
Tekoäly helpottaa laatutason tarkastuksia

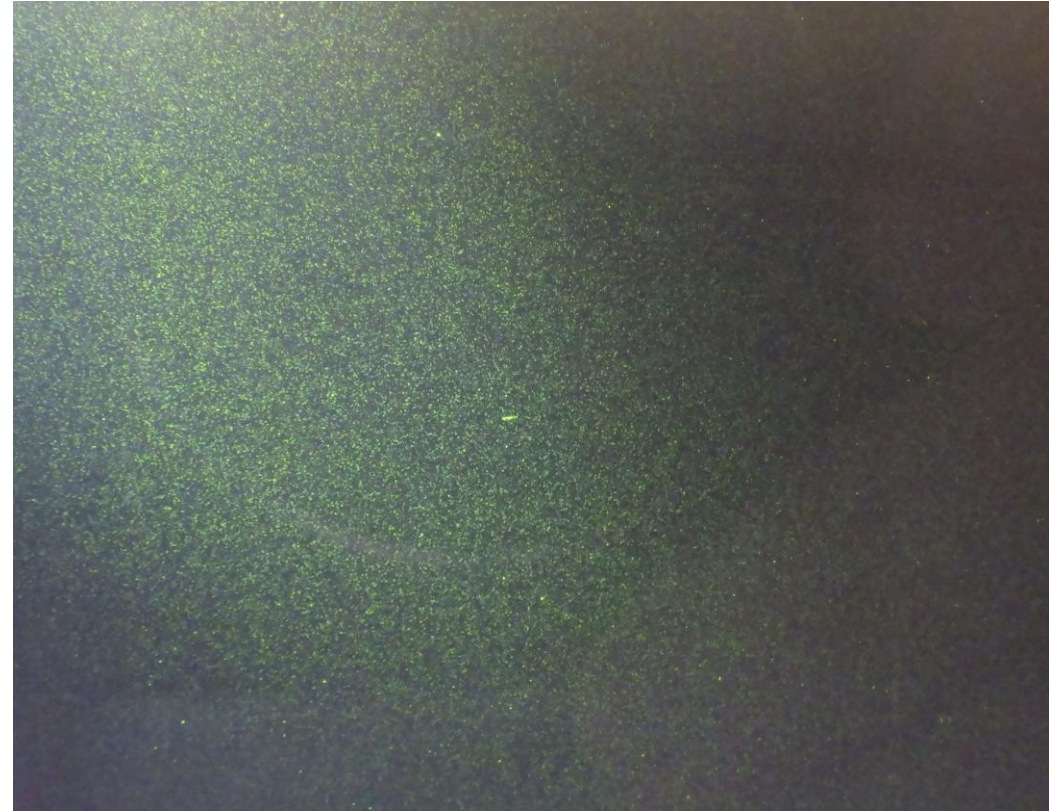
Tekoäly, koneoppiminen – mikä niistä

- Shallow learning (1995–2010)
 - Käyttökohteita rahamarkkinoilla, spam filtteröinnissä ja **signaalinkäsittelyssä**
 - Edelleen tärkeä signaalinkäsittelyssä
- Deep learning (2010–2018)
 - Mahdollisti ison datan käsittelyn: kuvat, ääni, teksti, **mittausdata**
 - Kasvava mallin koko ja monimutkaisuus laajentaa jatkuvasti käyttökohteita
- Large language models (2018 –)
 - Inhimillinen vuorovaikutus, chatbotit
 - RAG – laajojen tietoaaineistojen käsittely interaktiivisesti
 - Train-of-through itsekritisoivat mallit

