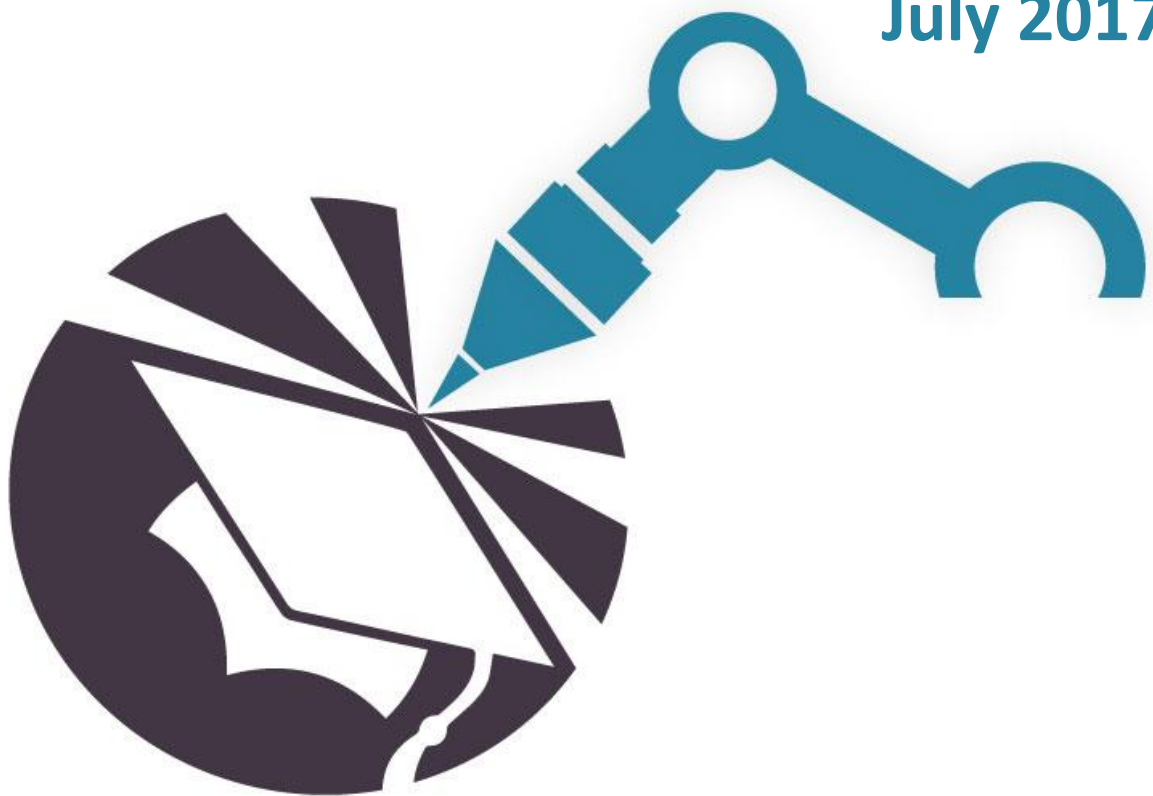


# European Survey Report

## Robotics/AI and 3D printing

### (Executive Summary)

July 2017



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

2016-1-UK01-KA202-024437

This project has been funded with support from the European Commission.  
This publication [communication] and all its contents reflect the views only of the author, and the Commission  
cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

*ALTHOUGH ALL RIGHTS AND INTELLECTUAL PROPERTY OF THIS REPORT RESIDES WITH THE ORGANISATIONS LISTED BELOW THIS PUBLICATION CAN BE TRANSLATED, REPRODUCED, STORED IN OR INTRODUCED INTO A RETRIEVAL SYSTEM, OR TRANSMITTED, BY ANY MEANS, ELECTRONIC, MECHANICAL, PHOTOCOPYING, RECORDING, OR OTHERWISE, WITHOUT THE PRIOR WRITTEN PERMISSION OF THE PUBLISHER.*

*WHILST EVERY PRECAUTION HAS BEEN TAKEN IN THE PREPARATION OF THE PUBLICATION, THE PUBLISHER AND AUTHORS ASSUME NO RESPONSIBILITY FOR ERRORS OR OMISSIONS. NEITHER IS ANY LIABILITY ASSUMED FOR DAMAGES RESULTING FROM THE USE OF THE INFORMATION CONTAINED THEREIN.*

