

# Kansainvälinen robotiikkaselvitys

Verrokkimaina Ruotsi, Alankomaat, Japani,  
Etelä-Korea, Yhdysvallat, Iso-Britannia



**LVV**

LIIKENNE- JA  
VIESTINTÄMINISTERIÖ

## **Liikenne- ja viestintäministeriön**

### **visio**

Hyvinvointia ja kilpailukykyä hyvillä yhteyksillä

### **toiminta-ajatus**

Liikenne- ja viestintäministeriö edistää väestön hyvinvointia ja elinkeinoelämän kilpailukykyä. Huolehdimme toimivista, turvallisista ja edullisista yhteyksistä.

### **arvot**

Rohkeus

Oikeudenmukaisuus

Yhteistyö

Julkaisun nimi

**Kansainvälinen robotiikkaselvitys. Verrokkimaina Ruotsi, Alankomaat, Japani, Etelä-Korea, Yhdysvallat, Iso-Britannia**

Tekijät

PricewaterhouseCoopers Oy: Carita Mäkinen, Oscar Larsen, Nina Hentunen, Anne Dahl

Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä

Liikenne- ja viestintäministeriö 12.11.2015

Julkaisusarjan nimi ja numero

**Liikenne- ja viestintäministeriön  
julkaisu 5/2016**

ISSN (verkkojulkaisu) 1795-4045

ISBN (verkkojulkaisu) 978-952-243-473-9

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-473-9>

HARE-numero

Asiasanat

robotiikka, automaatio, robotisaatio, automatisaatio, digitalisaatio

Yhteyshenkilö

Laura Sarlin

Muut tiedot

Tiivistelmä

Liikenne- ja viestintäministeriö vastaa pääministeri Sipilän hallitusohjelman *Rakennetaan digitaalisen liiketoiminnan kasvuympäristö* -kärkihankkeeseen sisältyvästä robotiikan toimenpiteestä. Toimenpiteellä on tarkoitus lisätä robotiikan hyödyntämistä ja kehitystä Suomessa. Osana toimenpidettä liikenne- ja viestintäministeriö tilasi selvityksen, jossa vertaillaan eri maiden strategisia toimenpiteitä robotiikan alalla. Kilpailutuksen perusteella selvityksen toteuttajaksi valittiin PricewaterhouseCoopers Oy.

Selvitys tarkastelee kuuden eri maan (Ruotsin, Alankomaiden, Japanin, Etelä-Korean, Yhdysvaltojen ja Iso-Britannian) toimia robotiikan edistämiseksi. Maakohtainen tarkastelu sisältää kunkin valtion nykytilanteen ja poliittisten toimien kuvauksen. Selvitys keskittyy valtioiden robotiikkaa koskeviin strategioihin, rahoitukseen ja muihin korkean tason linjauksiin robotiikan alalla. Kunkin valtion toimista on koottu SWOT-taulukko, joka sisältää arvion valtion toimien vahvuuksista, heikkouksista, mahdollisuuksista ja uhista. Selvitys päättyy yhteenvetomaiseen kappaleeseen, jossa vertaillaan verrokkimaiden poliittisia toimenpiteitä ja esitetään toimenpidesuosituksia.

Publikation

**Internationell robotikstudie.  
Jämförelseländer: Sverige, Nederländerna, Japan, Sydkorea, Förenta staterna,  
Storbritannien**

Författare

PricewaterhouseCoopers Oy: Carita Mäkinen, Oscar Larsen, Nina Hentunen, Anne Dahl

Tillsatt av och datum

Kommunikationsministeriet 12.11.2015

Publikationsseriens namn och nummer

**Kommunikationsministeriets  
publikationer 5/2016**

ISSN (webbpublikation) 1795-4045

ISBN (webbpublikation) 978-952-243-473-9

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-473-9>

HARE-nummer

Ämnesord

robotik, automation, robotisering, automatisering, digitalisering

Kontaktperson

Laura Sarlin

Rapportens språk

Övriga uppgifter

Sammandrag

Kommunikationsministeriet svarar för spetsprojektet *Skapandet av en tillväxtmiljö för digital affärsverksamhet* i statsminister Sipiläs regeringsprogram och för den robotikåtgärd som ingår i det. Åtgärden siktar på att öka utnyttjandet och utvecklingen av robotiken i Finland. Som en del av åtgärden har kommunikationsministeriet låtit göra en jämförande studie om olika länders strategiska insatser i fråga om robotik. På basis av ett upphandlingsförfarande valdes PricewaterhouseCoopers Oy för att utföra studien.

I studien granskas åtgärderna för att främja robotik i sex olika länder (Sverige, Nederländerna, Japan, Sydkorea, Förenta staterna och Storbritannien). Varje landspecifik granskning ger en bild av statens nuläge och politiska insatser. Studien fokuserar på strategier och finansiering inom robotik och andra riktlinjer på hög nivå. Insatserna i varje land har förts in i en SWOT-tabell med en bedömning av de statliga åtgärdernas styrkor, svagheter, möjligheter och hot. Studien slutar i en resumé med en jämförelse av de politiska åtgärderna i de olika länderna samt rekommenderade åtgärder.

Date  
23.2.2016

**Title of publication**

**International study on robotics. Reference countries: Sweden, Netherlands, Japan, South Korea, United States, Great Britain**

Author(s)

PricewaterhouseCoopers Oy: Carita Mäkinen, Oscar Larsen, Nina Hentunen, Anne Dahl

Commissioned by, date

Ministry of Transport and Communications, 12 November 2015

Publication series and number

**Publications of the Ministry of Transport  
and Communications 5/2016**

ISSN (online) 1795-4045

ISBN (online) 978-952-243-473-9

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-473-9>

Reference number

Keywords

robotics, automation, robotisation, automatisisation, digitalisation

Contact person

Laura Sarlin

Language of the report

Other information

Abstract

The Ministry of Transport and Communications is responsible for measures relating to robotics in the key project of building a growth environment for digital business operations that is part of Prime Minister Sipilä's Government Programme. The aim of the measures is to promote the use and development of robotics in Finland. As part of the work the Ministry commissioned a study on what strategic measures have been taken into use in robotics in different countries. As a result of competitive tendering the study was assigned to PricewaterhouseCoopers Oy.

Six countries were included in the study: Sweden, the Netherlands, Japan, South Korea, the United States and Great Britain. The current state and policy measures of every country were described. The study focuses on their strategies, funding and other high-level guidelines in the field of robotics. A SWOT analysis of the measures adopted in each country was carried out, i.e. their strengths, weaknesses, opportunities and threats were reviewed. The report sums up and compares the policy measures of these countries, and puts forward recommendations for action.

# Sisällysluettelo

<b>1.</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>Robottiikan toimenpiteet verrokkimaissa .....</b>	<b>4</b>
2.1	Ruotsi .....	4
2.1.1.	Nykytilanne .....	4
2.1.2	Poliittiset toimenpiteet ja niiden toteutus .....	5
2.1.3	Robotdalen .....	5
2.1.4	Toimenpiteet .....	7
2.1.5	Poliittisten toimenpiteiden SWOT.....	8
2.2	Alankomaat .....	9
2.2.1	Poliittiset toimenpiteet ja strategian synty .....	9
2.2.2	Strategian keskittymisalueet sovellusaloittain .....	9
2.2.3	Toimenpiteet .....	11
2.2.4	Toimenpiteet sidosryhmittäin.....	12
2.2.5	SWOT .....	14
2.3	Japani.....	15
2.3.1	Nykytilanne .....	15
2.3.2	Strategia .....	15
2.3.3.	Toimenpiteet sovellusaloittain .....	16
2.3.4.	SWOT .....	21
2.4	Etelä-Korea .....	23
2.4.1	Nykytilanne .....	23
2.4.2	Strategia .....	23
2.4.3	Strategiset toimenpiteet .....	25
2.4.4.	SWOT .....	29
2.5	Iso-Britannia .....	31
2.5.1	Nykytilanne .....	31
2.5.2	Interssiryhmän kehittämä RAS 2020-strategia .....	31
2.5.3	Hallituksen vastaus RAS 2020-strategian toimenpidesuosituksiin.....	34
2.5.4	Strategisten toimenpiteiden SWOT .....	38
2.6	Yhdysvallat .....	39
2.6.1	Nykytilanne .....	39
2.6.2	Kansallinen robotiikan yhteishanke .....	39
2.6.3	Robotiikkahankkeen toimenpiteet .....	40
2.6.4	Kansallisen robotiikkahankkeen toimenpiteiden SWOT .....	42
<b>3.</b>	<b>Poliittisten toimenpiteiden vertailu ja toimenpidesuosituksset .....</b>	<b>43</b>
3.1	Best practices verrokkimaissa .....	46
3.2.	Toimenpidesuosituksia selvityksen perusteella .....	47
<b>4.</b>	<b>Lähteet.....</b>	<b>49</b>
<b>5.</b>	<b>Liite 1 .....</b>	<b>52</b>

# 1 Johdanto

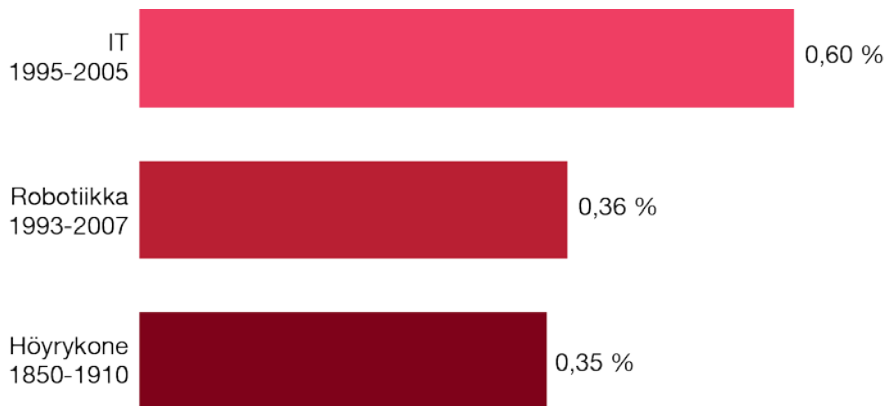
Kansainvälinen toimialajärjestö IFR (International Federation of Robotics) arvioi kansainvälisten robotiikkamarkkinoiden arvoksi 14 miljardia euroa, sillä järjestö aliarvostaa markkinoita kolmesta syystä:

Kokonaismarkkinat ovat pirstaloituneet ja data on vaikeasti saatavilla

Monella alalla esiintyy välttämättömiä lisäkustannuksia asennuksesta, huollosta sekä ohjelmistoista, joita toimittajat tarjoavat (laskentakaavana käytetään yleisesti teollisuusrobotin kustannukset 3 x yksikköhinta)

Suurin osa puolustussegmentistä ei ole mukana arvioissa

Tutkimusten mukaan robotiikan maailmanlaajuiset markkinat ovat kuitenkin tällä hetkellä 14–25 miljardia euroa mukaan laskettavista segmenteistä riippuen. Markkinoiden suuruudesta riippumatta robotiikan vaikutukset tuotannon tehokkuuteen ovat kiistattomat. McKinsey Global Institute on arvioinut, että edistyneen robotiikan käytöstä voitot voivat nousta jopa 1,6–4,2 biljoonaan euroon. London's Center for Economic Research vuorostaan arvioi robotiikan lisääntyneen käytön vaikutuksen olleen 17 verrokkivaltion<sup>1</sup> BKT:hen vuosittain keskimäärin 0,37 prosenttia vuosien 1993–2007 välillä, mikä oli noin kymmenesosa talouden kokonaiskasvusta. Brookingsin teettämän vertailun mukaan roboteilla on ollut samanlainen vaikutus maiden BKT:hen kuin höyrykoneilla viime vuosisadalla. [1]



Eri teknologioiden vuosittainen osuus työtehokkuuden kasvusta (IT-investoinnit noin viisi kertaa suurempia vuosien 1995 ja 2005 välillä, kuin investoinnit robotiikkaan vuosien 1993–2007 välisenä aikana.) [2]

---

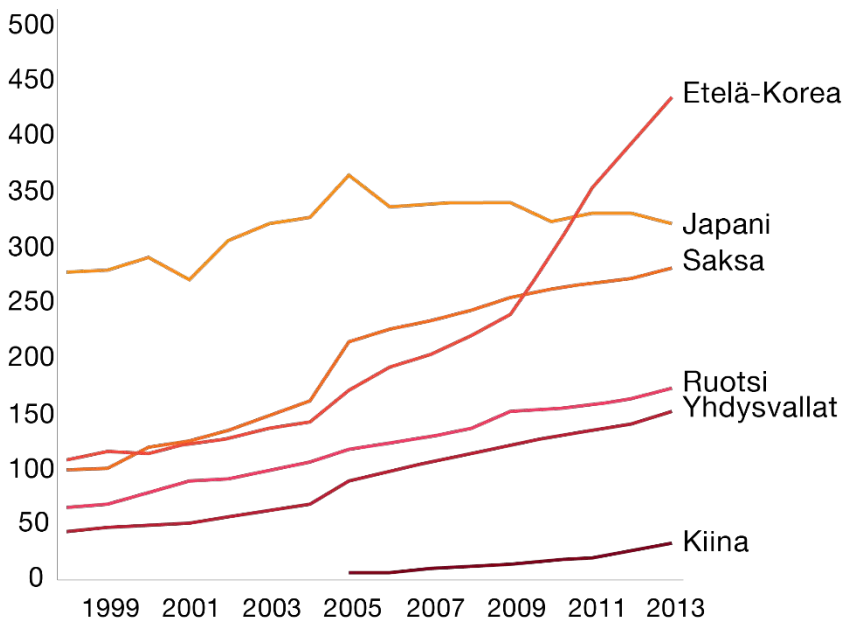
<sup>1</sup> Australia, Itävalta, Belgia, Tanska, Suomi, Ranska, Saksa, Kreikka, Unkari, Irlanti, Alankomaat, Etelä-Korea, Espanja, Ruotsi, Iso-Britannia, Yhdysvallat [7].

Robottiikalla nähdäänkin olevan suora yhteys yritysten omaan sekä kansalliseen kilpailukykyyn. Se toimii tuotannon tehostamisen ajurina, koska robottien avulla voidaan tehdä aiempaa enemmän vähemmällä vaivalla. [1]

Esimerkiksi Yhdysvalloissa, kuten muissakin verrokkimaissa, tuotannon uudelleen organisointi on välttämätöntä, mikäli tulevaisuuden talouskasvu, kilpailukykyyn säilyminen sekä uusien työpaikkojen syntyminen halutaan turvata. Tavoitteiden onnistuminen vaatii investointeja perustutkimukseen, uutta teknologiaa sekä kykyä integroida kehityksen tulokset tuotantojärjestelmiin ja lopputuotteiksi. [3]

Ilman robottien käyttöönottoa muun muassa Japania saattaa kohdata vakava työvoimapula syntyvyyden laskiessa ja väestön ikääntyessä. Japanilaisten yritysten tuleekin ratkaista akuutit ongelmat teollisuus- ja palvelualoilla ja turvata työpaikat pk-sektorin teollisuusyrityksissä sekä muilla aloilla, joita uhkaa tällä hetkellä työvoimapula (hoitotyö, maatalous ja rakentaminen). [4]

Alla olevan kuvan mukaisesti Etelä-Korea ja Japani ovat selkeästi muita maita edellä mitattaessa robottien määrää per palkattu työntekijä.



Robottien määrä/10 000 työntekijää [2]

Tämän selvityksen tarkoituksena on tutkia kuuden maan strategisia ja poliittisia toimenpiteitä robotiikan saralla. Verrokkimaina tutkimuksessa ovat Ruotsi, Alankomaat, Japani, Etelä-Korea, Iso-Britannia sekä Yhdysvallat. Mikäli valtiolla ei ole vielä virallista robotiikan strategiaa, tarkastelun kohteena ovat maan muut toimet robotiikan alueella. Koska kaikkien verrokkimaiden strategiat tai poliittiset toimet ovat vielä suhteellisen uusia, selvityksen näkökulma painottuu toimenpiteiden tarkasteluun.

Selvityksessä tarkastellaan aluksi yksitellen verrokkimaiden robotiikan nykytilanteita, jonka jälkeen keskitytään robotiikan poliittisiin sekä strategisiin toimenpiteisiin sekä arvioihin niiden vaikutuksista. Luku kolme kokoaa yhteen verrokkimaiden toimenpiteet robotiikan saralla, minkä jälkeen tarkastelun kohteena ovat toimintatavat, jotka robotiikan strategian



toteutumisissa nähdään merkityksellisimpinä. Selvityksen päälähteinä on käytetty valtioiden virallisia strategioita, lakeja, julkaistuja tiekartoja, ohjelma-apuraha-anomuksia sekä valtioiden tukemaa robotiikan tutkimusta. Robotiikan käsite on selvityksessä laajennettu kattamaan robotiikan lisäksi autonomiset järjestelmät.

