

Uusien teknologioiden ennakoiva hallinta: Kansainvälinen katsaus

Mitä voidaan oppia ennakoivan hallinnan parhaista käytännöistä?

Ennakoiva hallinta on kasvavan kansainvälisen kiinnostuksen kohteena, mutta menetelmäkehitystä tarvitaan edelleen.

Governance of new technologies towards sustainability and well-being - GOWELL

Janne Lehenkari, Johanna Leväsluoto, Helmi Hämäläinen, Ville Valovirta, Matti Pihlajamaa, Katri Valkokari & Carolyn Cole

VTT



Uudet ja kehitteillä olevat teknologiat tarjoavat ratkaisuja yhteiskunnallisiin haasteisiin, mutta haastavat samalla perinteisen sääntelyn ja ohjauksen. Uusien teknologioiden ennakoiva hallinta (anticipatory governance) pyrkii vastaamaan tähän parantamalla toimijoiden kykyä ennakoida teknologian kehitystä ja ohjata sitä yhteiskunnallisesti kestävään suuntaan. Tämä policy brief esittää kansainvälisen katsauksen uusien teknologioiden ennakoivasta hallinnasta ja vastaa kysymykseen, mitä parhaista käytännöistä voidaan oppia.

Policy brief perustuu systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen uusien teknologioiden ennakoivasta hallinnasta viimeaikaisen tutkimus- ja politiikkakirjallisuuden valossa. Tarkastelemme, mitä voidaan oppia ennakoivan hallinnan kansainvälisistä parhaista käytännöistä uuden teknologian kehittämisen ja käyttöönoton tukemiseksi sekä tietoon perustuvan päätöksenteon parantamiseksi. Katsauksessa toteutimme sisällönanalyysin 61 tutkimusartikkelista ja politiikkadokumentista, jotka on julkaistu vuosina 2009–2024. Sisällönanalyysin tueksi teimme myös sanatiheysanalyysin.

Uusien teknologioiden ennakoivaan hallintaan liittyvä julkaisutoiminta on lisääntynyt huomattavasti viime vuosina. Eniten käsiteltyjä teknologioita ovat terveys- ja bioteknologiat, nanoteknologiat ja tekoäly. Tutkimusartikkelit ja politiikkadokumentit jakavat paljon yhteisiä teemoja ja käsitteitä, vaikka painotuksissa on eroja. Yleisimmät ennakoivan hallinnan lähestymistavat ovat ennakointi, osallistaminen ja etiikka, jotka kytkeytyvät läheisesti toisiinsa. Ennakoinnissa korostuvat monimenetelmällisyys ja riskien hallinta. Osallistamisessa keskeisiä tavoitteita ovat varhainen toteutus, aito osallistuminen ja monipuolinen osallistujapohja. Etiikan osalta kirjallisuudessa ehdotetaan, että eettisyys, läpinäkyvyys ja turvallisuus huomioidaan teknologiassa jo suunnitteluvaiheessa.

Kasvavasta kiinnostuksesta huolimatta ennakoivassa hallinnassa on paljon haasteita, kuten menetelmällinen hajanaisuus, osallistamisen ja eettisten kysymysten pintapuolinen käsittely ja etenkin ennakoivan seurannan ja arvioinnin kehittymättömyys. Näihin haasteisiin voidaan vastata ottamalla käyttöön integroiva ennakoivan hallinnan työkalu, tukemalla ennakoinnin hyödyntämistä päätöksenteossa sekä kehittämällä palaute-, seuranta- ja arviointimenettelyjä.

Tämä policy brief on osa Business Finlandin rahoittamaa GOWELL-hanketta (Dnro 1685/31/2024). Hankkeessa analysoidaan edellytyksiä uusien teknologioiden ennakoivalle, osallistavalle ja suuntaavalle hallinnalle.

Lisätietoa hankkeesta: <https://cris.vtt.fi/en/projects/governance-of-new-technologies-towards-sustainability-and-well-being>

Ennakoiva hallinta tarkoittaa kykyä ennakoida teknologian kehitystä ja ohjata sitä yhteiskunnallisesti kestäväään suuntaan varhaisessa vaiheessa.