© EU15 Ltd (UK)

© Ovar Forma - Ensino e Formação LDA (Portugal)

© SMEBOX (Sweden)

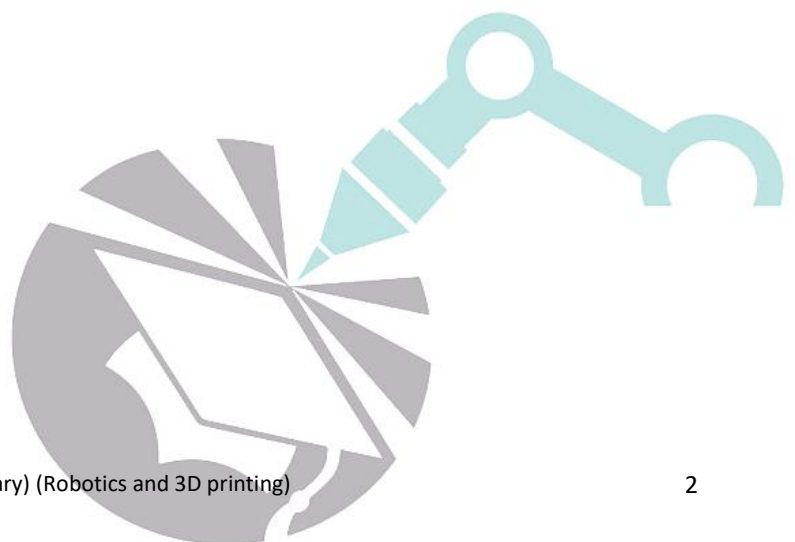
© The University of Ljubljana (UL)

© CEPROF - Centros Escolares de Ensino Profissional Lda. (Portugal)

© European Network for Transfer and Exploitation of EU Project Results (E.N.T.E.R.) (Austria)

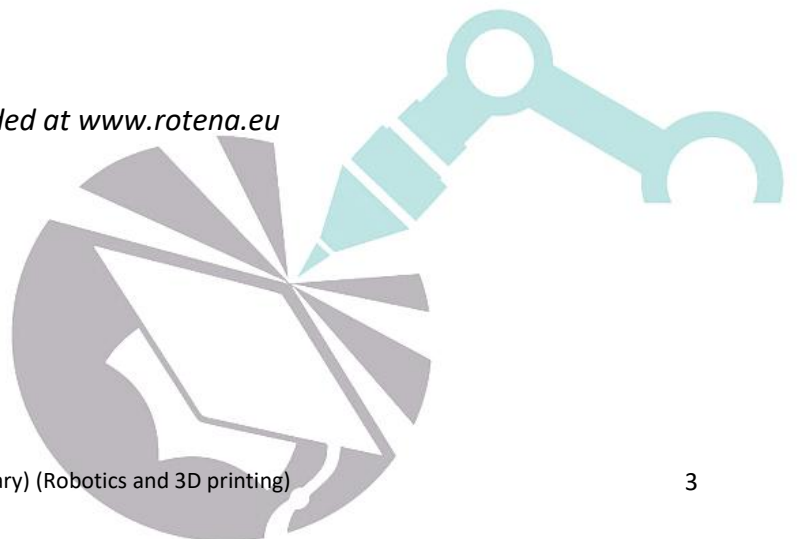
*In memory of Dr Tony Pustovrh (1979-2017) both a colleague and friend to us all.*

July 2017



- 1. INTRODUKTION**
- 2. DET MODERNA SAMHÄLLET OCH TEKNOLOGIN**
- 3. DEFINITION AV ROBOTICS OCH 3D PRINTING**
- 4. SAMHÄLLSEFFEKTER AV ROBOTICS OCH 3D PRINTING**
- 5. RESULTAT AV ROTENAS EUROPEISKA ENKÄTUNDERSÖKNING**

*The Full Survey Report can be downloaded at [www.rotena.eu](http://www.rotena.eu)*



## **1. INTRODUKTION**

ERASMUS + projektet ROTENA: "Robotics for the New Age" tar sikte på att motivera studenter till vetenskapliga studier genom att använda robotics och 3D-printing som inspiration och att utveckla program som gör det möjligt för dem att konkret engagera sig i "New Age Technology"-revolutionen.

