



Euroopan unionin  
neuvosto

Bryssel, 29. helmikuuta 2024  
(OR. en)

7172/24

RECH 94  
IND 118  
MI 231  
COMPET 248

## SAATE

---

Lähtettäjä:	Euroopan komission pääsihteeri, allekirjoittajana johtaja Martine DEPREZ
Saapunut:	28. helmikuuta 2024
Vastaanottaja:	Thérèse BLANCHET, Euroopan unionin neuvoston pääsihteeri
Kom:n asiak. nro:	COM(2024) 98 final
Asia:	KOMISSION TIEDONANTO EUROOPAN PARLAMENTILLE, NEUVOSTOLLE, EUROOPAN TALOUS- JA SOSIAALIKOMITEALLE JA ALUEIDEN KOMITEALLE Kehittyneet materiaalit teollisuuden johtoaseman turvaamiseksi

---

Valtuuskunnille toimitetaan oheisena asiakirja COM(2024) 98 final.

Liite: COM(2024) 98 final



Bryssel 27.2.2024  
COM(2024) 98 final

**KOMISSION TIEDONANTO EUROOPAN PARLAMENTILLE, NEUVOSTOLLE,  
EUROOPAN TALOUS- JA SOSIAALIKOMITEALLE JA ALUEIDEN  
KOMITEALLE**

**Kehittyneet materiaalit teollisuuden johtoaseman turvaamiseksi**

**KOMISSION TIEDONANTO EUROOPAN PARLAMENTILLE,  
NEUVOSTOLLE, EUROOPAN TALOUS- JA SOSIAALIKOMITEALLE JA  
ALUEIDEN KOMITEALLE**

**Kehittyneet materiaalit teollisuuden johtoaseman turvaamiseksi**

**1. JOHDANTO**

Tässä tiedonannossa komissio esittää eurooppalaisen strategian teollisuuden johtoaseman vahvistamiseksi kehittyneiden materiaalien alalla, joka on keskeinen mahdollistava teknologian ala. Materiaalit ovat ohjanneet ihmiskunnan kehitystä kivikaudesta lähtien. Nykyisen tieteellisen tietämyksen ja laskentatehon ansiosta materiaaleja, joilla on parempi suorituskyky tai erityistoimintoja, voidaan kehittää ennennäkemättömän nopeasti. **OECD kutsuu näitä tarkoituksellisesti suunniteltuja ja valmistettuja materiaaleja kehittyneiksi materiaaleiksi<sup>1</sup>.**

Kehittyneet materiaalit ovat tärkeä tekijä Euroopan teollisuuden kilpailukyvyn kannalta<sup>2</sup> ja ratkaisevan tärkeitä **EU:n selviytymiskyvyn ja avoimen strategisen riippumattomuuden kannalta**. Ne sisältyvät luetteloon kymmenestä unionin taloudellisen turvallisuuden kannalta kriittisestä teknologia-alasta.<sup>3</sup>

**Kehittyneet materiaalit tarjoavat runsaasti ratkaisuja, jotka voivat tukea Euroopan vihreän kehityksen ohjelman onnistunutta täytäntöönpanoa.** Ne edistävät nettonollateollisuutta koskevassa säädöksessä säädettyjä uusia puhtaita energiateknologioita koskevia innovaatioita ja voivat korvata tiettyjä kriittisiä raaka-aineita ja edistää siten kriittisiä raaka-aineita koskevan säädöksen tavoitteiden saavuttamista. Kehittyneet materiaalit voivat myös korvata vaarallisia aineita, parantaa tuotteiden ja prosessien ympäristötehokkuutta ja helpottaa kiertotalouden toimintaa. Näin ollen ne edistävät eurooppalaisen talouden ja teollisuuden siirtymää monin tavoin: ne tukevat kestävyttä edistävää kemikaalistrategiaa, kiertotalouden toimintasuunnitelmaa ja 55-valmiuspaketin täytäntöönpanoa. Kehittyneet materiaalit ovat olennaisen tärkeitä myös sirusäädöksen kannalta, sillä niillä on merkittävä rooli seuraavan sukupolven puolijohdeteknologioissa. Kehittyneillä materiaaleilla on keskeinen asema myös esimerkiksi avaruus- ja puolustusalailla, sillä niiden edistykselliset ominaisuudet kestävät ankaria olosuhteita, mikä parantaa miehistön turvallisuutta ja suojelua sekä mahdollistaa laitteiden ja strategisen infrastruktuurin toimivuuden. Niillä on mahdollisia sovelluksia myös maataloudessa (kuten torjunta-aineiden korvaamisessa), maatalouselintarvikkeissa (esimerkiksi pakkauksissa) sekä lääkkeissä ja terveydenhuollossa. Tätä tiedonantoa täydennetään tulevilla bioteknologiaa ja biovalmistusta koskevalla aloitteella siirryttäessä

---

<sup>1</sup> Kehittyneillä materiaaleilla tarkoitetaan materiaaleja, jotka on rationaalisesti suunniteltu siten, että niillä on i) uusia tai parannettuja ominaisuuksia ja/tai ii) kohdennettuja tai parannettuja rakenteellisia ominaisuuksia, joiden tavoitteena on saavuttaa tietty tai parempi toiminnallinen suorituskyky. Niitä ovat sekä uudet kehitteillä olevat materiaalit (korkean teknologian materiaalit) että perinteisistä materiaaleista valmistetut materiaalit (matalan teknologian materiaalit). OECD:n valmisteleva kuvaus kehittyneistä materiaaleista: [https://one.oecd.org/document/ENV/CBC/MONO\(2022\)29/en/pdf](https://one.oecd.org/document/ENV/CBC/MONO(2022)29/en/pdf)

<sup>2</sup> Materials 2030 Manifesto: <https://www.ami2030.eu/wp-content/uploads/2022/06/advanced-materials-2030-manifesto-Published-on-7-Feb-2022.pdf>

<sup>3</sup> Komission suositus EU:n taloudellisen turvallisuuden kannalta kriittisistä teknologia-aloista jäsenvaltioiden kanssa tehtävää riskinarviointia varten, C(2023) 6689 final.

käyttämään vaihtoehtoisia raaka-aineita kehittyneiden materiaalien tuottamiseksi ja uusiutuvien energialähteiden ja materiaalien käytön lisäämiseksi niiden tuotannossa.

**Kehittyneiden materiaalien kysynnän odotetaan kasvavan merkittävästi tulevina vuosina<sup>4</sup>** esimerkiksi uusiutuvan energian tuotannossa<sup>5</sup>, akuissa<sup>6</sup>, päästöttömissä rakennuksissa<sup>7</sup>, puolijohteissa<sup>8</sup>, lääkkeissä ja lääkinnällisissä laitteissa, satelliiteissa, kantorakenteissa, lentokoneissa tai muissa kaksikäyttösovelluksissa ja puolustustarvikkeissa.

Euroopan on toteutettava vihreä ja digitaalinen siirtymä **säilyttääkseen maailmanlaajuisen teollisuuden johtoasemansa ja saavuttaakseen avoimen strategisen riippumattomuuden**. Tämän tavoitteen edistämiseksi EU:n pitäisi **i) nopeuttaa kehittyneiden materiaalien tutkimusta ja teknologian kehittämistä, ii) lisätä innovointi- ja valmistuskapasiteettiaan ja iii) nopeuttaa kehittyneiden materiaalien teollista käyttöönottoa**. Tämä edellyttää sellaisen ympäristön luomista, jossa rakennetaan olemassa olevien vahvuuksien varaan, pidetään yllä tutkimus- ja innovointi-investointeja ja -tuotantoa EU:ssa sekä edistetään kehittyneiden materiaalien ja valmistusteollisuuden kilpailukykyä, selviytymiskykyä ja kasvua.

Tämän **tiedonannon yleisenä tavoitteena** on näin ollen luoda **kehittyneille materiaaleille Eurooppaan dynaaminen, turvallinen ja osallistava ekosysteemi**, jolla varmistetaan johtoasema tutkimuksessa ja nopeutetaan innovaatioiden saattamista sisämarkkinoille. Tämän toteuttamiseksi

- (1) kehittyneiden materiaalien tutkimusta ja innovointia koskevia EU:n, kansallisia ja alueellisia painopisteitä on koordinoitava eurooppalaisella lähestymistavalla ja yksityisiä investointeja on lisättävä huomattavasti,
- (2) innovoijia sekä pieniä ja keskisuuria yrityksiä on tuettava, jotta ne voivat suunnitella ja testata materiaaleja, joilla on parempi suorituskyky ja paremmat ominaisuudet kiertotalouden ja kestävyuden kannalta,
- (3) kehittyneiden materiaalien laajamittaisemman ja nopeamman käyttöönoton on toimittava markkinoiden katalysaattoreina vihreässä ja digitaalisessa siirtymässä ja lisättävä EU:n selviytymiskykyä ja taloudellista turvallisuutta.

## **2. KEHITTYYNEIDEN MATERIAALIEN OSALLISTAVAN EKOSYSTEEMIN LUOMISEEN LIITTYVÄT HAASTEET**

Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi Euroopan on vastattava seuraaviin haasteisiin:

- (1) **Tutkimus- ja innovointiekosysteemin hajanaisuus:** EU on ollut pitkään maailmanlaajuinen johtaja materiaalitieteen alalla, minkä ovat mahdollistaneet i) eri sovellusaloja kattavien kansallisten ohjelmien vahva tuki sekä ii) EU:n tutkimuksen ja innovoinnin puiteohjelmat. Kuitenkin vain pienellä osalla jäsenvaltioista on erityinen materiaalistrategia, ja muissa jäsenvaltioissa materiaalitutkimusta käsitellään yleisissä kansallisissa ohjelmissa. Koska yhteistä ja koordinoitua strategiaa ei ole, kehittyneiden materiaalien tutkimukseen ja

<sup>4</sup> Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU – A foresight study, Euroopan unionin julkaisu- ja tiedustelu, Luxemburg, 2023, doi:10.2760/386650, JRC132889.

<sup>5</sup> Euroopan tuulivoimaa koskeva toimintasuunnitelma, COM(2023) 669 final.

