



MECAPLAN

11.11.2021

Additive manufacturing

Tero
Jokelainen



AM-tekniikka ja suunnittelu

Tero Jokelainen

MECAPLAN – tuotekehitystä vuodesta 2001



Missio

Elämänlaadun parantaminen kehittämällä tuotteita ja teknologioita asiakkaillemme.

Visio

Olemme arvostettu kumppani ja työyhteisö, joka kasvaa kannattavasti kehittäen henkilöstön osaamista ja palvelee asiakkaitaan monipuolisilla markkinoilla.

Arvot

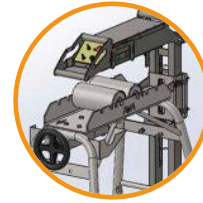
- Luotettavuus
- Hyvinvointi ja kunnioitus
- Kumppanuus - sopeutumiskyky
- Jatkuvuus



Tekniset palvelut teollisuudelle



KONSEPTOINTI



TUOTEKEHITYS JA SUUNNITTELU



TOTEUTUS JA YLLÄPITO

| | | | | | | |
|-----------------------------|---|--|--|--|---|--|
| MEKANIikka | <ul style="list-style-type: none"> • Tutkimukset • Esisuunnittelu | | <ul style="list-style-type: none"> • Teollinen muotoilu • Käytettävyys | | <ul style="list-style-type: none"> • Prototyyppivalmistus • AM-valmistus | |
| SÄHKÖAUTOMAATIO | <ul style="list-style-type: none"> • Laskenta ja simulointi • Tuotemäärittely • Kustannuslaskenta • Visualisointi | | <ul style="list-style-type: none"> • Valmistettavuus • 3D-suunnittelu • Dokumentointi • Pakkaussuunnittelu | | <ul style="list-style-type: none"> • Valmistuksen tekninen tuki • Ramp-up ja Ramp-down • Tuotannon apuvälinesuunnittelu • Tuoteylläpito | |
| TURVALLISUUS | <ul style="list-style-type: none"> • Projektinhallinta | | <ul style="list-style-type: none"> • Tekninen laskenta | | <ul style="list-style-type: none"> • PDM palvelut • Toimittajaverkostot | |
| ASiantuntijapalvelut | | | | | | |



Asiakkaidemme toimialoja



Sähkö- ja
energiateollisuus



Kone- ja
laiterakennus



Elektroniikka ja
tietoliikenne



Cleantech ja
Medical



Marine



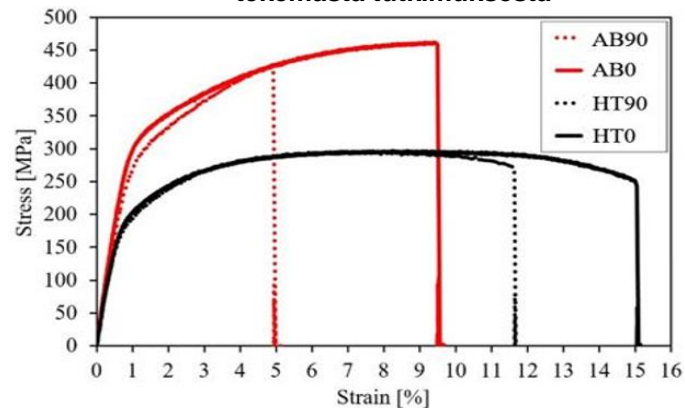
Kuluttajatuotteet

Hankkeet metallien 3D-tulostuksen parissa

Nivalan tutkimusympäristön (Nivalan teollisuuskylä, NIHAK, ELME Studio ja Oulun yliopisto Kerttu Saalasti Instituutti/FMT-ryhmä) hankkeita:

- Me3Lab n.3 vuotta (Loppu)
 - Metallien 3D tulostuksen erilaiset tutkimukset
 - Pinnanlaatu
 - Mekaaniset ominaisuudet (Erityisesti AlSi10Mg ja 316 L. Mm. vetokokeita, kovuusmittauksia, taivutuskokeita)
 - Lämpökäsittelyt (vaikutus mekaanisiin ominaisuuksiin)
 - Kustannusarvioiteja metallin 3D-tulostukseen
- Hybridi n.3 vuotta (Loppu)
 - Metallien 3D tulostettujen osien
 - Jälkikäsittelyjä (pinnoitukset, mekaaniset puhallukset, hitsattavuus yms..)
 - Mekaaniset ominaisuudet (väsytytutkimus)
- M3D (Aktiivinen)
 - Erilaisten AM-tekniikoiden vertailu
 - Mekaaniset ominaisuudet
 - Jälkityöstöjen vaikutus
- Hankkeiden hyöty suunnittelussa:
 - Suunnittelussa tärkeää tietää myös materiaalien mekaanisista ominaisuuksista ja saada dataa asiakasprojekteja varten.
 - Jälkityöstömenetelmien lisätietämys
- Verkostoituminen
 - Suomalaiset ja ulkomaiset valmistusverkostot
 - Laajempi tarjonta asiakkaille