Framtagandet av ett curriculum för allmän grundläggande robotics/3D-printing borde göra det möjligt för studenter att skaffa kompetens och färdigheter för att förstå principerna för robotics och 3D-printing och deras breda användningsområde inom industrin för att ge tillgång till jobb inom den nya tidens industrisektorer.

Robotics är en snabbväxande marknad starkt driven av nya och förbättrade produkter inom så vitt skilda områden som räddningsinsatser, kontroll och övervakning, kirurgi och hälsovård, hem och bilar, transport och logistik, jordbruk och många fler.

Den snabba ökningen av robotanvändning i våra hem och på våra jobb, på sjukhus och i industriella miljöer ger oss en inspirerande vision om hur de kan göra nytta för samhället som helhet och visar hur en prioritering för att stimulera robotics i den utveckling som sker bör göras för att skapa den bästa förutsättningen för jobb och innovationer i Europa.

På ett liknande sätt ger 3D-printing många nya möjligheter inom arkitektur, bygg, industriell design, bilbranschen, rymdprogram, försvaret, ingeniörskonst, tand- och hälsovård, biotech (transplantation av mänsklig vävnad), mode, skor, smycken, glasögon, utbildning, GIS, mat och många andra områden. Transformativa förändringar och nya möjligheter förväntas inom både de industriella och de entreprenöriella ekosystemen.

För att bygga på en stark empirisk grund så inriktades den första delen av ROTENA på ett arbete med en djupanalys. Analysen var tänkt att ta hänsyn till nuvarande den socio-teknologiska miljön där nya teknologier öppnar upp nya möjligheter för industri, entreprenörskap och arbete, med en speciell inriktning på robotics och 3D-printing. Detta inkluderar nya möjligheter både för utbildning och anställning inom dessa områden liksom på de färdigheter som kommer att krävas av framtida medarbetare. Eftersom digitalisering och automation förväntas ge förändringar och även göra vissa jobb onödiga när nya arbetsplatser skapas är det viktigt att motivera och engagera människor nu så att bristen på arbetsmarknaden, vad gäller jobb i den nya tidens teknologi, minimeras.

Att säkerställa tillgången på kompetenta medarbetare är också viktigt för att ge kraft åt entreprenörskap- och innovationsmöjligheter i olika områden. Med hänsyn till det behöver också befintlig arbetskraft få en möjlighet att ta till sig robotics och 3D-printing för att underlätta för företagen att säkerställa nya marknader och möjligheter.

## **2. DET MODERNA SAMHÄLLET OCH TEKNOLOGIN**

Teknologisk utveckling de senaste två årtiondena har tagit extrem fart inom flera områden, speciellt inom Nanoteknik, Bioteknik, Informations-Kommunikationsteknik och Cognitive science (NBIC).<sup>1</sup> Nya

---

<sup>1</sup> Roco, C., W.S. Bainbridge (Eds.). 2003. Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science. Dordrecht: Springer.

teknologier, särskilt de som växer fram i korsningen mellan NIBC-fälten, tränger sig nu in i praktiskt taget alla nivåer och delar av samhällen i de utvecklade länderna. Tekniska användningsområden som i allt större utsträckning styr och påverkar hur vi gör saker, hur vi interagerar, hur vi tänker, hur vi producerar och även hur vi lär oss och hur vi arbetar.

Många arbetsplatser blir nu "digitala arbetsplatser". Automation betyder att ett antal arbetsuppgifter på en arbetsplats, och vid vissa tillfällen hela arbetsprocesser, kan hanteras av smarta maskiner med liten eller ingen mänsklig inblandning. Detta kan röra sig om industriell tillverkning, lagerrobotar, eller för datainhämtning, analys och hantering. Med "Robotisering" menas fysisk hantering, som i vart fall delvis styrs av någon form av IT, och som hanterar olika arbetsuppgifter eller processer genom att hantera objekt i det fysiska rummet, antingen halvautomatiskt eller fullständigt automatiskt. Dessutom hanterar allt smartare maskiner inte bara förutsägbara arbetsuppgifter utan också mer krävande händelsestyrda aktiviteter.

Vissa experter påstår att vi för närvarande befinner oss i mitten av en ny industriell revolution, det som Brynjolfsson och McAfee benämner "The Second Machine Age"<sup>2</sup> eller vad andra har kallat "The Fourth Industrial Revolution or Industry 4.0."<sup>3</sup> Emedan "the First Machine Age" präglades av automatisering av fysiska arbetsuppgifter genom mekanisering, så karaktäriseras den andra av automatisering av beteendestyrd uppgifter genom digital teknik.