<sup>6</sup> [https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/batteries\\_fi](https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/batteries_fi)

<sup>7</sup> <https://www.consilium.europa.eu/fi/press/press-releases/2023/12/07/fit-for-55-council-and-parliament-reach-deal-on-proposal-to-revise-energy-performance-of-buildings-directive/>

<sup>8</sup> Sirusäädös (EU) 2021/694.

innovointiin tarkoitetut julkiset resurssit ovat hajanaisia eivätkä vahvasta riittävästi EU:n kilpailukykyä ja innovointivalmiuksia vihreän ja digitaalisen siirtymän ja EU:n selviytymiskyvyn edistämiseksi.

- (2) **Yksityiset investoinnit eivät vastaa kasvavia tarpeita:** Vihreän kehityksen teollisuussuunnitelmassa korostetaan, että EU:n on varmistettava, että sen pääomamarkkinat kykenevät tarjoamaan EU:n yrityksille määrällisesti riittävää ja monipuolista rahoitusta strategisesti keskeisillä aloilla. EU:n teolliset tutkimus- ja kehitysinvestoinnit kehittyneisiin materiaaleihin (19,8 miljardia euroa vuonna 2020) ovat selvästi alle puolet Amerikan yhdysvalloissa tehdyistä investoinneista (50,3 miljardia euroa). Seuraavaksi suurimpia investoinnit ovat Etelä-Koreassa (19,6 miljardia euroa) ja Japanissa (14,0 miljardia euroa), kun taas Kiinan teollisuuden investoinnit ovat vähäisempiä (7,7 miljardia euroa).<sup>9</sup> Lisäksi EU:n maailmanlaajuinen asema teollisuuden omistamissa patenteissa on heikkenemässä: EU oli viidennellä sijalla Yhdysvaltojen, Japanin, Etelä-Korean ja Kiinan jälkeen vuonna 2019.<sup>9</sup>
- (3) **Kiertotalouden ja materiaalitehokkuuden alalla ei ole edistytty:** Kiertomateriaalien käyttöaste EU:ssa on tällä hetkellä pysähtynyt alle 12 prosenttiin<sup>10</sup>, eikä materiaaleja koskevassa tutkimuksessa ja innovoinnissa edelleenkään panosteta riittävästi kiertotalouteen, mikä johtuu muun muassa siitä, että materiaalivirroista ei ole syvällistä tietoa. Kestävyys ja kiertotalous ovat tärkeitä edellytyksiä EU:n talouden ja teollisuuden siirtymän edistämiseksi ja EU:n yritysten kilpailukykyä säilyttämiseksi maailmanmarkkinoilla. Ne ovat avainasemassa tuotteiden ekologista suunnittelua koskevan asetuksen ja kriittisiä raaka-aineita koskevan säädöksen tavoitteiden saavuttamisessa. Uusien kehittyneiden materiaalien tulisi olla 'turvalliseksi ja kestäviksi suunniteltuja'<sup>11</sup>, jotta voidaan saavuttaa vihreän kehityksen ohjelman tavoitteet saasteettomuudesta ja myrkyttömästä ympäristöstä.
- (4) **Pitkät innovointiprosessit ja riittämätön digitalisaatio:** Kehittyneiden materiaalien kehittäminen perinteisin menetelmin voi kestää 10–30 vuotta.<sup>12</sup> Tutkimuksen ja kehittämisen digitalisointi voi nopeuttaa innovatiivisten materiaalien löytämistä, ja Eurooppa voisi hyötyä digitaalisten välineiden paremmasta hyödyntämisestä tällä alalla. Esimerkiksi tekoäly auttoi tutkijoita hiljattain ennustamaan lähes 400 000 vakaata kristallirakennetta, mikä avasi mahdollisuuksia merkittävälle edistysaskelille puhtaan energian ja elektroniikan aloilla.<sup>13</sup> Innovaatioiden tahti on nopeutumassa, ja niistä on tulossa yhä monimutkaisempia. Lisäksi kehittyneiden materiaalien käytön laajentaminen ja niiden valmistaminen edellyttävät huomattavia pääomainvestointeja.
- (5) **Innovatiivinen tutkimus ja käyttöönotto teollisissa sovelluksissa ja prosesseissa eivät ole yhteydessä toisiinsa:** Uraauurtavan tutkimuksen ja teollisten sovellusten välinen kuilu johtaa riittämättömään yhteistyöhön ja

<sup>9</sup> Industrial R&D&I investments and market analysis in advanced materials: [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/document/8f77caee-3a2c-4ef9-8ca2-65fd6c900581\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/document/8f77caee-3a2c-4ef9-8ca2-65fd6c900581_en). Lukuihin sisältyvät teollisuuden kehittyneisiin materiaaleihin tehdyt investoinnit lääkealaa lukuun ottamatta.

<sup>10</sup> Eurostat: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/monitoring-framework>

<sup>11</sup> Komission suositus eurooppalaisen kehityksen luomisesta "turvalliseksi ja kestäviksi suunniteltujen" kemikaalien ja materiaalien arviointia varten, (EU) 2022/2510.

<sup>12</sup> Muench, S., Stoermer, E., Jensen, K., Asikainen, T., Salvi, M. ja Scapolo, F., *Towards a green and digital future*, Euroopan unionin julkaisu- ja tiedustelu, Luxemburg, 2022, doi:10.2760/54, JRC129319.

<sup>13</sup> Peplow, M., *Google AI and robots join forces to build new materials*, Nature, 2023, doi:<https://doi.org/10.1038/d41586-023-03745-5>, <https://www.nature.com/articles/d41586-023-03745-5>

strategisen yhdenmukaisuuden puutteeseen ja haittaa näin kehittyneiden materiaalien integroimista teollisuuteen. Jos teollisuuden tarpeiden ja tutkimustavoitteiden välillä ei ole vahvoja yhteyksiä ja synergiaa, Euroopan unionin asema innovaatiojohtajana on vaarassa ja teollisuudenaloilla on vaikeuksia käyttää kehittyneitä materiaaliratkaisuja.

- (6) **Testaus- ja kokeilutilojen puute:** Teknologiainfrastruktuurit, joissa on tilat kokeilua, prototyypin luomista, testausta ja pilotointia varten, nopeuttavat tuotteiden markkinoille saattamista. Teknolohiateollisuudella, erityisesti startup-yrityksillä ja pk-yrityksillä, ei useinkaan ole varaa sisäiseen infrastruktuuriin, minkä vuoksi ne tarvitsevat parempia mahdollisuuksia päästä tällaisiin tiloihin voidakseen validoida ja optimoida uusia ja keskeisiä teknologioita ennen kaupallistamista. Jotta huippuosaamista voidaan levittää koko Euroopan alueelle ja tukea laajempaa osallistumista eurooppalaiseen tutkimusalueeseen, on tärkeää yhdistää eri alueiden olemassa olevat infrastruktuurit ja tukea niiden älykästä erikoistumista.<sup>14</sup>
- (7) **Yhdenmukaistettujen standardien tarve:** Standardit ovat erityisen tärkeitä i) sijoittajien ja kuluttajien luottamuksen lisäämiseksi uusiin innovatiivisiin ratkaisuihin ja ii) digitalisaation mahdollistamiseksi. Esimerkiksi digitalisaatiota koskevien erilaisten lähestymistapojen, kuten tiedonkuvausten ja tiedon muotojen, moninaistuminen haittaa digitalisaation edistymistä. Markkinoille saattamisen edistämiseksi ja sääntelyprosessin helpottamiseksi on myös tärkeää varmistaa materiaalien karakterisointia ja suorituskykyä sekä turvallisuuden ja kestävyuden arviointimenetelmiä koskevien standardien yhdenmukaistaminen.
- (8) **Osaamisen puute:** Innovaatiokapasiteetin ja kehittyneiden materiaalien tuotannon lisääminen edellyttää, että EU:ssa toimii monien tieteenalojen tutkijoita ja työntekijöitä, joilla on tarvittavat tekniset taidot. Vihreän kehityksen teollisuussuunnitelman<sup>15</sup> mukaan työvoimapula ja osaamisvaje kuitenkin kaksinkertaistuivat vuosina 2015–2021 vihreän siirtymän kannalta keskeisinä pidetyillä aloilla. Tilannetta vaikeuttaa naisten aliedustus luonnontieteiden, teknologian, insinööritieteiden ja matematiikan (STEM) osa-alueilla, jotka ovat erittäin merkityksellisiä kehittyneiden materiaalien kannalta. Ammattilaisten määrän lisääminen on erityisen tärkeää puhtaan ja syväteknologian alalla, startup-yrityksiä varten tarvitaan ammattitaitoisia perustajia<sup>16</sup>, ja tutkijat ja työntekijät tarvitsevat täydennyskoulutusta digitaalisten välineiden, kuten tekoälyn, käyttöön.

Nämä seikat huomioiden tämä tiedonanto koostuu viidestä pilarista: i) kehittyneitä materiaaleja koskeva eurooppalainen tutkimus ja innovointi: vihreän ja digitaalisen siirtymän, EU:n selviytymiskyvyn ja avoimen strategisen riippumattomuuden mahdollistaja, ii) nopeutettu menettely kehityksestä tuotantoon, iii) pääomainvestointien ja rahoituksen saatavuuden lisääminen, iv) kehittyneiden materiaalien tuotannon ja käytön edistäminen ja v) yleinen hallintokehys.

---

<sup>(14)</sup> [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/policy/communities-and-networks/s3-community-of-practice\\_en](https://ec.europa.eu/regional_policy/policy/communities-and-networks/s3-community-of-practice_en)

<sup>(15)</sup> Vihreän kehityksen teollisuussuunnitelma nettonollan aikakaudelle, COM(2023) 62 final.

<sup>(16)</sup> Tübke, A., Evgeniev, E., Gavigan, J., Compañó, R. & Confraria, H.: Leveraging the Deep-Tech Green Transition & Digital Solutions to Transform EU Industrial Ecosystems, Euroopan komissio, Sevilla, 2023, JRC133774.

### 3. KEHITTYNEITÄ MATERIAALEJA KOSKEVA EUROOPPALAINEN TUTKIMUS JA INNOVOINTI: VIHREÄN JA DIGITAALISEN SIIRTYMÄN, EU:N SELVIYTYMISKYVYN JA AVOIMEN STRATEGISEN RIIPPUMATTOMUUDEN MAHDOLLISTAJA

Puhtaan teknologian ja syväteknologian innovaatioiden käyttöönoton nopeuttaminen Euroopassa sekä EU:n selviytymiskyvyn ja avoimen strategisen riippumattomuuden saavuttaminen kriittisissä teknologioissa edellyttävät kohdennettua julkista ja yksityistä rahoitusta perus- ja soveltavaan tutkimukseen. Tätä varten EU:n jäsenvaltioiden, assosioituneiden maiden ja sidosryhmien kesken tulee määritellä yhteiset tavoitteet ja painopisteet, joilla i) edistetään kehittyneisiin materiaaleihin liittyvää innovointia ja valmistuskapasiteettia, ii) vahvistetaan Euroopan tieteellistä ja teollista perustaa, iii) vähennetään riippuvuutta kriittisistä resursseista ja iv) pyritään synergioihin kehittyneisiin materiaaleihin liittyvissä toimissa kaikilla aloilla.