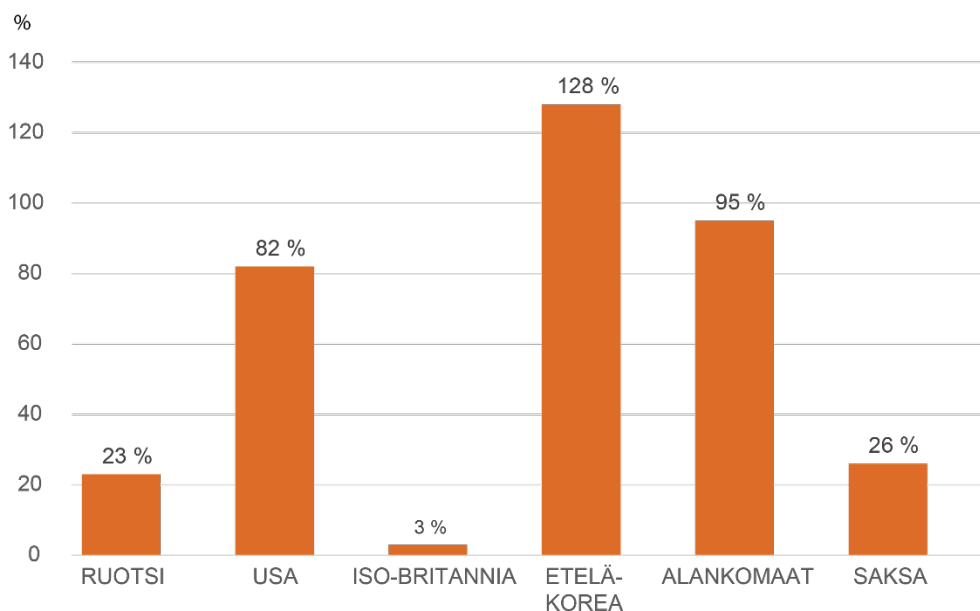
## 2 Robotiikan toimenpiteet verrokkimaissa

### 2.1 Ruotsi

#### 2.1.1 Nykytilanne

Ruotsi on yksi maailman robotisoituneimpia valtioita suhteutettuna työntekijöiden määrään. Vuonna 2013 tuotantoteollisuudessa jokaista 10 000 työntekijää kohti maasta löytyi 174 robottia kansainvälisen keskiarvon ollessa 62. Maa on robottitiheydeltään maailman neljänneksi suurin, ja sen edellä ovat vain Etelä-Korea, Japani ja Saksa. Yhteensä Ruotsissa on yli 10 000 aktiivista teollisuusrobottia ja eniten robotteja on käytössä auto- ja metalliteollisuudessa. [2]

Vuonna 2013 Ruotsissa myytiin ennätysmäärä teollisuusrobotteja (noin 1200 kappaletta). Vuoteen 2012 verrattuna kasvu oli noin 12 prosenttia. Vaikka markkinat ovatkin kasvussa, on kasvu hitaampaa moneen muuhun teollisuusmaahan verrattuna. Esimerkiksi vuosien 2006 ja 2013 välisenä aikana USA:n, Iso-Britannian, Etelä-Korean, Alankomaiden ja Saksan robottikannat kasvoivat seuraavasti:



Robottikantojen kasvu vuosina 2006–2013 [2]

ABB:n myötä Västeråsista on tullut ruotsalaisen robotiikan ja automaation, valmistajien, tutkijoiden ja palvelutoimittajien keskittymä. Valtion rahoittaman VINNVÄXT-ohjelman ja ABB:n yhteistyön myötä Västeråsissa toimii vuonna 2003 perustettu robotiikan yrityshautomo, Robotdalen. [2]

### 2.1.2 Poliittiset toimenpiteet ja niiden toteutus

Ruotsilla ei toistaiseksi ole kansallista robotiikkastrategiaa. Hallituksen asettaman työryhmän raporttia poliittisten toimenpiteiden robotiikan ja automaation edistämiseksi odotetaan kuitenkin valmistuvan keväällä 2016.

Ruotsin hallitus asetti maaliskuussa 2015 strategia- ja tulevaisuusministeri Kristina Perssonin johdolla seitsemänhenkisen työryhmän tutkimaan globalisaation ja teknisen kehityksen vaikutuksia työvoimaan ja työhön tulevaisuudessa. Hallituksen asettama työryhmä voidaan nähdä alkuna yhtenäisen robotiikkastrategian luomiselle, sekä laajamittaisille ja koordinoituille poliittisille toimille. Työryhmän raportin odotetaan valmistuvan maaliskuussa 2016, ja sen on tarkoitus sisältää päätelmien lisäksi strategisia huomioita ja ehdotuksia poliittisille toimenpiteille. Hallituksen tehtävänannon mukaisesti konkreettisten poliittisten toimenpiteiden tulee olla toteutettavissa seuraavien seitsemän vuoden aikana. [5][2]

Ruotsin valtiollinen innovaatiovirasto VINNOVA toteuttaa innovaatiostrategiaa (Den nationella innovationsstrategin), jossa robotiikka ja automaatio ovat mukana tärkeinä osa-alueina. Vuonna 2012 valmistuneen innovaatiostrategian visiona on luoda maahan paras mahdollinen innovaatioilmapiiri vuoteen 2020 mennessä. Strategia ei kuitenkaan erittele konkreettisia toimenpiteitä, joilla innovaatioilmapiiriä tai robotiikkaa edistetään tulevaisuudessa. Raportin mukaan varsinaiset toimenpiteet tulee tarkentaa tulevaisuudessa [2].

Vuonna 2015 valmistunut Blue Institute -säätiön julkaisema raportti, ”Roboternas århundrade”, tarkastelee robotiikan roolia tulevaisuuden kasvualueena. Raportti on 17. osa VINNOVAN johtamaa ”Framtida tillväxtpöjligheter för Sverige”<sup>2</sup> projektia, jossa tutkitaan tulevaisuuden kasvualojen vaikutuksia ruotsalaiseen elinkeinoelämään ja yhteiskuntaan. VINNOVA on määrätty toteuttamaan toimia Ruotsin teollisuuden digitalisoimiseksi, mutta toimia ei ole vielä toistaiseksi eritelty. [2]

### 2.1.3 Robotdalen

Vaikka Ruotsilla ei ole varsinaista strategiaa, on maassa tehty toimenpiteitä robotiikan edistämiseksi. Innovaatiokeskus Robotdalen perustettiin vuonna 2003 ABB:n ja Ruotsin valtion innovaatiovirasto VINNOVA:n rahoittamana. Robotdalen keskittyy kolmelle eri robotiikan kehitysalueelle: teollisuus-, terveys- sekä kenttä- ja palvelurobotiikkaan.

---

<sup>2</sup> Käännös suomeksi ”Ruotsin kasvumahdollisuudet tulevaisuudessa”

Rahoituksesta vastaa VINNOVAN ja Euroopan aluekehitysrahaston lisäksi paikalliset yritykset ja akateemiset instituutiot ja VINNOVA on rahoittanut Robotdalenia kansallisen VINNVÄXT ohjelman kautta. Ohjelman tarkoituksena on edistää kestävästä alueellista kasvua kehittämällä kansainvälisentason tutkimusta sekä innovaatioilmapiiriä määrättyillä kasvualueilla (myös EU:n tavoite). Valitut yritykset saavat rahoitusta enimmillään 1,1 miljoonaa euroa vuodessa enimmillään 10 vuoden ajan. Tavoitteena on, että yrityksistä kehittyä tänä aikana kansainvälisiä kilpailijoita omalla alallaan. Edellytyksenä ohjelmalle on yksityisen, julkisen, poliittisen ja tutkimussektorien aktiivinen osallistuminen kehityksen eteenpäin viemiseksi. [6]

Robotdalenin päätehtävä on avustaa uusien robotiikkaan liittyvien konseptien ja start-up yritysten markkinoille pääsyä. Se on solminut strategisia kumppanuuksia Västeråsin, Eskilstunan ja Örebron kaupunkien kanssa edistääkseen robotiikan tutkijoiden ja kehittäjien, yrittäjien, yritysten ja akateemisten tutkijoiden välistä yhteistyötä. Robotdalen tarjoaa myös erilaisia palveluita avustamilleen yrityksille, kuten liiketoimintamallien kannattavuuden arviointia, investointien hankintaa, toiminnan skaalausta ja paikallisen työvoiman rekrytointia. Organisaatio koordinoi myös tapaamisia yrittäjien, tutkijoiden, merkittävien yritysten sekä valtion virastojen välillä. [7] Robotdalen on vuoteen 2015 mennessä auttanut markkinoille 32 uutta tuotetta ja 28 yritystä. [6]

Vuonna 2014 VINNOVA myönsi 54 000 euroa Robotdalenille "SUNSIDE"-esitutkimukseen, jonka tarkoituksena on kehittää kansallinen terveydenhuollon innovaatioiden implementaatioprosessi. Prosessin tarkoituksena on varmistaa uusien innovaatioiden toteutuminen ja kaupallistuminen tuotteiksi ja palveluiksi.

"Robot till tusen" on yksi Robotdalenin merkittävimmistä projekteista. Projektin tarkoituksena on tehostaa Pk-yritysten tuotantoprosesseja robotiikkaa hyödyntäen. Projektin aikana on tehty yli 100 pilottitutkimusta Pk-yrityksissä.

Lisäksi Robotdalen valmistelee VINNOVAN tukemana alueellista robottirahastoa. Tavoitteena on luoda rahasto, joka voi tukea erilaisia robotiikkaprojekteja riskipääomalla jo kehityksen aikaisessa vaiheessa. [7]

#### 2.1.4 Toimenpiteet

<p>Tehty</p> <p>Hallitus on keväällä 2015 perustanut työryhmän tutkimaan mahdollisia poliittisia toimenpiteitä robotiikan ja automaation edistämiseksi.</p> <p>VINNOVA- määrätty toteuttamaan toimia robotiikan edistämiseksi.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Toimia ei erikseen määritelty</li></ul> <p>Vinnova tukenut Robotdalenia vuodesta 2003 VINNVÄXT-ohjelman kautta.</p> <p>Kansainvälisesti kilpailukykyistä tutkimusta robotiikan sovellusaloilla Örebron ja Mälardalenin yliopistoissa.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Yhteistyön tuloksena perustettu robotiikan tutkintoja "Master of Engineering in Robotics" ja "Intelligent Systems for Robotics, Automation and Process Control"</li></ul> <p>"Stora robotdagen" on vuosittainen robotiikan konferenssi. Tapahtuman järjestää "Institutet för framtidsstudier", "Dagens Arbete" ja "Forskning &amp; Framsteg". Tapahtumaan osallistuu alan asiantuntijoita, filosofian, talouden sekä politiikan aloilta.</p>	<p>Tehdään jatkossa</p> <p>Mahdollisesti kattavia poliittisia toimenpiteitä työryhmän suosituksien perusteella.</p> <p>Robotdalenin rahoitusta jatkettu vuoteen 2016 asti.</p> <p>Tukholman metroa automatisoidaan vuoteen 2020 mennessä (Storstockholms Lokaltrafikin arvioin mukaan automatisointi maksaa n. 130 miljoonaa euroa).</p> <p>Robotdalen valmistelee VINNOVAN tukemana alueellista robottirahastoa. Tavoitteena on luoda rahasto, joka voi tukea erilaisia robotiikkaprojekteja riskipääomalla jo kehityksen aikaisessa vaiheessa. [7]</p>
---	--

## 2.1.5 Poliittisten toimenpiteiden SWOT

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"><li>• Verrattain suuri osuus BKT:sta suunnataan tutkimukseen ja kehitykseen (robotiikka yhtenä tutkimusosa-alueena)</li><li>• Tuotteiden kaupallistamiseen panostetaan</li><li>• Tohtorikoulutettavien määrä kasvaa</li><li>• Vahva robotiikan toimijoiden keskittymä Västeråsissa, Eskilstunassa ja Örebrossa</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tukirahojen ja toimintojen koordinaatio: valtio jakaa eri virastoille varoja, mitkä jakavat tukirahoja eteenpäin</li><li>• Ei strategiaa, joka ohjaisi tai koordinoisi toimintaa kansallisella tasolla</li><li>• Robottiikkaan suunnattavat varat kansainvälisessä vertailussa pieniä</li><li>• Robottien sosiaalinen hyväksyntä Aasiaa jäljessä</li></ul>
Mahdollisuudet	Uhat
<ul style="list-style-type: none"><li>• Robotdalen</li><li>• Merkittäviä yrityksiä alalla, esim. ABB</li><li>• Suuri teollisuuden robotisaatioaste</li><li>• Parantuneet kouluttautumismahdollisuudet robotisaation sovellusaloille</li><li>• Kattava selvitys poliittisista toimenpiteistä</li><li>• Satsaukset innovaatioilmapiirin parantamiseen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Varojen koordinoinnin epäonnistuminen</li><li>• Teollisuusrobotiikan hidastunut kasvu</li><li>• Hallituksen hidas reagointi robotiikan edistämiseksi</li></ul>

## 2.2 Alankomaat

Robotiikka nähdään Alankomaissa tärkeänä kilpailuvalttina. Alankomailla on mahdollisuus profiloitua tärkeäksi vaikuttajaksi kansainvälisessä robotiikassa, ja edistys on ollut havaittavissa jo ennen strategian luomista. Autoteollisuus on jo pitkään hyödyntänyt robotteja, mutta tänä päivänä robotteja käytetään laajalti myös muilla aloilla. [8]

Alankomaissa teknologia-alan yritykset kuten Philips, ASML, Thales ja NXP muodostavat tukevan kasvupohjan robotiikalle. Maasta löytyy myös paljon Pk-yrityksiä, jotka ovat aktiivisia robotiikan alalla. [8]

### 2.2.1 Poliittiset toimenpiteet ja strategian synty

Alankomaat on havainnut robotiikan mahdollisuudet tulevaisuuden kasvun mahdollistajana. Vuonna 2004 Alankomaiden hallitus perusti ICTRegie-viraston kehittämään maan innovaatiopotentiaalia tietotekniikan tutkimuksen avulla. ICTRegie kehitti 15 innovaatiotoimintaohjelmaa, joista yksi on robotiikkaan keskittyvä RoboNED. Ohjelma tuo yhteen tutkijoiden ja yrittäjien lisäksi alkuperäiset laitevalmistajat (Original Equipment Manufacturer) sekä loppukäyttäjät. [8]

RoboNEDin yksi päätavoitteista oli luoda maalle kansallinen robotiikkastrategia ja vuodesta 2010 lähtien RoboNED on koordinoanut robotiikkaan liittyvää toimintaa Alankomaissa. Vuoteen 2014 mennessä organisaatio oli kasvanut yli 700 osallistujan verkostoksi yhteiskunnan eri aloilta. Ohjelman aloitteesta Alankomaille valmistui vuonna 2012 kansallinen robotiikkastrategia: "Dutch Robotics Strategic Agenda", jonka päätavoitteena on edistää robotiikan kehitystä ja leviämistä Alankomaissa. [8]

Alankomaiden robotiikkastrategia painottaa erityisesti laaja-alaisen yhteistyön merkitystä tieteenalojen ja yhteiskunnan eri osa-alueiden välillä, ja sen tarkoituksena on innovaatioiden tehokas kaupallistaminen. Strategian painopisteenä ei täten ole ainoastaan valtion ja sen instituutioiden toiminta, vaan yritysten ja eri innovaatiomahdollisuuksien laaja tukeminen.

#### **Dutch Robotics Strategic Agenda -strategian tavoitteet ovat:**

1. Mahdollistaa eri alojen ja kehitysvaiheiden osaajien yhteistyö robotiikan alalla
2. Stimuloida innovaatioekosysteemiä Alankomaissa tuomalla yhteen sidosryhmät tutkimuksen, koulutuksen, teollisuuden ja yhteiskunnan eri aloilta.
3. Edistää robotiikan sosiaalista hyväksyntää Alankomaissa. [8]

### 2.2.2 Strategian keskittymisalueet sovellusaloittain

Robotit mahdollistavat kestäväen kehityksen maataloustuotannossa ja ovat mahdollinen ratkaisu työvoimapulaan, kasvaviin tuotantokustannuksiin, kansainväliseen kilpailuun, huonoihin työolosuhteisiin, ruuan turvallisuuteen ja tuotteiden laatuun, resurssien tehokkaaseen käyttöön sekä vähentävät luontoon joutuvia päästöjä. [8]

Terveydenhuollon, maatalouden ja teollisuuden riittävän työvoiman takaaminen on tulevaisuudessa entistä haasteellisempaa Alankomaissa. The Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis (CPB) ennustaa 2050 vuoteen mennessä 50 % EU:n asukkaista olevan yli 65-vuotiaita.

Alankomaiden strategia keskittyy pääasiallisesti kuuteen eri robotiikan sovellusalaan, joissa on arvioitu olevan parhaat mahdollisuudet kehittyä maailman huipulle ja ehkäistä edellä mainittuja haasteita muun muassa riittävän työvoiman takaamisessa. Sovellusaloja tarkastellaan strategiassa teknisen ja toteutuksellisen näkökulman lisäksi myös eettisestä, lainsäädännöllisestä, sosiaalisesta, koulutuksellisesta sekä taloudellisesta näkökulmasta.

