



# jamk

## Vastuullinen tuotekehitys ja suunnittelu

Koulutus on Jatkuvan oppimisen ja työllisyyden palvelukeskuksen rahoittama. Palvelukeskus edistää työikäisten osaamisen kehittämistä ja osaavan työvoiman saatavuutta. Palvelukeskuksen toimintaa ohjaavat opetus- ja kulttuuriministeriö sekä työ- ja elinkeinoministeriö.

Rahoittaja



Jatkuvan oppimisen ja  
työllisyyden palvelukeskus

# Vastuullinen tuotekehitys ja suunnittelu, 5 op

Vastuullinen tuotekehitys ja suunnittelu opintojakso toteutettiin

- 4.12.2023 – 18.3.2024
- 27.5.2024 – 31.8.2024
- 1.9.2025 – 23.11.2025

## Opintojakson osaamistavoitteet

- antaa eväitä kehittää yrityksen tai yhteisöä huomioimaan kestävän kehityksen periaatteet suunnittelun näkökulmasta
- hahmottaa kestävyyden myös valmistuksen näkökulmasta
- ymmärtää kuinka hyödyntää oppeja ja ajatukisa myös tuotteiden kehitysvaiheessa ja suunnittelussa

## Opintojakson rakenne

Opintojakso sisälsi kaksi osiota johdanto, vastuullinen tuotekehitys sekä 3D-tulostus ja Lisäävä valmistus ja 3D-skannaus, joihin molempiin liittyi webinaarit ja tehtäviä. Opintojaksolla järjestettiin kaksi Demolabra / Webinaari – tilaisuutta, toinen 3D-skannaukseen ja toinen 3D-tulostukseen liittyen. Näissä tilaisuuksissa opiskelijoilla oli mahdollisuus 3D-skannata ja -tulostaa omia kappaleitaan. Lisäksi opintojaksolla oli vapaaehtoinen 3D-mallinnusklinikka etänä.



# Johdanto, vastuullinen tuotekehitys

## Vastuullinen tuotekehitys ja suunnittelu

Kestävä suunnittelu on insinööritaidon soveltamista kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamiseksi. Kestävä suunnittelu ja tuotekehitys ovat tapoja luoda tuotteita ja järjestelmiä, jotka vähentävät ympäristövaikutuksia ja edistävät sosiaalista ja taloudellista hyvinvointia. Käsite liittyy kestävään kehitykseen, joka on maailmanlaajuisesti, alueellisesti ja paikallisesti tapahtuvaa jatkuvaa ja ohjattua yhteiskunnallista muutosta, jonka päämääränä on turvata nykyisille ja tuleville sukupolville hyvät elämisen mahdollisuudet.

Kestävä suunnittelu ja tuotekehitys huomioivat kestävän kehityksen kolme keskeistä teemaa:

- **Ekologinen kestävyys:** tuotteet ja järjestelmät minimoivat ympäristökuormitusta ja päästöjä, säilyttävät biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien toimivuuden sekä sopeuttavat ihmisen toiminnan luonnon kestokykyyneen
- **Sosiaalinen kestävyys:** tuotteet ja järjestelmät edistävät ihmisten hyvinvointia, terveyttä, turvallisuutta, tasa-arvoa, osallisuutta ja kulttuurista moninaisuutta
- **Taloudellinen kestävyys:** tuotteet ja järjestelmät ovat kustannustehokkaita, laadukkaita, innovatiivisia ja kilpailukykyisiä sekä perustuvat mm. kiertotalouteen, jossa materiaalit ja resurssit pysyvät mahdollisimman pitkään käytössä ja jätettä syntyy mahdollisimman vähän.

(Kestävän kehityksen toimikunta 2022; Ympäristöministeriö 2023.)

## Kestävä suunnittelu

Kestävän suunnittelun periaatteet ovat osa laajempaa kestävän kehityksen viitekehystä, joka sisältää myös muita tekijöitä, kuten arvot, normit, politiikat, strategiat, toimenpiteet ja indikaattorit.

(Gagnon ym. 2009; Glavič, P. 2022.)