Johdanto

Uudet ja kehitteillä olevat teknologiat, kuten tekoälysovellukset, tarjoavat ratkaisuja merkittäviin yhteiskunnallisiin haasteisiin, hyvinvoinnin edistämiseen sekä talouden kasvuun ja uudistumiseen. Samalla uusien teknologioiden kehittymiseen liittyy paljon epävarmuutta ja riskejä ympäristölle, terveydelle ja turvallisuudelle. Tämä haastaa perinteisen sääntelyn ja ohjauksen: miten pysyä mukana teknologian kehityksessä ja huolehtia tasapainosta innovaatiotoiminnan edistämisen ja riskien hallinnan välillä (Robinson & Doherty 2025, 7)? Uusien teknologioiden ennakoiva hallinta (anticipatory governance) pyrkii vastaamaan tähän haasteeseen parantamalla toimijoiden kykyä ennakoida teknologian kehitystä ja ohjata sitä yhteiskunnallisesti kestäväään suuntaan jo varhaisessa vaiheessa (vrt. Tönurist & Orlik 2025, 11).

Viime vuosina uusien teknologioiden ennakoiva hallinta on ollut OECD:n tiede- ja teknologiapoliittikan komitean (CSTP) keskeinen kehityskohde. Komitean ministeritason kokous hyväksyi uusien teknologioiden ennakoivan hallinnan viitekehysten (OECD 2024) huhtikuussa 2024, minkä jälkeen on julkaistu sen toimeenpanoa tukevia raportteja ja politiikkadokumentteja (OECD 2025a, 2025b; Robinson & Doherty 2025) ja järjestetty aiheeseen liittyviä konferensseja ja työpajoja. OECD:n ennakoivan hallinnan viitekehyksessä on viisi toisiinsa kytkeytyvää osa-aluetta:

1. Ohjaavat arvot (guiding values): Teknologian kehittämisen tulee perustua yhteisiin arvoihin, jotka sovitetaan kunkin teknologian kontekstiin.
2. Strateginen tiedonhankinta (strategic intelligence): Poliittikan suunnittelun ja toteutuksen tulee perustua ennakoitiedon ja -menetelmien hyödyntämiselle.
3. Osallistaminen (stakeholder engagement): Sidosryhmät tulee osallistaa uutta teknologiaa koskevaan päätöksentekoon mahdollisimman varhain.
4. Ketterä sääntely (agile regulation): Ohjausjärjestelmien tulee olla joustavia ja mukautuvia sekä hyödyntää kokeiluja ja uusia toimintatapoja.
5. Kansainvälinen yhteistyö (international co-operation): Teknologioiden rajat ylittävän luonteen vuoksi tulee edistää kansainvälistä yhteistyötä ja dialogia.

Viitekehys on tarkoitettu politiikkavalmistelun lähtökohdaksi ja sen soveltaminen riippuu kontekstisidonnaisista asioista, kuten teknologian kehitysasteesta (OECD 2024, 27). OECD:n ohella samansisältöistä lähestymistapaa on kehitetty EU:n tutkimus- ja innovaatiopolitiikassa uusien teknologioiden strategisen ennakkoinnin (strategic foresight) yhteydessä, mikä tarkoittaa järjestelmällistä ja osallistavaa tulevaisuuden vaihtoehtojen tarkastelua (EC 2023, 157). OECD:n ja EU:n politiikkadokumenttien ohella aiheesta on julkaistu myös paljon akateemista tutkimusta. Kattavaa esitystä aihepiiristä ei kuitenkaan ole ollut tarjolla.

Käsillä oleva policy brief esittää systemaattisen katsauksen uusien teknologioiden ennakoivasta hallinnasta viimeaikaiseen tutkimus- ja politiikkakirjallisuuteen perustuen. Katsaus vastaa kysymykseen, mitä voidaan oppia ennakoivan hallinnan kansainvälisistä parhaista käytännöistä uuden teknologian kehittämisen ja käyttöönoton tukemiseksi sekä tietoon perustuvan päätöksenteon parantamiseksi. Yksityiskohtaisempi esitys, jota tämä policy brief hyödyntää, on GOWELL-hankkeen white paper -julkaisussa (Lehenkari ym. 2025).

