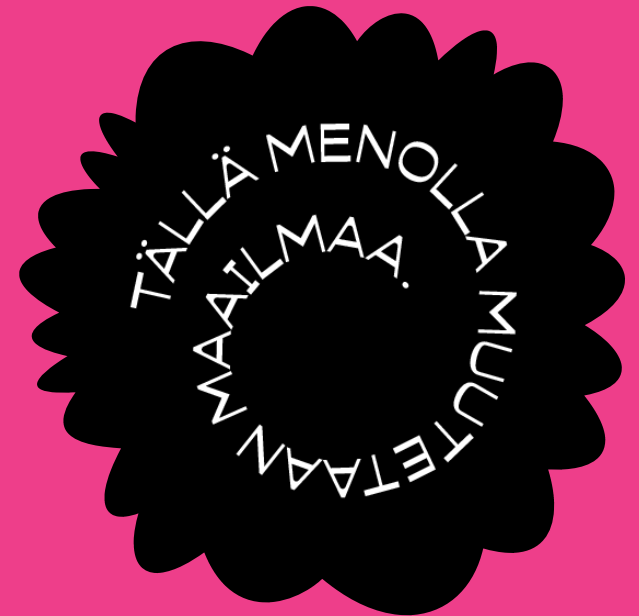


SAVONIA

1

Vastuullisuuden simulointi

SitePro-hanke



24.6.2026

www.savonia.fi

Vastuullisuus

1. Mitä on vastuullisuus teknologiateollisuudessa?

Määritelmä: Vastuullisuus tarkoittaa teknologiateollisuudessa toimimista siten, että otetaan huomioon ympäristöön, yhteiskuntaan ja talouteen kohdistuvat vaikutukset.

Tavoite: Innovaatioiden ja kestävän kehityksen tasapainottaminen

2. Vastuullisuuden kolme osa-aluetta teknologiateollisuudessa

- **Ympäristövastuu:**
 - Energiatehokkaiden ja ympäristöystävällisten tuotteiden kehittäminen
 - Elektroniikkajätteen vähentäminen ja kierrätys
 - Uusiutuvien energialähteiden käyttö tuotannossa
- **Sosiaalinen vastuu:**
 - Työolosuhteiden parantaminen ja työntekijöiden oikeudet
 - Yhteisön tukeminen ja STEM-koulutuksen edistäminen
 - Monimuotoisuuden ja tasa-arvon edistäminen työpaikalla
- **Taloudellinen vastuu:**
 - Eettinen hankinta ja toimitusketjun vastuullisuus
 - Pitkän aikavälin taloudellinen vakaus ja kestävä kasvu
 - Läpinäkyvyys ja rehellisyys liiketoiminnassa

Vastuullisuus

3. Miksi vastuullisuus on tärkeää teknologiateollisuudessa?

- **Ympäristön suojelu:** Hiilijalanjäljen vähentäminen ja resurssien säästäminen.
- **Yhteiskunnan hyvinvointi:** Eettiset työolosuhteet ja yhteisöjen tukeminen.
- **Taloudellinen kestävyys:** Kestävät liiketoimintamallit ja innovaatiot.

4. Esimerkkejä vastuullisista toimista teknologiateollisuudessa

- **Ympäristö:** Energiatehokkaiden tuotteiden suunnittelu, kierrätysohjelmat.
- **Sosiaalinen:** Työntekijöiden koulutus- ja hyvinvointiohjelmat, tasa-arvoiset palkkauskäytännöt.
- **Taloudellinen:** Läpinäkyvät hankintaketjut, eettiset investoinnit ja reilut palkkiot.

5. Miten teknologiateollisuus voi edistää vastuullisuutta?

- **Vastuullisuusstrategian luominen:** Sisältää tavoitteet, mittarit ja toimintasuunnitelman teknologia-alalle.
- **Sidosryhmien sitouttaminen:** Vuoropuhelu ja yhteistyö sidosryhmien kanssa.
- **Raportointi ja seuranta:** Vastuullisuustoimien ja tulosten säännöllinen raportointi.

Vastuullisuus

6. Haasteet ja ratkaisut teknologiateollisuudessa

Haasteet: Nopea teknologinen kehitys, resurssien puute, vastarinta muutokselle.

Ratkaisut: Koulutus, yhteistyö, innovaatio ja jatkuva parantaminen.

7. Vastuullisuuden tulevaisuus teknologiateollisuudessa

Trendit: Kasvava kiinnostus vastuullisuutta kohtaan, teknologiset innovaatiot, lisääntyvä sääntely.

Tavoitteet: Kestävän kehityksen tavoitteiden (SDG) saavuttaminen, ilmastoneutraalius, yhteiskunnallinen oikeudenmukaisuus.

