

Lumen 3/2024 TEEMA-ARTIKKELI

Tarkastelussa terästeollisuuden kestävät ja älykkäät tuotantoteknologiat

Mika Turska, Insinööri, asiantuntija, Uudistuva teollisuus -osaamisryhmä, Lapin ammattikorkeakoulu

Raimo Vierelä, Insinööri, asiantuntija, Uudistuva teollisuus -osaamisryhmä, Lapin ammattikorkeakoulu

Juha-Matti Raappana, Insinööri, asiantuntija, Uudistuva teollisuus -osaamisryhmä, Lapin ammattikorkeakoulu

Johanna Aarnio-Keinänen, Insinööri, asiantuntija, Uudistuva teollisuus -osaamisryhmä, Lapin ammattikorkeakoulu



Euroopan unionin
osarahoittama



LAPIN LIITTO

Tämä artikkeli edustaa SDG-tavoitetta 9: Kestävää teollisuutta, innovaatioita ja infrastruktuureja

Asiasanat: Terästeollisuus, kestävä kehitys, hiilijalanjälki, teknologiat

Johdanto

Lapin ammattikorkeakoulun tavoitteena on kestävä tulevaisuus ja yhtenä vastuullisuusohjelman mukaisena kestävä kehityksen tavoitteena on SDG 9, joka edistää kestävä infrastruktuuria ja teollistumista tukemalla talouskasvua, pk-yritysten kehitystä ja ympäristöystävällisiä teknologioita. (Lapin ammattikorkeakoulu 2024) Näiden lisäksi SDG 9 tavoitteessa tunnistetaan myös tutkimuksen ja innovaation merkitys ratkaisujen löytämisessä sosiaaliin, taloudellisiin ja ympäristöön liittyviin haasteisiin. (Eurostat 2024)

Tässä artikkelissa tarkastellaan terästeollisuuden tuotantomenetelmien toimivuutta, haasteita ja vahvuuksia sekä analysoidaan uusien teknologioiden, kuten digitalisaation, tekoälyn ja automaation mahdollisuuksia parantaa alan kilpailukykyä ja kestävyyttä.

Terästeollisuudella on keskeinen rooli ilmastonmuutoksen hillitsemisessä

Terästeollisuus on yksi maailman suurimmista ja merkittävimmistä teollisuudenaloista ja se muodostaa perustan monille muille toimialoille, kuten rakennus-, autoteollisuus- ja konepajateollisuudelle. Viime vuosikymmeninä kasvavat ympäristövaatimukset, kiristyvät kilpailuolosuhteet ja teknologian melkoinen kehitys ovat johtaneet tilanteeseen, jossa perinteisiä tuotantomenetelmiä on tarkasteltava uudelleen.

Teräsrakenteet ovat olennainen osa modernia rakentamista, mutta niiden valmistusprosessi ja elinkaaren aikaiset ympäristövaikutukset herättävät yhä enemmän huomiota kestävä kehityksen näkökulmasta. Yksi keskeisimmistä haasteista on teräsrakenteiden hiilijalanjälki, joka muodostuu pääosin teräksen tuotannosta, kuljetuksista ja asennusprosesseista. Rakennusalan ilmastotavoitteiden kiristytessä on tärkeää löytää keinoja vähentää näitä ympäristövaikutuksia. Samalla teknologian kehitys tarjoaa uusia mahdollisuuksia optimoida teräsrakenteiden valmistusta ja käyttöä. Uudet materiaalit, valmistusmenetelmät ja digitalisaatio voivat merkittävästi parantaa energiatehokkuutta ja vähentää päästöjä.

Terästuotanto aiheuttaa valtavat päästöt ja siksi teräs on keskeisessä asemassa ilmastonmuutoksen hillitsemisessä. Maailmanlaajuisesti rauta- ja terästeollisuus tuottaa jopa yksitoista prosenttia koko maailman hiilidioksidipäästöistä, tämä johtuu massiivisesta hiilenkulutuksesta. (Ali Hasanbeigi 2022)

Kun kaikki olemassa oleva teräs hyödynnetään tarkasti, teräksen hiilijalanjälki jakaantuu pitkälle aikavälille. Kierrättäminen onkin tärkeä osa teräksen käyttöä nyt ja tulevaisuudessa.