Aineisto

Katsauksessa noudatettiin tavanomaista kirjallisuuskatsausmenetelmää, johon kuuluvat hakutermin laadinta, haun toteutus, julkaisujen valinta, sisällönanalyysi ja yhteenveto (Rotolo ym. 2015). Scopus-tietokannassa tehtiin kaksi hakua. Ensimmäisessä tunnistettiin 34 artikkelia uusista teknologioista ja ennakoivasta hallinnasta, ja näistä 32 valittiin sisäl-

Analysoimme 61 vuosina 2009–2024 julkaistua artikkelia tai politiikkadokumenttia.

lönanalyysiin. Toisessa haussa tunnistettiin 47 uusia teknologioita ja yhteiskunnallisia haasteita käsittelevää artikkelia, joista 12 otettiin sisällönanalyysiin. Lisäksi valittiin 17 politiikkadokumenttia (raporttia tai raportin lukua) OECD:n ja EU:n julkaisufoorumeista. Yhteensä sisällönanalyysiin valittiin 61 vuosina 2009–2024 julkaistua artikkelia tai politiikkadokumenttia.

Sisällönanalyysissa tarkastelimme julkaisussa käytettyä ennakoivan hallinnan viitekehystä ja sen keskeisiä menetelmällisiä osatekijöitä, kuten ennakointia ja osallistamista. Sisällönanalyysin tueksi toteutimme sanatiheysanalyysin, jolla tunnistimme julkaisuissa esiintyviä yhteisiä teemoja ja niiden muutoksia ajan kuluessa.

Tulokset

Ensimmäiset tutkimusartikkelit ja politiikkadokumentit uusien teknologioiden ennakoivasta hallinnasta ilmestyivät 2010-luvun vaihteessa. Julkaisutoiminta on lisääntynyt huomattavasti viime vuosina: yli puolet tutkimusartikkeleista julkaistiin vuosina 2018–2024 ja yli puolet politiikkadokumenteista vuosina 2021–2024. Yksitoista tutkimusartikkelia julkaistiin tulevaisuudentutkimuksen ja ennakkoinnin lehdissä, kuten *Futures*. Muuten tieteelliset julkaisufoorumit vaihtelivat laajasti etiikasta tekniikan alan lehtiin. Julkaisupaikasta riippumatta kaikissa artikkeleissa käytettiin yhteiskuntatieteellisiä, pääosin laadullisia, menetelmiä. Terveys- ja bioteknologiat, nanoteknologiat ja tekoälysovellukset olivat yleisimmin käsiteltyjä uusia teknologioita. Uusimmissa tutkimusartikkeleissa tekoäly- ja drone-teknologioiden nousu näkyy myös niihin liittyvien viittausten määrän kasvuna, vaikka esimerkiksi nanoteknologiat ovat edelleen yhtä ajankohtainen tutkimusaihe kuin 2010-luvulla. Hieman yllättäen kvanttitekniikoita käsiteltiin vain yhdessä politiikkadokumentissa eikä yhdessäkään artikkelissa. Tämä saattaa johtua aiheen uutuudesta ja tilanne muuttunee lähivuosina.

Eniten käsitellyt uudet teknologiat: terveys- ja bioteknologiat, nanoteknologiat ja tekoäly.

Selvitimme, missä määrin tutkimusartikkeleissa käytetyt keskeiset käsitteet ja termit eroavat politiikkadokumenttien vastaavista. Alla olevat sanapilvet (Kuvio 1) kuvaavat kolmekymmentä yleisintä termiä tutkimusartikkeleissa verrattuna politiikkadokumentteihin. Yleisimmät termit ovat molemmissa hyvin samankaltaisia, joskin politiikkadokumenttien sanapilvi painottuu harvempiin termeihin, kun taas akateeminen tutkimus on hajautuneempaa. Lisäksi politiikkadokumenteissa käytetään politiikan terminologiaa, joka ei ole yleistä tutkimusartikkeleissa, kuten "hallitus", "sektori" ja "ekosysteemi".