Eurooppa tulee hyötymään kehittyneiden materiaalien osallistavasta ekosysteemistä, jossa sidosryhmät voivat tehdä yhteistyötä, jossa aloitteet eivät ole hajanaisia ja koordinoimattomia ja jossa kannustetaan tietämyksen jakamiseen ja vertaisoppimiseen.

Yhteinen strateginen lähestymistapa helpottaa myös keskeisten tavoitteiden dynaamista koordinoimista ja yhteensovittamista. Tällaisella yhteisellä strategisella lähestymistavalla edistetään yhteistyötä, vastavuoroista oppimista ja molempia osapuolia hyödyttävien tutkimus- ja innovointistrategioiden kehittämistä kehittyneitä materiaaleja varten. Osana teknologianeuvoston toimia (ks. kohta 7) ja Horisontti Eurooppa -puiteohjelman strategisen suunnitteluprosessin mukaisesti komissio **laatii** yhdessä jäsenvaltioiden ja Horisontti Eurooppa -puiteohjelmaan assosioituneiden maiden kanssa **yhteiset tavoitteet ja painopisteet kehittyneitä materiaaleja koskevalle tutkimukselle ja innovoinnille**. Ensimmäisinä painopisteinä ovat energia, liikkuvuus, rakentaminen ja elektroniikka, ja painopisteitä laajennetaan säännöllisesti muille aloille havaittujen yhteisten tarpeiden mukaisesti. Taulukossa 1 esitetään nämä ensimmäiset valikoidut alat ja niitä vastaavat tutkimuksen ja innovoinnin painopisteet. Liitteessä 1 esitetään yhdessä jäsenvaltioiden ja teollisuuden sidosryhmien kanssa laadittu kattava kuvaus vastaavista tutkimuksen ja innovoinnin painopisteistä. Näiden ja mahdollisten tulevien alojen valintaperusteita ovat alan kyky vähentää päästöjä ja resurssien käyttöä, parantaa energiatehokkuutta ja parantaa kierrätettävyyttä sekä alan merkitys EU:n riippuvuuksien vähentämisessä, selviytymiskyvyn vahvistamisessa ja kilpailukykyyn lisäämisessä. Kun yhteisistä prioriteeteista on sovittu, jäsenvaltioita kannustetaan koordinoimaan strategioita ottaen huomioon niiden kansalliset ja alueelliset resurssit sekä varmistamaan täydentävyys sovittujen täytäntöönpanon painopisteiden kanssa.

*Taulukko 1. Tutkimus- ja innovointitoiminnan alustavat painopisteet strategisilla aloilla (ks. lisätietoja liitteestä)*

<b>Strateginen ala</b>	<b>Kehittyneitä materiaaleja koskevan tutkimuksen ja innovoinnin painopisteet</b>
Energia	Uusiutuvan ja vähähiilisen energian muuntamiseen ja tuotantoon, energian varastointiin ja energiatehokkuuden parantamiseen tarvittavat materiaalit
Liikkuvuus	Energian varastointiin ja käyttöön tarkoitetut materiaalit, vankat ja kevyet materiaalit kuljetusvälineitä ja -resursseja varten, materiaalit, joilla parannetaan suojaa ja kestävyyttä, kiertotaloutta ja ympäristötehokkuutta, kykyä suoriutua ankarissa ympäristöissä

Rakentaminen	Materiaalit, joilla parannetaan rakennusten energiatehokkuutta, tehdään rakennusrakenteista vankempia ja voidaan seurata rakenteellista eheyttä, parannetaan hyvinvointia rakennuksissa, materiaalit, joilla lisätään kiertotaloutta ja parannetaan ympäristötehokkuutta
Elektroniikka	Materiaalit, joilla parannetaan elektronisten komponenttien, antureiden, uusien laskentaratkaisujen, sirujen tuotannon suorituskykyä ja uusia toimintoja, tehostetaan seuraavan sukupolven viestintäteknologioita ja parannetaan kykyä suoriutua ankarissa ympäristöissä

Yksi keskeisistä strategioista on kriittisten raaka-aineiden korvaaminen ja niiden käytön vähentäminen, jotta voidaan parantaa materiaalitehokkuutta ja vähentää riippuvuutta kriittisistä resursseista. Komissio pyrkii selvittämään, mitä **tutkimusta ja innovointia tarvitaan, jotta voidaan edistää kriittisten raaka-aineiden korvaamista** vaihtoehtoisilla kehittyneillä materiaaleilla. Korvaamista koskeva analyysi tehdään tiiviissä yhteistyössä materiaaleja käsittelevien strategisen energiateknologiasuunnitelman (SET-suunnitelma) täytäntöönpanotyöryhmien kanssa. Se mukautetaan kriittisiä raaka-aineita koskevassa säädöksessä yksilöityihin korvaamistarpeisiin, ja siinä hyödynnetään raaka-aineita koskevaa tietojärjestelmää<sup>17</sup>.

*Komissio ja jäsenvaltiot aikovat*

- *määrittellä yhteiset tavoitteet ja painopisteet kehittyneiden materiaalien tutkimus- ja innovointi-investoinneille ja kehittää vuoden 2024 loppuun mennessä kehittyneitä materiaaleja koskevan yhteisen strategisen lähestymistavan, jolla tuetaan EU:n vihreää ja digitaalista siirtymää, selviytymiskykyä ja avointa strategista riippumattomuutta ja jota päivitetään säännöllisesti sosioekonomisen, tieteellisen tai teknologisen kehityksen huomioon ottamiseksi*
- *päivittää säännöllisesti painopistealoja sosioekonomisen, tieteellisen ja teknologisen kehityksen huomioon ottamiseksi sekä yhteistä toimintaa edellyttävien yhteisten lisätarpeiden määrittämisen jälkeen.*

*Komissio aikoo*

- *kartoittaa uusia tutkimus- ja innovointitarpeita kriittisten raaka-aineiden korvaamiseksi kehittyneillä materiaaleilla ja esitellä ensimmäiset tulokset vuoden 2025 ensimmäisellä neljänneksellä.*

#### 4. NOPEUTETTU MENETTELY KEHITYKSESTÄ TUOTANTOON

Vihreän kehityksen teollisuussuunnitelman, uuden eurooppalaisen innovaatio-ohjelman, Digitaalinen Eurooppa -ohjelman ja EU:n taloudellisen turvallisuuden strategian tavoitteiden mukaisesti tämän luvun toimilla pyritään nopeuttamaan kehittyneiden materiaalien käytön laajentamista ja valmistuskapasiteettia (kehityksestä tuotantoon) kehittyneiden materiaalien kehittämisen kaikkien vaiheiden osalta. Tavoitteena on edistää digitalisaatiota, parantaa testaus- ja kokeilutilojen saatavuutta ja luoda ajattelutavan

<sup>17</sup> RMIS – Raaka-aineita koskeva tietojärjestelmä (europa.eu): <https://rmis.jrc.ec.europa.eu/>

muutos, joka lyhentää koko innovointiprosessia ja kehittyneisiin materiaaleihin liittyvän innovoinnin markkinoille saattamiseen kuluva aika.

Yleisenä tavoitteena on luoda pitkän aikavälin kestävä **eurooppalainen digitaalinen infrastruktuuri kehittyneitä materiaaleja koskevaa tutkimusta ja innovointia varten: materiaalien yhteisresurssit**.<sup>18</sup> Tämä digitaalinen infrastruktuuri auttaa tutkijoita ja innovoijia nopeuttamaan merkittävästi uusien kehittyneiden materiaalien suunnittelua, kehittämistä ja testausta valvotussa ympäristössä ja tekoälyä hyödyntäen. Materiaalien yhteisresurssien on oltava luotettavia kaikille sidosryhmille, kuten tutkijoille, tutkimusorganisaatioille, teollisuudelle ja pk-yrityksille, ja niiden on perustuttava FAIR-periaatteisiin<sup>19</sup>. Niissä otetaan huomioon turvallisuus ja kestävyys mahdollistamalla teknologiaan, kuten tekoälyyn, perustuvien tietojen ja välineiden saatavuus. Auttaakseen materiaalien yhteisresurssien rakentamisessa komissio tekee yhteistyötä jäsenvaltioiden kanssa ja tutkii mahdollisuutta **perustaa eurooppalainen digitaalinen infrastruktuurikonsortio**.<sup>20</sup> Se perustuu tutkimusinfrastruktuureista ja eurooppalaisista avoimen tieteen pilvipalveluista<sup>21</sup>, jäljempänä 'EOSC', saatuihin kokemuksiin ja varmistaa tehokkaat synergiat eurooppalaisten data-avaruuksien, kuten valmistusteollisuuden data-avaruuden ja EOSC:n, kansallisten strategioiden ja aloitteiden, kuten Material Digitalin<sup>22</sup> ja DIADEMin<sup>23</sup>, sekä EU:n rahoittamien hankkeiden, kuten materiaalien kiihdytysalustaa akuille kehittävän BIG-MAP:n<sup>24</sup>, kanssa. Materiaalien yhteisresurssit edistävät yhteisiä materiaaleja koskevia taksonomioita, ontologioita ja datan yhteentoimivuutta ja tukevat samalla sekä materiaalien virtuaalista suunnittelua että valmistusprosessien digitalisointia. Synergioiden luomiseksi ja mahdollisten spin-inhyötyjen saamiseksi tämän eurooppalaisen digitaalisen infrastruktuurikonsortion olisi oltava käytettävissä eri aloilla.