Teräksentuottaja SSAB ottaakin seuraavan askeleen kohti kestävämpää tulevaisuutta laatuaan maailman ensimmäisellä fossiilivapaalla teräksellä. SSAB Zero™ on valmistettu kierrätetystä teräksestä ja tuotettu fossiilivapaalla sähköllä ja biokaasulla. (SSAB 2024)

Lisäksi SSAB on kehittänyt teräksen SSAB Fossil-free™ joka valmistetaan HYBRIT®-teknologialla, joka korvaa hiilen vedyllä rautamalmin pelkistysprosessissa. Tuloksena on fossiilisten hiilidioksidipäästöjen eliminointi. (SSAB 2024)

Ruostumattoman teräksen valmistaja Outokumpu tavoittelee myös toiminnan hiilineutraaliutta vuoteen 2050 mennessä. (Outokumpu 2024)

Outokummun etuina on esimerkiksi teräksen kierrätys sisältö mikä oli ennätys suuri vuonna 2023, 95%. Etuna on myös oma kromikaivos, jonka kunnianhimoisena tavoitteena on hiilineutraalius vuoteen 2025 mennessä. (Outokumpu 2024)

Uusien teknologioiden mahdollisuudet

Vaikka terästeollisuudelle on kaavailtu suurta ilmastosankarin viittaa, ei kaikkea ratkaista pelkästään teollisuuden päästöttömyydellä. Uudet teknologiat astuvat tässä esiin ja helpottavat osaltaan tätä taakkaa. Seuraavissa artikkelin osioissa käsittelemme muutamia uusia teknologioita.

Metallien 3D-tulostus ja WAAM

Metallin 3D-tulostaminen toimii kerros kerrokselta -prosessilla, jossa käytetään metallijauhetta tai -lankaa ja sulatetaan se laserilla tai elektronisuihkulla 3D-mallin mukaisesti. [WAAM \(Wire Arc Additive Manufacturing\) -menetelmässä](#) metallilankaa syötetään kaarihitsausprosessiin, mikä tekee siitä erityisen soveltuvan suurten metalliosien valmistukseen, kuten ilmailu- ja laivanrakennusteollisuudessa. Näiden teknologioiden avulla voidaan valmistaa kevyempiä ja monimutkaisempia rakenteita pienemmillä materiaalikustannuksilla. Lisäksi ne voivat nopeuttaa tuotekehitystä ja mahdollistaa räätälöityjen ratkaisujen toteuttamisen ilman suuria investointeja uusiin muotteihin tai työkaluihin. Vaikka nämä uudet menetelmät eivät vielä täysin korvaa perinteisiä prosesseja, niiden potentiaali on merkittävä erityisesti silloin, kun tarvitaan yksilöllisiä tai erityisen optimoituja ratkaisuja. (Penttilä 2021)

Eräs hienoimmista olemassa olevista 3D-tulostetusta teräsrakenteista löytyy Amsterdamista. Alankomaalaisyhtiön MX3D rakennuttaman [12 metrisen sillan](#) (kuva 1) pitkäjänteinen työ alkoi vuonna 2017 ja sillan avajaisia vietettiin 2021. Kyseinen silta on myös siitä mielenkiintoinen, että siihen on rakennettu älykästä anturointia mikä seuraa sillan kuntoa reaaliajassa. Mittaustietoa saadaan muun muassa venymästä, siirtymästä ja värinästä. Näiden

avulla insinöörit saavat arvokasta tietoa tulevien 3D-tulostettujen metallirakenteiden suunnitteluun. (MX3D 2024)



Kuva1. WAAM-menetelmällä tehty silta (MX3D 2024)

Digitalisaatio ja tekoäly

Digitalisaatio on tuonut paljon kaikenlaista uutta tekniikkaa hyödynnettäväksi monelle eri toimialalle. Sen tuomat mahdollisuudet tunnetaan hyvin automatisoinnin ja esimerkiksi älykkäiden järjestelmien kehittymisen saralla. Digitalisaatio teräsrakentamisessa on tuonut mukanaan merkittäviä etuja, kuten rakenteiden kunnonvalvonnan reaaliaikaisesti, tietojen keruun ja analyysin automatisoinnin sekä elinkaaren optimoinnin. Älykkäät sensorit ja datan analytiikka mahdollistavat tarkemman kuormitus- ja väsymisanalyysin, mikä pidentää rakenteiden käyttöikää ja vähentää varmasti myös huoltokustannuksia. Lisäksi digitaaliset työkalut tehostavat suunnitteluprosesseja ja parantavat projektien kustannustehokkuutta ja turvallisuutta.