## Ympäristölliset periaatteet

- **Kiertotalous ja jätteen minimointi:** Pyritään siihen, että materiaalit ja resurssit pysyvät mahdollisimman pitkään käytössä ja jätettä syntyy mahdollisimman vähän. Tämä edellyttää muun muassa tuotteiden uudelleenkäyttöä, korjausta, uudelleenvalmistusta ja kierrätystä.
- **Resurssien tehokas käyttö:** Periaatteena, että tuote tai järjestelmä kuluttaa mahdollisimman vähän energiaa, vettä ja muita resursseja sekä hyödyntää niitä mahdollisimman tehokkaasti.

- Uusiutuvien osuuden lisääminen: Suunnittelutyössä pyritään siihen, että tuote tai järjestelmä käyttää mahdollisimman paljon uusiutuvia energialähteitä ja materiaaleja, jotka eivät lopu tai ehdy.
- Kestävä tuotanto: Tavoitteena, että tuote tai järjestelmä tuotetaan mahdollisimman vähäisillä ympäristövaikutuksilla, kuten päästöillä, saasteilla ja luonnon monimuotoisuuden heikentymisellä.

(Bing AI 2024; Glavic ym. 2022.)

#### Sosiaaliset periaatteet ja arvot:

- Tasa-arvon eri näkökulmat: Suunnittelussa pyritään siihen, että tuote tai järjestelmä edistää ihmisten välistä tasa-arvoa sekä sukupolvien välistä tasa-arvoa. Tasa-arvon toteutuminen edellyttää muun muassa ihmisoikeuksien, demokratian, oikeudenmukaisuuden ja solidaarisuuden kunnioittamista.
- Sidosryhmien osallistaminen: Tuotteen tai järjestelmän kehittämiseen ja käyttöön osallistetaan eri ihmisryhmiä, kuten asiakkaita, työntekijöitä, yhteisöjä ja viranomaisia. Tämä edellyttää muun muassa vuoropuhelua, kuulemista ja yhteistyötä.
- Sosiaalinen vastuu: Tavoitteena, että tuote tai järjestelmä edistävät ihmisten hyvinvointia, terveyttä, turvallisuutta, koulutusta ja kulttuuria. Periaate edellyttää muun muassa eettisyyttä, rehellisyyttä ja ammattitaitoa.
- Ihmisen arvoinen työ: Suunnittelussa pyritään siihen, että tuote tai järjestelmä edistää työntekijöiden oikeuksia, työoloja ja työhyvinvointia. Tämä edellyttää muun muassa työsuojelua, työehtosopimuksia ja työntekijöiden osallistumista.

(Bing AI 2024; Glavic ym. 2022.)

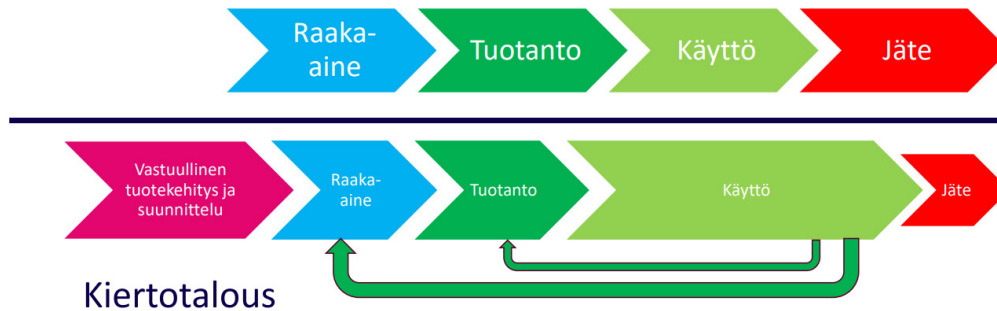
#### Taloudelliset periaatteet:

- Ihmispääoma, luovuus ja innovaatio: Tuote tai järjestelmä edistävät ihmisten osaamista, kykyjä ja luovuutta sekä tuottavat uusia ratkaisuja, tuotteita, prosesseja ja palveluita.
- Kustannus-hyötyanalyysi elinkaariajattelun avulla: Pyritään siihen, että tuotteen tai järjestelmän kustannukset ja hyödyt arvioidaan sen koko elinkaaren ajan, alkaen raaka-aineiden hankinnasta ja päättyen kierrätykseen tai hävittämiseen. Tehtävä edellyttää muun muassa elinkaariarviointia, elinkaarikustannuslaskentaa ja elinkaariuuttoanalyysiä
- Sovelletaan saastuttaja maksaa -periaatetta: Sisältää ulkoisvaikutusten internalisoinnin.

(Bing AI 2024; Glavic ym. 2022.)



## Perinteinen lineaarimalli



## 6R-metodi

Kestävään valmistukseen liittyy 6R-periaate, joka korostaa kuutta avainkäsitettä, jotka liittyvät tuotteiden elinkaaren hallintaan.

- Reduce (Vähennä): Tämä periaate kannustaa vähentämään materiaalien ja resurssien käyttöä valmistusprosessissa. Tavoitteena on minimoida hukka ja kulutus, mikä auttaa säästämään luonnonvaroja ja vähentämään ympäristövaikutuksia.
- Reuse (Uudelleenkäyttö): Uudelleenkäyttö tarkoittaa tuotteiden tai materiaalien käyttöä uudelleen alkuperäiseen tarkoitukseensa ilman merkittäviä muutoksia. Tämä vähentää jätteen määrää ja säästää resursseja.
- Recycle (Kierrätä): Kierrätys on prosessi, jossa käytetyt materiaalit kerätään, käsitellään ja muutetaan uusiksi raaka-aineiksi tai tuotteiksi. Kierrätys auttaa vähentämään jätteen määrää ja säästämään luonnonvaroja.
- Recover (Hyödynnä): Hyödyntäminen tarkoittaa prosessia, jossa käytetyt materiaalit tai energiavirrat palautetaan takaisin valmistusprosessiin tai muuhun hyödylliseen käyttöön. Tämä auttaa säästämään resursseja ja vähentämään hukkaa.
- Redesign (Suunnittele uudelleen): Tämä periaate kannustaa tuotteiden suunnittelua siten, että niitä on helpompi kierrättää, uudelleenkäyttää ja hyödyntää. Suunnittelun avulla voidaan vähentää jätettä ja tehostaa resurssien käyttöä.
- Remanufacture (Uudelleenvalmistus): Uudelleenvalmistus tarkoittaa käytettyjen tuotteiden purkamista, huoltoa ja korjaamista niin, että ne saavuttavat lähes alkuperäisen tuotteen tason. Tämä pidentää tuotteen elinkaarta ja vähentää tarvetta uusien tuotteiden valmistamiseen.

(Hernández et al. 2019.)

## Lähteet:

- Bing A.I. (2024). Käytetty tekstejen kääntämiseen ja lähteiden referointiin.

- Gagnon, B., Leduc, R., Savard, L. (2009). [Sustainable Development in Engineering: A Review of Principles and Definition of a Conceptual Framework](#).
- Glavič, P. (2022). [Updated Principles of Sustainable Engineering](#). Processes 2022, 10 (5), 870.
- Hernández, A. E. B., Lu, T. Beno, T. Fredriksson, C., Jawahir, I.S. (2019). [Process sustainability evaluation for manufacturing of a component with the 6R application](#).
- Suomen kestävän kehityksen toimikunta. (2022). Kestävän kehityksen toimikunnan strategia 2022–2030 – Luonnon kantokyvyn turvaava, hyvinvoiva ja globaali vastuullinen. Valtioneuvoston kanslian julkaisuja 2022.
- Ympäristöministeriö. (2023). [Mitä on kestävä kehitys?](#) [Verkkosivu]. Luettu 18.1.2024.



### Tehtävä 1.1. Vastuullisuus tuotekehityksessä – viimeaikaisia tapahtumia uutisoinnin kautta

Tehtävän tavoitteena oli orientoitua ajatusmaailmaan, kuinka vastuullista tuotekehitystä ja suunnittelua on jo sovellettu menestyksekkäästi ja tuoda esille hyviä esimerkkejä Moodle työtilassa olleelle keskustelualustalle.