Medan den "Första maskinåldern" präglades av automatisering av fysiska arbetsuppgifter genom mekanisering så karaktäriseras den "Andra" av automatisering av kognitiva uppgifter genom digitalisering. Utvecklingstakten av de underliggande och möjliggörande teknologierna är exponentiell. Tekniken är mestadels digital och driver digitaliseringen av tidigare endast fysiska objekt och processer. De är dessutom kapabla till vidareutveckling genom kombinationer, t ex att robotar kan styras genom molnbaserade tjänster, att uppgifter och behov kan kommuniceras automatisk via nätverk utan mänsklig inblandning. De digitala objekten kan skrivas ut på distans via 3D-skrivare and "Big-Data" analyser kan användas för att optimera läkemedelsforskning och förutspående av sjukdomar. Samtidigt, i "Industri 4.0", kombineras olika teknologier och suddar ut gränserna mellan det fysiska, det digitala och det biologiska.

Den tredje industriella revolutionen använde elektronik och IT, i termer av datorer och automatisering, för att uppnå högre grad av automatisering medan den fjärde industriella revolutionen baseras på "cyber-fysiska system" som är allt mer uppkopplade och smarta. Deras specifika egenskaper är att hastigheten på deras utveckling är exponentiell, deras målbild breddas, då de uppträder disrupt i ett ökande antal branscher globalt. De har en ökande inverkan på systemet t ex inom produktion (arbetsplatser), på ledarskap (organisationer och företag) och på offentlig policy (ekonomi, arbetsmarknad utbildning)

---

Bainbridge, William Sims in Mihail C. Roco, ur. 2005. *Managing Nano-Bio-Info-Cogno innovations: Converging Technologies in Society*. Dordrecht: Springer.

<sup>2</sup> Brynjolfsson, Erik and Andrew McAfee. 2014. *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company.

<sup>3</sup> Schwab, Klaus. 2016. *The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>

### **3. DEFINITION AV ROBOTICS OCH 3D PRINTING**

#### **3.1 Robotics**

##### **En komprimerad definition för ROTENA-projektets syfte:**

*Robotics är en teknisk tvärvetenskap som kombinerar mekanik, elektronik och systemvetenskap. Dess mål är forskningen, designen, utvecklingen och konstruktionen av robotsystem som kontrolleras av integrerade kretsar. ROTENAs partners ser utbildning och användning av Robotics som ett sätt att utveckla de kompetenser som möjliggör för människor att skapa fristående projekt som inte bara bidrar till personlig- och yrkesmässig utveckling utan också till innovation och entreprenörskap.*

*Kunskapen som samlas inom detta område kommer att göra användare teknologiskt anpassade för ett samhälle i snabb förändring.*

##### **Vad är robotics?<sup>4</sup>**

Rent allmänt kan vi se robotics som en tvärvetenskap och teknologiområde där målet är att forska, skapa, utveckla och konstruera olika robotsystem och robotar. Innefattande programmering, manövrering, användning och underhåll av dem. Som med de flesta nya teknologier är det inte enkelt att strikt definiera och hålla isär olika koncept, föremål och områden. Robotics kan beskrivas som ett expanderande forsknings- och teknikkoncept som kombinerar olika dicipliner, som mekanik och elektronik och systemvetenskap. som kärnor, men med en ökande korsbefruktning och sammanslagning med många andra områden som biologi, materialvetenskap, beteendevetenskap etc. Den snabba utvecklingen med banbrytande teknologi, tvärvetenskap och dess konvergerande natur, gör utbildning inom robotics till en utmaning.

Både robotics och robotar är tätt sammanlänkade med koncept och ämnesområden inom automation och Artificiell Intelligens. Automation fokuserar på självstyrande system, utan mänsklig övervakning och betonar effektivitet, produktivitet och pålitlighet med minimal mänsklig medverkan. (t ex. verkstadsproduktion och löpande band.

<sup>4</sup> A Roadmap for US Robotics: From Internet to Robotics. 2016 Edition.

Gerhard Schweitzer, ETH Zurich, HUT, 8092 Zurich, Switzerland, 17th International Congress of Mechanical Engineering (COBEM 2003), São Paulo, Brasil, November 10-14, 2003 (Invited Paper)

Benjamin Wittes and Gabriella Blum. 2015. The Future of Violence: Robots and Germs, Hackers and Drones—Confronting A New Age of Threat. New York: Basic Books.