Tekoälyä hyödynnetään jo rakennusprosessin kaikissa vaiheissa suunnittelusta rakentamiseen ja ylläpitoon. Se optimoi resurssien käyttöä, tunnistaa riskejä ja auttaa päätöksenteossa analysoimalla dataa. Tekoäly mahdollistaa ennakoivan huollon, parantaa turvallisuutta ja tehokkuutta työmailla. Lisäksi tekoälysovellukset edistävät rakennusten kiertotaloutta ja purkamisen suunnittelua. (Rakennusteollisuus 2024)

Laserhitsaus

Laserhitsaus on moderni teknologia, jossa hyödynnetään erittäin voimakasta ja tarkasti kohdistettua lasersädettä metallien liittämiseen. Menetelmä on erityisen suosittu teollisuuden aloilla, joissa tarvitaan nopeutta ja tarkkuutta, kuten elektroniikkateollisuudessa ja autoteollisuudessa (Ionix 2024).

Laserhitsauksen suurin etu on sen tarkkuus. Lasersäde voidaan kohdistaa täsmällisesti tiettyyn kohtaan, mikä mahdollistaa pienten ja herkkien komponenttien hitsaamisen ilman, että ympäröivä materiaali kärsii. Tämä on erityisen hyödyllistä, kun hitsataan esimerkiksi ohuita metallilevyjä tai monimutkaisia rakenteita. Lisäksi lasersäde kuumentaa vain pienen alueen, mikä tarkoittaa, että materiaalin ympärillä tapahtuu vain vähän muodonmuutoksia. Tämä vähentää jälkikäsittelyn tarvetta ja parantaa tuotantotehokkuutta (SSAB 2024).

Toinen merkittävä etu on nopeus. Lasersäteen korkea energiatiheys sulattaa metallin nopeasti, mikä nopeuttaa hitsausprosessia. Tämä tekee laserhitsauksesta erityisen sopivan massatuotantoon, kuten autojen ja lentokoneiden osien valmistukseen. Esimerkiksi autoteollisuudessa laserhitsauksella voidaan liittää ajoneuvon runko-osia nopeasti ja tehokkaasti (Ionix 2024).

Kuten kaikilla teknologioilla, myös laserhitsauksella on omat haasteensa. Se vaatii usein korkean tarkkuuden laitteistoa ja osaamista, mikä nostaa aloituskustannuksia. Pitkällä aikavälillä sen tuottama tehokkuus kuitenkin kompensoi nämä kustannukset. (SSAB 2024).

Laserhitsaus onkin yksi niistä moderneista menetelmistä, joiden avulla teollisuus pystyy valmistamaan entistä kevyempiä, vahvempia ja kestävämpiä tuotteita nopeasti ja tarkasti. Tämä menetelmä on avainroolissa monilla teollisuudenaloilla, joissa tarkkuus ja nopeus ovat välttämättömiä (SSAB 2024).

Kestävät kierrätettävät teräsrakenteet

Uudelleenkäyttö on tehokas tapa pienentää teräsrakentamisen ilmastovaikutuksia. Tämä tarkoittaa, että teräsrakenteet voidaan suunnitella purettaviksi ja käytettäväksi uudelleen, mikä vähentää uuden teräksen valmistuksen tarvetta. Esimerkiksi tilapäisissä rakennuksissa, kuten siltojen tai varastorakennusten rakenteissa, tätä lähestymistapaa voidaan hyödyntää. (Teräsrakenneyhdistys 2023)

Modulaaristen rakenteiden käyttö helpottaa teräsrakenteiden uudelleenkäyttöä, varsinkin jos rakennusvaiheessa käytetään purettavia liitoksia, kuten ruuviliitoksia. Tämä mahdollistaa rakennusten siirtämisen ja uudelleenasentamisen toiseen paikkaan. Loistavana esimerkkinä onnistuneesta teräsrakenteiden uudelleenkäytöstä on puretun liikerakennuksen teräsrunko, joka hyödynnettiin uudestaan S-market Urjalaan (kuva 2) (Teräsrakenneyhdistys 2023). Ammattikorkeakouluilla onkin tärkeä rooli ottaa tämä asia huomioon, kun koulutetaan suunnittelijoita.



