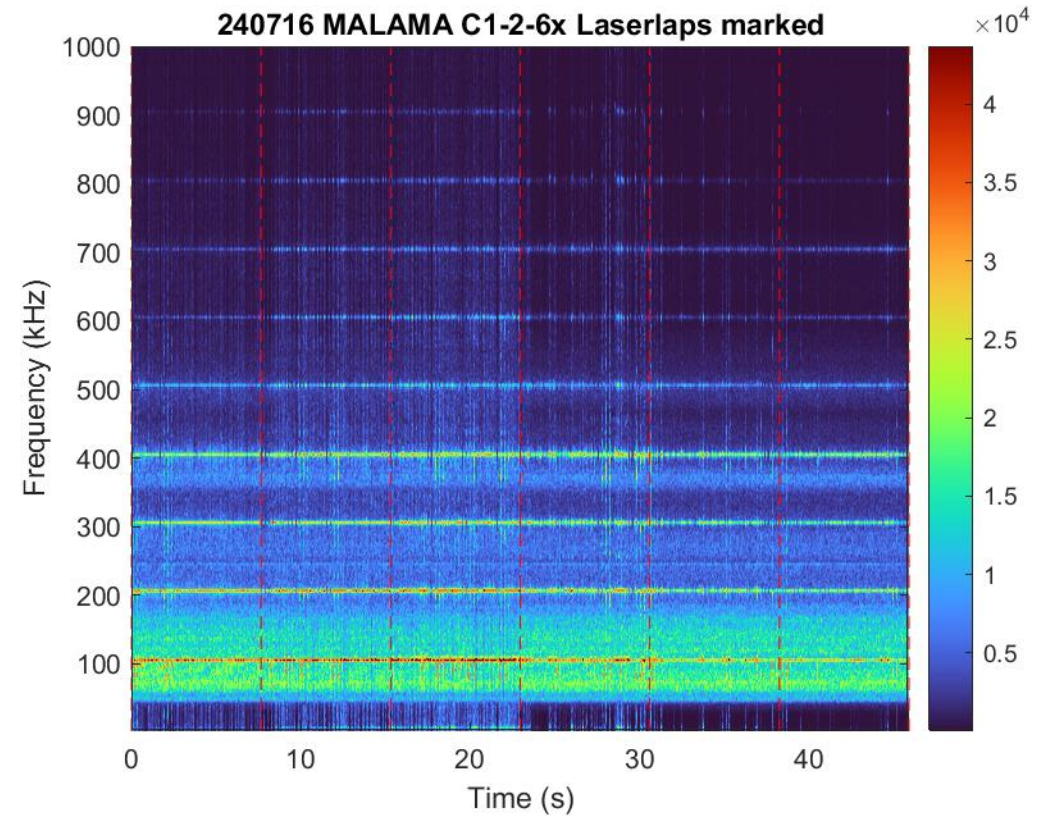


- Signaaleista voidaan havaita eroja käsittely kierroksien välillä
- Puhdistuneessa kappaleessa korkean taajuuden intensiteetit katoavat

2 maalikerrosta



3 maalikerrosta



- Signaaleja vertailemalla voidaan havaita erillisten maalikerroksien puhdistuminen

Muut tutkimukset ja tulevaisuus

Myös näitä tutkittiin...

- > Röntgendiffraktio (XRD) mittaukset käsittelemättömille ja käsitellyille pinnoille (Voiko tämän avulla havaita puhdistuksen laatu?)
- > Perusaineen (teräksen) pinnankarheuden muutosta käsittelyn aikana (Vaikuttaako laserpuhdistus alkuperäiseen hiekkapuhallettuun pintaan?)

Tulevaisuuden tutkimuskohteet

- Miten laserpuhdistus vaikuttaa pintojen mikrorakenteeseen (SEM/EDS/TEM kuvantaminen)
- Miten laserpuhdistettu pinta vaikuttaa uudelleen maalauksen tuloksiin
- Millaisia muita reaaliaikaisia monitorointi tapoja voidaan hyödyntää laserpuhdistuksen laadunvalvonnassa

Get inspired.



TURUN
YLIOPISTO