Tutkimusartikkelit



Politiikkadokumentit

Kuvio 1. Tutkimusartikkelien ja politiikkadokumenttien sanapilvien vertailu.

Yleisimmät lähestymistavat: ennakointi, osallistaminen ja etiikka.

Sisällönanalyysin perusteella yleisimmät ennakoivan hallinnan lähestymistavat ja menetelmät ovat ennakointi, osallistaminen ja eettisten näkökohtien huomioiminen. Nämä kytkeytyvät usein toisiinsa. Esimerkiksi sidosryhmien osallistaminen on edellytys eettisten näkökohtien huomioimiselle. Seuraavassa käsittelemme nämä osa-alueet tarkemmin.

Ennakointi

Ennakointi tarkoittaa jäseneltyä menetelmää, jolla varaudutaan uusiin teknologioihin liittyviin tulevaisuuden kehityskulkuihin. Yksittäisiä ennakointimenetelmiä on laaja kirjo. Käsitellyn aineiston keskeisimpiä ennakointimenetelmiä ovat skenaariotyöskentely (scenario planning), toimintaympäristön tulevaisuuden analyysi (horizon scanning) ja systeemiajattelu (systems thinking). Kullakin on omat vahvuutensa ja rajoitteensa, ja menetelmän valinta riippuu ennakoinnin tarkoituksesta ja tavoitteista. Yhtä ääripäätä edustavat määrälliseen dataan nojaavat ennustavat lähestymistavat ja toista eksploraatiiviset lähestymistavat, jotka avaavat vaihtoehtoisia tulevaisuuskuvia kannustaen ajattelemaan totutun yli.

Riskienhallinta on usein esillä ennakointityössä, kuten varautuminen terveys- ja ympäristöuhkiin nanoteknologian tapauksessa. Yksi pitkälle kehitetty lähestymistapa on ennakoiva sääntelyvalmius (regulatory preparedness), joka tarkoittaa sääntelyhaasteiden ennakoimista ja turvallisuusarviointien varmistamista ennen markkinoille tuloa. Tämä edellyttää tiivistä vuoropuhelua sääntelyviranomaisten, tuotekehittäjien ja sidosryhmien välillä (esim. OECD 2020).

Osallistaminen

Osallistaminen tarkoittaa eri sidosryhmien – asiantuntijoista kansalaisiin – ottamista mukaan päätöksentekoprosesseihin, jotta uudet teknologiat vastaavat yhteiskunnan arvoja ja tarpeita. Osallistamiseen kuuluu kiinteästi osallisuus (inclusion), jolla tähdätään siihen, että kaikkien sidosryhmien mukanaolo on merkityksellistä ja vaikuttavaa.

Aineisto korostaa sidosryhmien varhaista osallistamista. Tämä varmistaa yhteyden yhteiskunnallisiin arvoihin, rakentaa luottamusta ja mahdollistaa eettisten, oikeudellisten ja sosiaalisten vaikutusten (Ethical, Legal and Social Implications, ELSI) systemaattisen tarkastelun (esim. Alford ym. 2012). Myös käyttäjänäkökulma on tärkeä: käyttäjiltä saadun palautteen huomioiminen vahvistaa loppukäyttäjien omistajuuden tunnetta ja teknologian hyväksyttävyyttä.

Osallistamisen yhteydessä mainitaan usein vastuullinen tutkimus- ja innovaatiotoiminta (Responsible Research and Innovation, RRI), joka korostaa T&K-toiminnan osallistavuuden periaatteita ja pyrkii tuomaan yhteen erilaisia sidosryhmiä yhteiskunnallisten haasteiden ratkaisemiseksi. Kirjallisuuden perusteella ennakoiva hallinta on kuitenkin käytännössä usein päättäjä- ja asiantuntijavetoista.