Datasäädöksen ja datahallintosäädöksen säännöksillä luodaan perusta eri alustojen, kuten edellä mainittujen, väliselle yhteentoimivuudelle. Näiden säännösten olisi mahdollistettava **tutkimuksen ja innovoinnin digitaalisten avaruuksien liittäminen alakohtaisiin ja sääntelyyn liittyviin data-avaruuksiin**. Kiertotalouden saavuttaminen edellyttää datainfrastruktuurien optimaalista yhteentoimivuutta, jotta voidaan saada syvällistä tietämystä materiaalivirroista. Lisäksi kyky jäljittää materiaaleja, komponentteja ja tuotteita sellaisten tekijöiden kuin koostumuksen, laatuja tai tasojen perusteella on olennaisen tärkeää asianmukaisen tunnistamisen ja luokittelun kannalta. Tuleva digitaalinen tuotepassi edistää tätä jäljitettävyydestä.

**Teknologiainfrastruktuurit**, mukaan lukien avoimen innovoinnin testausalustat, jäljempänä 'OITB-alustat', ja digitaalisen innovointikeskittymät, ovat keskeisessä asemassa edistettäessä kehittyneisiin materiaaleihin liittyvän innovoinnin kaupallistamista.<sup>25</sup> Nämä

---

(<sup>18</sup>) Materials 2030 Roadmap:

[https://www.ami2030.eu/wp-content/uploads/2022/12/2022-12-09\\_Materials\\_2030\\_RoadMap\\_VF4.pdf](https://www.ami2030.eu/wp-content/uploads/2022/12/2022-12-09_Materials_2030_RoadMap_VF4.pdf)

<sup>19</sup> Findable, Accessible, Interoperable, Reusable (löydettävissä oleva, saavutettavissa oleva, yhteentoimiva ja uudelleenkäytettävä).

<sup>20</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston päätös (EU) 2022/2481 digitaalinen vuosikymmen 2030 -ohjelman perustamisesta.

<sup>21</sup> [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-2020-2024/our-digital-future/open-science/european-open-science-cloud-eosc\\_fi](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-2020-2024/our-digital-future/open-science/european-open-science-cloud-eosc_fi)

<sup>22</sup> <https://www.materialdigital.de/>

<sup>23</sup> <https://www.cnrs.fr/en/pepr/pepr-exploratoire-diademe-materiaux>

<sup>24</sup> <https://www.big-map.eu/>

<sup>25</sup> <https://op.europa.eu/fi/publication-detail/-/publication/0aaf1e05-2082-11ee-94cb-01aa75ed71a1/language-fi/format-PDF/source-289339785>

teknologiainfrastruktuurit tarjoavat tiloja, laitteita ja valmiuksia, joiden avulla teollisuuden toimijat voivat tutkia uusia tuotteita, prosesseja ja palveluja ja varmistaa samalla, että EU:n säännöksiä noudatetaan. Tällä hetkellä OITB-alustoja toimii energia-, rakennus- ja elektroniikka-aloilla. Myös liikkuvuusallalla voisi olla hyötyä OITB-alustoista, joiden avulla voidaan arvioida kehittyneiden materiaalien kierrätettävyyttä, kestävyyttä ja turvallisuutta. Siruyhteisyrittäminen on käynnistänyt ehdotuspyyntöjä<sup>26</sup>, jotka koskevat huipputason ja seuraavan sukupolven puolijohdeteknologioiden pilottituotantolinjoja, joilla materiaaleja käsitellään keskeisenä innovoinnin edistäjänä. Eräissä analyysissä havaittiin kuitenkin suuria alueellisia eroja, jotka liittyvät taloudelliseen tukeen, hajanaisuuteen, päällekkäisyyksien riskiin ja eri puolilla Eurooppaa toimivien yritysten vaikeuksiin päästä käyttämään toisessa jäsenvaltiossa sijaitsevia teknologiainfrastruktuureja.<sup>27</sup> Näiden ongelmien ratkaisemiseksi **verkossa julkaistaan luettelo**, jossa ohjeistetaan yrityksiä siitä, miten ne voivat käyttää komission ja jäsenvaltioiden tukemia olemassa olevia teknologiainfrastruktuureja ja niiden tarjoamia palveluja. Tämä verkkoluettelo helpottaa myös teknologiateollisuuden ja pk-yritysten pääsyä testaustiloihin ja edistää teknologiainfrastruktuurien välistä verkottumista. Keskussivustolla on myös tietoa taloudellisesta tuesta, jota on saatavilla EU:n ja kansallisella tasolla. Alan tarpeista tehdään analyysi, jonka tavoitteena on **tunnistaa puutteet ja ehdottaa tarvittaessa** kehittyneisiin materiaaleihin liittyviä **uusia teknologiainfrastruktuureja**.

Horisontti Eurooppa -puiteohjelman tulosten laajemmän käyttöönoton ja teollisen käyttöönoton kannustamiseksi kehittyneiden materiaalien alalla Horisontti Eurooppa -puiteohjelman tulosten levittämisen ja hyödyntämistoimien yhteydessä järjestetään säännöllisesti **erityisiä tiedotustöitä**, kuten kontaktitapahtumia teollisuudelle ja tiedeyhteisölle.

*Komissio ja jäsenvaltiot aikovat*

- *kehittää vuoden 2025 puoliväliin mennessä pitkän aikavälin kestävän eurooppalaisen digitaalisen infrastruktuurin, eli materiaalien yhteisresurssit, kehittyneitä materiaaleja koskevaa tutkimusta ja innovointia varten. Tavoitteena on nopeuttaa kehittyneiden materiaalien tutkimus- ja innovointiprosesseja.*

*Komissio aikoo*

- *auttaa innovoijia ja pk-yrityksiä pääsemään asiaankuuluviin teknologiainfrastruktuureihin vuoteen 2024 mennessä laatimalla keskitetyn luettelon innovatiivisten kehittyneiden materiaalien testaamiseksi ja niiden käytön laajentamiseksi keskittyen erityisesti liitteessä yksilöityihin keskeisiin aloihin ja tarkastella yhdessä sidosryhmien kanssa mahdollisuutta rahoittaa uusia OITB-alustoja liikkuvuuteen liittyvien kehittyneiden materiaalien sovelluksia varten.*

## 5. PÄÄOAINVESTOINTIEN JA RAHOITUKSEN SAATAVUUDEN LISÄÄMINEN

Julkisen ja yksityisen rahoituksen ja investointien lisääminen kehittyneiden materiaalien tutkimukseen ja käyttöönnottoon on keskeistä. Komissio tutkii kaikkia käytettävissä olevia

<sup>26</sup> <https://www.chips-ju.europa.eu/Pilot-lines/>

<sup>27</sup> Teknologiainfrastruktuurit: <https://op.europa.eu/fi/publication-detail/-/publication/0df85f8b-7b72-11e9-9f05-01aa75ed71a1>

välineitä investointien lisäämiseksi ja helpottamiseksi sekä sellaisten innovatiivisten rahoitusmahdollisuuksien kehittämiseksi, joissa kootaan yhteen julkisia ja yksityisiä resursseja.

EU:n ja teollisuuden strategisen yhteistyön vahvistamiseksi **Horisontti Eurooppa - puiteohjelmassa on ehdotettu uutta yhteissuunniteltua julkisen ja yksityisen sektorin Innovative Materials for EU -kumppanuutta.**<sup>28</sup> Kumppanuuden on tarkoitus tarjota mahdollisuus vapauttaa yksityistä pääomaa, joka kaksinkertaistaisi EU:n vuosille 2025–2027 odotetun 250 miljonaan euron rahoitusosuuden, kehittyneiden materiaalien käyttöönoton laajentamiseksi ja nopeuttamiseksi.

**Euroopan yhteistä etua koskevat tärkeät hankkeet**, jäljempänä 'IPCEI-hankkeet', antavat jäsenvaltioille mahdollisuuden tehdä yhteistyötä läpimurtoinnovaatioissa tai laajamittaisissa infrastruktuurihankkeissa keskeisillä aloilla ja keskeisissä teknologioissa, jotka rahoitetaan niiden kansallisista talousarvioista, säilyttäen sisämarkkinoiden eheyden ja noudattaen EU:n kansainvälisiä velvoitteita. IPCEI-hanke voisi kattaa uusien teknologioiden ensimmäisen teollisen käyttöönoton mutta ei massatuotantoa. Komissio perusti syksyllä 2023 Euroopan yhteistä etua koskevien tärkeiden hankkeiden yhteisen eurooppalaisen foorumin, jäljempänä 'JEF-IPCEI-foorumi'. Foorumi on komission ja jäsenvaltioiden välinen kumppanuus, ja sen tavoitteena on parantaa IPCEI-hankkeiden tehokkuutta ja vaikuttavuutta teollisuuden kilpailukyvyn välineenä i) yhdenmukaistamalla mahdolliset uudet IPCEI-hankkeet EU:n tavoitteiden tai strategioiden, kuten EU:n teollisuusstrategian, kanssa ja ii) parantamalla IPCEI-hankkeiden prosessia, nopeutta, suunnittelua ja täytäntöönpanoa valtiontukisääntöjen mukaisesti. JEF-IPCEI-foorumissa tarkastellaan IPCEI-hankkeiden mahdollisuuksia kehittää kehittyneitä materiaaleja, jotta voidaan lisätä rahoitusta **tutkimus- ja innovointitulosten** ensimmäistä teollista hyödyntämistä varten julkisten ja yksityisten investointien avulla. (<sup>29</sup>).

**Innovaatorahaston**<sup>30</sup> tavoitteena on tuoda markkinoille ratkaisuja Euroopan teollisuuden irrottamiseksi hiilestä ja sen ilmastoneutraaliuteen siirtymisen tukemiseksi. Sen budjetti on 40 miljardia euroa vuosina 2020–2030 (kun hiilen hinnan oletetaan olevan 75 euroa hiilidioksiditonnilta). Puhtaan teknologian laitteiden (uusiutuvan energian tuotantolaitokset, mukaan lukien niiden liittäminen verkkoon, elektrolyysilaitteet ja polttokennot, energian varastointiratkaisut ja lämpöpumput) valmistuksen yhteydessä rahastosta voidaan tukea sellaisten materiaalien (lukuun ottamatta kaivosmateriaaleja) valmistusta, jotka edistävät merkittävästi kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä. Valituissa hankkeissa on tähän mennessä tarkasteltu esimerkiksi kevyitä aurinkopaneeleja, rakennusten innovatiivisia kattokomponentteja ja termoplastisen ligniinin tuotantoa. Rahastosta voidaan tukea myös toimia, jotka liittyvät puhtaiden teknologioiden laitteissa tai niiden osissa käytettävien kriittisten materiaalien kierrätykseen tai uudelleenkäyttöön. Tällä hetkellä avoimen ehdotuspyynnön määrärahat ovat 4 miljardia euroa, ja niillä tuetaan nettonollateknologioita.<sup>31</sup>

**Euroopan strategisten teknologioiden kehysvälineen, jäljempänä 'STEP-kehysväline'**,<sup>32</sup> odotetaan tulevan voimaan maaliskuussa 2024. STEP-kehysvälineen tavoitteena on lisätä investointeja kriittisiin teknologioihin digitaalisilla, puhtailla ja

<sup>28</sup> [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/all-research-and-innovation-news/commission-proposals-new-candidate-european-partnerships-are-now-public-2023-07-17\\_fi](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/all-research-and-innovation-news/commission-proposals-new-candidate-european-partnerships-are-now-public-2023-07-17_fi)

<sup>29</sup> JEF-IPCEI-foorumin teknisessä kokouksessa 26. tammikuuta 2024 jäsenvaltioita pyydettiin tarkastelemaan mahdollisia IPCEI-hankkeita kehittyneisiin materiaaleihin liittyvillä aloilla.