Peter Sinčák, Pitoyo Hartono, Mária Virčíková, Ján Vaščák and. Rudolf Jakša. 2014. Emergent Trends in Robotics and Intelligent Systems: Where Is the Role of Intelligent Technologies in the Next Generation of Robots? Cham Heidelberg New York Dordrecht London: Springer.

Encyclopædia Britannica. 2016. Robotics. Available at: <https://www.britannica.com/technology/robotics>.

Oxford Dictionaries. 2016. Robotics. Available at: <https://en.oxforddictionaries.com/definition/robotics>

LEO - Center for Service Robotics. 2016. Defining robots and robotics. Available at: <http://www.leorobotics.nl/definition-robots-and-robotics>

NASA – National Aeronautics and Space Administration. 2016. What Is Robotics? Available at: <http://www.nasa.gov/audience/forstudents/k-4/stories/nasa-knows/what-is-robot-k4.html>.

Maja J Matarič. 2007. The Robotics Primer. Cambridge, Massachusetts London, England: The MIT Press.

Andreas Birk. 2011. What Is Robotics? An Interdisciplinary Field Is Getting Even More Diverse. IEEE Robotics & Automation Magazine, December 2011.

<http://www.revereschools.org/cms/lib02/OH01001097/Centricity/Domain/64/VEX%20Robotics%20Unit%20Intro%20to%20Robotics.pdf>

ACCA (the Association of Chartered Certified Accountants). 2015. The robots are coming? Implications for finance shared services. Available at: [http://www.accaglobal.com/content/dam/ACCA\\_Global/Technical/fin/ea-robots-finance-shared-services-0909.pdf](http://www.accaglobal.com/content/dam/ACCA_Global/Technical/fin/ea-robots-finance-shared-services-0909.pdf).

Stefano Nolfi and Dario Floreano. 2004. Evolutionary Robotics: The Biology, Intelligence, and Technology of Self-Organizing Machines. Cambridge: MIT Press.

[www.directrecruiters.com/wp-content/uploads/.../Robotics\\_4-16.pdf](http://www.directrecruiters.com/wp-content/uploads/.../Robotics_4-16.pdf)

**Artificiell intelligens** är både ett vetenskapsområde och en teknologi och kan i detta sammanhang ses som den programvara som är nödvändig för att styra en robots aktiviteter. AI ökar också möjligheten att emulera olika aspekter av biologiska beteenden, som uppfattningsförmåga, känslighet, navigering, minne etc.

Även om AI kan visa upp en specialiserad intelligens inom snäva områden (sökmotorer, spel, big-data analyser, medicinska diagnoser etc) så är målet med att AI allmänt skall vara den samma, eller större, än den mänskliga, långt borta. Större (specialiserad) beteendemässig och fysisk självständighet kan ses som ett mål för AI. Slutligen så är vidare utveckling inom både AI och robotics en förutsättning för att öka självständigheten, för oövervakad drift, och möjligheterna med framtida robotar.

En robot bör vara kapabel att meningsfullt och självständigt förstå, aggera och uppnå mål i den fysiska världen. Oavsett vi menar en drönare, en robotdamsugare, eller en självkörande bil, så är en robot beroende dels av självständighet, beslutsfattande och anpassningsförmåga men också den fysiska utformningen som vi anser vara karakteristiska för en robot.

### **3.2 3D printing**

#### **En komprimerad definition för ROTENA-projektets syfte**

**3D print/utskrift** refererar till en process av additivt skapande av ett tredimensionellt fysiskt objekt baserat på digitala datamodeller (CAD eller skannat objekt) genom att successivt placera och forma lager av material i en datorstyrd process.