<p><b>Maatalous ja elintarviketeollisuus</b> (<i>Agro &amp; Food</i>)</p>	<p>Tehokkaan tuotannon varmistamiseksi myös tulevaisuudessa maa tulee tarvitsemaan robotiikkaa. Kehitykseen ja tutkimukseen ei kuitenkaan vielä ole myönnetty tukea.</p> <p>Avainasemassa on maatalousrobotteihin liittyvät juridiset kysymykset turvallisuuden ja luotettavuuden osalta.</p>
<p><b>Hoiva-ala</b> (<i>Care</i>)</p>	<p>Robotit helpottavat hoiva-alan työvoimapulaa sekä hoitohenkilökunnan fyysistä jaksamista.</p> <p>Robotiikan käyttöönoton hyödyntäminen täysipainoisesti vaatii uusien käytäntöjen käyttöönottoa ja lainsäädännöllisiä muutoksia, jotka ottavat huomioon myös eettiset ja sosiaaliset näkökulmat.</p>
<p><b>Hoito-ala</b> (<i>Cure</i>)</p>	<p>Hoitoalan robotiikkasovellusten asiantuntijuutta tarvitaan tulevaisuudessa, jonka vuoksi koulutusta alalla on kehitettävä.</p> <p>Poliittiset toimenpiteet vaikuttavat hoitoalaan rahoituksen, sääntelyn ja standardien kautta, millä pyritään varmistamaan hoitoalalla käytettyjen laitteiden turvallisuus.</p>
<p><b>Kodin robotiikka</b> (<i>Domestic Services</i>)</p>	<p>Tuotteiden kaupallistaminen on tällä hetkellä ongelma, joka pyritään ratkaisemaan tukemalla yrityksiä ja investoimalla tuotekehitykseen. Lisäksi myönnetään jatkossa apurahoja alan perustutkimukseen.</p> <p>Kodin robotiikan vastuukysymyksiin ei ole otettu kantaa. Lainsäädännön näkökulmasta tekniikka on jo ohittanut tai tulee ohittamaan olemassa olevan lainsäädännön ja vaatii toimenpiteitä (vastuukysymykset mahdollisten onnettomuuksien sattuessa yms.).</p>

<p><b>Tuotanto</b> (<i>Manufacturing</i>)</p>	<p>Valtion pääasialliset toimet tuotannon toimialalla ovat keskittyneet koulutukseen (pyritään vaikuttamaan siihen, että teknisen koulutuksen saaneita asiantuntijoita on tarjolla), investointeihin rohkaisemalla (investoimaan robotiikkaan ja kannustamalla yrityksiä investoimaan roboteihin) sekä vaikuttamalla lainsäädäntöön jolla vaikutetaan tuotantohenkilöstön turvallisuuteen ja terveyteen.</p>
<p><b>Työrobotiikka</b> (<i>Professional Services</i>):</p>	<p>Työrobotiikan hyödyntäminen on uutta Alankomaissa ja alalle ei ole vielä muodostunut vakiintuneita käytänteitä. Esimerkiksi vastuukysymykset julkisella paikalla tapahtuvista onnettomuuksista on selvitettävä.</p> <p>Työrobotiikan klusterit ovat tällä hetkellä tieteellisesti hyväksytyjen käytäntöjen ja teollisesti kaupallistettavissa olevien ratkaisujen välimaastossa. Täten tarvitaan vahvaa keskitettyä koordinoitua ja rahallista tukea tarvitaan tämän toimialan tukemiseksi ja kasvun vauhdittamiseksi.</p>

### 2.2.3 Toimenpiteet

Strategiassa on listattu robotiikan edistämisen kannalta tärkeimmät toimenpiteet.

1. **Suositus** – Alankomaiden tulee lisätä tuotteiden kaupallistamista sekä kehittää teknologioita, jotka huomioivat ihmisten ja robottien kanssakäymisen mahdollisuudet.

<p><b>Tehty</b></p> <p>Alankomaiden hallitus painottaa julkisen tutkimuksen kaupallistamista.</p> <p>Yliopistojen ja tutkimuksen profiloituminen eri tieteenaloille mahdollistaa tutkimuksen keskittämisen tarpeellisille aloille ja projekteille.</p>	<p><b>Tehdään jatkossa</b></p> <p>Alankomaiden hallitus lisää perustutkimuksen rahoitusta robotiikassa ja julkisen ja yksityisen sektorin välistä suhdetta (<i>Public Private Partnership</i>) vahvistetaan</p> <p>Hallitus parantaa teknisten yliopistojen tutkimuskapasiteettia myöntämällä apurahoja. Hallitus tukee tuloshakuista tutkimusta edistämällä tutkijoiden välistä kilpailua ja yhteistyötä.</p>
--	--



2. **Suositus** – Toimenpiteitä turvallisuuden, standardisoinnin ja inhimillisen pääoman saralla

<b>Tehty</b>	<b>Tehdään jatkossa</b>
<p>Toistaiseksi toimenpiteitä on tehty vähän lainsäädännön ja standardisoinnin saralla.</p> <p>The Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences on perustettu kansallinen toimielin tieteellisen oikeellisuuden varmistamiseksi (National Board for Research Integrity).</p>	<p>Hallitus pyrkii varmistamaan pääsyn tieteellisiin julkaisuihin ja niiden pohjatietoihin. Tavoitteena on, että vuoteen 2016 mennessä 60 prosenttia julkisesti rahoitetuista julkaisuista tulee olla vapaa pääsy ja vuoteen 2024 mennessä tavoite on 100 prosenttia.</p> <p>Tavoitteena on myös vahvistaa koulutuksen ja tutkimuksen suhdetta niin, että koulutus perustuu viimeisimpään tutkimukseen. Kuitenkaan tälle alueelle ei ole vielä määritelty tarkempia toimenpiteitä.</p>

2.2.4 **Toimenpiteet sidosryhmittäin**

1. **Oppilaitokset** – Tuottavat aiempaa enemmän koulutettuja robotiikan asiantuntijoita.

<b>Tehty</b>	<b>Tehdään jatkossa</b>
<p>Robotiikan osaamiskeskus "LEO" on perustettu vuonna 2010, ja lisäksi vuonna 2013 on avattu eri puolilla Alankomaita tekniseen asiantuntijuuteen keskittyviä osaamiskeskuksia.</p>	<p>Hallitus nostaa tutkimuksen määrärahoja, koska tämä on merkittävää pitkän tähtäimen ja korkeanriskisen tutkimuksen onnistumisessa.</p>

2. **Yritykset** – Investoivat hoito-, hoiva-, maatalous- ja ruoka- sekä ammattimaiseen palvelurobotiikkaan

<b>Tehty</b>	<b>Tehdään jatkossa</b>
<p>Hallitus, yritykset ja tietoinstituutiot ovat kartoittaneet huippusektorien heikkoudet ja mahdollisuudet, jotta voidaan poistaa näihin alueisiin liittyvää investointien epävarmuutta.</p>	<p>Hallitus pyrkii parantamaan pk-yritysten rahoitusmahdollisuuksia poistamalla turhaa säätelyä.</p>

3. **Robottiikan verkostot** – Edistetään tiedonvaihtoa ja yhteistyötä toimijoiden välillä.

<b>Tehty</b>	<b>Tehdään jatkossa</b>
<p>RoboNed – organisaatio perustettiin vuonna 2004, joka vuoteen 2014 mennessä on kasvanut yli 700 osallistujan verkostoksi yhteiskunnan eri aloilta. Organisaation aloitteesta valmistui vuonna 2012 kansallinen robottiikka strategia: ”Dutch Robotics Strategic Agenda”.</p>	<p>RoboNED järjestää jatkossa alan konferensseja ja tuo yhteen alan toimijoita, sekä vaikuttaa kansalliseen päätöksentekoon tiekarttojen ja strategisten esityslistojen kautta.</p> <p>RoboNED –organisaatio vahvistaa toimialan koordinoitua, kun tarvittavat sidosryhmät ovat jatkossa kytköksissä RoboNEDiin.</p>

4. **Hallitus** – Investoi start-up ja spin-off yrityksiin, tutkimus ja kehitystyöhön sekä toiminnan yleiseen koordinointiin.

<b>Tehty</b>	<b>Tehdään jatkossa</b>
<p>Valtio on keskittänyt toimenpiteitä yritysten hallinnollisen taakan keventämiseksi, jotka sisältävät ammatillisen koulutuksen parantamista sekä kaupallisten esteiden ja liiallisten sääntöjen poistamista.</p>	<p>Vuosittain noin 1,5 miljardia euroa kohdistetaan yhdeksälle tärkeimmälle sektorille (2013-2016). Yritysten, tieteellisten instituutioiden, aluehallinnon ja hallituksen yhteistyön kehitystä jatketaan. Hallitus pyrkii myös edistämään yksityisiä investointeja, sekä tukemaan yrittäjyyden rohkaisemista yliopistoissa ja korkeakouluissa.</p>
<p>Kaikille huippusektoreille on asetettu työryhmä, jonka tehtävänä on ollut arvioida kokonaisvaltaisesti omaa osa-alueettansa. Arvioinnin pohjalta työryhmät ovat antaneet hallitukselle suosituksen osa-alueen tavoitteista ja prioriteeteista, sekä pyrkinyt suuntaamaan rahoitusta tärkeimmille tutkimusalueille.</p>	<p>Valtio tukee tutkijoiden luovuuden ja innovatiivisuuden edistämistä mahdollistamalla eurooppalaisten projektien kanssa yhteensopivia projekteja noin 50 miljoonalla eurolla.</p>

## 2.2.5 SWOT

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"><li>• Yliopistot ovat kansainvälisesti arvostettuja korkeateknologian tutkimuksessa ja kehityksessä ja erikoistuneita robotiikkaan.</li><li>• Maassa on paljon innovatiivisia mekatroniikkaan erikoistuneita yrityksiä (<i>high-tech mechatronic engineering companies</i>), jotka toimittavat komponentteja robotiikkateollisuudelle.</li><li>• Positiivinen innovaatioilmapiiri, suora yhteys yritysten ja tietolaitosten (<i>knowledge institutes</i>) välillä, johon valtio on vaikuttanut perustamalla erilaisia konsortioita.</li><li>• Valtio on huomionnut robotiikan tulevaisuuden kasvualana ja tehnyt kokonaisvaltaisen katsauksen robotiikan hyödyntämisestä Alankomaissa.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pula teknisistä asiantuntijoista (pyritty valtion toimesta puuttumaan lisäämällä teknisen alan koulusta ja perustamalla osaamiskeskuksia).</li><li>• Liian vähän investoijia robotiikkaan (valtio pyrkii lisäämään valtion omia investointeja sekä luomaan positiivista ilmapiiriä, joka houkuttelisi investoimaan lisää tutkimukseen ja kehitykseen kuin yritysten suoria investointeja robotteihin).</li><li>• Yliopistojen ja yritysten yhteistyön haastavuuteen pyritään tulevaisuudessa vaikuttamaan toimielimellä, joka koordinoi ja varmistaa yhteistyön sujuvuuden jatkossa.</li><li>• Eettisten kysymysten epäselvyys, johon voidaan vaikuttaa lisäämällä tietämystä robottien kanssa toimimisesta, sekä ennakoivalla lainsäädännöllä.</li><li>• Vaikka valtio on huomionnut robotiikan tärkeänä toimialana, ei sillä ole selkeitä ja konkreettisia toimenpiteitä tavoitteiden saavuttamiseksi. Toteutetaanko strategiaa niin kuin on suunniteltu?</li></ul>
Mahdollisuudet	Uhat
<ul style="list-style-type: none"><li>• Robotiikalle suuri sosiaalinen tarve, syinä esimerkiksi väestön ikääntyminen, työvoimapula.</li><li>• DRSA keskittyy aloille, joissa Alankomailla on parhaat kasvumahdollisuudet.</li><li>• Robotiikan ja huippualojen koordinaatio, huippusektorien varoja ohjataan robotiikkaan.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Yhteiskunta skeptinen robotiikkaa kohtaan, jolloin kaupallisten tuotteiden myynti haastavaa.</li><li>• Robottien sosiaalisen hyväksynnän eteen on 4 tehtävä töitä.</li><li>• Aasian maat ovat edellä kehityksessä.</li><li>• Liian monimutkaisia liiketoimintatapauksia (business case), joita ei osata kaupallistaa tai hyödyntää.</li><li>• Apurahojen leikkaukset ja muut säästötoimenpiteet valtion toimesta.</li><li>• Epävarmuus siitä, kohdistuvatko poliittiset toimenpiteet nimenomaan robotiikkaan vai jääkö sovellusala muiden toimialojen jalkoihin.</li></ul>

## 2.3 Japani

### 2.3.1 Nykytilanne

Japani on 1980-luvulta lähtien pyrkinyt profiloitumaan ”Robotiikan supervoima-na” useilla eri robotiikan hyödyntämisen alueilla. [9] [4] Maan talous-, kauppaa- ja teollisuusministeriö METI:n (Ministry of Economy, Trade and Industry) mukaan vuonna 2012 Japanin robottivienti oli noin 2,5 miljardia euroa, mikä on lähes puolet koko maailmanlaajuisesta robottiviennistä. [9]

Teollisuusrobotiikkasovellusten lisäksi robotit ovat olleet runsaasti esillä muiden monipuolisten mahdollisuuksien ansioista. Uuden sukupolven sosiaaliset robotit ovat jo alkaneet yleistyä Japanissa. Robotit palvelevat ihmisiä kauppakeskuksissa, pankeissa ja hotelleissa [9]. Hallitus aikoo parantaa tuottavuutta ottamalla robottiteknologiaa käyttöön, mikä parantaa yritysten kannattavuutta. [4]

### 2.3.2 Strategia

Japani on ottanut kantaa robotisaatioon vuoden 2014 talouden ”Elvyttämisstrategiassaan” (julkaistu 24.6.2014) ja helmikuussa 2015 julkaistiin Japanin virallinen robottistrategia ” ”The New Robot Strategy - Vision, Strategy, Action Plan”.

#### 1. Elvyttämisstrategia

Asiakirjassa todetaan, että hallitus aikoo perustaa pikimmiten robottivallankumouksen mahdollistavan toimielimen, jonka tehtävänä on laatia strategia robottien hyödyntämisestä. Hallituksen tavoitteena on vuoteen 2020 mennessä tehdä Japanista robotiikan näyteikkuna muulle maailmalle, jossa se voi esitellä uusimpia robotiikan sovelluksia, jotka ovat käytössä monilla aloilla ennen muita. Asiakirjassa mainitaan myös, että laadittava robottistrategia pitää sisällään 5-vuotissuunnitelman strategisten toimien toteuttamiseksi. Elvyttämisstrategialla pyritään kaksinkertaistamaan robottien markkinat teollisuudessa, sekä 20-kertaistamaan robottien markkinat muilla aloilla, muun muassa palvelusektorilla. Elvyttämisstrategian mukaan tavoite voitaisiin osaksi saavuttaa teknologian kehityksellä, markkinoiden vapauttamisella sekä robottien standardoinnilla. [10]

#### 2. Robottistrategia

Helmikuussa julkaistussa robottistrategiassa Japani määrittelee itsensä robotiikan supervallaksi ja pyrkii myös jatkossa säilyttämään tämän aseman. Strategiassa määritellään toimenpiteet, joilla maa aikoo säilyttää kansainvälisesti merkittävän asemansa robottien tuotannossa, käyttöönotossa, avainkomponenttien toimittajana sekä tutkimuksessa ja kehityksessä. [4]

Robottistrategia on kehitetty, jotta maa pystyy vastaamaan tulevaisuuden yhteiskunnallisiin haasteisiin. Näistä kriittisimpiä ovat väestön ikääntyminen syntyvyyslukuihin verrattuna, luonnonkatastrofien hallinta sekä viennin vahvistaminen. Muiden maiden tavoin Japanissa on katsottu tärkeäksi laatia strategia johtamaan tulevaisuuden robotiikan visiota ja kehitystä. [4]

Robottistrategian lähtökohtana strategia pitää ”robottivallankumousta”. Sen avulla Japani pyrkii viemään robotiikkaa alueille, jossa sitä ei vielä ole otettu käyttöön.