<sup>30</sup> **Innovaatorahaston esittely - Euroopan komissio (europa.eu):** [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/what-innovation-fund\\_fi](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/what-innovation-fund_fi)

<sup>31</sup> [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fi/IP\\_23\\_5948](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fi/IP_23_5948)

<sup>32</sup> [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/eu-budget/strategic-technologies-europe-platform\\_fi](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/eu-budget/strategic-technologies-europe-platform_fi)

bioteknologian aloilla. Kehittyneiden materiaalien odotetaan kuuluvan sen soveltamisalaan. Investoinnit on tarkoitus toteuttaa käyttämällä olemassa olevia rahoitusvälineitä, kuten Horisontti Eurooppa -ohjelmaa, Euroopan puolustusrahastoa, InvestEU-ohjelmaa tai koheesiopolitiikan rahastoja ja elpymis- ja palautumistukivälineen suunnitelmia. STEP-kehysvälineestä rahoitettuja ensimmäisiä hankkeita voidaan odottaa vuoden 2024 lopussa.

**Euroopan innovaationeuvoston (EIC) vuoden 2024 työohjelmalla**<sup>33</sup> tuetaan edelleen innovointia kehittyneisiin materiaaleihin liittyvän innovoinnin alalla 132 miljoonalla eurolla vihreän ja digitaalisen siirtymän osalta. Työohjelmalla on myös keskeinen rooli kehittyneitä materiaaleja koskevan EU:n innovaatioekosysteemin edistämisessä. Vuoden 2024 työohjelma sisältää Euroopan innovaationeuvoston päivitetty EIC-haasteet, jotka koskevat betonin valmistukseen, nanomateriaaleihin ja solar-to-x-teknologioihin liittyvää innovointia sekä kvanttikomponenttien ja uusiutuvien energialähteiden alan innovaatioiden käytön laajentamista. Euroopan innovaationeuvosto antaa tukea suuryrityksille, startup- ja scaleup-yrityksille sekä tutkimushankkeille ja pyrkii sisällyttämään kehittyneisiin materiaaleihin liittyvän innovoinnin suoraan niiden liiketoimintamalleihin.

Enterprise Europe Network<sup>34</sup> helpottaa yhteyksien luomista mahdollisiin rahoituskumppaneihin kontaktitapahtumien avulla. Lisäksi se jatkaa **innovatiivisten pk-yritysten tukemista** levittämällä tietoa asiaa koskevasta EU:n ja kansallisesta lainsäädännöstä sekä kansallisista, alueellisista ja EU:n rahoitus- ja tukiohjelmista järjestämällä työpajoja ja koulutustilaisuuksia.

**InvestEU-ohjelma** on EU:n väline yksityisten investointien vauhdittamiseksi EU:n painopistealoilla, minkä ansiosta sillä on hyvät edellytykset lisätä investointeja kehittyneisiin materiaaleihin EU:ssa. Euroopan investointipankki hyväksyi jo vuonna 2023 InvestEU-operaation<sup>35</sup> rahastolle, joka investoi kehittyneitä materiaaleja koskevaa innovointia tekeviin alkuvaiheen laitteistoyrityksiin.

**Pääomamarkkinaunionin** tavoitteena on avata uusia rahoituslähteitä yrityksille ja parantaa rahoituksen saantia erityisesti pk-yrityksille. Näin se tarjoaa merkittävän potentiaalisen rahoituslähteen yksityisille investoinneille kehittyneisiin materiaaleihin. Tästä pitäisi olla hyötyä innovatiivisille yrityksille, jotka investoivat kehittyneisiin materiaaleihin.

**Global Gateway**<sup>36</sup> on ilmastonutraali strategia, jolla nopeutetaan kestävästä kehityksestä investoimalla sellaisten infrastruktuurien kehittämiseen, jotka ovat puhtaita, ilmastonmuutoksen kestäviä ja linjassa nettonollatavoitteiden kanssa, ja tarjoamalla tasapuoliset toimintaedellytykset mahdollisille sijoittajille. Kehittyneet materiaalit ovat ratkaisevan tärkeitä näiden tavoitteiden saavuttamiseksi, ja Global Gateway -strategia tarjoaa mahdollisuuksia lisätä niiden käyttöönottoa kansainvälisellä tasolla. Liike-elämän neuvoa-antava Global Gateway -ryhmä toimii foorumina, jolla käydään strategista keskustelua yksityisen sektorin edustajien kanssa. Lisäksi kehittyneet materiaalit otetaan jäsenvaltioiden, Euroopan investointipankin ja Euroopan jälleenrakennus- ja

<sup>33</sup> [https://eic.ec.europa.eu/eic-2024-work-programme\\_en](https://eic.ec.europa.eu/eic-2024-work-programme_en)

<sup>34</sup> <https://een.ec.europa.eu/>

<sup>35</sup>

<https://www.eib.org/en/products/egf/index?sortColumn=projectsSignedDate&sortDir=desc&pageNumber=0&itemPerPage=10&pageable=true&la=EN&deLa=EN&orCountries=true&orBeneficiaries=true&orWebsite=true>

<sup>36</sup> Ks. JOIN(2021) 30.

kehityspankin kanssa käytävien kahdenvälisten Global Gateway -keskustelujen asialistalle.

*Komissio ja teollisuus aikovat*

- *ottaa käyttöön yhteissuunnitellun Horisontti Eurooppa -kumppanuuden puitteissa 500 miljoonaa euroa, josta teollisuuden olisi osoitettava vähintään 250 miljoonaa euroa EU:n rahoitusosuutta vastaavasti.*

*Komissio ja jäsenvaltiot aikovat*

- *tehdä tiivistä yhteistyötä JEF-IPCEI-foorumissa kehittyneisiin materiaaleihin liittyvien mahdollisten IPCEI-hankkeiden parissa.*

*Komissio aikoo*

- *vauhdittaa kehittyneiden materiaalien kehittämistä ja niiden käytön laajentamista Euroopan innovaationeuvoston tuella ja investoinneilla sekä edistää startup-yritysten sitoutumista kehittyneisiin materiaaleihin*
- *vahvistaa, houkuttaa ja ohjata julkisia ja yksityisiä investointeja kehittyneiden materiaalien teknologian kehittämiseen ja käyttöönnottoon EU:n välineiden, erityisesti innovaatorahaston, STEP-kehysvälineen ja InvestEU-ohjelman, avulla.*

## 6. KEHITYNEIDEN MATERIAALIEN TUOTANNON JA KÄYTÖN EDISTÄMINEN

Kehittyneiden materiaalien käyttöä on edistettävä, jotta voidaan parantaa unionin selviytymiskykyä ja kilpailukykyä sekä saavuttaa kiertotaloutta, materiaalitehokkuutta ja yleistä kestävyyttä koskevat tavoitteet. Jotta teollisuus voisi tuottaa näitä uusia kehittyneitä materiaaleja, on laadittava asianmukaisia standardeja, joilla helpotetaan teollista käyttöönottoa, ja laajennettava ammattitaitoisten työntekijöiden joukkoa. Kehittyneiden materiaalien kysyntää voidaan lisätä tietoon perustuvilla hankinnoilla ja alueellisten toimijoiden sitouttamisella.

**Julkisilla hankinnoilla** voidaan luoda vakaata julkista kysyntää ja avata markkinoita, minkä vuoksi niillä on keskeinen rooli kehittyneiden materiaalien käyttöönoton edistämisessä. Julkisilla hankintaviranomaisilla voi olla johtava rooli innovoinnin edistämisessä, ja niiden olisi arvioitava uusien mahdollistajien, kuten kehittyneiden materiaalien, lisäarvoa vihreän ja digitaalisen siirtymän sekä EU:n selviytymiskyvyn ja taloudellisen turvallisuuden kannalta. Esimerkiksi vuoden 2023 energiatehokkuusdirektiivissä<sup>37</sup> edellytetään, että julkisten hankintaviranomaisten olisi ostettava ainoastaan energiatehokkaita tuotteita, palveluja, rakennuksia ja urakoita. Yleisemmällä tasolla julkisia hankintoja koskevissa EU:n direktiiveissä sallitaan hankintasopimusten tekeminen paitsi halvimman hinnan perusteella, myös muiden hankintasopimuksen kohteeseen liittyvien perusteiden, kuten kehittyneiden materiaalien tarjoamien paremman suorituskyvyn tai parempien toimintojen, perusteella.

Komissio käynnisti myös **Big Buyers Working Together** -hankkeen<sup>38</sup>, jolla tuetaan erittäin ostovoimaisten julkisten ostajien välistä yhteistyötä ja edistetään strategisten

<sup>37</sup> Energiatehokkuusdirektiivi (EU) 2023/1791.

<sup>38</sup> <https://public-buyers-community.ec.europa.eu/about/big-buyers-working-together>

julkisten hankintojen laajempaa käyttöä innovatiivisten ja kestävien ratkaisujen löytämiseksi. Tietojen jakaminen kehittyneistä materiaaleista Big Buyers Working Together -hankkeen puitteissa ja neuvonnan tarjoaminen julkisille hankintaviranomaisille siitä, miten niistä tehdään turvallisia, kestäviä ja kiertotalouteen soveltuvia, voi auttaa avaamaan uusia markkinoita nopeammin ja vähentämään saatavilla olevien innovaatioiden kustannuksia. Yhteistyöllä ja resurssien yhdistämisellä kaupungit, yhteishankintayksiköt ja muut suuret julkiset ostajat voivat maksimoida markkinavoimansa.