#### **Vad är 3D printing?<sup>5</sup>**

Enkelt sagt så är en 3D-printer en maskin som förvandlar ritningar till fysiska objekt genom att, lager för lager, forma material utan att justera verktygen under tiden. 3D print/utskrift refererar till en process av additivt skapande av ett tredimensionellt fysiskt objekt baserat på digitala datamodeller (CAD eller skannat objekt) genom att successivt placera och forma lager av material i en datorstyrd process. Denna additiva (tillsats) tillverkningsprocess är anledningen till att 3D utskrift också kallas additiv tillverkning men mer tekniskt korrekt så har termen 3D-utskrift tagits emot mer entusiastiskt genom spridning i media. Analogt med dokumentutskrift så görs också plastutskriften med ett skrivhuvud som ger ett verkligt föremål. Däremot så finns det många varianter av additiva tillverkningsmetoder som kan användas (t ex stereolitografi, lasersintering, smältmodellering) som ger varierande grader av precision och komplexitet. Medan de printade objekten i princip kan ha vilken form som helst så påverkas de av den använda utskriftsmetoden och de material som kan användas. Med avancerad 3Dprint är det också möjligt att skapa sammansatta föremål med inbyggda, rörliga delar. Tiden det tar att printa ett komplett objekt ökar dock med detaljgraden och objektets komplexitet.

<sup>5</sup> <http://3dprinting.com/what-is-3d-printing/>

<https://www.stratasysdirect.com/resources/what-is-3d-printing/>

Bandyopadhyay, Amit and Susmita Bose (Eds.). 2016. Additive Manufacturing. Boca Raton, London, New York: CRC Press Taylor and Francis Group.

van den Berg, Bibi, Simone van der Hof and Eleni Kosta (Eds.). 2016. 3D Printing Legal, Philosophical and Economic Dimensions. The Hague: TMC Asser Press.¶

Goodship, Vanessa, Bethany Middleton and Ruth Cherrington. 2016. Design and Manufacture of Plastic Components for Multifunctionality: Structural Composites, Injection Molding, and 3D Printing. Oxford, Waltham, MA: William Andrew, Elsevier.

Gibson, Ian, David Rosen and Brent Stucker (Eds.). 2015. Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing 2nd Ed. New York Heidelberg Dordrecht London: Springer.

Muthu, Subramanian Senthilkannan and Monica Mahesh Savalani (Eds.). 2016. Handbook of Sustainability in Additive Manufacturing, Volume 1. Singapore: Springer Science+Business Media.

Birtchnell, Thomas, and William Hoyle. 2014. 3D Printing for Development in the Global South The 3D4D Challenge. Palgrave Macmillan UK.

Teknologin kännetecknas av att den möjliggör omedelbar tillverkning, dvs att skapelsen går direkt från designern till en fysisk produkt via en dator och en 3D-printer. Det revolutionerar tillverkning genom tre nyckelfördelar - kortare ledtid, friare design och lägre kostnader. På så sätt möjliggörs snabb och kostnadseffektiv prototyping, tillverkning av slutprodukter (digital tillverkning) och tillverkning av verktyg som gör det möjligt för tillverkare av andra komponenter att ändra arbetsätt.

Det finns också kopplingar mellan robotics och 3D-utskrift som t ex möjliggör utskrift av robotdelar, som konstruktörerna annars inte skulle kunna tillverka. Ett sådant exempel är en robot med fjädrande ben som kan gå i svår terräng och kan användas i eftersöks- och räddningsinsatser.<sup>6</sup>

#### **4. SAMHÄLLEFFEKTER AV ROBOTICS OCH 3D-PRINTING**

##### **Användning och tillämpning av robotics**

Det finns många förutsägelser om hur trender inom robotics och 3D-utskrift kommer att fortsatt utveckla och påverka vissa industrier, arbetsplatser och metoder, likväl som utbildning och samhällsbehov och strukturer. De flesta befintliga robotar används idag inom tillverkningsindustrin. Det totala antalet industrirobotar var i slutet av 2015 cirka 1,6 miljarder enheter och värdet av världsmarknaden för robotar var i slutet av 2016 uppskattat till 11 miljarder US-dollar medan marknaden för robotsystem (inkl mjukvara, systemteknik etc) uppskattas till 35 miljarder US-dollar.<sup>7</sup>

Av de befintliga industrirobotarna fanns 272.000 i Amerika (259.200 i Nord-Amerika), 914.000 i Asien och Australien (262.900 i Kina, 297.200 i Japan, 201.000 i Sydkorea). Europa hade 433.000 (183.000 i Tyskland). Afrika hade 4.500. Under 2016 installerades 290.000 nya robotar worldwide.