Robotiikka tulee jatkossa sulautumaan kaikkeen ympärillä olevaan, kun sensori- ja tekoälyteknologiat kehittyvät. Esimerkiksi autoissa, kodinkoneissa, matkapuhelimissa sekä asunnoissa voidaan nähdä monia robotiikan sovelluksia. Robottien käyttöönottoa tuetaan niin valmistavan teollisuuden kuin useilla arkielämän osa-alueilla. Tämä puolestaan voi johtaa uudenlaisen yhteiskunnan syntyyn, jossa lisäarvo, mukavuus sekä vauraus on luotu vahvistamalla globaalia kilpailukykyä. [4]

### 2.3.3. Toimenpiteet sovellusaloittain

Strategian viisi tärkeintä sovellusalaa ovat: **teollisuus, palveluala, hoitoala, infrastruktuuri & rakennusala sekä maa- ja metsätalous**. Kaikille sovellusaloille on asetettu tavoitteita, jotka tulee saavuttaa vuoteen 2020 mennessä. [4]

#### *Teollisuus (Manufacturing)*

Tavoite	Toimenpiteet
Kaksinkertaistaa robottimarkkinat ja nostaa työn tuottavuutta kaksi prosenttia.	<b>Talousministeriön projekti:</b> robottien käyttöönoton kaupallistaminen teknisen kehityksen tuella.
Kokoonpanoprosessin tuottavuuden nosto suuryrityksissä 25 prosenttiin, pk-yrityksissä 10 prosenttiin.	<b>Talousministeriön projekti:</b> Robottien käyttöönoton tehokkuuden arviointi.
Löytää teollisuusrobotiikan 30 parasta käytäntöä.	”Robottivallankumoushankkeen” perustaminen vuoden 2015 aikana. ( <i>Teollisuuden, hallituksen ja tutkimusinstituutioiden yhteistyöhanke</i> )
	Lainsäädännön tarkistaminen

[4]

### **Palveluala** (Service fields)

<b>Tavoite</b>	<b>Toimenpiteet</b>
<p>Kaksikymmenkertaistaa robottimarkkinat ja nostaa työn tuottavuutta kaksi prosenttia.</p> <p>Poimimiseen, skannaamiseen ja tarkistamiseen erikoistuneiden robottien käyttöasteen nosto nollassa 30 %:iin.</p> <p>Löytää palvelurobotiikan 100 parasta käytäntöä.</p>	<p><b>Talousministeriön projekti:</b> robottien käyttöönoton kaupallistaminen teknisen kehityksen tuella.</p> <p><b>Talousministeriön projekti:</b> Robottien käyttöönoton tehokkuuden arviointi.</p> <p>”Robottivallankumoushankkeen” perustaminen vuoden 2015 aikana</p>

[4]

### **Hoito- ja lääketieteen ala** (Nursing & Medical Fields)

<b>Tavoite</b>	<b>Toimenpiteet</b>
<p>Kotimaisten kirurgisten robottien markkinaosuuden kasvattaminen 376 miljoonaan euroon.</p> <p>Ihmisten suhtautuminen robottiteknologiaan hoitoalalla positiivisemmaksi.</p> <p>Hoitoalan työntekijän riski kärsiä selkävivusta nollassa.</p> <p>Yli sadan uuden robotiikkaa hyödyntävän hoitoapuvälineen tuominen markkinoille.</p>	<p><b>Terveysministeriön projekti:</b> hyvinvoinnin apuvälineiden ja hoivarobottien tuominen käytännön työhön. <i>(Saatetaan yhteen hoitohenkilökunta, asiantuntijat ja yritykset tuotekehitysprosessin alusta lähtien.)</i></p> <p><b>Terveysministeriön projekti:</b> paikallisen lääketieteellisen ja hoidollisen turvallisuuden säätiön perustaminen.</p> <p><b>Talousministeriön projekti:</b> robottiteknologiaa hyödyntävien hoitotyön apuvälineiden käyttöönoton tukeminen.</p> <p><b>Terveysministeriön projekti:</b> uusien hoitotyön apuvälineiden teknologisen arvioinnin mittarien kehittäminen.</p> <p>Robottien standardien uudelleentarkastelu tärkeimmillä osa-alueilla vuonna 2017.</p> <p>Robottien kehittäminen kansainvälisten standardien mukaiseksi tulevaisuudessa.</p>

[4]

**Infrastruktuuri, katastrofiin reagoiminen ja rakennusala** (*Infrastructure, disaster response & construction fields*)

<b>Tavoite</b>	<b>Toimenpiteet</b>
<p>Rakennusalalla: nostaa tietokoneavusteisen rakentamisteknologian omaksumisen aste 30 prosenttiin.</p> <p>Kansallisesti merkittävien ja rapistuneimpien infrastruktuurien tarkistus ja korjaus käyttäen apuna robottiteknologiaa.</p> <p>Katastrofista toipuminen: robottien rakennustehokkuus ihmisen tasolle äärimmäisissä katastrofeissa.</p>	<p>Julkisen sektorin investoinnit robotteihin, joihin yksityisen sektorin on vielä haastavaa investoida.</p> <p>Malliprojektien toteuttaminen hyödyntäen robotteja hallituksen aloitteita noudattaen.</p> <p>Tutkimus- ja kehitysprojektien tukemisen vahvistaminen</p> <p>Robottien suorituskyvyn ja turvallisuuden sertifiointin kehittäminen.</p>

[4]

**Maa- ja metsätalous ja elintarviketeollisuus** (*Agriculture, Forestry & Food Industry*)

<b>Tavoite</b>	<b>Toimenpiteet</b>
<p>Täysin automatisoidun traktorin kehittäminen.</p> <p>20 erilaisen maatalousrobotin tuominen markkinoille.</p> <p>Tuottavuuden parantaminen.</p>	<p>Robottiteknologian ja yliopiston tutkimusten tuloksia pyritään hyödyntämään ja viemään käytäntöön.</p> <p>Robottien kaupallistamisen tukeminen sellaisin hinnoin, jotka mahdollistavat robottien käyttöönoton alalla.</p> <p>Rakennetaan uusia liiketoimintamalleja ja kehitetään sellaisia toimintamekanismeja, jossa eri alojen nuoret tutkijat aktiivisesti sitoutuvat maatalousrobottien kehittämiseen.</p>

[4]

Robottistrategia määrittelee myös toimia robotisaatioon liittyvien lakien säätämisestä. Esimerkiksi seuraavat aihealueet on tähän mennessä nostettu keskusteluun:

**Radio-ohjattavat robotit (Radio Act)**

Tavoite	Toimenpiteet
<p>Perustetaan uusi radioaaltoja hyödyntävä järjestelmä, joka tukee robottien käyttöönottoa.</p> <p>Laaditaan säännöt koskien taajuuden jakamista olemassa olevien radioaalto-järjestelmien kanssa.</p> <p>Yksinkertaisempi sääntely koskien radioasemalisenssejä.</p>	<p>Aluksi eritellään vaadittavat olosuhteet ja keskustellaan teknologisista asioista tutkimusryhmässä, joka tutkii robotteihin käytettävää radioaaltoteknologiaa.</p> <p>Tämän jälkeen tutkitaan olemassa olevien radioaaltojärjestelmien jakamista demonstraatiotestien avulla (2015-2016).</p> <p>Toteutetaan vaadittavat toimenpiteet testitulosten perusteella (2017-2019).</p>

**Markkinoille tulevat, uudet lääketieteelliseen käyttöön suunnatut laitteet (ml. robotit) (The Act on Securing Quality, Efficacy and Safety of Pharmaceuticals, Medical Devices, Regenerative and Cellular Therapy Products, Gene Therapy Products, and Cosmetics)**

Tavoite	Toimenpiteet
<p>Aika ja menettelytavat, jotka vaaditaan lääketieteellisten apuvälineiden hyväksymiseen tai sertifiointiin, täytyy tarkastaa robottitekniikan yleistymisen myötä.</p>	<p>Nopeampi arviointiprosessi uusille lääketieteellisille apuvälineille: 14 kk normaalituotteille, 10 kk <i>etusijalla oleville tuotteille (näitä ei ole määritelty)</i>.</p> <p>Nostaa vaiheittain vuosittain hyväksytyjen laitteiden suhteellista osuutta, kunnes saavutetaan 80 % hyväksymisaste (vuoteen 2018 mennessä).</p>

**Robottien hyödyntäminen julkisen ja teollisen infrastruktuurin ylläpidossa ja huollossa (Laws and Regulations related to public infrastructure maintenance and repair)**

Tavoite	Toimenpiteet
<p>Hyödyllisten robottien tehokkaat käyttöönoton menetelmät.</p>	<p>Työryhmä, "Committee for on-site testing of next-generation robots for public infrastructure maintenance", selvittää tapoja työrobottien käyttöönottoon testien, koekäytön ja arviointien avulla (2015-2016).</p> <p>Työryhmän päätelmiin perustuen, robotit otetaan vaihe vaiheelta käyttöön, sellaisissa tilanteissa, joissa se on mahdollista (2017-2019).</p>



**Ajoneuvonkaltaiset, avustavat robotit ja automatisoidut operaatiot** (Road Traffic Act/Road Transport Vehicle Act)

Tavoite	Toimenpiteet
<p>Elektroniset henkilökohtaiset liikkumista avustavat laitteet määritellään moottoriajoneuvoksi tai mopoksi perustuen sen tehoon.</p> <p>Laitteita ei saa käyttää julkisilla teillä, jollei laite ole turvallisuusstandardien mukainen.</p>	<p>Arvioinnin tuloksiin perustuen pohditaan miten avustavia liikkumisvälineitä tulisi käsitellä.</p>

**Miehittämättömät lentokoneet** (Laws and regulations related to uninhabited airborne type robots (Aviation Law and the like))

Tavoite	Toimeenpiteet
<p>Konkreettinen normi koskien miehittämättömiä lentokonerobottityyppejä (MLR) ”Concrete rule about uninhabited airborne type robots(UAV)”.</p>	<p>Japani osallistuu kansainvälisen MLR-standardin muokkaamiseen ja arviointiin kansainvälisessä siviili-ilmailuorganisaatiossa ”International Civil Aviation Organization (ICAO)”.</p> <p>Kotimainen lainsäädännöllinen tutkimus on jo käynnissä (toteutusaika 2015-2018).</p> <p>Kansainvälisen standardin tarkastus vuonna 2019, ennen kotimaisen lainsäädännön laatimista, mikä perustuu kansainväliseen standardiin.</p>

**Kuluttajan turvallisuuden varmistaminen** (Consumer Product safety Act, Electric Appliance and Material Safety Act)

Tavoite	Toimenpiteet
Uusien kotirobottien kuluttajaturvallisuuden varmistaminen.	Tuotteen markkinoille tulosta viitenä seuraavana vuonna kerätään tietoa aiheutuneista vahingoista lakien mukaisesti. Analysoidaan dataa onnettomuuksista ja vahingoista, jonka jälkeen tutkitaan vastatoimenpiteitä.
Kerätään informaatiota ja tutkitaan tapauksia, joissa robotti on aiheuttanut vakavaa vahinkoa.	Tutkitaan, mitä teknologisia standardeja kodinkoneille tulisi asettaa tuotteen kehityksen trendin mukaisesti ja määrittellä valmistajien vastualueet.
Teknologisten standardien asettaminen kodinkoneille teknologian kehityksen ja robottien kehitystrendin mukaisesti.	Jos onnettomuuksia tapahtuu, määritellään parhaat toimenpiteet onnettomuuksien estämiseksi jatkossa, perustuen onnettomuusinformaation analyysin tuloksiin.
Valmistajien vastualueiden määrittely.	

### 2.3.4. SWOT

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"><li>• Johtava asema teollisuusrobotiikan käyttöönotossa.</li><li>• Monia muita vahvempi yhteiskunnan hyväksyntä robotiikan sovelluksille.</li><li>• Robottien käyttöönoton mahdollistava lainsäädäntö vireillä.</li><li>• Teollisuuden, valtion ja tutkimuslaitosten vahva yhteistyö ”robottivallankumouksen” mahdollistamiseksi.</li><li>• Käynnissä eri ministeriöiden useita projekteja, koskien robotiikan hyödyntämistä.</li><li>• Edelläkävijämaa standardien luomisessa.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tavoitteiden haastavuus suhteessa aikataulutukseen (valtion asettamat tavoitteet voivat olla epärealistiset).</li></ul>

- Valtion rahallinen tuki tuoteinnovaatioille tuotteiden viemiseksi kuluttajamarkkinoille käyvin hinnoin.
- Valtion sitoutuminen julkisten varojen investoimiseen kalliin robotiikan kehittämiseksi.

#### Mahdollisuudet

- Tuotteiden länsimaita vahvempi kysyntä kuluttajamarkkinoilla robotiikan korkean sosiaalisen hyväksymisen johdosta.

#### Uhat

- Syntyvyyden laskiessa ja väestön ikääntyessä työvoimapula on todellinen.
- Kilpailu robotiikan alalla on kovaa ja muut maat (esim. USA, Kiina ja Saksa) ovat saavuttaneet teknologisten innovaatioiden saralla Japania → kilpailu asiantuntijoista.

## 2.4 Etelä-Korea

### 2.4.1 Nykytilanne

Etelä-Korea investoi voimakkaasti robotteihin. Maassa on yli 177 000 teollisuusrobottia ja jokaista 10 000 työntekijää kohden teollisuudessa toimii noin 470 robottia. Tämä tekee Etelä-Korean teollisuudesta maailman robotisoituneimman. Vaikka maan robottikanta on jo valmiiksi suuri, kasvu on edelleen teollisuusmaiden kärkivauhtia. Vuosien 2006–2007 aikana Etelä-Korean robottikanta kasvoi 128 prosenttia. Boston Consulting Groupin arvion mukaan robotit tulevat vastaamaan noin 40 prosentista Etelä-Korean koko tuotannosta vuoteen 2025 mennessä. [2]

Sohnin ja Kimin vuonna 2010 valmistunut tutkimus tutki hallituksen roolin vaikutusta älyrobottien kehityksen edistämisessä. Tutkimuksessa arvostellaan Etelä-Korean aiemmin toteuttamaa robottipolitiikkaa. Hallituksen politiikka ei heidän mukaan ole ollut tarpeeksi keskitettyä, eikä resursseja ole osattu kohdistaa oikein. Pitkällä aikavälillä lukuisten eri poliittisten linjausten sijasta tulisivat painottamaan valmiiksi tehokkaiksi todettuja menettelytapoja. [11]

### 2.4.2 Strategia

Strategia on julkaistu vuonna 2012 ja se kattaa vuodet 2013–2022. Etelä-Korean strategian visiona on hyödyntää robotiikkaa parhaalla mahdollisella tavalla parantaakseen kansalaistensa elämänlaatua. Lainsäädännön osalta laki älykkäiden robottien kehittämisestä on tullut voimaan 2008 ja sitä on päivitetty vuonna 2012. Laissa määrätään mm. hallituksen velvoitteesta laatia ns. perussuunnitelma älykkäiden robottien käyttöönoton edistämiseksi. Perussuunnitelmaa päivitetään viiden vuoden välein. Uusin ja toistaiseksi ainoa saatavilla oleva suunnitelma on laadittu vuosille 2014–2018.

Strategian tavoitteena on:

- Edistää ihmisten ja robottien välistä vuorovaikutusta mahdollistaen tehokas yhteistoiminta
- ”Robottialkuräjähdyksen” (*Robot Big Bang*) avulla siirtyä aikaan, jossa jokaisella ihmisellä on henkilökohtainen robotti

Etelä-Korean robotiikkastrategiatavoitteet on jaettu neljän eri toimialan kesken:

- katastrofinhallinta
- terveydenhuolto
- työvoima ja
- hyvinvoinnin lisääminen.

Arvioitu strategian kokonaisbudjetti on noin 2,7 miljardia euroa. Budjetista on varattu tietty summa seuraaviin kohteisiin: 945 miljoonaa euroa katastrofeihin varautumiseen, 750 miljoonaa euroa terveyskaupungin luomiseen, 530 miljoonaa euroa robottitehtaaseen, 560 miljoonaa euroa kotitalouteen. Sen lisäksi tuetaan erityisesti seuraavia alueita seuraavilla summilla: 1,9 miljardia euroa tutkimukseen ja kehitykseen, 300 miljoonaa euroa infrastruktuuriin, 180 miljoonaa euroa kaupallistamisprojekteihin, 390 miljoonaa euroa havainnollistamis- ja esittelyprojekteihin. Lisäksi tutkimus- ja kehitysprojektien edistymistä seurataan ja valvotaan. Korkealaatuinen tutkimus ja aikaisempien hallitusten tekemät investoinnit ovat luoneet hyvän kasvupohjan maan robottiteollisuudelle. Etelä-Korean kauppa- ja teollisuusministeriön vuoden 2015 budjetti oli n. 7500 miljoonaa euroa josta 1,76 % suunnattiin robottisektorille. [12]

Strategiassa jaetaan eri tahojen vastuualueita seuraavasti:

<b>Hallitus:</b>	Tehtävänä on kasvattaa robottien kysyntää ja hyödyntämisalueita vahvistamalla kommunikaatiota eri osastojen välillä. Sen tulee jakaa informaatiota tutkimuksesta ja kehityksestä, kouluttamisesta, kokemuksista ja koordinoinnista sekä vahvistaa eri tahojen välistä yhteistyötä. Lisäksi hallitus järjestää konferensseja ja keskustelufoorumeita, joissa voidaan jakaa ajatuksia robottien tutkimuksesta ja kehityksestä.
<b>Tutkimusinstituutit:</b>	Tekninen osaaminen parantuu tutkimusinstituuttien ja yritysten välisessä yhteistyössä, jota tulee kehittää jatkossa. Tavoitteena on myös luoda pysyvä ryhmä (Robot Virtual Lab), jonka tehtävänä on suunnitella sekä konsultoida robottien tutkimus- ja kehitysprojekteja.
<b>Paikallishallinto:</b>	Robottiteollisuuden elvyttäminen alueellisen erikoistumisen ja paikallisten kontaktien kautta. Paikalliset robottitoimikunnat tulee laajentaa 12 alueelliseksi robottivirastoksi, joiden tehtävänä on järjestää konferensseja, joissa hallituksen, paikallishallinnon ja yritysten osallistajat voivat kohdata.
<b>Yritykset:</b>	Tavoitteena on kasvattaa yritysten liiketoimintaa paikallisesta Pk-yrityksestä globaaleiksi robotiikan toimijoiksi. Yrityksen tulee aktiivisesti kartoittaa mahdollisuuksia siirtyä kotimaisille ja globaaleille robottimarkkinoille yhdistelemällä tutkimuslaitoksissa kehitettyjä teknologioita ja yritysten liikeideoita. [12]

### 2.4.3 Strategiset toimenpiteet

Strategiassa on määritelty kaksi päätavoitetta, jotka voidaan saavuttaa alla esitettyjen toimenpiteiden avulla.

#### Tavoite 1: Robottitoimialan kehittäminen ja teollistaminen

Saavuttaa 20 miljardin euron robottimarkkinat vuoteen 2022 mennessä ja tukea markkinoiden ja yritysten laajentumista, nostamalla robotiikka lippulaivatoimialaksi. Strategiassa on määritelty tavoitteet ja suuntaviivat näille, jotka esitellään seuraavissa taulukoissa. Toimenpiteet tavoitteiden toteuttamiseksi on kerätty Etelä-Korean eri ministeriöiden ja näiden alaisuudessa toimivien järjestöjen tms. verkkosivuilta ja virallisista julkaisuista.