Lisäksi on analysoitava kehittyneiden materiaalien tuotantoa ja käyttöä Euroopan teollisuudenaloilla ja sisämarkkinoilla. Erityisen **seurantaprosessin** perustaminen auttaa tunnistamaan johtavat innovaatiot ja teknologiat, analysoimaan toimitusketjuja ja arvioimaan näiden materiaalien mahdollisia taloudellisia vaikutuksia ja vaikutusta vihreään ja digitaaliseen siirtymään sekä EU:n selviytymiskykyyn ja kilpailukykyyn. Seurantaprosessissa määritetään, luokitellaan ja mitataan kehittyneiden materiaalien innovoinnin kehitystä ja käyttöönottoa. Se tarjoaa tietoa Euroopan asemasta kehittyneiden materiaalien globaalissa ympäristössä ja mahdollistaa syvällisen vertailun keskeisten maailmanlaajuisien toimijoiden, kuten Yhdysvaltojen ja Kiinan, kanssa. Tällainen seurantaprosessi olisi toteutettava yhteistyössä uuteen Horisontti Eurooppa -puiteohjelmaan ehdotetun julkisen ja yksityisen sektorin yhteissuunnitellun Innovative Materials for EU -kumppanuuden kanssa.

**Standardit** muodostavat perustan teknologioiden integroimiselle monimutkaisiksi ja innovatiivisiksi järjestelmiksi ja ratkaisuksi. Standardit mahdollistavat komponenttien, tuotteiden ja palvelujen yhteentoimivuuden, vähentävät toimittajariippuvuutta ja tarjoavat asiakkaille enemmän valinnanvaraa maailmanlaajuisesti. Komission suositus standardointia koskevista käytännösäännöistä<sup>39</sup> on avainasemassa tutkimuksen, innovoinnin ja standardoinnin välisen yhteyden vahvistamisessa. Pilottihanke Standardisation Booster<sup>40</sup> tarjoaa Horisontti Eurooppa -puiteohjelman hankkeille palveluja, joilla lisätään standardointitoimista saatavien uusien teknologioiden käyttöönottoa. Edistääkseen kehittyneitä materiaaleja koskevien EU:n ja kansainvälisten standardien hyväksymistä komissio tekee yhteistyötä kansainvälisesti tunnustettujen standardointielinten kanssa, mukaan lukien CEN, Cenelec, ETSI ja ISO, muun muassa uuden Horisontti Eurooppa -puiteohjelman ehdotetun yhteissuunnitellun Innovative Materials for EU -kumppanuuden kautta. Tavoitteena on käydä läpi olemassa olevat standardit järjestelmällisesti, tunnistaa puutteet ja niistä johtuvat painopisteet sekä käynnistää analyysin pohjalta standardointipyyntöjä.

On tärkeää varmistaa, että kehittyneisiin materiaaleihin liittyvät innovaatiot ovat voimassa olevien säännösten mukaisia ja tarkoituksenmukaisia, minkä vuoksi on tarpeen ottaa käyttöön yhdenmukaistettuja **menetelmiä ja arviointivälineitä** kehittyneiden materiaalien **karakterisointia ja testausta varten**. On myös tärkeää, että nämä yhdenmukaistetut menetelmät ja arviointivälineet ovat saaneet lainsäädännöllisen hyväksynnän. Tuotetta kehitettäessä on olennaisen tärkeää, että valmistajat ovat myös – mahdollisimman varhaisessa vaiheessa – tietoisia niitä koskevista **sääntelyvaatimuksista**, kuten vaatimuksista, jotka koskevat ihmisten terveyden ja ympäristön suojelua sekä kierrätettävyyttä. Suuri haaste tällä alalla on se, että kehittyneillä materiaaleilla voi olla ainutlaatuisia ominaisuuksia, joita ei välttämättä ymmärretä hyvin nykyisissä

---

<sup>39</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32023H0498&qid=1678171117168>

<sup>40</sup> <https://www.hsbooster.eu/>

toksikologisissa tai ympäristötutkimuksissa. Näistä syistä on myös tärkeää, että sääntelyviranomaisten tiedot ovat ajan tasalla ja että he ymmärtävät uusimmat innovaatiot. Esimerkiksi tuotteiden ekologista suunnittelua koskevan asetuksen tulevissa kestävyysvaatimuksissa otetaan huomioon kehittyneisiin materiaali-innovaatioihin liittyvä innovointi ja tuetaan näiden innovaatioiden käyttöönottoa. Käyttöönoton onnistuminen edellyttää asianmukaisia välineitä ja menetelmiä merkityksellisten tietojen kuvaamiseksi ja jakamiseksi.

Komission tiedonannon *Kaikki irti EU:n innovointipotentialista*<sup>41</sup> mukaisesti on tärkeää analysoida **patenttien** alalla havaittuja haasteita ja yleisemmin **immateriaalioikeuksien** suojaa, erityisesti kehittyneiden materiaalien alalla, jolla uusi tutkimus- ja innovointi-investoinneista julkaistu tutkimus<sup>42</sup> osoittaa, että EU on menettämässä asemaansa alalla. Siksi on olennaisen tärkeää kannustaa kehittyneiden materiaalien kehittäjiä käyttämään parhaalla mahdollisella tavalla tietämyksen hyödyntämistä koskevaa ohjeistusta. Saadakseen paremman käsityksen EU:n patentoinnin heikkouksien syistä komissio tekee **analyysin patenttiympäristöstä ja alan tarpeista**. Analyysissa tarkastellaan myös tarvetta välittäjälle, joka voisi keskittää ja hallinnoida hajanaisia patenttioikeuksia alalla.

Innovatiivisia menetelmiä ja välineitä sekä uusien materiaalien suunnittelua ja kehittämistä varten tarvitaan uusia **taitoja**. Näitä taitoja tarvitaan erityisesti materiaalitieteen, kemian, insinööritieteiden ja tietotekniikan aloilla. Tarvitaan myös monialaista osaamista. Nämä taidot on yksilöitävä ja sisällytettävä kansallisiin koulutusjärjestelmiin. Tämä tarkoittaa muun muassa vastaavien opetussuunnitelmien ja ammatillisen koulutuksen ohjelmien kehittämistä ja edistämistä tulevaisuuden ja nykyisen työvoiman osaamisen parantamiseksi. Erityisesti olisi pyrittävä hyödyntämään naisten lahjakkuutta puuttamalla heidän aliedustukseensa luonnontieteiden, teknologian, insinööritieteiden ja matematiikan opinnoissa. Sama koskee myös vammaisia henkilöitä. Osaamissopimuksella on keskeinen rooli työntekijöiden valmentamisessa tulevaisuuden työpaikkoihin, mukaan lukien kehittyneitä materiaaleja käyttävillä aloilla, sillä se kokoaa yhteen julkisia ja yksityisiä organisaatioita, jotta ne voivat täydennys- ja uudelleen kouluttaa ihmisiä taidoissa, joille on kysyntää.

Vuonna 2024 käynnistetään Euroopan innovaatio- ja teknologiainstituutin (EIT) eri yhteisöjen välinen tarjouskilpailu kehittyneisiin materiaaleihin erikoistuvan **Advanced Materials Academy** -akatemian perustamiseksi, ja sen siemenrahoitus on yhteensä 10 miljoonaa euroa. Ehdotetulla toimella vastataan uuden eurooppalaisen innovaatio-ohjelman<sup>43</sup> lippulaivahankkeeseen 4, joka koskee syväteknologian osaamista, ja siinä noudatetaan Net Zero Industry Academy -koulutusyhteensiittymien malleja. Akatemia kehittää opetussuunnitelmia, jotka antavat seuraavan sukupolven materiaalitutkijoille tarvittavat uudet taidot. Se tarjoaa myös tukea koulutuksen järjestäjille ja kehittää osaamistodistuksia jäsenvaltioiden vapaaehtoista käyttöä varten. Se tekee yhteistyötä ammatillisen koulutuksen huippuyksiköiden kanssa sellaisten laadukkaiden taitojen tarjoamiseksi, jotka johtavat työllisyyteen ja koko työuran jatkuviin mahdollisuuksiin, sekä jäsenvaltioiden ja Eurooppalaiset yliopistot -allianssin kanssa uusien opetussuunnitelmien käyttöönoton helpottamiseksi kansallisissa koulutusjärjestelmissä.

---

<sup>41</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX:52020DC0760>

<sup>42</sup> Industrial R&D&I investments and market analysis in advanced materials: [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/document/8f77caee-3a2c-4ef9-8ca2-65fd6c900581\\_fi](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/document/8f77caee-3a2c-4ef9-8ca2-65fd6c900581_fi)

<sup>43</sup> [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/support-policy-making/shaping-eu-research-and-innovation-policy/new-european-innovation-agenda\\_fi](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/support-policy-making/shaping-eu-research-and-innovation-policy/new-european-innovation-agenda_fi)

## *Komissio aikoo*

- *mobilisoida suurten ostajien yhteisön hallintoviranomaiset alueellisen rahoituksen turvin ja Global Gateway -strategian toimijoita edistääkseen kehittyneiden materiaalien innovaatiomarkkinoita julkisen kysynnän kautta*
- *perustaa Euroopan innovaatio- ja teknologiainstituutin kanssa Advanced Materials Academy -akatemian vuonna 2024 julkaistuu kilpailuun perustuvan ehdotuspyynnön pohjalta nopeuttaakseen alan taitoja edistävien opetussuunnitelmien ja osaamistodistusten kehittämistä*
- *parantaa kehittyneitä materiaaleja koskevien standardien kehittämistä ja vahvistamista liitteessä lueteltuja aloja ja monialaisia ominaisuuksia varten yhteistyössä CEN:n, Cenelecin, ETSI:n ja ISO:n kanssa vuonna 2024*
- *käynnistää tutkimuksia kehittyneiden materiaalien tuotantoa ja käyttöä sekä patentiympäristöä koskevan perusteellisen analyysin tekemiseksi vuoteen 2025 mennessä.*

## **7. YLEINEN HALLINTOKEHYS**

Kehittyneitä materiaaleja suunnitellaan, kehitetään ja käytetään monissa eri sovelluksissa ja monilla tieteen ja teollisuuden aloilla. Koordinoitu lähestymistapa, johon osallistuu useita eurooppalaisia toimijoita, olivatpa ne sitten tiedeyhteisön tai teollisuuden edustajia, rahoittajia tai päätöksentekijöitä, edellyttää yhteistä viite-elintä. Myös tässä tiedonannossa lueteltujen toimien täytäntöönpano edellyttää jäsenvaltioilta ja alan toimijoilta strategista ohjausta kaikilla tasoilla, jotta toimien yksityiskohdista voidaan sopia menestyksekkäästi ja jotta niiden täytäntöönpanoa voidaan valvoa.