AI/ML ja rikkomaton tarkastus

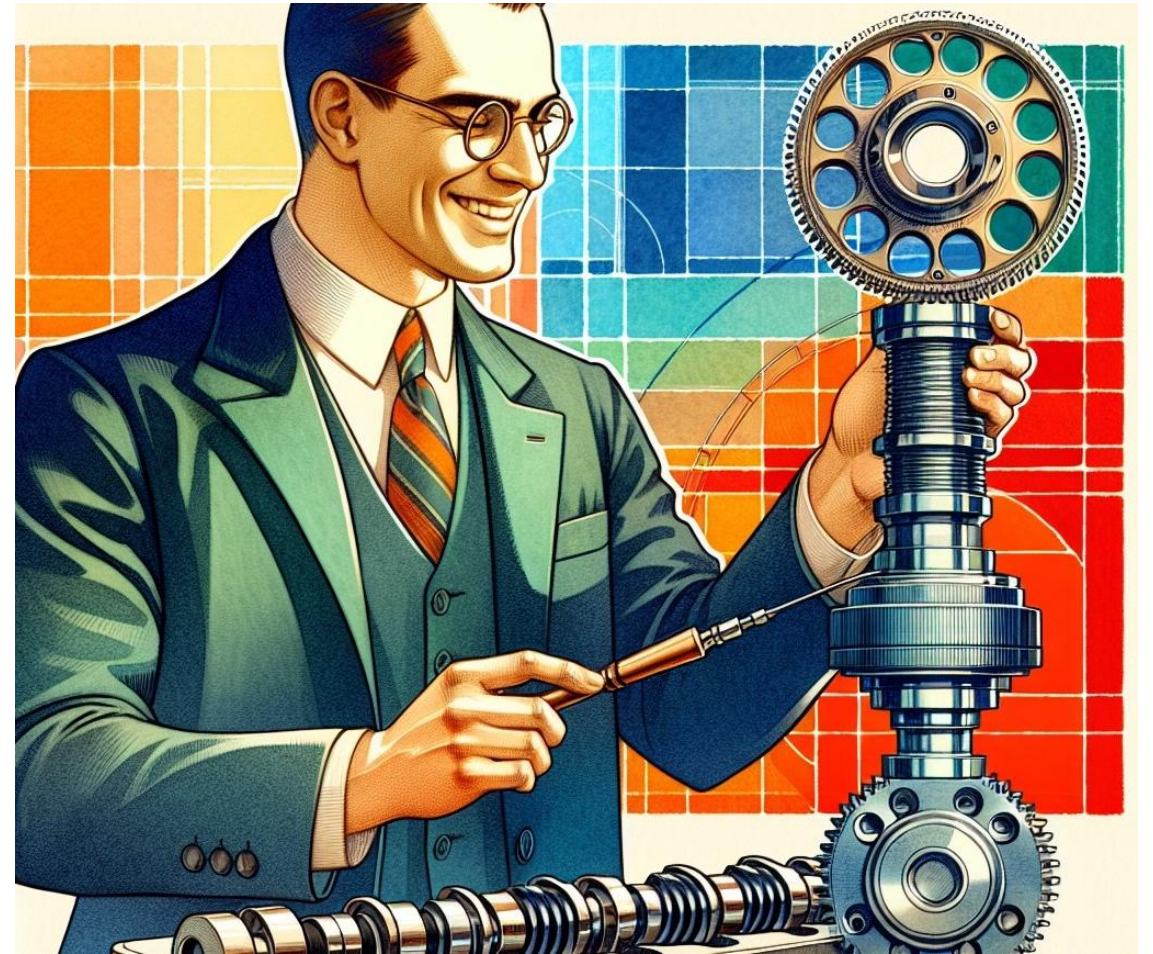
Hakee, hakee, vaan ei soisi löytävänsä

- Osoitettava, että
 - Löydetään riittävän pienet viat
 - Hyväksyttävällä valenäyttämättiheydellä
- Erilaisia pätevöintivaatimuksia:
 - Ydinvoima: ENIQ, EPRI PDI, etc.
 - Avaruus, lentokoneet: POD 90/95
 - Oil & Gas: POD 90/95 (etc.)
- Standardi vaatimuksia:
 - Luokittelut
 - Hyväksymisrajat
- Asiakasvaatimuksia



Vanha paras NDT

- Modernit tekniikat
 - Vaiheistettu enkoodattu UT
 - Digi-RT
 - Pyörrevirta-array (ECA)
- Enemmän dataa, parempi erotuskyky
- Luotettavammat tulokset
- Perinteisemmät
 - Käsi-UT, filmi-RT,
 - MT, PT
- Siirtymä kesti 30 vuotta!