Mitä voidaan simuloida

- Karkealla tasolla vastuullisuuteen liittyvät päätökset ja valinnat sekä niiden vaikutus, riskit, mahdollisuudet
- Tarkemmalla tasolla tuotantoprosessin energia- ja materiaalitehokkuus, työturvallisuus, hiilijalanjälki, jätevirrat, sivuvirrat, suljettujen kiertojen toiminta
- Kustannukset elinkaaren aikana
- Toimitusketjun ja niiden resilienssi vastuullisuuden näkökulmasta esim. työajat, turvallisuus jne. jos toimitusajat muuttuvat äkillisesti (kiire)
- Tuotteiden elinikä -> liittyy vahvasti ympäristövaikutuksiin tuotteen elinkaaren aikana
- Systeemiajattelu simuloinnista olennainen asia, niin myös vastuullisuudessa ja sen simuloinnissa

Case esimerkki 1: In-Plant Logistics Simulation Model for the Catering Service Industry Towards Sustainable Development: A Case Study

- Tutkimuksessa tavoitteena oli catering-palveluyrityksen pesuprosessin optimointi
- Simulointiin astioiden esipesuprosessia 30 päivän aikana, jotta voitiin tunnistaa ja ratkaista tuotannon pullonkauloja.
- Simuloinnin tuloksena havaittiin, että lisäämällä esipesutyöntekijöiden määrää kuudesta kahdeksaan voitiin parantaa tuottavuutta 92 prosentista 99,4 prosenttiin. Tämä vähensi myös ylitöiden tarvetta ja paransi resurssien käytön tehokkuutta.
- Tutkimus osoittaa, kuinka simuloinnin avulla voidaan optimoida prosesseja, parantaa tehokkuutta ja edistää vastuullista toimintaa teollisuudessa
- Vastuullisuuden osalta olennainen mittari ja tulos: resurssitehokkuus, veden käyttö, työntekijöiden kuormitustekijät (sosiaalinen vastuu)

<https://www.mdpi.com/2071-1050/11/13/3655>

Case esimerkki 2: Towards Sustainable Manufacturing: A Case Study for Sustainable Packaging Redesign

- Ympäristövastuun simuloinnista valmistavassa teollisuudessa tapaustutkimus, jossa keskityttiin kestävään pakkaussuunnitteluun
-> materiaalitehokkuus
- Tässä tutkimuksessa analysoitiin ja simuloitiin nykyisiä pakkausratkaisuja, jotta löydettäisiin ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoja
- Simuloinnin avulla pystyttiin vähentämään pakkausmateriaalin määrää ja parantamaan kierrätettävyyttä, mikä johti merkittäviin vähennyksiin ympäristövaikutuksissa, kuten kasvihuonekaasupäästöissä ja materiaalihävikissä
- https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-06025-0_9

Case esimerkki 3: SUPPLY CHAIN SUSTAINABILITY: A DAIRY INDUSTRY CASE STUDY

- Tapaustutkimus, jossa tutkittiin jogurttiteollisuuden toimitusketjun kestävyyttä
- Tämä tutkimus hyödynsi AnyLogistix-simulaatio-ohjelmistoa mallintaakseen ja optimoidakseen toimitusketjun eri osa-alueita keskittyen erityisesti ympäristövaikutuksiin.

Menetelmät ja lähestymistapa

- Tutkimuksessa simuloitiin toimitusketjun toimintaa huomioiden
 - Raaka-aineiden hankinta
 - Tuotanto
 - Varastointi
 - kuljetus ja jakelu
- Ohjelmisto mahdollisti useiden muuttujien, kuten energiankulutuksen, vedenkäytön ja CO2-päästöjen, dynaamisen mallintamisen ja optimoinnin
- Simulaation avulla voitiin tarkastella eri strategioiden vaikutuksia toimitusketjun ympäristövaikutuksiin ja tunnistaa parannuskohteita

Tutkimuksessa tunnistettiin viisi keskeistä kestävyyttä parantavaa strategiaa:

1. Yhdistetyn energian tuotantolaitos: Energiankulutuksen tehostaminen.
2. Ensisijainen pakkaus: Muovipurkkien korvaaminen paperi- tai lasipurkeilla.
3. Toissijainen pakkaus: Kartonkitarjottimien korvaaminen suuremmilla kartonkilaatikoilla.
4. Kolmannen asteen pakkaus: Muovikalvon korvaaminen innovatiivisella suihkuliimalla.
5. Varastointikäytännöt: Varastointipolitiikan optimointi varaston määrän ja sijainnin vähentämiseksi.

Case esimerkki 3: SUPPLY CHAIN SUSTAINABILITY: A DAIRY INDUSTRY CASE STUDY

Tulokset

- Simulaatiot osoittivat merkittäviä parannuksia ympäristön kannalta.
- Esimerkiksi yhdistetyn energian tuotantolaitos vähensi energiankulutusta lähes 30%.
- Muovipurkkien korvaaminen paperipurkeilla vähensi merkittävästi veden ja energian kulutusta sekä CO₂-päästöjä.
- Varastointipolitiikan optimointi vähensi varaston kokoa ja paransi logistiikan tehokkuutta.
- Tämä tapaustutkimus osoittaa, kuinka simulaatio-ohjelmistojen avulla voidaan tehokkaasti mallintaa ja optimoida toimitusketjujen kestävyyttä, mikä auttaa yrityksiä saavuttamaan ympäristövastuullisuustavoitteensa tehokkaasti ja järjestelmällisesti
- <https://www.anylogistix.com/resources/blog/supply-chain-sustainability-a-dairy-industry-case-study/>
- <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/15/6007>

Miten vastuullisuutta voidaan simuloida?