Tehtävässä opiskelija etsi ja tutustui uutisiin, joissa käsitellään vastuullisuutta tuotekehityksessä ja tuotesuunnittelussa. Opiskelija nosti kiinnostavan uutisen referoituna keskustelualueelle näkyviin, ja otti osaa myös muiden esille nostamiin uutisiin.



### Tehtävä 1.12. Vastuullisuus tuotekehityksessä ja tuotesuunnittelussa

Tehtävän tavoitteena oli kehittää ja suunnitella tuote konseptitasolla, joka huomioi kestävän valmistuksen periaatteet.

1. Opiskelija valitsi tuotteen, jota halusi kehittää paremmaksi huomioiden kestävän kehityksen ja kiertotalouden periaatteet.
2. Opiskelija tutustui tuotteen elinkaareen ja pohti:
  - Kuinka tuotteen ympäristöystävällisyyttä voisi parantaa sen elinkaaren eri vaiheissa?
  - Miten tuotteen kestävyyttä ja turvallisuutta käyttäjälle voisi parantaa?
  - Kuinka tuotteesta saa taloudellisesti kannattavan ja kilpailukykyisen markkinoilla, ja kuinka huomioida kestävä valmistus?
3. Opiskelija laati 2–4 sivun raportin, jossa esitteli tuotteen kehitysideoita ja perusteli valinnat huomioiden kestävän kehityksen periaatteet.

## Lisäävä valmistus ja 3D-skannaus

### Lisäävä valmistus

- Puhekielessä 3D-tulostus (3D-printing)
- Ammatikielessä puhutaan (ainetta) lisäävästä valmistuksesta (AM, Additive Manufacturing)

### Standardisointi

- Alan standardisointia tehty viimeisen 10 vuoden aikana
- Painopiste siirtymässä spesifeihin sovelluskohteisiin ja materiaaleihin
- Kertoo osaltaan alan kypsymisestä vakavasti otettavaksi tuotantomenetelmäksi

[ISO/ASTM 52900:2021\(en\) Additive manufacturing – General principles – Fundamentals and vocabulary](#) - Suomeksi SFS-EN ISO/ASTM 52900:2021

### AM-menetelmät

- Sidosaineruiskutus - Binder Jetting
  - [How does the Binder Jetting 3D printing process work?](#)
- Suorakerrostus - Direct Energy Deposition
  - [Welcome to Directed Energy Deposition - Metal Additive Manufacturing](#)
  - [The making of WAAMPeller 1 part 1](#)
- Materiaalin pursotus - Material Extrusion
  - [Baby Groot - 3D Printing Time Lapse](#)
- Materiaalin ruiskutus - Material Jetting
  - [material jetting](#)
- Jauhepetimenetelmä - Powder bed fusion
- Laminointi - Sheet Lamination
  - [sheet lamination](#)
- Nesteen fotopolymerisointi - Vat photopolymerization
  - [Timelapse of 3D Printing a Designer Torus on Zortrax Inkspire Resin 3D Printer](#)

### Perinteiset valmistusmenetelmät

- Formative manufacturing - Ainetta muovaavat menetelmät (Valaminen, taivutus yms)
- Subtractive manufacturing - Ainetta poistavat menetelmät (Koneistus yms)

### Lisäävä valmistus - Additive manufacturing

- Ainetta lisäävä valmistus
- Kappale valmistetaan kerros kerrokselta
- Materiaalia vain sinne missä sitä tarvitaan
- Jälkikäsittelyä vähän tai ei lainkaan

### 3D-mallinnus

- Piirrepohjainen mallinnus
- Polygonipohjainen mallinnus
- Käyrä- ja pintamallit

### 3D-skannaus - Käänteinen suunnittelu

- Laser- ja/tai valopohjaista 3D-mittaamista
- 3D-tulostuksen parina helpottaa CAD-mallin ja esim. varaosien valmistamista
- Skannit vaativat aina jälkikäsittelyä ennen tulostusta