Kuva 2. S-market Urjalan teräsrakennetta (Teräsrakenneyhdistys 2023)

Yksi suurimmista haasteista on varmistaa uudelleenkäytettävien teräsrakenteiden ominaisuudet ja kelpoisuus. Tämä vaatii komponenttien laadun todentamista voimassa olevien standardien mukaisesti. Teräsmateriaalien jäljitettävyyttä pitää olla kunnossa, josta selviää materiaaliominaisuudet ja jotka tarvittaessa varmennetaan rikkovilla ja rikkomattomilla aineenkoetuskokeilla. (Teräsrakenteiden uudelleenkäyttö, 2023/3)

Teräsrakentamisen hiilijalanjäljen laskentaan tulossa laskentatyökalu

ARTEKI-hankkeessa kehitetään yhteistyössä teräsrakentamiseen erikoistuneiden yritysten kanssa hiilijalanjäljen laskentaprosessia, mikä parantaa yritysten kykyä arvioida ja hallita oman toiminnan ympäristövaikutuksia. Hankkeen aikana luodaan Excel-pohjainen laskentatyökalu,

joka räätälöidään yritysten tarpeisiin teräsrakentamisessa, ottaen samalla huomioon kiertotalouden periaatteet. Teollisen kiertotalouden tavoitteena on tehostaa resurssien käyttöä ja edistää materiaalien kierrätystä tuotantoprosesseissa, vähentäen näin jätteen määrää ja ympäristövaikutuksia.

Keskeisiä toimintaperiaatteita teollisessa kiertotaloudessa ovat tuotteiden ja materiaalien elinkaaren pidentäminen, uudelleenkäyttö, korjaaminen ja kierrätys. Kiertotalousmalli tukee kestävästä kehitystä, samalla tarjoten yrityksille mahdollisuuksia uusien liiketoimintamallien luomiseen ja resurssitehokkuuden parantamiseen, mikä vähentää riippuvuutta neitseellisistä raaka-aineista ja pienentää hiilijalanjälkeä. Hankkeen tavoitteena on edistää kestävästä teollisuutta ja infrastruktuuria SDG9-tavoitteen mukaisesti teräsrakentamisen alalla, kehittämällä yritysten kiertotalousosaamista ja luomalla pitkäaikaisia tuloksia, jotka tukevat teollisuuden kestävästä kehitystä myös tulevaisuudessa.

Loppusanat

Terästeollisuudella on keskeinen rooli ilmastonmuutoksen torjunnassa, mutta se kohtaa useita haasteita. Ympäristöhaasteet, kuten suuret hiilidioksidipäästöt vaativat fossiilivapaiden teknologioiden käyttöönottoa, mikä on kallista ja hidasta. Taloudellisesti uudet kestävät teknologiat vaativat suuria investointeja ja kilpailukyvyyn säilyttäminen globaalilla tasolla voi olla haastavaa.

Teknologiset haasteet, kuten digitalisaation ja 3D-tulostuksen laajamittainen käyttö ovat lupaavia, mutta vielä kehitysvaiheessa. Tulevaisuudessa työvoiman osaamistarpeet muuttuvat teknologian kehittyessä, mikä edellyttää jatkuvaa koulutusta. Näiden haasteiden ratkaiseminen edellyttää kokonaisvaltaisia innovaatioita, jotka yhdistävät kestävyuden, talouden ja teknologian kehityksen.