#### ***Laitteisto-ohjelmisto-ekosysteemin kehittäminen palvelurobotille (Create virtuous HW-SW-service robot ecosystem)***

Suuntaviivat	Toimenpiteet
<p data-bbox="212 898 691 1003">Etelä-Korealaisen robottitekнологialaitteistojen ja -ohjelmistojen jakelu laajalle yleisölle.</p> <p data-bbox="212 1108 656 1241">Luodaan robottiekosysteemi, joka keskittyy ydinteknologian sijasta palvelun kehittämiseen ja sisällöntuotantoon.</p>	<p data-bbox="708 898 1295 934">Ei tietoa tehdyistä tai tulevista toimenpiteistä.</p>

## 1. Robottitoimialan globalisoiminen

Suuntaviivat	Toimenpiteet
<p>Kotimaisilla markkinoilla menestyneiden, lupaavien yritysten ja tuotteiden vieminen kansainvälisille markkinoille.</p> <p>Strategisesti merkittävien teknologioiden saatavuuden varmistaminen.</p>	<p>KIRIA (Korea Institute for Robot Industry Advancement) tukee kotimaisten yritysten kansainvälisiä markkinointitoimia seuraavasti:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Viennin ja markkinoinnin tukeminen: kotimaisten yritysten markkinointikyvykkyyksien varmistaminen helpottamalla</li><li>• Räätelöityjä vienninedistämishoelmia: osallistutaan tärkeimpiin robottinäyttelyihin</li><li>• Markkinatutkimus ja -analyysi: Löydetään lupaavimmat robottimarkkinat tutkimalla ja analysoimalla kohdemaata: Valitaan vuosittain yksi kohdema, jotta voidaan tehdä raportti lupaavista markkinoista.</li><li>• Globaalin verkoston luominen: Muodostetaan tiivis ja läheinen verkosto robotteihin liittyvien organisaatioiden kanssa: järjestetään globaaleja tapahtumia, foorumeita ja seminaareja yhteisön perustaksi.</li></ul>

## 2. Robottitoimialan tutkimuksen ja kehityksen vahvistaminen

Suuntaviivat	Toimenpiteet
<p>Kehittää avainkomponentteja ja teknologiaa sekä vahvistaa strategisia investointeja julkisella sektorilla ja ensimarkkinoilla.</p>	<p>Rahoitetaan tutkimusta (yleisesti) esim. KIST (Korea Institute of Science and Technology)</p> <p>Valtion vuoden 2015 budjetista varattu:</p> <p>Globaalin tutkimus- ja kehitys-keskuksen tukemiseen 5,6 miljoonaa dollaria (USD).</p> <p>Tärkeimpien teknologioiden kehittämiseen 65 miljoonaa dollaria (USD)</p>

**3. Laadun takaaminen kysynnän ja kasvun varmistamiseksi (Strengthen based on growth and increase demand for robots)**

<b>Suuntaviivat</b>	<b>Toimenpiteet</b>
Varmistaa tuotteiden luotettavuus standardeilla ja laatusertifikaateilla.	KIRIA ottanut käyttöön sekä kotimaisia että ulkomaisia standardeja
Kasvattaa kysyntää näyttelyiden ja Robot Landin kautta	KIRIA on osallistunut useisiin robottinäyttelyihin lähinnä Aasiassa. Näyttelyissä on ollut esillä yrityksiä, joita KIRIA on tukenut kokonaisvaltaisesti.
	Hallituksen vuoden 2015 budjetista varattiin 24 miljoonaa dollaria Robot Landin rakennustöihin (Robot Land on robotteihin suuntautunut teema-/huvipuistohanke)

[12]

**Tavoite 2: Yhteiskunnan robotisaation edistäminen**

Mahdollistaa robottien laaja hyödyntäminen eri sektoreilla. Luoda yhteiskunta, jossa ihmisten ja robottien yhteiselo on mahdollista varmistamalla turvallinen ja eettinen robottien käyttö.

**1. Robottilainsäädännön tarkastaminen (“robot utilization basic law”)**

<b>Suuntaviivat</b>	<b>Toimenpiteet</b>
Tarkistaa ja mahdollisesti kehittää lakia ”älykkäiden robottien käyttöönoton tukemisesta” (“Intelligent Robot Development and Dissemination Promotion Law”), joka on voimassa vain vuoteen 2018 asti.	Ei tietoa tehdyistä tai tulevista toimenpiteistä



## 2. Edistää kasvua neljällä robottivaikutteisella toimialalla

Suuntaviivat	Toimenpiteet
Toteuttaa tutkimusta ja kehitystä, ehdottaa liiketoimintamalleja, kehittää testialustaa.	<p>Verkostojen rakentaminen auto-, lääketieteen, puolustus- ja koulutusaloilla</p> <p>Robottitoimialan klusterin rakentaminen (2012-2016)</p> <p><i>Hoitorobotit pääosassa:</i></p> <p>Alettu noudattamaan ISO 13482-standardia (Henkilökohtaisen hoidon robottien turvallisuusstandardi)</p> <p>Vuoden valtion 2015 budjetista varattu 909 000 dollaria hoivarobottien testialustan rakentamiseen.</p> <p><i>Commercialization Technology Development Project:</i> KIRIA tukee teknologisen kehityksen kaupallistamista neljällä robottivaikutteisella toimialalla.</p>

## 3. Luovuuteen panostaminen

Suuntaviivat	Toimenpiteet
Edistää robotiikan ammattitaitoa kansainvälisellä työvoimalla.	<p>Vuoden 2015 budjetista varattu 1,2 miljoonaa dollaria robottitoimialan henkilöstön kehittämiseen.</p> <p>Perustetaan säätiö, jonka tavoitteena on edistää lahjakkaan henkilöstön kyvykkyyksiä laajojen tukiohjelmien kautta.</p> <p>Maisteriohjelmien ja avoimen yliopiston robotiikkalinjojen tukeminen.</p>

#### 4. Yhteiskunnan robotisaation edistäminen

Suuntaviivat	Toimenpiteet
Kasvattaa robottien merkitystä luovan koulutuksen, kulttuurin, tieteen ja teknologian aloilla, jotta robotit nähdään helpommin kuuluvan osaksi ihmisen luonnollista arkea.	KIRIA tukee/järjestää:  International Robot Contest-kilpailu  Robot World-näyttely  Kansallisten robotiikkayritysten tukeminen  Soulin Robot High Schoolin tukeminen rahallisesti, avustaminen puitteiden luomisessa (välineet, laitteet, materiaalit)  Robot Land-teemapuiston rakentaminen: 2015 budjetista varattu 22 miljoonaa euroa. Teemapuistoa rahoittavat myös yksityiset tahot.

[12]

1.

#### 2.4.4. SWOT

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"><li>Hallituksen vahvat poliittiset toimet ja tuki robotiikkatoimialan kasvattamiseksi (budjetista kohdennettu suoraan merkittäviä summia robotiikkaan).</li><li>Robottien sosiaalinen hyväksyttävyyys on Japanin tavoin länsimaita korkeampi → paremmat mahdollisuudet kuluttajamarkkinassa.</li><li>Robotiikkaa sovelletaan laajalti tuotannossa.</li><li>Valtio aktiivisesti järjestämässä kilpailuja, konferensseja ja keskusteluforumeja, joka mahdollistaa eri alojen välisen ajatusten vaihdon robottien tutkimuksesta ja kehityksestä.</li><li>Valtio vahvistaa tiedeyhteisöjen ja yritysten välistä yhteistyötä Robot Virtual Lab-yhteisöllä, joka suunnittelee ja</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Valtion tukitoimista huolimatta teollisuus- ja tiedeyhteisösektorien tutkimuksen voimavarojen koordinoinnissa puutteita.</li><li>Kotimaiset markkinat suhteellisen pienet ja rajalliset (valtio tukee yritysten kansainvälistymishankkeita).</li></ul>

konsultoi robottien tutkimus- ja kehitysprojekteja.

- Korkealaatuinen tutkimus ja aikaisempien hallitusten tekemät investoinnit mahdollistaneet tukevan kasvupohjan tulevaisuuden robottiteollisuudelle.

#### Mahdollisuudet

- IT:n ja robottiteknologioiden keskinäinen yhteistyö avaa ovia uusille markkinoille.
- Teollisuusrobottien kasvu on ollut jatkuvaa ja maassa on selkeästi eniten robotteja suhteessa työntekijöiden määrään.
- Saavuttaa vahva jalansija kansainvälisillä markkinoilla.
- Valtion vahvan panostuksen myötä uusia asiantuntijoita kasvaa jatkuvasti (mm. Robot High School).
- Uusi sukupolvi omaksuu helpommin robotit osaksi päivittäisiä rutiineja.

#### Uhat

- Markkinoilla olevien tuotteiden kallis hinta.
- Kilpailevien valtioiden vahvistuvat robottimarkkinat → mahdollisesti edullisimmilla tuotteilla kuluttajamarkkinoille.
- Maan robotiikkateollisuus nojaa vahvasti materiaali- ja avainkomponenttiteollisuuteen (valtio kannustaa yrityksiä laajentamaan myös muille toimialoille).
- Robotiikkayritykset eivät saa toivottua jalansijaa kansainvälisessä markkinassa → hallituksen tukitoimista huolimatta (oma kotimarkkina ei riitä).

[12]

## 2.5 Iso-Britannia

### 2.5.1 Nykytilanne

Iso-Britanniassa robotiikka ja autonomiset järjestelmät tulevat vastaamaan moniin tulevaisuuden haasteisiin, kuten väestön ikääntymiseen, turvallisempaan liikenteeseen, tehokkaaseen terveydenhoitoon, kattavaan teolliseen tuotantoon ja tarvittavan energian riittävyyden varmistamiseen. Strategian mukaan robotiikan läsnäolo lisääntyy tulevaisuudessa kaikilla elämän osa-alueilla mullistaen yhteiskunnan käänteentekevällä tavalla. Robotiikan avulla Internet voi tulla osaksi fyysistä maailmaa (*embodied internet*) ja tulee olemaan älykaupunkien (*smart cities*), älykotien (*smart homes*) ja älyteollisuuden (*smart industries*) keskiössä. [14]

Robottiteknologian kehitys on jo huomioitu Iso-Britannian valtion useissa eri strategioissa. Hallituksen laatimassa ”*Eight Great Technologies*”-strategiassa robotiikka ja autonomiset järjestelmät (*Robotics and Autonomous Systems – RAS*) on nostettu yhdeksi strategisesti merkittäväksi teknologian osa-alueeksi sekä kehityksen avainalueeksi talouskasvun vauhdittamiseksi. [13]

### 2.5.2 Interssiryhmän kehittämä RAS 2020-strategia

Iso-Britannian hallitus julkaisi lehdistötiedotteessaan maaliskuussa 2015 vastauksensa robotiikan ja autonomisten järjestelmien intressiryhmän kehittämään RAS (*Robotics and Autonomous Systems*) 2020 -strategiaan. Vastauksessaan hallitus ottaa kantaa RAS 2020 -strategian kahdeksaan jatkosuositukseen, mitä kehitystyötä strategiaehdotusten hyväksi on jo tehty, ja mitä jatkossa tullaan tekemään. [13]

Iso-Britannian hallitus ilmoittaa tiedotteessaan tulevaisuuden tahtotilaksi nousta **maailman globaaliksi johtajaksi** robottiteknologiassa. Tämän hetkisestä hallituksen tekemistä toimenpiteistä huolimatta hallitus on havainnut tarpeita useille alueellisille ja kansallisille investoinneille, jotka tukevat tarvittavan teknologian kehitystä. Investointien ansiosta Iso-Britannian imago kansainvälisellä robottitoimialalla uskotaan nousevan.

RAS 2020 -strategian päätavoitteet on hyödyntää eri sektorien väliset vahvuudet parhaalla mahdollisella tavalla ja vakiinnuttaa Iso-Britannian johtoasema kansainvälisessä kilpailussa. Tavoite saavutetaan luomalla arvoa toimialoilla, joissa voidaan soveltaa robottiteknologian uusia sovelluksia. Koordinoimalla kilpailuvaltteja RAS-2020 -strategian mukaisesti Iso-Britanniassa on tarvittavat resurssit menestyä robotiikan kaupallisessa kilpailussa. [14] [13]

RAS-2020 strategian robotiikan kehityksen toimialueet:

- Avaruus ja ilmailu
- Meressä sijaitsevat energian lähteet
- Ydinvoimaloissa käytettävät robotit
- Älykäs liikkuminen
- Tulevaisuuden maatilat
- Älykkäät kaupungit
- Syväkaivaukset
- Lääketieteelliset toimenpiteet
- Tuotanto
- Sosiaali- ja terveyspalvelut [14]

Intressiryhmä listaa RAS 2020 -strategiassa kahdeksan suositusta robotiikan toimien edistämiseksi:

1. Investointeja tulee tehdä strategian viiteen painopisteeseen: koordinointiin, etujen ja kilpailuvalttien kehittämiseen (assets), haasteiden voittamiseen, klusterien kehittämiseen sekä kykyihin parantaa maan robotiikkaosaamista.
2. Varmistaa rahoittavien virastojen yhteistyömahdollisuudet, jotta ihmiset, ideat sekä aktiviteetit liikkuvat sujuvasti tutkimuksesta ja alkuvaiheiden havainnollistuksista aina lopputestattuihin kaupallisiin tuotteisiin asti.
3. Perustaa ”RAS Leadership council”, jonka tehtävänä on tehdä yhteistyötä eri sektorien välillä sekä avustaa strategian suunnittelussa ja toteutuksessa.
4. Kehittää sopimuksia EU:n sekä ulkomaisten investoijien ja yritysten kanssa RAS 2020 -strategian viiden osa-alueen kehityksen nopeuttamiseksi.
5. Jatkaa konsultointia mahdollisista uusista kilpailueduista sekä eri alojen suurimmista haasteista (grand challenges).
6. Ylläpitää keskustelua standardien ja sääntelyn kehittäjien, kuten BSI (British Standards Institution) ja CAA (Civil Aviation Authority) kanssa paremman ymmärryksen saavuttamiseksi.
7. Edistää yleisön osallistumista sekä ymmärtää siihen liittyviä huolia sekä auttaa robotiikkaan liittyvien ennakkoluulojen poistamisessa.
8. Profiloitua yritysten ja sijoittajien silmissä kansainvälisesti parhaana paikkana investoinneille, kun pyrkimyksenä on robottiteknologian tuominen markkinoille tehokkaasti. [14]

RAS 2020 -strategian tavoitteiden saavuttamiseksi Iso-Britannian tulee keskittyä investointien lisäksi **neljään kohtaan: robotiikan toiminnan koordinaatioon, maan kilpailuvaltteihin, tapoihin houkutella globaaleja investointeja sekä maan robotiikkaklusterien kehittämiseen**, mitä seuraavaksi käsitellään tarkemmin. [13]

## **RAS koordinaatio – Iso-Britannian RAS voimavarojen strategisen käytön varmistaminen**

Hallituksen aktiivinen rooli investointimahdollisuuksien koordinoijana on erityisen tärkeä koko RAS 2020 -strategian kannalta. Katkonaiset panostukset eivät luo fokuksitunutta toimintaa vaan tarvitaan pitkäjänteisiä panostuksia. Toimivien rahoituslaitosten sekä teollisuuden ja hallituksen välisen yhteistyön avulla strategian tavoitteet ovat saavutettavissa.[14]

## **Robottiikan edut ja kilpailuvaltit (Assets) – Iso-Britannian tavat houkutella globaaleja investointeja**

Markkinoista riippuen robotiikan teknologioiden leviämisen haasteena on useimmiten säätely tai sosiaalinen hyväksyntä. Säätely sekä sosiaalinen hyväksyntä voivat olla avain varhaiseen teknologian käyttöönottoon. Jotta olemassa olevat esteet voitaisiin poistaa, loppukäyttäjät tulee ottaa mukaan kehitykseen sekä keksintöjä tulee testata niiden todellisissa käyttöympäristöissä pelkkien laboratorioden sijaan. Jotta robotiikan järjestelmät ovat turvallisia ihmisille, tarvitaan vielä paljon testausta sekä toiminnan turvallisuuden varmistamista. Robotiikan lainsäädännön kehittäminen ja sovellusten toiminnan varmentaminen ovat tärkeä osa robotiikan käyttöönottoprosessia, koska robotiikkaa tullaan käyttämään vaarallisissa ympäristöissä sekä lukuisissa muissa tilanteissa. Esimerkiksi robotiikkaa tullaan käyttämään kodinhoidossa, sairaaloissa, leikkaussaleissa, kaivoksissa, veden alla, ilmassa, ydinvoimaloissa ja katastrofialueilla sekä olosuhteissa, joissa ihminen on herkkä, haavoittuvainen tai alttiina vaaralle. Strategian mukaan pk-yritykset ovat myös robotiikan vallankumouksen ytimessä, siksi niiden pääsy käsiksi robotiikan kilpailuvaltteihin ja resursseihin on menestyksen kannalta myös kriittistä. [14]

## **Robottiikkaklusterit – kansainvälisen kilpailukyvyyn edistämiseksi**

Strategian kannalta on tärkeää, että onnistutaan luomaan ympäristöjä (paikallinen innovaatioiden ekosysteemi), jossa mentorointi, taloudelliset varat, liiketoiminnan johtaminen sekä koulutus ovat helposti saatavilla. Iso-Britannian tulee edistää alueellisten robotiikkaklustereiden kehittymistä, jotta kansainvälisessä kilpailussa voidaan pärjätä. Robottiikkaklusterit voivat toimia testialustoina uusille sovelluksille. Klusterit tarvitsevat toimivia ja helppoja verkostoitumismahdollisuuksia, vahvan innovaatiopohjan, jota tutkimus- ja kehityspalvelut tukevat, sekä korkeasti koulutettua työvoimaa. Menestymiseen tarvitaan niin asianmukaiset tilat kuin isoja yrityksiä, jotka voivat toimia asiakkaina sekä tuoda klustereihin tarvittavaa taloudellista tukea. Lisäksi klustereiden kasvua helpottavat:

- Innovatiivisten yritysten toiminnan tukeminen kasvavissa klustereissa
- Paikallisen osaamisen tukeminen kohdennettujen tohtoriohjelmien, harjoittelujen ja työnantajien verohelpotusten avulla
- Riskipääomasijoittajien ja businessenkeleiden tietoisuuden lisääminen robotiikan pitkän tähtäimen mahdollisuuksista
- Yrittäjäkulttuurin tukeminen robotiikan kannalta merkittävien alojen opiskelijoiden keskuudessa sekä muiden maiden robotiikkaklustereista oppiminen [14]

## **Robotiikan ammatti- ja tietotaito – osaavat ihmiset talouden ytimessä**

Eri alojen välinen, kuten materiaalitieteen, elektroniikan, viestinnän, digitaalisen median, keinoälyn ja sovellustekniikan, integraatio on robotiikan kaltaisen alan toiminnan edellytys. Strategian tavoitteita ei voida saavuttaa ilman vahvaa osaamis pohjaa tarvittavilla tieteenalueilla, joten robotiikan kasvavat markkinat tarvitsevat tulevaisuudessa yhä enemmän ammattitaitoisia insinöörejä sekä tutkijoita. Alalla tehty tutkimus osoittaa, että Iso-Britannian talous tarvitsee 100 000 uutta alan ammattilaista vuosittain. Tähän mennessä EPSRC<sup>3</sup> on rahoittanut neljä uutta keskusta tohtorikoulutusta riittävän robotiikan taitopohjan kehittämiseksi. Lisäksi monilla robotiikkaan soveltuvilla markkina-alueilla tarvitaan nyt luovaa ja omaperäistä ajattelua huomaamaan, kuinka tämän hetkisiä käytänteitä voidaan muuttaa.