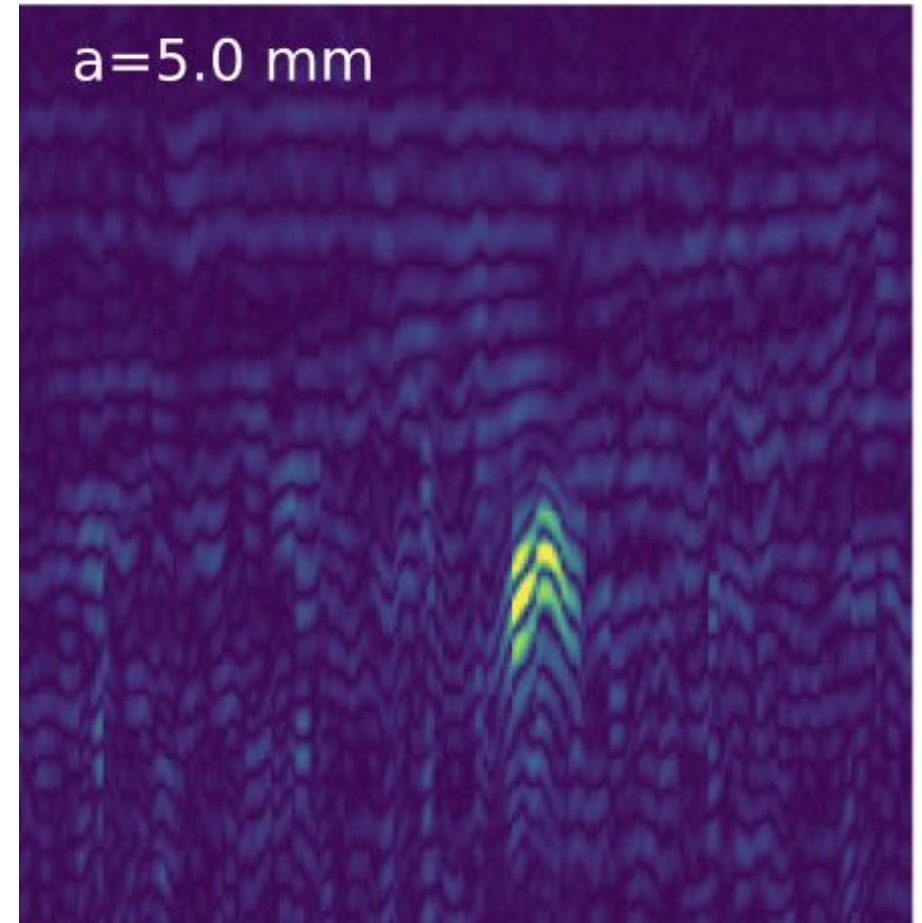
Tekoäly NDT:ssä

- Automatisoi laajan datan käsittelyn
- Automatisoi raportoinnin
- Nopeampia tuloksia
- Toistettavampia tuloksia
- Räätälöityjä tarkastusmenetelmiä
- Soveltuu tarkastukseen laidasta laitaan



Ensimmäiset ihmisen suorituskyvyn saavuttavat mallit 2018

- Deep learning uutta
 - Malliarkkitehtuurit ~ 2015
 - NDE:lle riittävä laskentateho ~2016
- Ensimmäinen käyttö Ultraäänitarkastuksessa 2018
- Ihmistä vastaava suorituskyky
- Nykymittapuun mukaan alkeellinen