### Webinaarissa käsiteltiin myös

- 3D-tulostuksen ja 3D-skannauksen periaatteita
- AM-suunnittelua Design for AM (DfAM)
  - Tasot
  - Tulostusmenetelmäriippuvuudet
  - [Nyrkkisääntöjä](#)
  - Tulostettavuus
  - Täyttö (Infill)
  - Tukimateriaali
  - Kappaleen lujuus
  - Rakenteiden ja kokoonpanojen uudelleen suunnittelu
  - Sarjatuotanto
  - Generatiivinen suunnittelu
  - 3D-mallien tuottaminen tekoälyn avulla
  - Nestling
  - Simulointi
  - Hybridimallit
  - Metallitulosteiden lujuusarvot ja orientaation vaikutus
  - Turvallisuus
  - Trendit

### Lisäävä valmistus – käyttökohteet:

- Pikavalmistus ja räätälöidyt tuotteet
- Piensarjat ja varaosat
  - Piensarjojen valmistus erityisesti jauhepetimenetelmällä
  - Sarjatuotanto, jossa kappalemäärät ovat verrattaen pieniä
  - Varaosien valmistus omille tuotteille tarpeen mukaan
  - Varaosien valmistus tuotteille, joille tukea ei enää ole saatavilla
- Sarjatuotanto
  - Erityisesti vaativissa kohteissa aito sarjatuotanto
- 3D-tulostetut muotit massatuotantoa varten

### Linkejä

- [Could 3D Printing at Home Be Detrimental to Health?](#)
- [Characterization of Volatile and Particulate Emissions from Desktop 3D Printers](#)
- [Safety practices and occupational hazards of the additive manufacturing of high entropy alloys](#)
- [Safety Considerations for Additive Manufacturing and 3-D Printing](#)
- [Hunyuan 3D Generation Open-Source Model](#)
- [Can I Use AI To Make Models For 3D Printing?](#)
- [New AI-driven 3D printed prosthetic eyes](#)
- [Spare Parts 3D launches new AI-powered 2D-to-3D model digitization tool](#)

## AM Materiaalit

- Kestävät materiaalit
- Kierrätysmateriaalit
- Tulostusmateriaalien kierrätys
- Materiaalivalinnat

## Yhteenveto - Lisävä valmistus

- Laaja kattokäsite, tekniikoita useita
- Yksi valmistusmenetelmä muiden joukossa
- Omat etunsa ja rajoitteensa
- Ei suoraan korvaa perinteisiä menetelmiä, vaan täydentää niitä
- Edellyttää osaamista ja ymmärrystä jo suunnitteluvaiheessa
- Ei enää pelkkää protoilua ja leikkimistä, vaan aidosti käytössä ja kasvussa oleva, vakavasti otettava teollinen valmistusmenetelmä

## Vastuullinen suunnittelu

- Agenda2030
- Voidaanko lisäävän valmistuksen tai 3D-skannauksen keinoin edistää Agenda 2030 tavoitteita?
- **Kestävyuden 6R-malli**
  - Reduce – Tuotteen elinkaaren kaikissa vaiheissa vähennetään resurssin käyttöä
  - Recover – Tuotteen purkaminen, hyödynnettävien komponenttien sekä kierrätettävien materiaalien lajittelu
  - Remanufacture – Tuotteita uudelleensuunnitellaan, kunnostetaan ja korjataan
  - Reuse – Tuotteiden sisältämiä komponentteja uudelleenkäytetään
  - Recycle – Tuotteiden ja komponenttien materiaalit kierrätetään
  - Redesign – Tuote suunnitellaan uudelleen siten, että resurssien käytön vähentäminen, komponenttien uudelleenkäyttö ja tuotteiden kunnostus ja korjaus on mahdollista

## Jamk AM-laitteet

- Jauhepetitulostus
- Filamenttitulostimet opiskelijakäyttöön
- Nesteen fotopolymerisointi
- Materiaalin pursotus (muovi)
- Materiaalin pursotus (betoni)