## **Toteutusprosessi – robotiikan ideoiden siirtyminen innovaatioista markkinoille**

Jotta robotiikka ideat voivat siirtyä innovaatioista markkinoille, tulee kartoittaa robotiikan käyttömahdollisuuksia eri markkinoilla sekä luoda positiivinen innovaatioympäristö, joka mahdollistaa innovaatioiden syntymisen. Lisäksi tulee havaita olemassa olevat markkinoille pääsyn esteet, jotta ne nämä voidaan poistaa. Sääntelyä tulee myös ennakoita ja oikeuden mukaistaa, jotta ideat voivat siirtyä markkinoille lopputuotteiksi asti.

Vastavuoroisesti robotiikka tarjoaa mahdollisuuksia luoda innovaatioiden kautta hyvinvointia ja kasvattaa maan globaalia kilpailukykyä. Robotiikka tarjoaa mahdollisuuden viedä asiantuntemusta sekä järjestelmiä globaaleille markkinoille sekä ratkaista tulevaisuuden kansallisia ongelmia. Hallituksen rooli robotiikkasovellusten käyttöönottajana on myös merkittävä. Hallitus voi ensimmäisenä ottaa käyttöön robotiikan sovelluksia julkisella sektorilla sekä muokata lainsäädäntöä varmistamaan, että robotiikkateknologiaa testataan ja käytetään hallitusti. [14]

Strategisissa investoinneissaan Iso-Britannia keskittyy **teollisuus- ja terveydenhoitorobotiikkaan, älykkääseen liikenteeseen sekä automatisoimaan maataloutta**, koska näillä alueilla nähdään olevan suurin kasvupotentiaali. Teollisuusrobotiikassa pyritään kasvattamaan automaation ja autonomisten kontrollien määrää. Terveydenhoitorobotiikka tulee kattamaan hoidon osa-alueet potilaiden etäseurannasta mikroleikkauksiin. Maatalouden automatisointia pyritään puolestaan kehittämään sadon valvonnasta täysin automatisoituun sadonkorjuuseen. [14]

### **2.5.3 Hallituksen vastaus RAS 2020-strategian toimenpidesuosituksiin**

Seuraavaksi käsitellään tärkeimmät toimenpiteet, joita hallitus on tähän mennessä tehnyt ja tulee jatkossa tekemään.

---

<sup>3</sup> Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC) sekä Innovate UK ovat robotiikan ja autonomisten järjestelmien tutkimuksen päärahoittajia Iso-Britanniassa.

1. **Suositus** – Investointeja tulee tehdä strategian viiteen painopisteeseen: koordinointiin, etujen ja kilpailuvalttien kehittämiseen (assets), haasteiden voittamiseen, klusterien kehittämiseen sekä kykyihin parantaa maan robotiikan osaamista.

Tehty	Tehdään jatkossa
<p>Iso-Britannian tutkimus ja innovaatio potentiaali robotiikassa on kasvanut selkeästi muutaman viime vuoden aikana. Tätä kehitystä ovat vauhdittaneet robotiikan kehittämisen koordinointi, kansainvälinen kilpailu alalla, klusterien tukeminen sekä investoinnit robotiikan tohtoriohjelmiin.</p>	<p>Koska aiemmat toimenpiteet eivät riitä, tarvitaan runsaasti lisää investointeja alalle.</p> <p>Jotta pystytään luomaan taloudellista kasvua ja vastaamaan tulevaisuuden haasteisiin, strategian osa-alueiden koordinointi on tärkeää strategian tavoitteiden saavuttamiseksi.</p>

2. **Suositus:** Varmistaa rahoittavien virastojen yhteistyömahdollisuudet, jotta ihmiset, ideat sekä aktiviteetit liikkuvat sujuvasti perustutkimuksesta ja alkuvaiheiden havainnollistuksista aina lopputestattuihin kaupallisiin tuotteisiin.

Tehty	Tehdään jatkossa
<p>RAS:n suurimmat julkiset rahoittajat, Innovate UK ja Research Councils, ovat keränneet RAS-portfolion, jonka arvo on yli 117 miljoonaa euroa.</p>	<p>Hallitus havaitsee tutkimus ja innovaatio ekosysteemien monimutkaisuuden. Onnistunut toiminta perinteisten sektorien välisten rajojen yli on tulevaisuuden tärkein tavoite. Tutkimus ja innovaatiot vaativat tehokkaita ja joustavia yhteistyömekanismeja. Tästä syystä hallitus on kehittänyt Innovate UK:n ja Research Councilin välille ”ympäristön”, jossa voi muodostaa helposti hyödyllisiä yhteistyösuhteita. Lisäksi robotiikan haasteiden tunnistaminen on myös tärkeää.</p>

3. **Suositus:** Perustaa ”RAS Leadership council”, jonka tehtävänä on tehdä yhteistyötä eri sektorien välillä ja avustaa strategian suunnittelussa ja toteutuksessa.

Tehty	Tehdään jatkossa
<p>Tehtyjä toimenpiteitä ei ole määritelty hallituksen vastauksessa strategiaehdotuksiin.</p>	<p>Hallitus tukee Leadership Councilin perustamista robotiikkatoiminnan johtamisen helpottamiseksi</p>



4. **Suositus:** Kehittää sopimuksia EU:n sekä ulkomaisten investoijien ja yritysten kanssa RAS 2020 -strategian viiden osa-alueen kehityksen nopeuttamiseksi.

Tehty	Tehdään jatkossa
Hallitus tekee tiivistä yhteistyötä Horizon 2020 -ohjelman kanssa.	Rahoituspohjan laajentaminen myös muiden kuin julkisten varojen varaan.

5. **Suositus:** Jatkaa konsultointia mahdollisista uusista kilpailueduista sekä eri alojen suurimmista haasteista (grand challenges).

Tehty	Tehdään jatkossa
Kuskittomien autojen kilpailu on yksi esimerkki edistää jo olemassa olevia kilpailuvaltteja. Haaste on tehostanut yliopistotiedeyhteisön ja teollisuuden välistä yhteistyötä sekä samalla herättänyt laajempaa julkista huomiota.	Maksimoimalla uudet ja olemassa olevat verkostot, RAS -yhteisö voi ratkaista ongelmia, jotka inspiroivat tulevaa tutkijoiden sukupolvea.

6. **Suositus:** Ylläpitää keskustelua standardien ja sääntelyn kehittäjien, kuten BSI (British Standards Institution) ja CAA (Civil Aviation Authority) kanssa laajemman yhteisymmärryksen saavuttamiseksi.

Tehty	Tehdään jatkossa
Hallitus tiedostaa dialogin merkityksen sääntelyn ja lainsäädännön osapuolien kanssa. British Standards Institution työskenteleekin yhdessä hallituksen ja teollisuuden toimialojen kanssa varmistaakseen, että standardit ovat linjassa hallituksen linjan ja erityisesti Eighth Great technologies -strategian kanssa.  Monet kansainväliset mittarit kuvaavat positiivista työtä tällä alueella. Esimerkiksi CAA:n ohjeistusta (CAP 722) on otettu käyttöön ympäri maailmaa.	Yhteistyössä Autonomous Systems Technology Related Airborne Evaluation and Assessment consortian ja Civil Aviation Authority (CAA:n) kanssa tulee kartoittaa mahdollisuuksia sekä miehittyjen että miehittämättömien lentokoneiden toiminnasta.

7. **Suositus:** Edistää yleisön osallistumista sekä ymmärtää siihen liittyviä huolia sekä auttaa robotiikkaan liittyvien ennakkoluulojen poistamisessa.

<b>Tehty</b>	<b>Tehdään jatkossa</b>
Tehtyjä toimenpiteitä ei ole määriteltä hallituksen vastauksessa strategiaehdotuksiin.	Koska julkinen yleisö on tulevaisuudessa kehittyvien teknologioiden tärkein käyttäjä, ilman heidän tukeaan teknologiset innovaatiot eivät voi yleistyä markkinoilla. Näin ollen hallitus tukee aloitteita, jotka mahdollistavat julkista keskustelua robotiikan ympärillä.

8. **Suositus:** Profiloitua yritysten ja sijoittajien silmissä kansainvälisesti parhaana paikkana investoida, kun pyrkimyksenä on robottiteknologian tuominen markkinoille mahdollisimman tehokkaasti.

<b>Tehty</b>	<b>Tehdään jatkossa</b>
Tehtyjä toimenpiteitä ei ole määriteltä hallituksen vastauksessa strategiaehdotuksiin.	UKTI:n Innovation Gatewayn kautta hallitus pyrkii yhdistämään maan innovaatiotoiminnan käytännöt kansainvälisten yritysten toimintaan, globaaleihin markkinoihin sekä potentiaalsiin investoijiin.

[15]

## 2.5.4 Strategisten toimenpiteiden SWOT

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"><li>• Kansainvälisesti arvostettujen yliopistojen tohtoriohjelmat sekä vahva tutkimusosaaminen.</li><li>• Robotiikka myönteisen lainsäädännön kehittäminen.</li><li>• Selkeä prosessi innovaatioiden siirtymiseksi tutkimuksesta markkinoille lopputuotteiksi asti.</li><li>• Rahoituspohjan laajentaminen myös yksityisten sijoittajien varaan.</li><li>• Koordinoinnin merkityksen ja monimutkaisuuden havaitseminen.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Panostusten hajautuminen liian moneen sovellusten kehittämisen osa-alueeseen.</li><li>• Pula ammattiosaajista.</li><li>• Jäljessä kehityksessä Japania, Etelä-Koreaa ja Yhdysvaltoja.</li></ul>
Mahdollisuudet	Uhat
<ul style="list-style-type: none"><li>• Tohtoriohjelmien potentiaali.</li><li>• Yhteistyö EU:n kanssa (Horizon 2020).</li><li>• Olemassa olevat verkostot.</li><li>• Klusterien kehittyminen.</li><li>• Julkisen keskustelun herättely ja robotiikan etiikan tärkeyden huomiointi.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investointien pirstaloituminen sekä rahoitettujen hankkeiden epäonnistuminen.</li><li>• Yliopistojen ja yritysten yhteistyön onnistuminen.</li><li>• Omien heikkouksien realistinen arviointi suhteessa asetettuihin tavoitteisiin.</li></ul>

## 2.6 Yhdysvallat

### 2.6.1 Nykytilanne

Yhdysvaltojen eri liittovaltion virastot, kuten NASA tai NSF, ovat tukeneet jo vuosikymmeniä robotiikan tutkimusta ilman valtion strategiaa. Robotiikan tutkimus elää ja voi maassa hyvin, vaikka vasta 2010-luvun alussa perustettiin ensimmäinen kansallinen robotiikan yhteishanke.

### 2.6.2 Kansallinen robotiikan yhteishanke

Yhdysvalloilla ei ole kansallista robotiikkastrategiaa. Sen sijaan maassa on liittovaltion virastojen välinen yhteishanke ”National Robotics Initiative” (”NRI”). Hankkeen toteutuksesta vastaavat viisi liittovaltion virastoa, jotka rahoittavat ja jakavat valtion apurahoja yliopistoille sekä muille tutkimusyksiköille virastojen omien erikoistumisalojen perusteella:

- Yhdysvaltain kansallinen tiedesäätiö (National Science Foundation, NSF)
- Yhdysvaltain terveysvirasto (National Institute of Health),
- Yhdysvaltain maatalousministeriö (U.S. Department of Agriculture),
- Yhdysvaltain ilmailu- ja avaruushallinto (National Aeronautics and Space Administration).
- Yhdysvaltain asevoimien tutkimusorganisaatio (Defense Advanced Research Projects Agency)
- Yhdysvaltain puolustusministeriö (Department of Defense).

Tutkimusapurahojen koordinoinnin kautta robotiikkahankkeen virastot pystyvät johtamaan tutkimusta tiekartan tavoitteiden kansallisen robotiikkahankkeen mukaiseen suuntaan. Vaikka Yhdysvalloilla ei ole kansallista robotiikkastrategiaa, NRI:tä voidaan verrata tällaiseen Yhdysvaltojen yhteiskuntajärjestelmän ominaispiirteiden vuoksi. [3] [16-22]

Ensimmäinen robotiikan tiekartta julkaistiin vuonna 2009. Tiekartta johti kansallisen robotiikkahankkeen syntyyn vuonna 2011 ja hanketta valittiin johtamaan Yhdysvaltain kansallinen tiedesäätiö (*National Science Foundation, NSF*). NSF:n lisäksi hanketta rahoittavat NIH, USDA, NASA, DOD, DARPA ja vuodesta 2016 alkaen myös Yhdysvaltain ilmavoimien tutkimusyksikkö (*Air Force Office of Scientific research, AFOSR*) sekä liittovaltion energiaministeriö (*U.S. Department of Energy Office of Environmental Management, USDE*). Tutkimukseen jaettavien apurahojen määrä on vuosittain ollut yhteensä noin 45,8 miljoonaa euroa. [3] [16–21][23]

Yhdysvaltojen kansallisen robotiikkahankkeen tavoitteena on:

- johtaa ja nopeuttaa seuraavan sukupolven robottien tutkimusprojekteja, sekä edistää robotiikan eri toimintamahdollisuuksia sekä robotiikan sovellusten käytettävyyttä
- ohjata tutkimusrahoitusta robotiikan sovellusalueisiin, joissa robotit voivat toimia uusien tavoin yhteistyössä ihmisten kanssa
- kiinnittää tärkeimpien sidosryhmien, kuten yliopistotutkijoiden, yritysmaailman sekä tutkimus- ja kehityksen kumppaneiden, huomio robotiikkaan
- ylläpitää ja kehittää kansainvälistä kilpailukykyä robotiikassa sekä palauttaa Yhdysvalloille johtoasema robotiikan toimialalla [24-25]

Jotta pitkällä aikavälillä saataisiin laajempi ymmärrys ”kumppanirobottien” (”co-robots”) vaikutuksista yhteiskuntaan, käyttäytymiseen ja talouteen, robotiikkahankkeelle on erittäin tärkeää tukea robotiikan asemaa niin tutkimuksessa kuin koulujen opetussuunnitelmissa. Yhteistyö tiedemaailman, teollisuuden ja voittoa tavoittelemattomien organisaatioiden välillä on hankkeelle todella tärkeää. [20]

### 2.6.3 Robotiikkahankkeen toimenpiteet

Kansallinen robotiikkahanke keskittyy tukemaan robottien kehitystä, jonka tarkoituksena on hyödyntää ihmisten ja robottien omia vahvuusalueita lisäten ihmisen toimintakapasiteettia. Robottien mahdollisuudet työskennellä ihmisen apuna tuotannossa, leikkauksissa, kuntoutuksessa, vanhustenhoidossa ja muilla markkina-alueilla uskotaan toteutuvan jo lähitulevaisuudessa, mutta ilman koordinoituja toimenpiteitä tämä ei kuitenkaan onnistu. [3][16-21]

1. **Tavoite:** Johtaa ja nopeuttaa seuraavan sukupolven robottien tutkimusprojekteja, sekä edistää robotiikan eri toimintamahdollisuuksia sekä robotiikan sovellusten käytettävyyttä.

Tehty	Tehdään jatkossa
Monet liittovaltion virastot ovat tutkineet robotteja jo ennen hankkeen aloitusta useita vuosikymmeniä. Esimerkiksi viimeisen 40 vuoden aikana yksin NSF:lle on myönnetty valtion apurahoja yli 12 miljoonaa euroa. Vuodesta 2011 alkaen tutkimusta on koordinoitunut kansallinen robotiikkahanke, jonka kautta on jaettu vuosittain noin 45,8 miljoonaa euroa apurahoja tutkimukseen.	Kohdennetaan apurahat tutkimuksiin, jotka auttavat saavuttamaan tiekartassa määritellyt sovellusalaakohtaiset tavoitteet 5-15 vuoden sisällä.