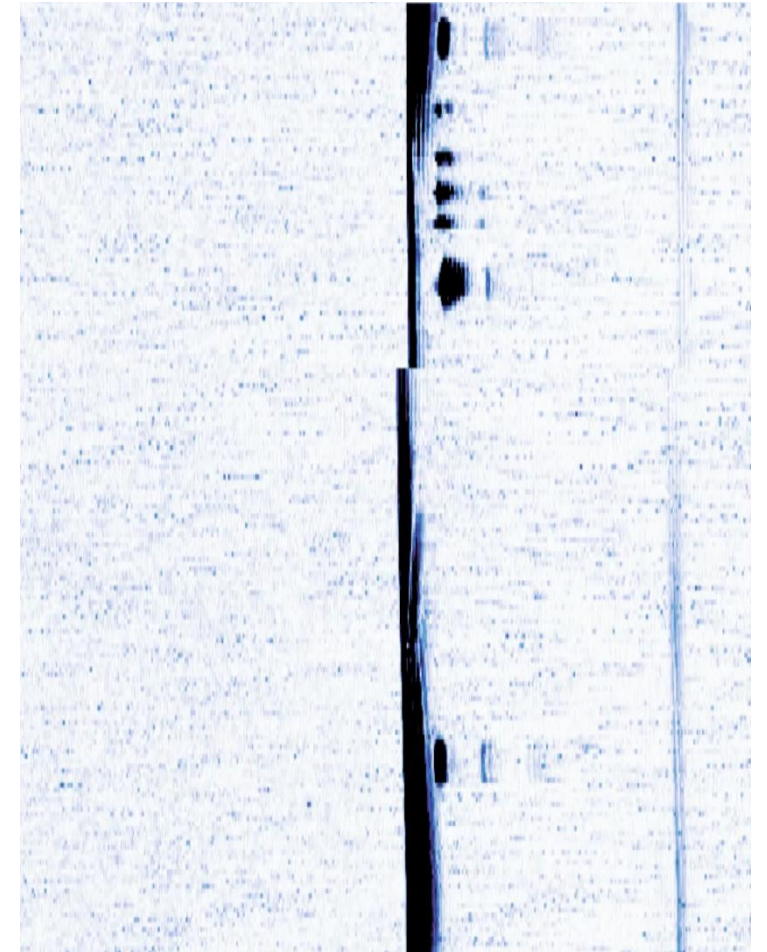
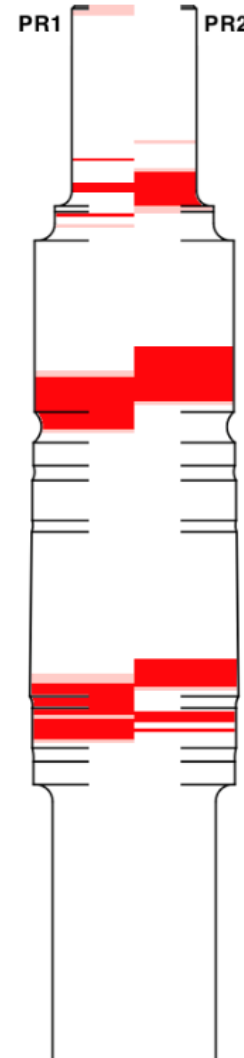
Menestys rakentuu menestykselle

- Vastaavat mallirakenteet toimivat monissa kohteissa
- Opittiin opettamaan pienellä datalla
- Vankka ennakoitava suorituskkyky
- Verifioitu alan mittareilla