Majoriteten av dessa robotar används i bil- och elektronikindustrin, följt av metall, kemi och matindustrin. Den genomsnittliga "robot-tätheten" var, 2015, ca 69 industrirobotar per 10.000 anställda i tillverkningsindustrin. De mest automatiserade marknaderna är Sydkorea, Singapore, Japan och Tyskland. USA, en av de största marknaderna för robotar, hade 2015 en täthet på 176 och Kina, störst sedan 2013, nådde 49 enheter 2015 och uppvisar en enorm potential för robotinstallationer. Under 2015 såldes ca 5,4 miljoner robotar för användning av individer och hushåll. 16% mer än under 2014. Värdet av försäljningen ökade med 4x till 2,2 miljarder US-dollar.<sup>8</sup>

Prognosen för nya installationer 2019 är 50.500 för Amerika (46.000 Nordamerika), 285.700 för Asien och Australien (160.000 i Kina, 43.000 i Japan, 46.000 i Sydkorea). För Europa är prognosen 433.000 (25.000 i Tyskland) och för Afrika 800. Prognosen för världsmarknaden mellan 2016 och 2019 är att 1,4 miljoner nya robotar kommer att installeras i fabriker, 333.000 kommer att säljas till både industriell och icke-industriell sektor och 42 miljoner robotar för personligt och hushållsbruk (konsumentrobotar).

<sup>6</sup> <http://www.bbc.com/news/av/technology-40296297/the-soft-3d-printed-robot-that-could-come-to-the-rescue>

<sup>7</sup> International Federation of Robotics 2016

<sup>8</sup> World Robotics Service Robots 2016 <https://ifr.org/free-downloads/>





Emedan försäljningen av sällskaps/assistent/humanoids hittills har varit låg förutspås att mellan 2016 och 2019 kommer cirka 8.100 stycken att säljas. Det visar att det kommer att finnas ett arbetskraftsbehov för människor som designar, tillverkar, underhåller, programmerar och sköter robotar.

Idag kan vi se robotar utföra många olika arbetsuppgifter, även om de flesta är inom industrin, för det mesta repitativa, förutsägbara, svåra och högspecialiserade. Icke desto mindre kan vi se hel- och halvautomatisk robotanvändning inom kirurgi (t ex the da Vinci surgery system),<sup>9</sup> inom telepresence i farliga miljöer (den enorma explosionen av kommersiella drönare och tester på andra planeter och i havet), och vi har nu också robotar för hushållsanvändning, t ex damsugare, gräsklippare etc... Vi ser också de första robotarna som lagar mat i snabbmats-restauranger,<sup>10</sup> eller utför receptionistarbete på hotell och de första självkörande bilarna har klarat av olika rutter, som Ubers 18-hjulslastbil som levererat en last med Budweiser beer.<sup>11</sup> Ett parallellt forskningsmål är dock fortfarande att utveckla robotar som kan utföra än fler mänskliga aktiviteter.

### Användning och tillämpningar inom 3D-printing

På samma sätt har tekniken med 3D-utskrift eller additiv tillverkning, varit kommande sedan slutet av 1900-talet har först nu nått en punkt i den tekniska utvecklingen där den också är tillgänglig.

Kommersiellt domineras användningen av denna teknik inom högteknologisk industri och tillämpningar som rymdteknik, automotive och biomedicin (proteser och implantat). Produkter i små volymer som kräver en komplex och anpassad design. Fortsatt så vidgas tillgänglighet och användbarhet genom förbättringar i form av hastighet, precision, material, pålitliga och kostnadseffektiva maskiner och innebär på så sätt en stor potential. För närvarande tillverkas endast 1 av 1000 produkter med hjälp av 3D-utskrift. Den totala tillverkningen i världen värderades till 10,5 miljarder US-dollar 2011 och väntas nå ett värde på 15,9 miljarder US-dollar 2025. 3D-utskriftsekonomin värderades 2011 till 1,7 miljarder US-dollar och förväntas vara värd +10 miljarder US-dollar 2025.

Konceptet och teknologin med 3D-utskrifter visar också på nya affärsmöjligheter liksom nya (inklusive sociala) entreprenörsmodeller baserade på att omvandla digital information till fysiska föremål på avlägsna platser, oberoende av centraliserad produktion och industriområden genom att använda "utskrifts-satelliter". I tillägg till att möjliggöra en större omfattning av produkter än vad som är möjligt med konventionell tillverkning öppnar det också upp för demokratisering av skapande och stärker samhällen genom decentraliserad produktion samtidigt som det stöttar innovation och kreativitet. Genom att möjliggöra produktkonceptualisering, skapande och tillväxt i, bildligt sagt, alla geografiska lägen och samhällen så görs företag och jobb baserade på 3D-utskrift mindre sårbara för off-shoring. Allt detta ställer också frågor om imaterialrätt (IP) och miljöpåverkan genom en förmodad ökad konsumtion och produktion i känsliga avlägsna områden etc..