## Mallinnusohjelmia

- [AutoDesk ohjelmistot](#) opiskelijalisenssillä
- [Blender](#)
- [FreeCAD](#)
- [SketchUp](#)

# Lisäävä valmistus / AM

## Lähteet / Sources

[Reprap] <https://reprap.org/wiki/File:Prusal3-metalframe.jpg>  
[Hubs] <https://www.hubs.com/guides/3d-printing/>  
[ISO] <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-astm:52900:ed-2:v1:en>  
[Filament2Print] [https://filament2print.com/gb/blog/87\\_manufacturing-molds-3d-printing.html](https://filament2print.com/gb/blog/87_manufacturing-molds-3d-printing.html)  
[TonerBuzz] <https://www.tonerbuzz.com/blog/3d-printing-statistics/>  
[Bourke] <http://paulbourke.net/geometry/circlesphere>  
[GE] <https://www.ge.com/news/reports/laser-metalz-bionic-design-next-frontier-3d-printing>  
[Elmestudio] <http://www.elmestudio.fi/fi/elmen-palvelut/laboratoriopalvelut/>  
[UPM] <https://www.upmformi.com/3d/>  
[3D Beginners] <https://www.3dbeginners.com/how-to-recycle-3d-printing-filament/>  
[SmarTech] <https://www.prnewswire.com/news-releases/smartech-analysis-report-metal-additive-manufacturing-market-back-on-track-to-produce-more-than-50b-in-components-annually-by-2030-301355801.html>  
[Siemens] <https://blogs.sw.siemens.com/nx-design/how-generative-design-is-transforming-engineering/>  
[MoJee 3D] <https://mojee3d.com/what-is-the-best-3d-print-infill-pattern/>  
[RAMLAB] <https://www.ramlab.com/resources/waam-101/>  
[Autodesk] <https://adsknews.autodesk.com/news/gm-autodesk-using-generative-design-vehicles-future>  
[BMW] <https://3dprint.com/222268/bmw-3d-printed-roof-bracket/>; <http://www.autobeatonline.com/articles/speed-metal>  
[Dimecc] <https://www.dimecc.com/the-pressure-vessel-3d-printed-by-andritz-savonlinna-works-oy-and-fame-ecosystem-is-a-european-giant/>  
[Hackaday] <https://hackaday.com/2019/02/28/threading-3d-printed-parts-how-to-use-heat-set-inserts/>  
[Valco] Messuilla kuvattu Valco Oyj:n esitekappale

[3Dprint] <https://3dprint.com/250415/additive-manufacturing-materials-talent-insight/>  
[3D Printing Industry] <https://3dprintingindustry.com/news/iso-astm-develop-standards-development-structure-96761/>; <https://3dprintingindustry.com/news/3d-printing-industry-news-sliced-exone-sigma-labs-coretechnology-dimension-inx-velo3d-ceramtec-ohio-state-university-and-more-189758/>; <https://3dprintingindustry.com/news/mantle-3d-printers-reduce-tooling-lead-times-by-50-new-customers-announced-228373/>  
[AMChronicle] <https://amchronicle.com/insights/opportunities-for-3d-printing-in-foundry-and-casting-applications/>  
[Control] <https://control.com/news/introducing-high-volume-low-labor-3d-printing-with-the-formlabs-automation-ecosystem/>  
[AMFG] <https://amfg.ai/2019/06/26/metal-3d-printing-a-definitive-guide/>  
[3DBavaria] <https://www.3dbavaria.com/en/the-difference-between-pa12-and-pa11/>  
[All3DP] <https://all3dp.com/1/3d-printing-aluminum/>  
[SelfCAD] <https://www.selfcad.com/blog/types-of-3d-modeling-which-one-to-choose>  
[3DNatives] <https://www.3dnatives.com/en/freescan-ue-pro-shining3d-multifunctional-scanner-250420224/#!>  
[EOS] <https://www.eos.info/en/3d-printing-materials/metals/copper>  
[AMFG] <https://amfg.ai/2019/05/28/7-exciting-examples-of-3d-printing-in-the-automotive-industry/>  
[Markforged] <https://markforged.com/resources/blog/why-do-polymer-3d-printing-users-add-metal-to-the-toolbox>  
[UM] <https://um.fi/agenda-2030-sustainable-development-goals>  
[Malbasic] [https://www.researchgate.net/publication/374457308\\_THE\\_ROLE\\_OF\\_THE\\_COST\\_AND\\_QUALITY\\_IN\\_ADDITIVE\\_MANUFACTURING](https://www.researchgate.net/publication/374457308_THE_ROLE_OF_THE_COST_AND_QUALITY_IN_ADDITIVE_MANUFACTURING)  
[FormLabs] <https://formlabs.com/eu/blog/3d-printing-materials/>  
[Hernandez] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978919305475>  
[EEVC] Impact of lightweight design on energy consumption and cost effectiveness of alternative powertrain concepts, <https://core.ac.uk/download/pdf/31004331.pdf>  
[DigitalEngineering] <https://www.digitalengineering247.com/article/3d-scanning-101>