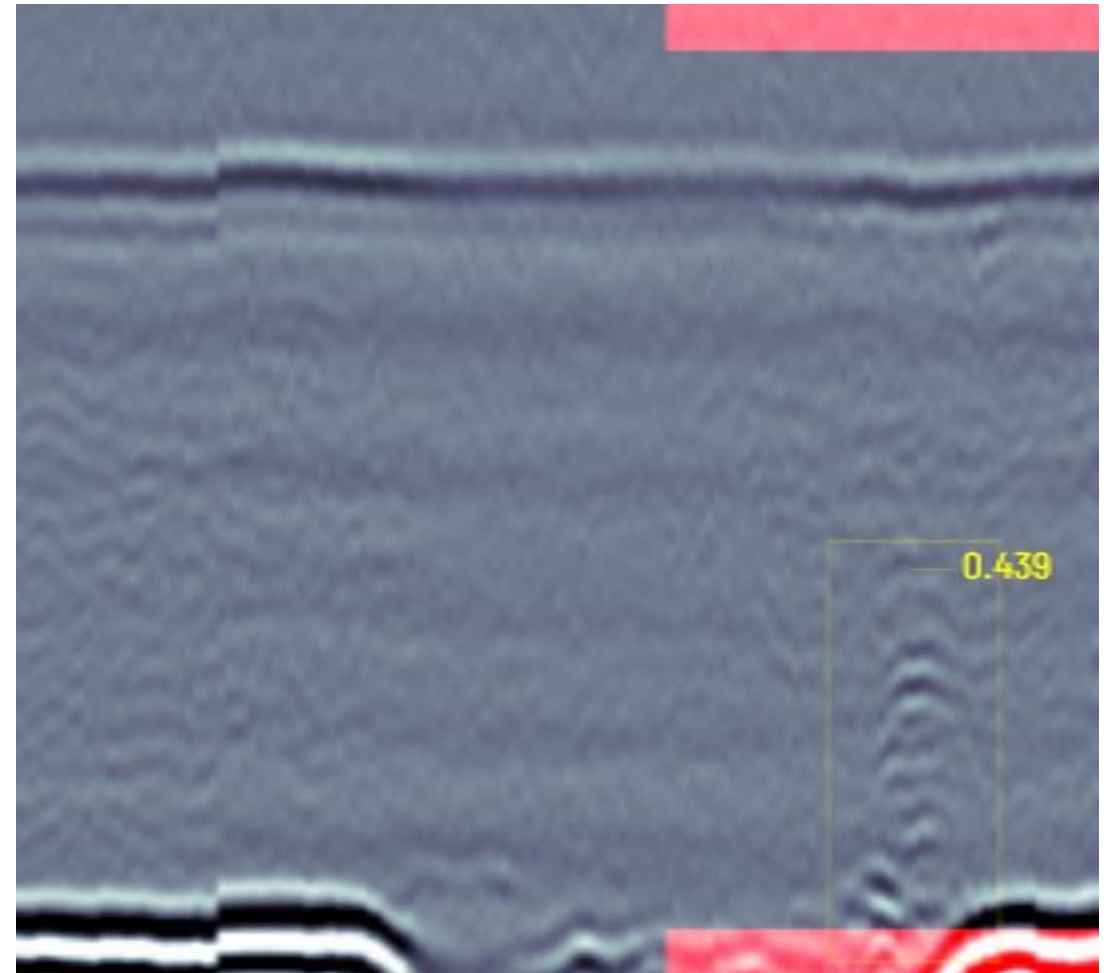
Case: Dekra akselitarkastus

- Putkiakselin UT tarkastus
- Mekanisoitu konventionaalinen UT
- Kohinainen data, eritoten vanhoilla akseleilla
- AI näyttää potentiaaliset vikakohteet
- Tarkastaja katsoo vain näitä
- PDF raportti näyttää katsottavat kohdat
- Käytössä 2019 alkaen