Etiikka

Etiikalla tarkoitetaan uusien teknologioiden ja niiden käytön yhteiskunnallisten, oikeudellisten ja moraalisten vaikutusten laaja-alaista huomioimista. Osallistamisen tapaan RRI-lähestymistapa nousee esille myös eettisten kysymysten käsittelyssä. Enimmäkseen eettisiä näkökohtia käsitellään kuitenkin epäsuorasti. Huomio kohdistuu yleensä päättäjien ja

päätöksenteon läpinäkyvyyteen ja vastuullisuuteen. Sidosryhmien osallistaminen kuuluu olennaisesti etiikkaan, sillä tavoitteena on koota yhteen eri näkökulmia ja edistää yhteistyötä toimintamallien kehittämisessä. Esiin nostetaan myös teknologioiden, kuten tekoälyn ja dronejen, mahdolliset haitat, kuten väärinkäyttö ja rikollinen toiminta, jotka voivat edellyttää uutta sääntelyä turvallisuuden ja yksityisyyden suojaamiseksi.

Osa aineistosta käsittelee tekoälyn vaikutusta demokratiaan, mukaan lukien riski eriarvoisuuden vahvistumisesta ja demokraattisen hallinnan menettämisestä. Myös yksityisyyteen liittyvät kysymykset nousevat etiikan keskiöön. Julkisen luottamuksen rakentaminen ja ylläpitäminen on tärkeää jo uusien teknologioiden varhaisvaiheissa, mikä edellyttää läpinäkyvää viestintää ja vastuullisia tutkimuskäytäntöjä. Ratkaisuksi ehdotetaan, että eettisyys, läpinäkyvyys ja turvallisuus huomioidaan teknologiassa jo suunnitteluvaiheessa (ns. ethics, transparency and safety by design), jolloin vinoumilta ja väärinkäytöltä voidaan suojautua ennakolta (esim. CNECT 2024). Huomiota saavat myös sääntelyhiekkalaatit (regulatory sandbox), jotka tukevat vastuullisesti kokeilutoimintaa valvotussa ympäristössä innovaatiotoimintaa tukahduttamatta.

Täydentävät näkökulmat

Ennakoinnin, osallistamisen ja etiikan ohella sisällönanalyyseissä tarkasteltiin myös muita kirjallisuudessa esiin nousevia menetelmiä, jotka ovat GOWELL-hankkeen kannalta relevantteja: oppimista, konsensuksen rakentamista sekä ennakoivaa seurantaa ja arviointia.

Täydentävät näkökulmat: oppiminen, konsensuksen rakentaminen sekä ennakoiva seuranta ja arviointi.

Oppiminen on keskeinen osa ennakoivaa hallintaa, koska uusiin teknologioihin liittyviin epävarmuuksiin vastaaminen edellyttää jatkuvaa sopeutumista ja sidosryhmien osallistamista keskinäisiin oppimisprosesseihin. Yleisin kirjallisuudessa käsitelty oppimisen muoto on sektorienvälinen oppiminen, joka korostaa yhteistyötä ja tiedonvaihtoa kokeilemalla oppimisen ja mukautuvien lähestymistapojen avulla. Oppimisen haasteita ovat sektoreiden erilaiset prioriteetit, osallistamisen vaatimat resurssit ja perusoletusten muuttamisen (ns. double-loop learning) vaikeus (Ribeiro & Shapira 2019).

Konsensuksen rakentamisella tarkoitetaan jäseneltyä mutta joustavaa prosessia, jossa luodaan sidosryhmien intressit huomioiva yhteinen ymmärrys osallistamisen, vuoropuhelun ja läpinäkyvyyden avulla. Käsitellyn kirjallisuuden perusteella yhteisymmärrys edellyttää yleisten arvojen huomioimista, haavoittuvien ryhmien osallistamista sekä avoimia vuoropuhelualustoja eri toimijoille yli sektorirajojen. Konsensuksen saavuttaminen etenee usein vaiheittain ja vaatii resurssien kasvattamista mittakaavan laajetessa.