[EngineersGarage] <https://www.engineersgarage.com/3d-scanning-3d-scanners/>  
[Artec] <https://www.artec3d.com/3d-scanning-equipment/tripods>  
[Kestävä Kehitys] <https://kestavakehitys.fi/agenda-2030>  
[Additive Manufacturing] <https://www.additivemanufacturing.media/articles/is-recycled-metal-scrap-the-future-feedstock-of-choice-for-metal-3d-printing>  
[ResearchGate] Effects of additive manufacturing processes on part defects and properties: a classification review [https://www.researchgate.net/publication/358597103\\_Effects\\_of\\_additive\\_manufacturing\\_processes\\_on\\_part\\_defects\\_and\\_properties\\_a\\_classification\\_review](https://www.researchgate.net/publication/358597103_Effects_of_additive_manufacturing_processes_on_part_defects_and_properties_a_classification_review)

Kuvat ja teksti, ellei toisin viitattu / Text and Pictures unless otherwise referenced:  
CC BY-SA 4.0 - Timo Malvisalo, Jyväskylän Ammattikorkeakoulu / JAMK University of Applied Sciences.

Esityksen muotoilussa ja ideoinnissa on käytetty apuna CoPilot –tekoälyä. / CoPilot AI has been used for formatting and concepting of the presentation.

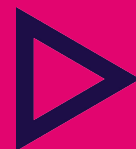
Lisäävä valmistus – Additive Manufacturing – Timo Malvisalo

jamk



## Tehtävä 2.1. Vastuullisuus lisäävän valmistuksen ja käänteisen suunnittelun näkökulmasta – viimeaikaisia tapahtumia uutisoinnin kautta

Tehtävässä opiskelija etsi ja tutustui uutisiin, joissa käsiteltiin lisäävää valmistusta (=3D-tulostusta) ja 3D-skannausta (käänteistä suunnittelua).



1. Etsi artikkeli sovelluksesta, jossa 3D-tulostusta ja/tai 3D-skannausta on hyödynnetty kestäväällä tavalla tai niiden avulla on voitu kehittää tuotteita vastuullisemmiksi.
2. Linkitä uutinen tai ota siitä kuva/PDF-versio keskustelupalstalle. Referoi uutisen pääkohdat ja kerro miksi valitsit uutisen.
3. Arvioi Agenda 2030 pohjalta, millä tavoin vastuullisuus ja kestävä kehitys sovelluskohteessa ilmenee.
4. Analysoi 6R-menetelmää noudatellen, mitä hyötyjä skannauksen tai tulostuksen käytöstä on ollut.
5. Käy kommentoimassa myös muiden keskustelualueelle nostamia uutisia ja niiden pohdintoja.



### Tehtävä 2.2. 3D-tulostuksen kestävyys ja energiatehokkuus

Opiskelijat valitsivat yhden yksi lisäävän valmistuksen menetelmän ja –materiaalin, esim. metallien jauhepetitulostus tai muovin fotopolymetrisointi ja etsivät menetelmään liittyviä case studyjä ja/tai tutkimusartikkeleita, joissa käsitellään kyseisen 3D-tulostusmenetelmän energiatehokkuutta, kestävyyttä ja materiaalien kierrätettävyyttä.