Fossiilivapaiden teknologioiden käyttöönotto ja digitalisaatio edellyttävät huomattavia taloudellisia panostuksia. Yrityksille siirtymä ympäristöystävällisempiin prosesseihin voi tarkoittaa alkuinvestointien kasvua, vaikka pitkällä aikavälillä tehokkuuden parantaminen voi tuoda säästöjä. Kilpailukyvyyn säilyttäminen maailmanmarkkinoilla on vaikeaa, kun uudet teknologiat ovat vielä kehittymässä ja niiden tuottama taloudellinen hyöty ei ole välttämättä heti saavutettavissa.

ARTEKI-hankkeen kaltaiset projektit voivat tarjota merkittävää hyötyä yrityksille, erityisesti kestävän kehityksen tavoitteiden ja kiertotalouden periaatteiden mukaisessa toiminnassa. Tällaiset hankkeet auttavat yrityksiä kehittämään omaa hiilijalanjäljen laskentaa, mikä parantaa niiden kykyä arvioida ja vähentää omia ympäristövaikutuksiaan. Kierrätystä ja resurssien tehokasta käyttöä edistävät projektit tukevat myös kustannussäästöjä ja tehostavat toimintaa. Lisäksi ne auttavat yrityksiä vastaamaan kasvaviin ympäristövaatimuksiin ja pysymään kilpailukykyisinä, kun markkinat siirtyvät kohti vähähiilistä tulevaisuutta.

Lähteet

Lapin ammattikorkeakoulu 2024, Vastuullisuus ja kestävä kehitys Lapin AMKissa. Viitattu 27.9.2024 <https://www.lapinamk.fi/fi/Esittely/Vastuullisuus-ja-kestava-kehitys>

Eurostat 2024. Viitattu 27.9.2024. SDG 9 - Industry, innovation and infrastructure. Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialisation and foster innovation. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=SDG_9_-_Industry,_innovation_and_infrastructure

Ali Hasanbeigi 2022 Viitattu 1.10.2024. <https://www.globalefficiencyintel.com/steel-climate-impact-international-benchmarking-energy-co2-intensities>

Ionix Oy 2024. Teknologiat. Viitattu 14.10.2024. <https://www.ionix.fi/teknologiat/lasertyosto/laserhitsaus/>

SSAB 2024, Laserhitsaus. Viitattu 14.10.2024. <https://www.ssab.com/fi-fi/palvelut/kasittelypalvelut/laserhitsaus>

SSAB 2024, Kierrätetyn teräksen seuraava sukupolvi. Viitattu 1.10.2024 <https://www.ssab.com/fi-fi/fossiilivapaa/ssab-zero>

SSAB 2024, Lisätietoa SSAB Fossil-free™ -teräksestä. Viitattu 1.10.2024 <https://www.ssab.com/fi-fi/fossiilivapaa#ffs>

Outokumpu Stainless Oy 2024, Tavoitteena hiilineutraalius vuonna 2050. Viitattu 1.10.2024. <https://www.outokumpu.com/fi-fi/expertise/2020/committed-to-carbon-neutrality-by-2050>

Outokumpu Stainless Oy 2024, YK:n kestävän kehityksen tavoitteet. Viitattu 1.10.2024. <https://www.outokumpu.com/fi-fi/sustainability/sustainability-strategy/un-sustainable-development-goals>

Teräsrakenneyhdistys 2023. Teräsrakenteiden uudelleenkäyttö 2023/3, Viitattu 1.10.2024 <https://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/blogit/blogikirjoitukset-2021/23-4-kiertotaloutta-puhtaimmillaan/>, Viitattu 1.10.2024

Advance 2024. Advance seminaari, 28.8.2024 Teräksen uudelleenkäyttö, Viitattu 1.10.2024 <https://www.youtube.com/watch?v=q2zT65gJ0PY>

Penttilä 2021, Diplomityö. Viitattu 4.10.2024 <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/131893/Penttil%C3%A4Miika.pdf?sequence=2>

MX3D 2024. Mx3D Bridge. Viitattu 4.10.2024 <https://mx3d.com/industries/mx3d-bridge/>

Rakennusteollisuus 2024 Viitattu 4.10.2024 <https://rt.fi/tietoa-alasta/rakentamisen-kehittaminen/digitalisaatio-ja-uudet-teknologiat/tekoaly-rakennusallalla/>