Tästä syystä komissio perustaa **kehittyneitä materiaaleja käsittelevän teknologianeuvoston**.<sup>44</sup> Neuvostoon kuuluvat jäsenvaltiot (tutkimuksesta ja alakohtaisesta tai teollisesta politiikasta vastaavat ministeriöt), tutkimuksen ja teollisuuden sidosryhmät sekä Euroopan komissio. Se antaa Euroopan kehittyneiden materiaalien ekosysteemiä koskevaa neuvontaa sekä tukee yhteisten tavoitteiden ja painopistealojen määrittämistä kehittyneisiin materiaaleihin liittyvän toiminnan koordinoimiseksi vastaten tässä tiedonannossa ilmoitettuihin ensimmäisiin toimiin ja ottaen huomioon kaikki kehittyneitä materiaaleja koskevat asiaankuuluvat toimet EU:ssa. Se varmistaa myös Horisontti Eurooppa -puiteohjelmaan assosioituneiden maiden ja tarvittaessa muiden kolmansien maiden, joiden kanssa EU on tehnyt strategisia kumppanuussopimuksia, riittävän osallistumisen. Teknologianeuvostoon osallistuu työmarkkinaosapuolia, ja siinä hyödynnetään asiaankuuluvien teollisuusallianssien, Euroopan teollisuusfoorumien, strategisen energiateknologiasuunnitelman (SET-suunnitelma) ryhmien ja asiaankuuluvien Horisontti Eurooppa -kumppanuuksien tietämystä.

Lisäksi kehittyneiden materiaalien teknologianeuvosto keskustelee ja luo synergioita alueellisten innovaatiolaaksojen kanssa, joiden tavoitteena on kypsien innovaatioiden

---

<sup>(44)</sup> Komissio perustaa tätä varten asiantuntijaryhmän 13. toukokuuta 2016 annetun komission päätöksen C(2016) 3301 final mukaisesti.

kehittäminen ja käyttöönotto, sekä Euroopan aluekehitysrahaston älykkään erikoistumisen strategioiden (S3) ja S3-käytäntöyhteisön temaattisten kumppanuuksien kanssa, joissa alueet määrittävät kilpailuetunsa, ainutlaatuiset vahvuutensa ja kykynsä vahvistaakseen valmiuksiaan korkealaatuiseen tutkimukseen ja innovointiin.<sup>45</sup>

Teknologianeuvosto keskustelee myös kansainvälisistä kumppanuuksista ja edistää huippuosaamista ja maailmanlaajuista johtajuutta kehittyneiden materiaalien alalla käymällä vuoropuhelua ja tekemällä yhteistyötä kumppanimaiden kanssa. EU:lla on assosiaatiosopimuksia sekä tiede- ja teknologia-alan yhteistyösopimuksia sellaisten maiden kanssa, joilla on vahvaa asiantuntemusta tällä alalla. Muiden maiden kanssa voidaan pyrkiä lisäämään yhteistyötä hyvin kohdennetuilla aloilla. Nämä sopimukset perustuvat vastavuoroiseen avoimuuteen, perusarvojen ylläpitämiseen ja tasapuolisiin toimintaedellytyksiin erityisesti Horisontti Eurooppa -puiteohjelman ja sen seuraajan kautta koko tutkimus- ja innovointisyklin ajan tutkimusta ja innovointia koskevaa globaalia lähestymistapaa koskevan tiedonannon<sup>46</sup> mukaisesti. Kehittyneet materiaalit sisältyvät myös EU:n taloudellisen turvallisuuden kannalta kriittisistä teknologia-aloista lisäriskien arviointia varten annetun komission suosituksen liitteeseen. Taloudellisen turvallisuuden strategian mukaisesti toteutetuilla toimenpiteillä voidaan vastata suojelun, edistämisen tai kumppanuuden tarpeeseen.

Teknologianeuvosto ottaa huomioon kaiken saatavilla olevan näytön, myös kehittyneiden materiaalien tuotannon ja käytön seurantaan koskevan analyysin tulokset. Se arvioi myös komission tai jäsenvaltioiden mahdollisuutta perustaa sääntelyn testiympäristöjä<sup>47</sup>, jotka voivat tasoittaa tietä kehittyneiden materiaalien markkinoille saattamista koskevan lupamenettelyn tai sertifiointin yksinkertaistamiselle.

#### *Komissio aikoo*

- *perustaa kehittyneitä materiaaleja käsittelevän teknologianeuvoston vuonna 2024 neuvomaan tämän aloitteen ohjaamisessa yhdessä jäsenvaltioiden, Horisontti Eurooppa -puiteohjelmaan assosioituneiden maiden ja teollisuuden kanssa.*

## **8. PÄÄTELMÄT**

Kehittyneet materiaalit ovat olennaisen tärkeitä Euroopan vaurauden, avoimen strategisen riippumattomuuden sekä vihreän ja digitaalisen siirtymän kannalta. EU:lla on edelleen vahva asema materiaalitieteen alalla, mutta myös muut keskeiset toimijat lisäävät investointejaan strategisesti tällä alalla ja niillä on hyvät edellytykset omaksua ja ottaa käyttöön kehittyneisiin materiaaleihin perustuvia teknologioita laaja-alaisesti ja nopeasti.

Tässä tiedonannossa käsitellään järjestelmällisesti EU:n kehittyneitä materiaaleja koskevaa ekosysteemiä ehdottamalla 14:ää toisiaan vahvistavaa toimea, joihin liittyy yhteinen strategia EU:n, jäsenvaltioiden ja teollisuuden tasolla. Ehdotetut toimet koskevat arvonmuodostuksen koko prosessia varhaisvaiheen tutkimuksesta käyttöönottoon ja

---

<sup>45</sup> Useat jäsenvaltiot ja alueet ovat määrittäneet kehittyneiden materiaalien alan S3-painopisteeksi kaudella 2021–2027. Esimerkiksi Kreikalla on temaattinen painopiste ”Materiaalit, rakentaminen ja teollisuus” ja Itävalalla painopiste ”Materiaalit ja älykäs tuotanto”. Alueellisella tasolla kehittyneet materiaalit ovat S3-painopisteitä esimerkiksi Länsi-Alankomaissa (NL), Skånen läänissä (SE) ja Bukarestissa (RO). Näistä painopisteistä on tehty konkreettisia hankkeita: Latvia on käynnistänyt älykkäitä materiaaleja, ftoniikkaa, teknologiaa ja koneteknologian ekosysteemejä koskevan hankkeen, ja Sloveniassa on MATPRO-hanke, jossa keskitytään materiaaleihin ja niiden tuotantoon arvoketjujen ja verkostojen luomiseksi alan yhteistä kehitystä varten.

<sup>46</sup> Tiedonanto *Tutkimusta ja innovointia koskeva globaali lähestymistapa*, COM (2021) 252 final.

<sup>47</sup> Nettonollateollisuutta koskevan säädöksen ja uuden eurooppalaisen innovaatio-ohjelman mukaisesti.

markkinoille saattamiseen asti. Strategiassa ehdotetaan dynaamista ja osallistavaa materiaaliekosysteemiä, johon osallistuvat jäsenvaltiot, tutkijat, innovoijat ja teollisuus ja jonka tavoitteena on suunnitella, kehittää, tuottaa ja käyttää kehittyneitä materiaaleja Euroopassa.

Yhdessä nämä toimet tasoittavat tietä

- a) koordinoidummalle ja ketterämmälle eurooppalaiselle kehittyneiden materiaalien ekosysteemille, jossa hyödynnetään julkisia ja yksityisiä investointeja strategisilla aloilla
- b) uusille taloudellisille mahdollisuuksille EU:n yrityksille, jotka käyttävät näitä kriittisiä teknologioita tai ovat halukkaita testaamaan niitä innovointiprosessissaan sekä
- c) kehittyneiden materiaalien laajemmalle ja nopeammalle käyttöönotolle vihreän ja digitaalisen siirtymän katalysaattoreina, mikä vahvistaa EU:n selviytymiskykyä ja avointa strategista riippumattomuutta.

## LIITE

Tässä liitteessä esitetään alustava luettelo tutkimuksen ja innovoinnin painopisteistä, jotka on jäsenvaltioita kuullen määritetty erityisen tärkeiksi yhteisissä toimissa kehittyneiden materiaalien alalla Euroopan vihreän ja digitaalisen siirtymän onnistumiseksi: energia, liikkuvuus, rakentaminen ja elektroniikka. Painopistealojen luetteloa päivitetään säännöllisesti sosioekonomisen, tieteellisen ja teknologisen kehityksen huomioon ottamiseksi sekä yhteistä toimintaa edellyttävien yhteisten lisätarpeiden määrittämisen jälkeen.

Luontaisten ominaisuuksiensa ansiosta kehittyneet materiaalit voivat edistää innovointia, jolle ovat ominaisia periaatteet uudelleenajattelu, vähentäminen, uudelleenkäyttö, korjaaminen, kunnostaminen, uudelleenvalmistus, käyttötarkoituksen muuttaminen, kierrätys, uudistaminen ja hyödyntäminen. Näiden painopisteiden olisi autettava vastaamaan tässä tiedonannossa yksilöityihin teollisiin ja yhteiskunnallisiin tarpeisiin poliittisten painopisteiden mukaisesti.

### I. Energia

Energia-alan tarpeet määritellään jaettuina neljään luokkaan, jotka ovat energian muuntaminen/tuotanto, varastointi, jakelu ja siirtoverkko sekä uusiutuvat polttoaineet.