Vastuullisuuden simulointi voi auttaa yrityksiä ja organisaatioita ymmärtämään ja ennakoimaan päätöstensä vaikutuksia ennen niiden toteuttamista. Simulointien avulla voidaan luoda realistisia malleja, jotka jäljittelevät todellisia prosesseja ja skenaarioita. Tässä on askel askeleelta opas vastuullisuuden simuloinnin toteuttamiseksi:

1. Määrittele simuloinnin tavoitteet

- **Tunnista keskeiset kysymykset:** Mitä vaikutuksia haluat tutkia (ympäristö, sosiaalinen, taloudellinen)?
- **Aseta selkeät tavoitteet:** Mitä haluat saavuttaa simuloinnilla (esim. hiilijalanjäljen vähentäminen, toimitusketjun vastuullisuus)?

2. Kerää ja analysoi data

- **Sisäinen data:** Yrityksen toimintatavat, prosessit, tuotantoketjut.
- **Ulkoiset tekijät:** Markkinatilanne, säädökset, ympäristöolosuhteet.
- **Historiallinen data:** Aiemmat toimenpiteet ja niiden vaikutukset.

Miten vastuullisuutta voidaan simuloida?

3. Valitse simulointimenetelmä

- **System Dynamics:** Mallintaa ja simuloi monimutkaisia järjestelmiä pitkällä aikavälillä.
- **Agent-Based Modeling:** Keskittyy yksittäisten toimijoiden (agenttien) käyttäytymiseen ja niiden vuorovaikutuksiin.
- **Discrete Event Simulation:** Mallintaa tapahtumapohjaisia prosesseja, joissa tapahtumat vaikuttavat toistensa kulkuun.

4. Rakenna simulointimalli

- **Määritä muuttujat:** Tunnista keskeiset muuttujat ja parametrit, kuten raaka-aineiden kulutus, energiankäyttö, jätevirrat.
- **Luo vuorovaikutussäännöt:** Määritä, miten eri muuttujat vaikuttavat toisiinsa.
- **Aseta alkuarvot:** Määritä simuloinnin lähtötilanne ja muuttujien alkuarvot.

5. Suorita simulointi

- **Skenaariopohjainen simulointi:** Luo useita eri skenaarioita (esim. erilaiset ympäristöpolitiikat, teknologiset innovaatiot).
- **Toista ja hienosäädä:** Suorita simulointi useita kertoja eri parametreilla ja analysoi tuloksia.

Miten vastuullisuutta voidaan simuloida?

6. Analysoi tulokset

- **Vertailu:** Vertaa eri skenaarioiden tuloksia ja tunnista parhaat käytännöt.
- **Vaikutusanalyysi:** Arvioi toimenpiteiden vaikutukset ympäristöön, yhteiskuntaan ja talouteen.
- **Riskianalyysi:** Tunnista mahdolliset riskit ja epävarmuustekijät.

7. Tee päätöksiä ja implementoi toimenpiteet

- **Suositukset:** Perustuen simulointituloksiin, laadi suosituksia vastuullisuustoimenpiteiksi.
- **Toimintasuunnitelma:** Luo konkreettinen suunnitelma suositusten toteuttamiseksi.
- **Seuranta ja arviointi:** Seuraa toimenpiteiden vaikutuksia ja päivitä simulointimallia tarpeen mukaan.

Miten vastuullisuutta voidaan simuloida?

Työkalut ja ohjelmistot simuloinnin toteuttamiseksi

- **AnyLogic:** Moniparadigmaohjelmisto, joka tukee System Dynamics, Agent-Based ja Discrete Event Simulation -menetelmiä.
- **Simul8:** Helppokäyttöinen simulointiohjelmisto erityisesti Discrete Event Simulation -menetelmälle.
- **Vensim:** Työkalu System Dynamics -mallintamiseen ja simulointiin.
- **NetLogo:** Ohjelmisto Agent-Based Modeling -simulointien rakentamiseen.
- Simuloinnin avulla yritykset voivat ennakoida ja ymmärtää paremmin päätöstensä vaikutuksia, mikä auttaa tekemään vastuullisempia ja kestävämpiä valintoja.

Muita case-esimerkkejä ja tutkimuskohteita vastuullisuuden näkökulmasta:

- [Modeling and Simulation for Decision Making in Sustainable and Resilient Assembly System Selection](#) (VTT)
- [Simulation with Sustainability Aspects in the Manufacturing System Concept Phase](#) (VTT)
- [Visual Components blogi](#)
- [Survey of French Companies Shows the Impact of Simulation on Sustainability](#) (Ansys)
- [A System Dynamics Simulation-Based Sustainability Benchmarking](#) (Anylogic, Simulation Conference)
- [How Modelling and Simulation can help you achieve sustainability goals](#) (Resolvent)
- [Implementing Sustainability into Virtual Simulation Games in Business Higher Education](#)
- [EPES-menetelmä](#)