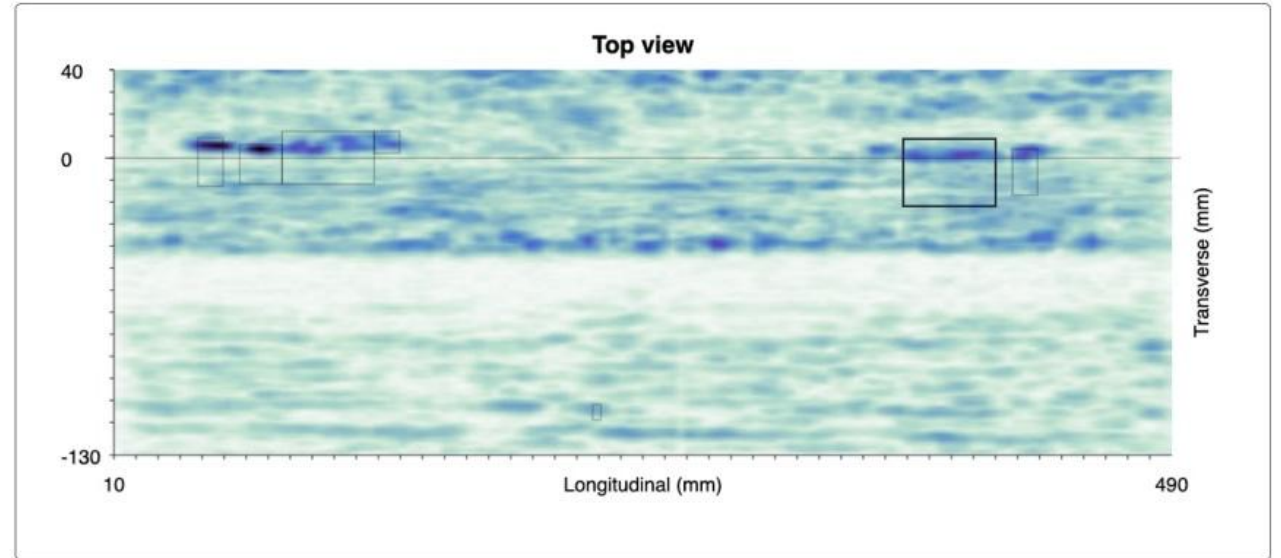
CRDM TOFD tarkastus

- EPRI – Trueflaw yhteistyö
- Erittäin vaikea tarkastus
- Vähän dataa käytettävissä
- Vähän vikoja käytettävissä
- 2020 Trueflaw kehitti mallin
- 2021 Löysi kaikki viat pätevöintidatasta
- 2022, 2023 kenttäkokeessa USA:ssa (eri yhtiö, eri valmistajan laitos, jne)
- Särön karkiseuranta
- 2025 ensimmäinen pätevöity ydinvoimatarkastus (Ringhals)

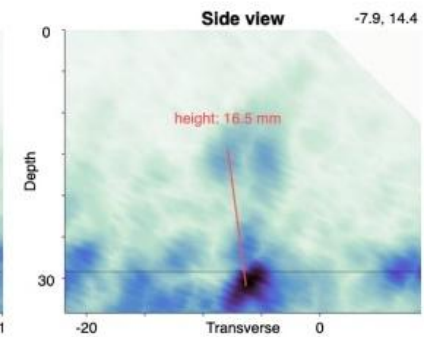
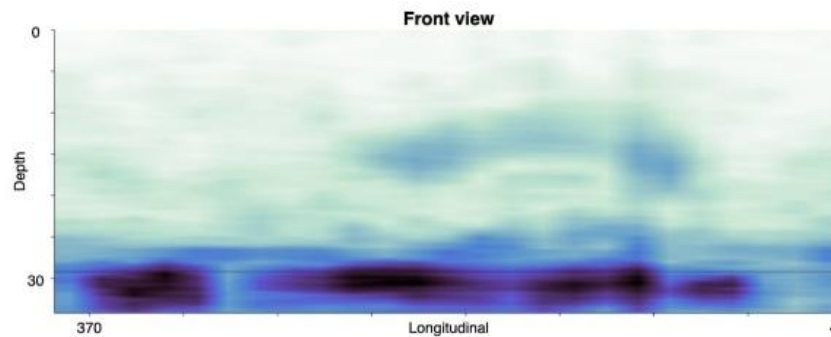


Eriparihitsien vaiheistettu tarkastus

- Laaja data
- Pahamaineisen vaikea kohde
- Lukuisia kanavia gigatavujen data
- Pätevöintidata OK 2022
- Kenttäkoe USA:ssa 2023