- a) **Uusiutuvan ja vähähiilisen energian muuntaminen ja tuotanto:** Tähän voivat sisältyä kehittyneet materiaalit, joilla parannetaan uusiutuvien energialähteiden muuntamiseen käytettävien laitteiden kestävyyttä, katalysaattorit, päällystäminen ja läpäisevyys, materiaalit, joilla parannetaan suorituskykyä (esim. korroosionkestävyyttä) vaikeissa ympäristöolosuhteissa, materiaalit, joilla parannetaan uusiutuvien energialähteiden (esim. aurinkosähköpaneelien, tuuliturbiinien tai lämpöpumppujen) muuntotehokkuutta.
- b) **Energianvarastointijärjestelmät:** Tämä voi kattaa kehittyneet kiertotalouteen perustuvat ja kestävämmät materiaalit, joita käytetään energian varastointiteknologioissa, kuten sähkökemiallisissa teknologioissa (esim. akut ja superkondensaattorit), lämpö- ja lämpökemiallisissa teknologioissa (esim. faasimuutosmateriaalit) tai kemiallisissa teknologioissa.
- c) **Energian jakelu ja siirtoverkko:** Tämä voi koskea kehittyneitä materiaaleja, joilla lisätään energian jakelun ja siirtoverkon tehokkuutta ja kapasiteettia, luotettavuutta ja kestävyyttä (esim. korkean suorituskyvyn pinnoitteet, jotka suojaavat infrastruktuureja korroosiolta, kitkalta tai jäätymiseltä, tai muut vaihtoehtoisia materiaaleja käyttävät ratkaisut).
- d) **Uusiutuvat polttoaineet:** Tämä voi kattaa kehittyneet materiaalit, joilla tuotetaan kestäviä polttoaineita, kuten muuta kuin biologista alkuperää olevia uusiutuvia polttoaineita ja synteettisiä polttoaineita, joilla vähennetään ympäristöjalanjälkeä. Yksi suurimmista haasteista on kehittää katalysaattoreita, jotka ovat riittävän aktiivisia, vakaita ja edullisia, jotta uusiutuvia polttoaineita tai kemikaaleja voidaan tuottaa suuria määriä ja pienin kustannuksin.

### II. Liikkuvuus

Liikkuvuuden tarpeet määritellään jaettuina neljään luokkaan, jotka ovat liikennemuotojen energian varastointitarpeet, kevyemmät ja vakaammat liikennevälineet ja infrastruktuurit sekä kiertotalouden parantaminen ja ympäristönsuojelun tason parantaminen.

- a) **Energian varastointi ja vaihtoehtoiset polttoaineet eri liikennevälineitä varten.** Esimerkkejä:

- **kehittyneet akut (esim. kiinteät akut)**, joille on ominaista parempi tehokkuus, tuotannon pienempi ympäristöjalanjälki, kriittisten raaka-aineiden vähäisempi käyttö ja kestävä korvaaminen, parempi turvallisuusprofiili, parempi kestävyys, suorituskyky, suurempi energiatiheys ja parempi kierrätettävyys
  - vedyn, ammoniakkin ja/tai metanolin **polttokennojärjestelmät**, jotka ovat paljon tehokkaampia ja joissa on panostettu hukkalämmön talteenottoratkaisuihin, elektrolyysilaitteet, katalysaattorit.
- b) Erittäin suorituskykyiset ja kevyet kehittyneet materiaalit, jotka toimivat ankarissa ympäristöissä, erittäin luotettavat ja kestävät liikennesovellukset.** Esimerkkejä:
- **kehittyneet kevyemmät materiaalit**, joiden energiankulutus on vähäisempi ja turvallisuus parempi (esim. ajoneuvojen matkustajien sekä jalankulkijoiden, pyöräilijöiden ja muiden käyttäjien osalta)
  - **kehittyneet komposiittimateriaalit ja -rakenteet** ajoneuvoja, lentokonerakenteita ja moottorikomponentteja varten, mukaan lukien suorituskykyiset lämpömuovautuvat aineet, mukautuvat järjestelmät ja monikäyttövaatimukset (esim. juotokset tai prosessit, joilla voidaan liittää eri materiaaleja luotettavasti).
- c) Liikennevälineiden ja -infrastruktuurien suojaamisen, häiriönsietokyvyn ja kestävyuden parantaminen.** Esimerkkejä:
- **pinnoitteet ja maalit**, jotka parantavat niiden kestävyyttä ja vähentävät polttoaineenkulutusta ja joita käytetään ilmailu-, avaruus- ja vesiliikennealalla sekä tiemerkinnoissa
  - **hybridivalmistusprosessit** (esim. ekstruusioon perustuvien lisäaineiden ja automatisoidun kuituasettelun yhdistäminen), liitäntäteknologiat, pintakäsittelyt ja automatisoitu laaduntarkastus tai -valvonta suurille primäärisille lentokonerakenteille ja moottorikomponenteille.
- d) Kiertotalouden lisääminen ja materiaalien ympäristötehokkuuden huomioon ottaminen.** Esimerkkejä:
- paremmat materiaalit **turvallista ja kestävästä käytöstä** varten (esim. kierrätettävät ja/tai biohajoavat komposiitit, akut ja elektroniikka kaikissa liikennemuodoissa)
  - uudet materiaalit, jotka pienentävät edelleen **ympäristöjalanjälkeä ja parantavat liikenneinfrastruktuurin häiriönsietokykyä** (esim. pienemmät elinkaari-vaikutukset, kiertokäyttö, teiden/rautateiden pitkäkestoisemmat/kestävämmät materiaalit, vähäisempi vaikutus biologiseen monimuotoisuuteen, renkaat ja jarrut, joiden hiukkaspäästöt ovat vähäiset)
  - kehittyneiden komposiittien, superseosten, pinnoitteiden sekä hybridi- ja mukautuvien rakenteiden **kustannustehokas huolto ja korjaus** liikennesovelluksissa.

### III. Rakentaminen

Tämän luvun tarpeet määritellään jaettuina neljään luokkaan: rakennusten energiatehokkuuden parantaminen, vankemmat ja pitkäikäisemmät rakennukset,

hyvinvoinnin parantaminen rakennuksissa, kiertotalouden ja ympäristötehokkuuden parantamiseen tähtäävät materiaalit.

- a) **Rakennusten energiatehokkuuden parantaminen.** Esimerkkejä: komposiittivaahdot, lämmöneristys- ja varastointimateriaalit, integroidut energiajärjestelmät.
- b) **Rakennusten rakenteiden vankkuuden ja kestävyuden lisääminen ja rakenteellisen eheyden seurannan parantaminen.** Esimerkkejä: komposiittimateriaalit, mukaan lukien grafeenilla vahvistettu betoni, kevyet materiaalit, uudet 3D-tulostuksessa ja lisäainevalmistuksessa käytettävät materiaalit, esivalmistukseen ja modulaariseen rakentamiseen tarkoitetut materiaalit sekä itseään valvovat, itsestään parantuvat tai itseään suojaavat materiaalit.
- c) **Hyvinvoinnin parantaminen rakennuksissa.** Esimerkkejä: mukavuuden lisäämiseen, melun vähentämiseen ja valaistukseen käytettävät materiaalit, dynaamiset optisesti läpinäkyvät teknologiat ja lasitusteknologiat, läpinäkyvä oksidipohjainen elektroniikka, sähkökromiset, termokromiset, gasokromiset ja fotokromiset materiaalit sekä lianesto-, jäänesto-, liukuesto-, korroosionesto- tai superhydrofobiset käsittelyt.
- d) **Kiertotalouden ja ympäristötehokkuuden parantamiseen tähtäävät materiaalit.** Esimerkkejä: uudet biopohjaiset pinnoitteet, maalivalmisteet, puupohjainen eristys, liimat ja komposiittimateriaalit rakennuksissa sekä tällaisten materiaalien lämmitysvaikutuskertoimen huomioiminen rakennusten ja niiden purkamisen osalta.

#### IV. Elektroniikka

Tämän luvun tarpeet määritetään keskittyen siruihin, elektronisiin komponentteihin ja järjestelmiin. Tarpeet yksilöidään seuraavien kahden otsikon alla:

- a) **Suorituskykyisemmät** kehittyneet materiaalit, **mukaan lukien erityisominaisuudet ankarissa olosuhteissa, vähäisempi energiankulutus ja elektronisten komponenttien uudet toiminnot** (joita voidaan soveltaa eri aloilla). Näihin kehittyneisiin materiaaleihin olisi luettava myös anturit, uudet laskenta- ja muistikonseptit, tehoelektroniikka, viestintä (mukaan lukien signaalinsiirto ja lämmönhallinta 5G- ja 6G-verkkojen seuraavalle sukupolvelle ja sitä seuraaville), joustava elektroniikka, optoelektroniikka, ftoniikka ja kvanttikomponentit.
- b) Kehittyneet materiaalit **uusien sirujen** tuotanto- ja pakkausteknologioita varten, mukaan lukien piitä sisältämättömät kiekot ja substraatit tehokkuuden parantamiseksi (eri alojen, kuten energian, sähkön ja viestinnän, sovelluksissa), kestävyuden ja kiertotalouden parantaminen sekä riippuvuuden vähentäminen kriittisistä raaka-aineista.

#### MONIALAISET OMINAISUUDET

Kehittyneiden materiaalien tutkimuksen ja innovoinnin **digitalisointi** (datainfrastruktuurien, digitaalisten mallintamisvälineiden, yhteisen data-analytiikan/ontologioiden ja tekoälyn avulla) voi nopeuttaa uusien innovatiivisten materiaalien löytämistä mahdollistamalla laajojen tietoaaineistojen analysoinnin, mahdollistamalla erilaisilla karakterisointitekniikoilla saatujen tietojen tulkinnan, parantamalla mallintamista ja ehdottamalla uusien materiaalien koostumusta tai rakennetta. Tämä kaikki vahvistaa Euroopan kilpailukykyä.

Samaan aikaan **'turvalliseksi ja kestäväksi suunniteltu' -konseptin** täytäntöönpano on keskeinen osa materiaalien muuntamisprosessia. Tämä on ajattelutavan muutos kohti kehittyneitä materiaaleja, jotka edistävät turvallisuutta ja kestävyyttä ja ovat samalla halvempia ja suorituskykyisempiä kaikissa ympäristöissä. Siihen sisältyy toimia ihmisten terveydelle ja ympäristölle vaarallisten aineiden korvaamiseksi tai vähentämiseksi mahdollisimman paljon. Kiertotalous on myös keskeinen tekijä ja erityinen haaste monimutkaisille materiaalien seoksille; on tärkeää varmistaa, että kehittyneitä materiaaleja voidaan niiden käytön jälkeen käyttää uusiomateriaaleina, mikä vähentää sekä toimitusketjuihin kohdistuvaa painetta että materiaalien yleistä ympäristöjalanjälkeä.

Muita monialaisia tekijöitä, joita on tarkasteltava painopistealoilla, ovat karakterisointi, instrumentointi, metrologia ja valmistus.