Otettu: Oulun yliopiston KSI/FMT tekemästä tutkimuksesta



Materiaalia lisäävä valmistus eli AM-tekniikka

Additive Manufacturing (AM)

- Materiaalia lisätään kerroksittain
- Tekniikka ja materiaalit kehittyvät nopeasti (Suunnittelijan tärkeää tietää kehityksestä)
 - Tämän johdosta muun muassa suunnittelusääntöjä tulee lisää (Tukivapaa 3D-tulostus metallista, Powder Bed Fusion-menetelmissä)
- Huomioitava suunnittelussa
 - DFAM = Design For Additive Manufacturing



Käyttökohteet mm.

- Tuotekehityksen tehostaminen
- Massaräätälöinti
- Prototyyppien valmistaminen
- Monimutkaiset osat ja kokoonpanot

Mahdollisuuksia

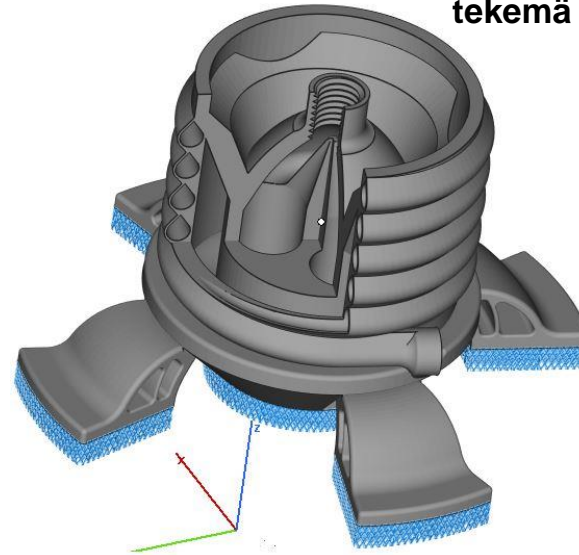
- Uusia ratkaisuja tuotteisiin
- Työvaiheiden vähentyminen
- Osien yhdistäminen kokoonpanoksi
- Osien keventäminen
- Materiaalisäästö
- Virtauskanavistojen optimointi
- Lämpötilan hallinta

Suunnittelun haasteita AM-tekniikalle

Suunnittelun haasteet metallin 3D-tulostuksessa (PBF- Powder bed fusion)

- <math><45</math> deg pinnat vaativat tukirakenteet
 - Yleinen sääntö
 - Hyvällä suunnittelulla voidaan saada kappale valmistettua ilman tukia myös nyt → Kustannussäästöt
- Orientaation vaikutus mekaanisiin ominaisuuksiin
 - Anisotropia
- Lämmötuonnin hallinta
 - Kappaleiden vääristyminen
 - Eri materiaalit
 - Valmistajien yhteistyö
- Suunnittelussa huomioitava erilaisten tekniikoiden rajoitukset
- Suunnittelussa apuna erilaiset ohjelmistot ja simuloiteihin liittyvät mahdollisuudet
- Kaikki näyttää helpolta 3D-mallinnusohjelmistossa
 - Käytännön tieto/taito korostuu!