Ennakoivaa seurantaa ja arviointia sivuttiin aineistossa vain vähän. Tekoälyhankkeiden vaikutusten arvioinnissa korostuu moniulotteinen ja monilähteinen seuranta, joka kattaa laajasti sosiaaliset, ympäristölliset ja taloudelliset vaikutukset perinteisten taloudellisten mittareiden ohella. Seurantaa ja vaikutusten arviointia korostetaan myös autonomisiin ajoneuvoihin liittyen: niihin liittyvät epävarmuudet edellyttävät laajaa sidosryhmien osallistamista ja seurantatiedon tuottamista, jotka auttavat tunnistamaan varhaisia varoitusmerkkejä mahdollisista kielteisistä kehityskuluista (Cohen ym. 2018).

Innovaatiopolitiikan haasteet

Kirjallisuuskatsauksen perusteella uusien teknologioiden ennakoiva hallinta on kasvavan kiinnostuksen kohteena kansainvälisessä tutkimuksessa ja politiikkasuunnittelussa. Lisäksi tutkijat ja päätöksentekijät jakavat huomattavan paljon yhteisiä teemoja, käsitteitä ja keskeisiä lähteitä aiheeseen liittyen, vaikka painotuksissa onkin eroja. Vahvistuneesta huomiosta huolimatta ennakoivan hallinnan toteutuksessa on edelleen aukkoja:

Menetelmällinen integraatio on jäänyt taka-alalle. Ennakointi, osallistaminen ja etiikka mainitaan useimmissa ennakoivaa hallintaa käsittelevissä julkaisuissa, mutta niiden väliset suhteet ja painotuserot jäävät vähemmälle huomiolle. Kiinnostavasti painotuserot näyttävät liittyvän käsiteltyihin teknologioihin: Tekoälysovelluksissa korostuvat eettiset kysymykset, kuten läpinäkyvyys ja vastuullisuus. Nanoteknologioissa painottuvat riskienhallinta, sidosryhmien osallistaminen ja sääntelyvalmius. Terveys- ja bioteknologioissa nousivat esiin eettiset kysymykset ja monitieteinen yhteistyö.

Osallistaminen ja eettisten kysymysten käsittely jäävät usein pintapuolisiksi. Vaikka kaikkien sidosryhmien osallisuutta korostetaan periaatteena, käytännössä ennakoiva hallinta on kirjallisuudessa käsitellyissä hankkeissa usein päättäjä- ja asiantuntijaveitoista. Eettisiä näkökohtia käsitellään usein epäsuorasti ja kokoava näkökulma puuttuu.

Täydentävissä näkökulmissa riittää kehitettävää. Oppimisen ja sektorirajat ylittävän yhteistyön, mukaan lukien konsensuksen hakeminen, merkitys tunnustetaan tärkeiksi mutta vaikeiksi ja resursseja kuluttaviksi toimenpiteiksi. Ennakoivaa seurantaa ja arviointia on toteutettu hyvin vähän.

Toimenpide-ehdotukset

Uusien teknologioiden ennakoiva hallinta tarjoaa mahdollisuuden valmistautua tulevaisuuden kehityskulkuihin paremmin, ja tätä voidaan vauhdittaa menetelmätyöllä ja tuella:

Otetaan käyttöön integroiva ennakoivan hallinnan työkalu. GOWELL-hankeessa kehitettävä Ennakoivan hallinnan kompassi (Anticipatory Governance Compass, AG Compass) pyrkii vastaamaan menetelmällisen hajanaisuuden haasteeseen tarjoamalla systemaattisen ja kontekstiin mukautuvan ennakoivan hallinnan viitekehyksen.

Tuetaan ennakoinnin hyödyntämistä päätöksenteon tukena. Uusien teknologioiden ennakoiva hallinta vaatii lähtökohtaisesti laajaa osallistamista ja yhteistyötä yli sektorirajojen. Osallistuminen yhteisiin ennakointihankkeisiin vahvistaa ennakointiosaamista ja yhteistyökykyä mutta vaatii riittävää resursointia ja kannusteita.