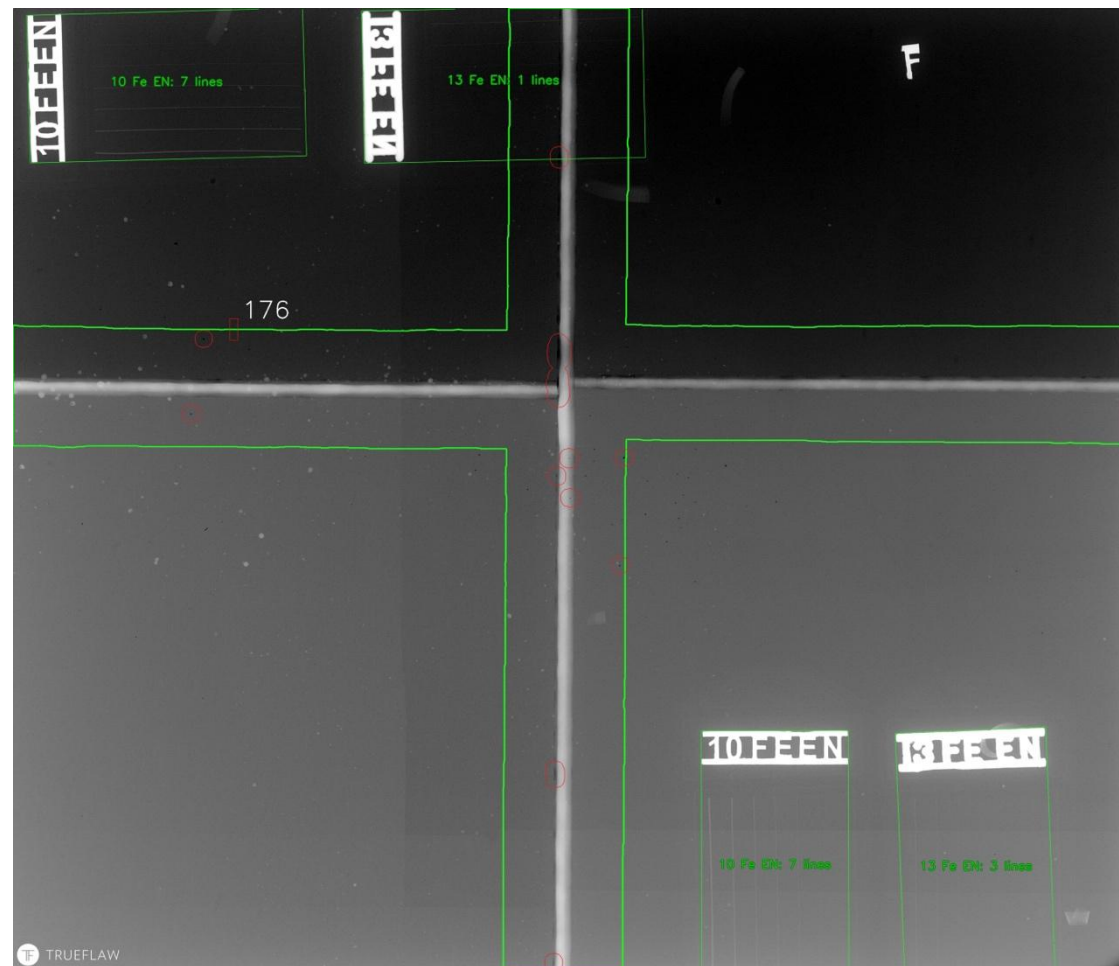


Azim. R: 45.00 S: 0.00



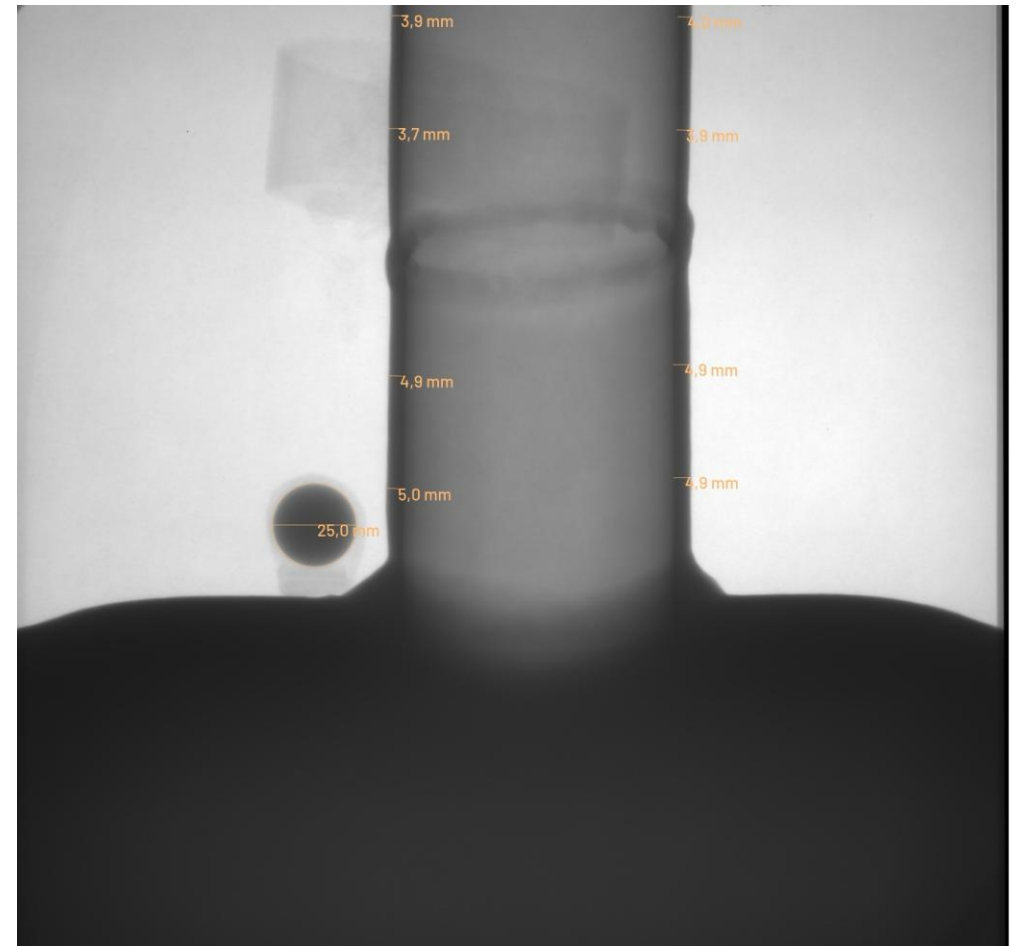
Telakkateollisuuden hitsit

- Eri vikatyyppejä
- Eri hitsityyppejä
- Lisäksi
 - IQI't automaattisesti
 - SNR lasketaan automaattisesti
- Valvomonäyttö varoittaa vioista *heti*
- Pilot: 2021
- In use: 2022–



Korroosiomittaukset

- Automaattinen seinämän määrittäminen
 - Automaattinen kalibroinnin määrittäminen
 - Automaattinen seinämän mittaus
-
- 2023–



Visuaalinen tarkastus

- 2021 standard definition
- 2024 teräväpiirto, reaaliaikainen arviointi



Edge computing – reunalaskenta

- AI paikan päällä
- Paikallinen, nopea laskenta
- Helppo ottaa käyttöön
- IoT, NDE4.0, Industry 4.0



Standardit, hyväksyntä, päteväointi

- Standardit eivät huomioi AI/ML ratkaisuja, mutta eivät myöskään sulje niitä pois!
- EU AI act
 - Vaatii hyviä toimintatapoja korkeariskisissä käyttökohteissa
 - Säännellyn NDE:n pitää osoittaa soveltuvuus käyttöön
- Huom: kyseessä ei ole uusi tekniikka, vaan olemassaolevan automatisointi