2. **Tavoite:** Ohjata tutkimusrahoitus robotiikan sovellusalueisiin, joissa robotit voivat toimia uusien tavoin yhteistyössä ihmisten kanssa.

Tehty	Tehdään jatkossa
<p>Esimerkkejä rahoitettavasta tutkimusprojektista:</p> <p>University of Illinois at Urbana-Champaign on tutkinut vuodesta 2013 alkaen ihmisrobottien koordinoitua manipulaatiota ja suurien kohteiden liikuttelua. Tutkimusprojektin arvioitu kesto on viisi vuotta ja tutkimukseen on myönnetty apurahaa 280 000 euroa.</p> <p>University of California-Berkeley on tutkinut vuodesta 2014 alkaen, kuinka robotteja voidaan hyödyntää uhrien löytämisessä katastrofialueilla. Tutkimusprojektin arvioitu kesto on kolme vuotta ja apurahaa tutkimukselle on myönnetty 1,1 miljoonaa euroa.</p>	<p>Tuetaan jatkossa robotiikka-alan tutkimusta ja sovellusten kehitystä, joiden tavoitteena on lisätä työntekijöiden ja tuotannon tehokkuutta, avustaa astronautteja vaarallisissa ja kalliissa tehtävissä, auttaa tieteentekijöitä nopeuttaen uusien, hengen pelastavien ("life-saving") lääkkeiden kehittämistä tai parantaa ruoan turvallisuutta tunnistamalla nopeasti mikrobiologiset tartunnat.</p>

3. **Tavoite:** Kiinnittää hankkeen tärkeimpien sidosryhmien, kuten yliopistotutkijoiden, yritysmaailman sekä tutkimus- ja kehitystyön kumppaneiden, huomio robotiikkaan.

Tehty	Tehdään jatkossa
<p>NASA ja DARPA ovat järjestäneet vuosittain robotiikkakilpailuja, jotka herättävät laajasti eri sidosryhmien huomiota. NASA:n vuosittainen The FIRST Robotics Competition kokoaa lukiolaiset yhteen liike-elämän ja asiantuntevien insinööriammattilaisten kanssa. DARPA on järjestänyt vuodesta 2012 kansainvälisen robotiikkakilpailun "DARPA Robotics Challenge", joka perustuu haastelähtöiseen innovaatioon (challenge driven innovation) . [24-27]</p>	<p>Yhteistyön tukeminen tiedemaailman, teollisuuden ja voittoa tavoittelemattomien organisaatioiden välillä havaitaan tärkeäksi, mutta tarkempia toimenpiteitä hankkeen yhteydessä ei ole määritelty.</p>

[3][17-21] [28]

## 2.6.4 Kansallisen robotiikkahankkeen toimenpiteiden SWOT

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"><li>• Huomattavasti jo olemassa olevia tärkeitä resursseja (tutkijat, tutkimusyksiköt, tietotaito, osaaminen).</li><li>• Mahdollisuus investoida tutkimuksen ja kehitykseen erittäin suurella volyymillä.</li><li>• Suuret kotimarkkinat, joilla kaupallistaa tuotteita tehokkaasti.</li><li>• Pitkä historia ja osaaminen robotiikan sovellusten tutkimisessa (NSF, NIH, NASA, DARPA, DOD).</li><li>• Maailman johtavia tutkimusyksiköitä (esim. NASA).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lainsäädännön ja standardisoinnin kehittämisen puute.</li><li>• Riittämätön julkinen keskustelu ja sovellusten sosiaalisen hyväksynnän saavuttaminen.</li><li>• Ei selkeää yhteistyön prosessia, kuinka tutkimusyksiköt ja yritykset voivat toimia yhdessä.</li><li>• Ei selkeää prosessia, kuinka tutkimustulokset voidaan tehokkaasti kaupallistaa.</li></ul>
Mahdollisuudet	Uhat
<ul style="list-style-type: none"><li>• Resurssien suuri määrä ja mahdollisuus pilotoida tuotteita suurella volyymilla</li><li>• Kouluttaa suuri joukko uusia asiantuntijoita.</li><li>• Tähän mennessä saadut tutkimustulokset pohjana uusille innovaatioille.</li><li>• Robotiikkakilpailujen ja vapaan innovaation ("Challenge innovation") tulokset.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Koordinoinnin onnistuminen ilman selkeää strategiaa.</li><li>• Rahoitettujen tutkimushankkeiden epäonnistuminen.</li><li>• Robotiikan yhteiskunnallinen hyväksyttävyyden huomiointi ja laajemman julkisen keskustelun puute.</li><li>• Tuotteiden kaupallistamisen epäonnistuminen.</li></ul>

### 3 Poliittisten toimenpiteiden vertailu ja toimenpidesuosituks

Verrokkimaiden strategioissa on paljon yhteistä. Jokaisen maan strategiat pyrkivät vastaamaan pääpiirteittäin samoihin tulevaisuuden yhteiskunnallisiin haasteisiin. Havaittuja haasteita ovat:

- Väestön ikääntyminen (ajuri robotiikkasovellusten kehittämiseksi muilla yhteiskunnan osa-alueilla, kuten terveydenhuolto, kuntoutus, työvoimapula, tuottavuus ja kodinhoito)
- Tuottavuuden ja maan kilpailukyvyn parantaminen
- Työvoimapula
- Terveydenhuollon tehostaminen ja laadun parantaminen (leikkausrobotit)
- Energiakysymysten ratkaisut

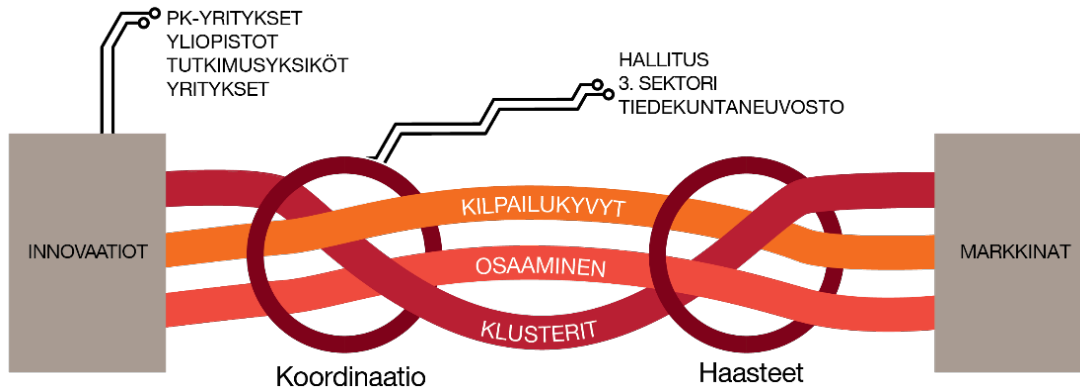
Yleisesti suunta uuden sukupolven robottien kehittämiseksi on sama. Uuden sukupolven robotit eivät tulevaisuudessa työskentele vain mekaanisesti tuotantolinjalla, mahdollisimman kaukana ihmisistä, vaan yhteistyössä ihmisen rinnalla hyödyntäen robotille ja ihmisille ominaiset vahvuudet laajentaen samalla ihmisen toimintakapasiteettia. Robotiikan painopiste on myös siirtymässä tuotantorobotiikasta palvelurobotiikkaan. Robotit voivat tulevaisuudessa toimia ihmisen apuna monilla elämän osa-alueilla. Robotti voi esimerkiksi toimia ihmisen asuintoverina tai apuna arkipäivän askareissa, helpottaen arkea tai mahdollistaen pidempään itsenäisen asumisen kotona.

Vaikka jokaisella verrokkimaalla on oma uniikki toimintaympäristönsä, tarkastelluissa strategioissa lähes poikkeuksetta samat tekijät on havaittu kriittisiksi strategian menestymisen kannalta. Merkittävimpana kriittisenä tekijänä strategian tavoitteiden onnistumiseksi on strategioissa painotettu mukana olevien sidosryhmien yhteistyön sekä resurssien koordinoinnin merkitys. Onnistunut koordinaatio sekä joustavat yhteistyön mahdollisuudet nähdään poikkeuksetta kriittisinä strategian toteutumisen kannalta.

Kaikki strategiat korostavat julkisen sektorin investointien merkitystä suuremman luokan hankkeissa, kuten robotiikassa. Investoinnit voivat toimia alkusysäyksenä kehitykselle ja sovellusten kaupallistamiselle, millä voi olla parhaimmillaan erittäin laajat yhteiskunnalliset seuraukset. Julkinen sektori voi toimia ”veturiasiakkaana”, mikä helpottaa usein sovellusten laajempaa leviämistä markkinoille.

Kaikki strategiat ovat myös nostaneet prioriteetiksi sen, että tehdyn ja rahoitetun tutkimuksen tulokset ja mahdollisesti syntyneet uudet keksinnöt onnistutaan kaupallistamaan tehokkaasti. Ideoiden tulisi siirtyä tehokkaasti toimivan yhteistyötahojen välisen koordinaation avulla oikeaan ympäristöön, jossa ne voivat houkuttaa tarvittavaa rahoitusta ja osaamista sekä viedä idea markkinoille testatuksi lopputuotteeksi asti, kuten alla olevassa kuvassa on havainnollistettu. Samalla ne herättävät laajemman yleisön huomioita sekä investoijien tietoisuutta robotiikan mahdollisuuksista.





Strategioissa nousee esille myös, kuinka tärkeää on lisätä robotiikan yhteiskunnallista hyväksyttävyyttä. Yhdysvaltojen strategiaa lukuun ottamatta useimmat strategiat huomioivat myös vastuullisuus- ja eettisyyskysymykset. Lisäksi strategiat ja poliittiset toimenpiteet huomioivat tarpeen robotiikan kannalta tärkeän lainsäädännön kehittämiseksi, koska ennakoiva lainsäädäntö useimmiten poistaa markkinoille pääsyn esteitä. Suurin osa poliittisista toimenpiteistä ja strategioista huomioi myös robotiikkaklusterien syntymisen ja toiminnan merkityksen osana toimivaa resurssien koordinaatiota.

Poliittisten toimenpiteiden ja strategioiden kehitys- ja sovellusalueet ovat hyvin yhteneväisiä. Robotiikan sovellusten kehitysalueiden ilmeneminen eri maiden strategioissa on listattu alla olevassa taulukossa. Ainoastaan Japani, Etelä-Korea sekä Hollanti keskittyvät merkittävästi myös katastrofitilanteissa toimivien robottien kehittämiseen, kun taas puolestaan Yhdysvallat on verrokkimaista ainut, joka NASA:n ja puolustusvoimien tutkimusyksikön DARPA:n ansioista investoi suuressa mittakaavassa myös avaruus- ja puolustusrobotteihin.

Poliittisissa toimenpiteissä mainitut toimialat	Ruotsi	Alankomaat	Japani	Etelä-Korea	Iso-Britannia	Yhdysvallat
Tuotantorobotit	x	x	x	x	x	x
Terveystuotantorobotit	x	x	x	x	x	x
Kuntoutuksrobotit	x	x	x	x	x	x
Lääketiederobotiikka	x	x	x	x	x	x
Palvelurobotit	x	x	x	x	x	x
Avaruus ja ilmakehä					x	x
Puolustus		x				x
Katastrofi (luonnonilmiöt)			x	x		
Maatalous		x	x	x	x	x
Metsätalous			x			x
Elintarviketeollisuus		x	x			x
Liikenne					x	x
Koulutus		x	x			x

Vaikka strategioissa on paljon yhteneväisyyksiä, jokaisen maan toimintaympäristö, historia robotiikan kehityksen saralla, sekä muut olemassa olevat resurssit vaikuttavat strategian tavoitteiden toteutumiseen. Japanin, Etelä-Korean, Iso-Britannian ja Yhdysvaltojen strategioista voidaan havaita paljon ”suurvaltamentaliteettia” ja maiden tavoitteena on selkeästi johtaa robotiikan globaalia kehitystä. Hollannin strategia on huomattavasti keskitetympi, kuten myös Ruotsin toimet robotiikan saralla tähän mennessä.

Robotiikka voi vaikuttaa myös yritysten kilpailukyvyyn edellytyksiin. Se mahdollistaa korkean työvoiman kustannusten maille mahdollisuuden kilpailla halpamyövoimakustannusten maita vastaan. Automaation ja robotisoinnin pienentäessä tuotantokustannuksia, matalan työvoimakustannusten tuoma kilpailuetu häviää. Tuotantopaikka ei ole enää yhtä merkityksellinen, vaan tuotantokustannusten ollessa yhtä suuret, tuotanto voidaan siirtää takaisin yritysten kotimaahan. Myös tuotantoyksiköiden koon merkitys pienenee. Robotiikan avulla tuotantoa voidaan skaalata helpommin, kun valmiita tuotantomalleja voidaan ottaa käyttöön olemassa olevista yksiköistä. Isojen keskusten koon merkityksen pienentyessä, voi tuotannon sijoittaminen lähelle asiakasta olla jälleen hyödyllistä. [2]

Robotiikan hyödyt kuitenkin vaihtelevat maittain, koska saatava hyöty riippuu vallitsevista olosuhteista. Työvoimakustannuksilla, työmarkkinalainsäädännöllä, investointivaroilla, kasvutahdilla ja jo saavutetulla teollisuuden automaatiotasolla on suuri vaikutus robotiikan mahdollistamiin hyötyihin. Blue Instituten mukaan suurimmat suhteelliset hyöty- ja

kasvunäkymät ovat tulevaisuudessa Kiinassa, Etelä-Koreassa, Kaakkois-Aasiassa, Yhdysvalloissa ja Saksassa. Sen sijaan suhteellisen kilpailukyvyn odotetaan heikkenevän muualla Länsi-Euroopassa. [2]

Robottiikan sovellukset voivat olla myös ratkaisuna työvoimapulaan. Pitkällä aikavälillä on kuitenkin vielä epäselvää, mikä robotisaation nettovaikutus tulee olemaan työllisyyteen. Kun matalan koulutustason aloja jää pois, lisääntyy joidenkin korkeasti koulutettujen alojen kysyntä. Vaikka uusi teknologia poistaa olemassa olevia aloja, samalla se luo uusia työmahdollisuuksia uuden teknologian tuotannon, kehityksen ja saatavuuden varmistamiseksi. Tästä syystä robotiikka voi luoda uusia aloja, joita ei tähän mennessä vielä tunneta. [2]

Samoin kyky mukautua uusiin osaamisvaatimuksiin on yhteiskunnalle tärkeää. Vaikka yksilölle joidenkin alojen poistuminen on usein harmillista, yhteiskunnalle on kuitenkin tärkeää varmistaa, että koulutus- ja uudelleen järjestelyresurssit ovat riittävät ja hyödylliset tulevaisuuden tarpeiden näkökulmasta. Lisäksi lainsäädännön näkökulmasta on huomioitava, että lainsäädäntö tulee tehdä tulevaisuuden, ei menneisyyden tarpeita palvelevaksi. Ennakoivan lainsäädännön avulla voidaan varmistaa uusien markkinoiden ja toimialojen synty ja kasvu samalla toisten alojen hävitessä. Selkeä sääntelyn puute luo epävarmuutta, millä on investointeihin usein negatiivinen vaikutus. Näin ollen lainsäädännön ennakointi on erityisen tärkeää. [2]

Teollisuus tulee olemaan myös jatkossa robottivallankumouksen kärjessä. Kansainvälinen robotiikkajärjestö IFR:n (International Federation of Robotics) mukaan 2014 myytiin 29 000 teollisuusrobotia, mikä oli ylivoimaisesti suurin koskaan raportoitu myyntivolyymi. Vuosien 2009–2014 aikana teollisuusrobottien myynti on kasvanut 382 prosenttia maailmanlaajuisesti. Kasvutahti talouden samalla elpymässä on ollut 31 prosenttia. Lisäksi robottien myynti on kaksinkertaistunut vuodesta 2010 ja robottien tuotannon tehostaminen tulee mitä todennäköisimmin jatkumaan globaalien kysynnän kasvaessa. Maantieteellisesti kasvu on ollut suurinta Aasiassa. [2]

Koska poliittiset linjaukset ja strategiat ovat melko uusia, niiden todellisista vaikutuksista ei vielä voida olla varmoja. Tästä syystä tämän hetkiset ennusteet ovat vielä arvioita.

### 3.1 Best practices verrokkimaissa

**Ruotsi:** Robotdalenin avulla on syntynyt 28 uutta yritystä ja 32 tuotetta on saatu sen kautta markkinoille. Robotsdalenilla on vahva alueellisen hallinnon sekä yhteistyö-yritysten tuki. Valtion rahoituksen saamisen edellytyksenä on ollut yksityisen rahoituksen toteutuminen. Mukaan valikoitujen yritysten on tullut selkeästi osoittaa vaikutuksensa työllisyyteen, tuotekehitykseen ja -myyntiin, kestävään kehitykseen, yhteiskunnalliseen vaikuttavuuteen sekä kasvaviin markkinoihin. Robotdalenin toiminta on kehittynyt alueellisesta yhteistyöstä kohti kansallista toimintaa ja tulevaisuudessa sen on tarkoitus toimia merkittävänä tekijänä kansainvälisillä markkinoilla. Ruotsin esimerkin omaisesti valtion johtama toimielin ei ole välttämätön toimivan robotiikan tutkimuksen ja -kehityksen edistämiseksi, vaan toimintaa voi koordinoita klusterinkaltainen toimielin.

**Alankomaat:** Keskitetty lähestymistapa, identifioidut osa-alueet, joissa suurin kasvupotentiaali robotiikan alalla, yliopistot ja koulutus on valjastettu mukaan tuotekehitykseen yhdessä yritysten kanssa.