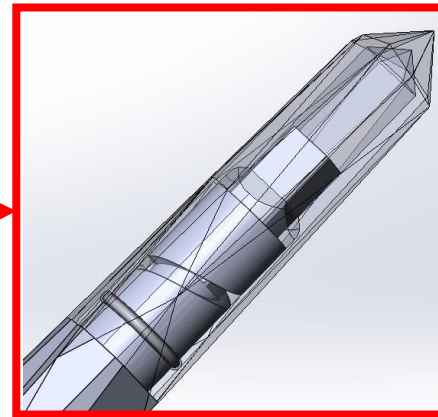
Oulun yliopiston KSI/FMT tekemä proto-osa



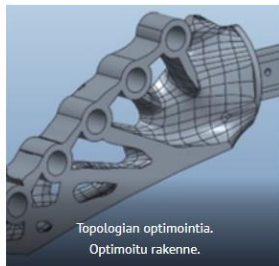
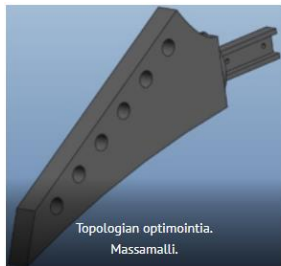
Suunniteltuja osia

Muutamia projekti esimerkkejä:

- Kammiorakenteet
 - Mukautetut kanavistot
 - Osien yhdistäminen yhdeksi kokonaisuudeksi
- Osien keventäminen
 - Topologian optimointi
- Suutinrakenteet
 - Optimoitu virtaus
- Sähkövirtauksen hallinta
 - Optimoitu sähkövirtaus
- Perinteisin menetelmin haastava/mahdoton toteuttaa
 - Pienet muodot + sisäiset muodot
 - Hinnaltaan kilpailukykyinen 3D-tulostaa
- Helsingin Sanomien ilmastokynä
- Kitaran lavan topologinen optimointi ja 3D-tulostaminen



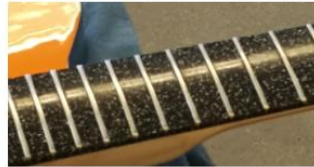
← Kuva lainattu Helsingin Sanomien sivuilta: Climate Pen

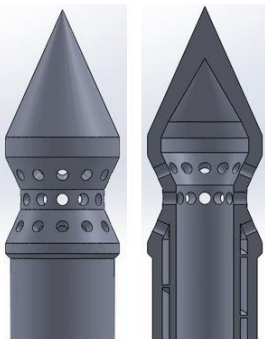


Haasteet ilmastokynä AISi10Mg:

- Hyvin rajallinen tilavaraus mekaniikalle
- Pienet seinämävahvuudet rungossa ($t > 0,8 \text{ mm}$)
- Toleranssit, korkin täytyy pyöriä sulavasti ja istua mekaniikan päälle tiukasti.

Kitaran rakennus

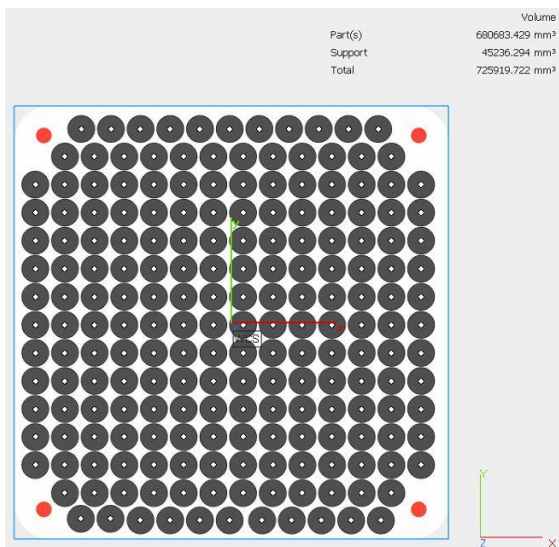




Oulun yliopiston KSI/FMT tekemä tutkimus

Kustannuksista

- 200 kappaleen tulostus palomies-suutin 316L materiaali (SLM280HL single 700W laser)
- Osan korkeus noin 65 mm
- 725919 mm³ kokonaistilavuus (osat + tuet)
 - Tukien osuus 45236 mm³ (noin 6 % kokonaistilavuudesta)
- Ajoaika 133 h
- Tulostuskustannukset kaikki
 - Koneenkäyttöhinta 133 h * 60 €/h = 7980 €
 - Materiaalin hinta 573.5 €
 - Jälkityöstön hinta 30 €/osa
- **Tulostusvaiheen kustannukset/osa 8553,5 € / 200 = 42,8 €/osa**
- **Jälkityöstön** hinnaksi arvioitiin noin **30 €/osa** (Lämpökäsittely, Osien irrotus alustasta, Tukienpoisto ja o-rengas uran sorvaus)
- **Kokonaiskustannus/osa 72,8 €**





MECAPLAN

Nivala – Vantaa – Turku – Tampere– Oulu