Pätevöinti ydinvoimateollisuudessa

- Pätevöinti on suorituskykyperusteista
 - ENIQ: RP tekoälylle
 - EPRI PDI: valmis pätevöintiin
-
- Ensimmäinen pätevyys myönnetty toukokuussa 2025
 - Ensimmäinen pätevöity tarkastus tehty toukokuussa 2025



ENIQ RECOMMENDED PRACTICE

ENIQ Recommended Practice 13

Qualification of Non-Destructive Testing Systems that Make Use of Machine Learning

Issue 1

ENIQ Report No. 65

Technical Area 8

European Network for Inspection & Qualification

State of the art

- Mahdottomasta on tullut mahdollista
- Kaikki tärkeät menetelmät
- Hyväksyntä kriittisimmilläänkin aloilla
- Nopea kasvu

Entä valujen tarkastukset

AI/ML on tilaisuus

- Vaikeista tarkastuksista helpompia
- Enemmän omin voimin
- Kohdennettuja tarkastuksia
- Tarkastus voi tehdä muutakin kuin löytää ongelmia

Johtopäätökset

- ChatGPT on kiva, mutta AI/ML on paljon muutakin
- Kohteeseen opetetut mallit jo laajassa käytössä
- Hyväksyntä saavutettu vaikeimmillakin aloilla
- Käyttö laajenee voimakkaasti