**Japani:** Pitkäjänteinen vuosia kestänyt kehitystyö, vahvuutena ”suuruuden hulluus” – ”vain taivas on rajana!”, kyky uskaltaa ja kokeilla, saavutettu robottien sosiaalinen hyväksyntä. Maa on jo käynnistänyt robottien käyttöönottoa tukevan lainsäädännön mukautuksen. Japani on vahvasti mukana luomassa robotiikan kansainvälisiä standardeja.

**Etelä-Korea:** KIRIA toteuttaa strategiaa omien projektiansa kautta tarjoten äärimmäisen vahvan valtion tuen robotisaation kehitykselle. Valtio on myös budjetoinut merkittäviä summia suoraan robotiikkaan jo useiden vuosien ajan.

**Iso-Britannia:** Onnistuttu valjastamaan intressiryhmä kehittämään suosituksia, jonka perusteella valtio pystyy tekemään toimenpidepäätöksiä. Lainsäädännölliset toimet robotiikan käytön mahdollistamiseksi on aloitettu.

**Yhdysvallat:** Maailman huippututkimusyksiköt käytössä robotiikan tutkimukseen ja kehitykseen, kansainvälisesti merkittävät robotiikkakilpailut (NASA, DARPA). Valtavat resurssit mahdollistavat projektien suuren lukumäärän ja alan kehityksen.

Kaikille verrokkimaille yhteistä on lupa kokeilla ja epäonnistua.

### 3.2 Toimenpidesuosituksia selvityksen perusteella

Selvityksen perusteella pelkkä strategia ei vielä takaa onnistunutta kehitystä. Robotiikan alalla menestyneitä maita yhdistävät selkeät poliittiset toimenpiteet robotiikan edistämiseksi, onnistunut koordinointi sidosryhmien välillä sekä mahdollisuus investoida tutkimukseen ja kehitykseen.

Suomen kaltaisen maan tulisi keskittyä omiin strategisiin vahvuuksiinsa Alankomaiden tavoin. Tehdyn vertailun pohjalta seuraavat toimenpiteet ovat suositeltavia Suomen kannalta:

- Robottilaakson (tai vastaavan klusterin) toiminnan organisointi ja hyödyntäminen Pk-yritysten innovaatioiden kaupallistamisessa sekä kumppanuusverkoston laajentamisessa
- Robotiikkaa tukevan koulutuksen suunnittelu ja koulutuspolkujen (monialaiset opinnot) kehittäminen
- Robotisaatio vaikuttaa tulevaisuuden työelämään ja Suomen kansainväliseen kilpailukykyyn – lainsäädännön päivittäminen, koulutuksen kehittäminen tulevaisuuden tarpeita vastaavaksi
- Selkeän rahoitusmekanismin luominen, jonka kautta potentiaalisimmat innovaatiohankkeet onnistutaan tunnistamaan ja antamaan kehityshankkeille tarvittava tuki (julkinen ja yksityinen rahoitus, esim. joukkorahoitus).
- Innovaatioiden tehokas kaupallistaminen (patentit ja standardit huomioiden)

- Koordinoivan toimielimen määrittely (resursseja on vähän, joten koordinoinnin merkitystä ei voi olla korostamatta liikaa)
- Robottiikkakilpailut: sosiaalista hyväksyntää nostavia ja lisää alan kiinnostavuutta (ei matkien vaan omalla tyylillä, olosuhteet huomioiden, challenge driven innovation)
- Maantieteellisten testialueiden (Free zone) laajentaminen ja kehittäminen kansainvälisen huomion herättämiseksi sekä lainsäädännöllisten muutosten tukemiseksi
- Vahvoihin sovellusaloihin panostaminen ja jo olemassa olevan tietotaidon hyödyntäminen (maa- ja metsätalous)
- Tohtorikoulutettavien määrän nostaminen oman tietopohjan kasvattamiseksi sekä kansainvälisen uskottavuuden lisäämiseksi tutkijayhteisöissä
- Kansainvälisten verkostojen luominen, sillä Suomen vaikea menestyä ilman yhteistyötä (tutkimus, tohtoriohjelmat, kaupallistaminen)
- Selvitettävä, miten saadaan yritykset investoimaan robotiikkaan (valtion mahdollista tukea konsortioin, erilaisin kampanjoin, toimimalla strategisena kumppanina, yhdistämällä yrityksiä toisiinsa (yhteiset workshopit)
- Laitekehitysmarkkinoissa Suomen on haastavaa kilpailla kehittyneitä Aasian maita vastaan. Sen sijaan sovellusmarkkinoilla Suomen kaltaisella toimijalla on mahdollisuuksia menestyä (valtio voi tukea monin eri tavoin esim. koulutus, suorat investoinnit, tutkimukset ja yritysten yhteistyö)
- Robottiklusterien alueellisen kehityksen varmistaminen ennen kansallisen ja kansainvälisen tason skaalausta
- Erilaisten robotiikkatapahtumien tukeminen, joiden avulla lisätään tietämystä robotiikasta, nostetaan esille onnistuneita business caseja, yhdistetään toimijoita, viedään tietämystä kouluihin erilaisin tietoisuuden ja kampanjoin (uuden sukupolven helpompi omaksua robotiikka osaksi arkea → sosiaalinen hyväksyntä)

## 4 Lähteet

- [1] Manyika J., Chui M., Bughin J., Dobbs R., Bisson P. & Marrs A. (2013). *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business and the global economy*.
- [2] Ståhl B. & Sunding M. (2015). *Robotarnas århundrade*.
- [3] Begley G., Bechtel R., Blackmer S., Christensen H.I., Chupein E., Culhane A., Finkelstein R., Fordham M., Fraser G., Gupta S.K., Henshaw G., Ivery R., Kumar V., Lacaze A., Mailey C., Mairena M., McConville J., Michalicek A., Mitchell W., Murphy R., Nimblet D., Northrop J., Overholt J., Passaretti M., Pope R., Ryan M., Schuman A., Shinn J., Thomasmeyer B., Tores-Jara E., Van Doren T., Wall R., Wells P., Zinecker J. & Zych N. (2013). *A Roadmap for U.S. Robotics – From Internet to Robotics 2013 Edition*.
- [4] Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan (2015). *New Robot Strategy – Vision, Strategy & Action Plan*.
- [5] Regeringskansliet (2015). *Arbetet i framtiden*. <http://www.regeringen.se/regeringspolitik/uppdrag-framtid/arbetet-i-framtiden/>
- [6] Cooke P., Eickelpasch A. & Ffowcs-Williams I. (2010). *From low hanging fruit to strategic growth – International Evaluation of Robotdalen, Skåne Food Innovation Network and Uppsala BIO*. VINNOVA Report VR 2010:16.
- [7] Robotdalen (2014). *Verksamhetsberättelse 2014*.
- [8] Kranenburg – deLange D. (2012). *Dutch Robotics Strategic Agenda – Analysis, Roadmap*
- [9] Fensom A. (2015). *Japan's Robot Revolution*. The Diplomat: <http://thediplomat.com/2015/07/japans-robot-revolution/>
- [10] The Government of Japan (2014). *Revitalization Strategy – Japan's Challenge for Future*.
- [11] Sohn S.Y. & Kim M.J. (2010). *Strategies for revitalization for Intelligent robot industry in Korea based on structural equation model*. *Industrial Robot: An International Journal* Vol. 37 Iss: 1, pp. 97-105.
- [12] Ministry of Knowledge Economy Republic of Korea (2012). *로봇 미래전략 (2013~2022)*.
- [13] UK Government (2015). *Government wants UK to lead global robotics technology*. Press release on 23 March 2015. <https://www.gov.uk/government/news/government-wants-uk-to-lead-global-robotics-technology>.

- [14] The Knowledge Transfer Network (2014). *RAS 2020 – Robotics and Autonomous Systems*.
- [15] Department for Business Innovation and Skills (2015). *Response to the Robotics and Autonomous Systems Strategy*.  
[https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/414382/BIS-15-215-Greg-Clark-to-Professors-Buckingham-and-Lane-RAS-Strategy.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/414382/BIS-15-215-Greg-Clark-to-Professors-Buckingham-and-Lane-RAS-Strategy.pdf)
- [16] Kalil T. & Thorpe C. (2011). *Supporting the President's National Robotics Initiative*.  
<https://www.whitehouse.gov/blog/2011/08/03/supporting-president-s-national-robotics-initiative>
- [17] NSF (2011). *National Robotics Initiative (NRI) – The realization of co-robots acting in direct support of individuals and groups – Program Solicitation 11-553*.  
<http://www.nsf.gov/pubs/2011/nsf11553/nsf11553.pdf>
- [18] NSF (2012). *National Robotics Initiative (NRI) – The realization of co-robots acting in direct support of individuals and groups – Program Solicitation 12-607*.  
<http://www.nsf.gov/pubs/2012/nsf12607/nsf12607.pdf>
- [19] NSF (2014). *National Robotics Initiative (NRI) – The realization of co-robots acting in direct support of individuals and groups – Program Solicitation 14-500*.  
<http://www.nsf.gov/pubs/2014/nsf14500/nsf14500.pdf>
- [20] NSF (2015). *National Robotics Initiative (NRI) – The realization of co-robots acting in direct support of individuals and groups – Program Solicitation 15-505*.  
<http://www.nsf.gov/pubs/2015/nsf15505/nsf15505.pdf>
- [21] NSF (2015). *National Robotics Initiative (NRI) – The realization of co-robots acting in direct support of individuals and groups – Program Solicitation 16-517*.  
<http://www.nsf.gov/pubs/2016/nsf16517/nsf16-517.pdf>
- [22] Wright H. (2014). *National Robotics Initiative (NRI)*.  
<http://www.cccb.org/2014/11/24/national-robotics-initiative-nri/>
- [23] Sargent, J.F. (2013) *Federal Research and Development Funding: FY2014*.  
<https://fas.org/sqp/crs/misc/R43086.pdf>
- [24] NASA (2015). *Human Robotic Systems: The National Robotics Initiative*.  
[http://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/fs\\_robotics\\_nri\\_150908.pdf](http://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/fs_robotics_nri_150908.pdf)
- [25] NASA (2011). *National Robotics Initiative*.  
[http://www.nasa.gov/robotics/#.VnPKy\\_mLSUI](http://www.nasa.gov/robotics/#.VnPKy_mLSUI)
- [26] DARPA (2015). *About DARPA*. <http://www.darpa.mil/about-us/about-darpa>
- [27] DARPA (2015). *What is the DARPA Robotics Challenge (DRC)?*  
<http://www.theroboticschallenge.org/overview>

- [28] National Science Foundation (2015). *Discovery - A foundation for robotics*.  
[http://www.nsf.gov/discoveries/disc\\_summ.jsp?cntn\\_id=133400&org=NSF](http://www.nsf.gov/discoveries/disc_summ.jsp?cntn_id=133400&org=NSF)



## 5 Liite 1

Verrokkimaa	Tärkeimmät toimenpiteet robotiikan saralla
Ruotsi	<p>VINNOVA on määrätty toteuttamaan toimia robotiikan edistämiseksi. Tarkempia toimia ei ole erikseen määritelty.</p> <p>Ruotsin valtio on rahoittanut Robotdalenia vuosittain n. 1 miljoonan euron edestä vuosina 2003-2013 VINNVÄXT-ohjelman kautta. Rahoituksen edellytyksenä on yksityisen rahoituksen osuus vähintään 50 prosenttia. VINNVÄXT-rahoitusta on jatkettu vuoteen 2016 asti (vuonna 2014 n. 750 000 euroa). Rahoituksen lisäksi VINNVÄXT-ohjelma tarjoaa yrityksille kattavan tukiverkoston.</p> <p>Robotdalen valmistelee robotiikan riskipääomarahastoa VINNOVAN tukemana.</p> <p>Ulkoisen rahoituksen mahdollisuuksia on parannettu usealla tavalla.</p> <p>Maa on myös mukana Horizon 2020-tutkimus- ja innovaatio-ohjelmassa sekä hallituksen perustama työryhmä tekee selvitystä poliittisista toimenpiteistä, joita Ruotsin tulisi toteuttaa. Työryhmän raportin odotetaan valmistuvan maaliskuussa 2016</p>
Alankomaat	<p>RoboNED:in luoma Robotiikkastrategia (DRSA), jossa ehdotuksia robotiikan edistämiseksi</p> <p>National Science Agenda (NSA)</p> <p>Yhtenäistää ja kohdistaa Alankomaiden tutkimusta ja eri alojen tutkimuksen toimintasuunnitelmia</p> <p>Huippusektori-lähestymistapa (Economic Top Sectors), jonka mukaisesti keskitetään investointeja Alankomaille tärkeille sektoreille (High Tech Systems &amp; Materials). Huippusektorien toimintaa koordinoidaan Tieto- ja innovaatioyhteenliittymissä (Top Consortia for Knowledge and Innovation), jossa mukana yritysten, tietoinstituutioiden, tiedelaitosten ja hallituksen edustajia. Lisäksi jokaisella huippusektorilla on oma työryhmä.</p> <p>Koulutusta on sovellettu vastaamaan tulevaisuuden tarpeita ja kouluja ja ammatillisia oppilaitoksia rohkaistaan profiloitumaan tietyille tieteenaloille. Robotiikkaan erikoistuneita yliopistoja ovat tällä hetkellä Twenten yliopisto, Delftin teknillinen yliopisto, Eindhovenin teknillinen yliopisto ja Wageningenin yliopisto. Yleinen T&amp;K-tuki pienenee vuosien 2013-2019 (6 miljardista 5,5 miljardiin EUR) aikana, mutta yliopistotutkimukseen suunnattu taloudellisen tuen rahamäärä nousee. Lisäksi yliopistojen rahoitusmallia muutetaan tavoitteena tulojen ja</p>

	<p>budjettien tasapainon ja ennustettavuuden parantaminen.</p> <p>Pyritään lisäämään yksityisen sektorin rahoitusta, ja parannetaan erityisesti Pk-yritysten rahoitusmahdollisuuksia sekä poistetaan toimintaa häiritseviä sääntöjä. Lisäksi maa on mukana Horizon 2020-tutkimus- ja innovaatio-ohjelmassa.</p>
<b>Japani</b>	<p>Selvitys robottien maailman markkinoista. "Trends in the Market for the Robot Industry in 2012" (v. 2013)</p> <p>Japanin hallitus perusti työryhmän: "Robot Revolution Realization Council", jonka tehtävänä oli laatia maalle robotiikkastrategia.</p> <p>Robot Revolution Initiative Council (toukokuu 2015)</p> <p>Eri ministeriöiden projektit robotiikan jalkauttamiseksi.</p> <p>Lainsäädännön tarkistus ja kehitys</p> <p>Julkisen sektorin investoinnit suuriin hankkeisiin, joita yksityisen on vaikea rahoittaa.</p> <p>Standardien kehitys ja käyttöönotto</p> <p>Tuotteiden sertifiointi-/hyväksymisprosessin kehitys</p>
<b>Etelä-Korea</b>	<p>Laki älykkäiden robottien kehityksestä (2008). Lain edellyttämänä perustettiin KIRIA = Korea Institute for Robot Industry Advancement (v. 2009). Lain seurauksena laadittiin myös viisivuotissuunnitelma lain täytäntöönpanosta. (2014)</p> <p>Robotiikkastrategia (2012), jota toteuttaa lähinnä KIRIA:</p> <p>Vienninedistämishjelmia paikallisille yrityksille.</p> <p>Markkinatutkimuksia ja -analyyssejä kilpailevista maista. (1 maa/vuosi)</p> <p>Robottitapahtumiin osallistumisen tukeminen tai tapahtumien järjestäminen.</p> <p>Tutkimuksen ja opetuksen rahoitus ja muu tuki.</p> <p>Kansainvälisten standardien noudattaminen tuotteissa ja paikallisten kehittäminen globalisaation toivossa.</p> <p>Lupaavan teknologian kaupallistaminen</p> <p>Työvoiman kehittäminen: panostetaan maisteriohjelmien ja avoimen yliopiston robotiikkaopetukseen ja käytännönläheisyyteen.</p>

	Robot Land-teemapuiston rakentaminen loppuun ja avaaminen yleisölle.
<b>Iso-Britannia</b>	RAS 2020 -strategian toimenpide-ehdotusten mukaisesti maksimoidaan uudet ja olemassa olevat verkostot sekä laajennetaan rahoituspohjaa myös muiden kuin julkisen rahoituksen varaan. Pyritään tukemaan toimintaan perinteisten sektorien välisten rajojen yli. Hallitus tukee myös Leadership Councilin perustamista robotiikkatoiminnan johtamiseksi, sekä aloitteita, jotka mahdollistavat julkisen keskustelun robotiikan ympärillä. Kokonaisuudessaan aiemmat toimenpiteet eivät riitä, vaan tarvitaan runsaasti lisää investointeja.
<b>Yhdysvallat</b>	Vuodesta 2011 alkaen tutkimusta on koordinoanut kansallinen robotiikkahanke, jonka kautta on jaettu vuosittain noin 45,8 miljoonaa euroa apurahoja tutkimukseen. Vuonna 2016 tullaan jakamaan 46 miljoonaa euroa apurahaa uusiin tutkimusprojekteihin, jotka tukevat kansallisen robotiikkahankkeen ja robotiikan tiekartassa esitettyjen tavoitteiden saavuttamista.

## Lisätietoja tutkimuksesta:

***Timo Takalo***

***Partner***

Systems and Process Assurance

timo.takalo@fi.pwc.com

***Carita Mäkinen***

***Public Sector Leader & Sales Executive***

Systems and Process Assurance

carita.makinen@fi.pwc.com