1. Linkitä artikkeli(t) tai liitä kuva/PDF-tuloste keskustelupalstalle. Referoi pääkohdat.
2. Vertaa lisäävää valmistusta perinteisiin valmistusmenetelmiin kestävyuden näkökulmasta ja arvioi kriittisesti, missä tilanteissa 3D-tulostus on järkevää. Voit myös verrata valitsemaasi tulostusmenetelmää muihin tulostusmenetelmiin.
3. Käy kommentoimassa myös muiden keskustelualueelle nostamia artikkeleja ja niiden pohdintoja.



### Tehtävä 2.3

Tehtävässä 2.3 opiskelijat valitsivat joko a tai b vaihtoehdon.

- a) Mallinna ja 3D-tulosta haluamasi kappale
- b) Perinteisin menetelmin valmistetun kappaleen korvaaminen tulostetulla (hahmottelu)



### Tehtävä 2.3A. Mallinna ja 3D-tulosta haluamasi kappale

1. Asenna Inventor Professional ohjeen mukaan.
2. Selvitä missä voit kappaleen tulostaa, minkä kokoisena ja mitä materiaaleja on käytössä. Tulostimia löytyy mm. kirjastoilta ja oppilaitoksilta. Myös Jamkille voi tulla tulostamaan.
3. 3D-mallinna kappale – vaikkapa kotona tarvitsemasi varaosa tai jotakin työhösi liittyvää.
4. Halutessasi voit käydä 3D-skannaamassa esim. rikkoutuneen kappaleen Jamkilla mallinnuksen pohjaksi.
5. Palauta kuva valmiista kappaleesta keskustelualueelle ja kerro lyhyesti miksi valitsit kyseisen kappaleen, mitä tulostusmenetelmää ja materiaalia käytit, ja mitä tekisit jälkikäteen ajateltuna toisin tai paremmin seuraavalla kerralla.



### Tehtävä 2.3B. Perinteisin menetelmin valmistetun kappaleen korvaaminen tulostetulla (hahmottelu)

1. Valitse työelämästä tai kotoa haluamasi kappale, joka EI ole suoraan 3D-tulostukselle soveltuva esim. geometriansa puolesta. Ota kuva tai pari kappaleesta ja tutki miten ja mistä materiaalista se on aiemmin mahdollisesti valmistettu.
2. Hahmottele käsin piirtäen, kuvankäsittelyohjelmilla tai vaikkapa powerpointilla, miten kappaletta olisi muutettava, jotta sen tulostaminen olisi mahdollista, järkevää ja esim. tukimateriaalitarvetta ajatellen mahdollisimman helppoa.
3. Kerro lyhyesti miksi valitsit kyseisen kappaleen sekä mitä tulostusmenetelmää ja materiaalia käyttäisit tulosteen valmistamiseen. Tutki erityisesti, onko markkinoilla saatavilla ympäristöstävällisiä tai kierrätettyjä materiaaleja alkuperäisen materiaalin tilalle.
4. Arvioi yleisesti, voisiko kappaleen valmistaminen 3D-tulostamalla edistää sen vastuullisuutta.
5. Merkitse käyttämäsi lähteet mahdollisine linkkeineen raportin loppuun.
6. Palauta vastauksesi muutaman sivun raporttina palautuslaatikkoon.

#### Lisäksi opiskelun tueksi Moodle työtilasta löyivät osiot

##### 3D-mallinnusharjoituksia ja ohjeita

- 3D-tulostuksen teoriaa ja käytäntöjä
- Inventorin käyttö
- STL-tiedostojen tallennus
- Mallinnusharjoituksia

##### AutoDesk ohjelmistojen asennus kotikoneelle

- Ohjeistukset
- Lisäksi opiskelijoilla oli mahdollisuus opiskella myös Jamkin F-siiven koneluokissa.