Kehitetään ennakoivalle hallinnalle palaute-, seuranta- ja arviointimenettelyt. Kirjallisuus osoittaa, että ennakoivan seurannan ja arvioinnin menetelmät ovat saaneet menetelmäkehityksessä vain vähän huomiota. Samoin tarvetta on itsereflektiivisille työkaluille, koska esimerkiksi osallistaminen ja eettisten kysymysten huomioiminen voivat jäädä helposti nimellisiksi. Konkreettiset kuvaukset ennakoivan hallinnan hankkeista voivat tukea sen toteuttamista laajemmin lisäten yleistä tietoisuutta mahdollisuudesta ennakoita teknologian kehitystä ja ohjata sitä yhteiskunnallisesti kestävään suuntaan.

Haasteet: Hajanaisuus, pintapuolisuus ja täydentävien näkökulmien puutteellinen huomiointi.

Tarvitaan menetelmällistä integrointia, käytännön tukea ja seurantaa.

Yhteystiedot: Katri Valkokari, katri.valkokari@vtt.fi

Lähdeluettelo:

Alford, K., Keenihan, S. & McGrail, S. 2012. The complex futures of emerging technologies: Challenges and opportunities for science foresight and governance in Australia. *Journal of Futures Studies*, 16, 4, 67–86.

Cohen, T., Stilgoe, J. & Cavoli, C. 2018. Reframing the governance of automotive automation: insights from UK stakeholder workshops. *Journal of Responsible Innovation*, 5, 3, 257-279. <https://doi.org/10.1080/23299460.2018.1495030>

CNECT 2024. Adopt AI study: final study report. <https://op.europa.eu/publication-detail/-/publication/86e48333-8499-11ef-a67d-01aa75ed71a1>

EC (2023). Better regulation toolbox. Bryssel: EC. https://commission.europa.eu/law/law-making-process/better-regulation/better-regulation-guidelines-and-toolbox_en

Lehenkari, J., Lähteenmäki-Smith, K., Leväsluoto, J., Hämäläinen, H., & Cole, C. (2025). Anticipatory governance of emerging technologies: White paper. Espoo: VTT. <https://cris.vtt.fi/en/publications/anticipatory-governance-of-emerging-technologies-white-paper/>

OECD 2020. Moving Towards a Safe(r) Innovation Approach (SIA) for More Sustainable Nanomaterials and Nano-enabled Product, Chapter Anticipatory Governance/Regulatory Preparedness. Pariisi: OECD. [https://one.oecd.org/document/ENV/JM/MONO\(2020\)36/en/pdf](https://one.oecd.org/document/ENV/JM/MONO(2020)36/en/pdf)

OECD (2024). Framework for Anticipatory Governance of Emerging Technologies. Pariisi: OECD. <https://doi.org/10.1787/0248ead5-en>

OECD (2025a). Agile mechanisms for responsible technology development. Pariisi: OECD. <https://doi.org/10.1787/2a35358e-en>

OECD (2025b). Steering AI's Future: Strategies for Anticipatory Governance. Pariisi: OECD. <https://doi.org/10.1787/5480ff0a-en>

Ribeiro, B. & Shapira, P. 2019. Anticipating governance challenges in synthetic biology: Insights from biosynthetic menthol. *Technological Forecasting and Social Change*, 139, 311-320. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.11.020>

Robinson, K.R. & Doherty, D. (2025). Strategic intelligence tools for emerging technology governance: A policy primer. Pariisi: OECD. <https://dx.doi.org/10.1787/02c05775-en>

Rotolo, D., Hicks, D., & Martin, B. R. (2015). What is an emerging technology? *Research Policy*, 44(10), 1827-1843. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.06.006>

Tõnurist, P. & Orlik, J. (2025). Towards anticipatory governance guidelines for public sector organisations. Pariisi: OECD. <https://dx.doi.org/10.1787/a5203d0b-en>