### Effekter av robotics och 3D-utskrift

Generellt erbjuder robotar stora ekonomiska fördelar för företag och arbetsgivare också i termer av arbetskostnader, eftersom robotar inte kräver hälsovård, semester, socialförsäkringar eller andra förmåner. När det gäller produktion och arbete, möjliggör de ökad produktivitet, snabbhet, större

<sup>9</sup> <http://allaboutroboticsurgery.com/surgicalrobots.html>

<sup>10</sup> <https://singularityhub.com/2017/03/08/new-burger-robot-will-take-command-of-the-grill-in-50-fast-food-restaurants/>

<sup>11</sup> <https://www.wired.com/2016/10/ubers-self-driving-truck-makes-first-delivery-50000-beers/>

precision, lägre kostnader och en utveckling av arbete bortom människans begränsningar. Allteftersom robotsystem blir allt mer sofistikerade och priserna går ner betyder det också att de hamnar mer i fokus för vad som är möjligt för de mindre företagens (SMEs) innovationer. Vartefter robotsystemen blir mer avancerade kan vi förvänta oss att fler företag tvingas anamma dem för att behålla konkurrenskraft och innovationskraft på en allt mer sammansatt global marknad.

Införandet av nya maskiner som automatiserar arbetsuppgifter som tidigare utfördes av djur eller människor har också ackompanjerats av rädslan att förlora arbetstillfällen ända sedan den senaste industriella revolutionen och den numera berömda kampen Luddite förde mot införandet av maskinella vävstolar under 1800-talets England. Då den positiva effekten av automatisering och "robotifiering", särskilt inom den industriella och kommersiella sektorn, alltid åtföljs av negativa bieffekter som mindra behov av arbetskraft, så blir de jobben ofta överflödiga. Emellertid så skapas det alltid nya jobb genom införandet av nya maskiner och teknik, oftast mer kompetenskrävande, frågan är hur vi omskolar de arbetslösa och vilken typ av och om det skapa tillräckligt många jobb för att ersätta även kontorsjobb och expertroller.

Några färskaste studier från framstående institutioner, t ex den genomförd av Oxford University och Deloitte förutspår med stor sannolikhet att 47% av 700 yrken kommer att automatiseras inom de närmaste 10 till 20 åren<sup>12</sup>. I Storbritanien löper ca 35% av nuvarande yrken en stor risk för automation till 2030.<sup>13</sup> Andra studier visar att cirka 57% av jobben inom OECD troligen kommer att automatiseras och ca 69% i Indien och 77% i Kina.<sup>14</sup> "The McKinsey Global Institute" förutspår en potentiell automation av hälften av 2000 arbetsmoment inom 800 yrken på världsbasis till 2055. Det betyder att majoriteten av alla jobb kommer att utsättas för förändringar och kommer att komma att kräva nya kunskaper och färdigheter men att inte alla jobb kommer att fullständigt automatiseras. De yrken som mest troligt kommer att automatiseras är de med förutsägbara fysiska aktiviteter (81%), datahantering (69%) och datainsamling (64%). Därmed är det inte enbart enkla jobb och låglönejobb som kommer att vara mest utsatta för automation utan ungefär jämbördigt mellan de lägst och de högst betalade jobben.

Analytikern Stuart Elliot, som 2014 påstod att ungefär 80% av alla nuvarande jobb kan komma att automatiseras i framtiden, skriver också att de återstående 20% av jobb kan utökas så att de omfattar hela arbetsmarknaden.<sup>15</sup> Robotar kommer (fortfarande) att behöva designas och skapas av människor.

Yrken som växer och öppnar möjligheter i utvecklingen av 3D-utskriften finns inom 3D-design, CAD, modellering, FOU, biologisk/vetenskaplig modellering, arkitektur/konstruktionsmodellering, utbildning, juridik, nya affärsmöjligheter, 3D-print as a service franchise och verksamheter samt administrativa positioner.<sup>16</sup>

---

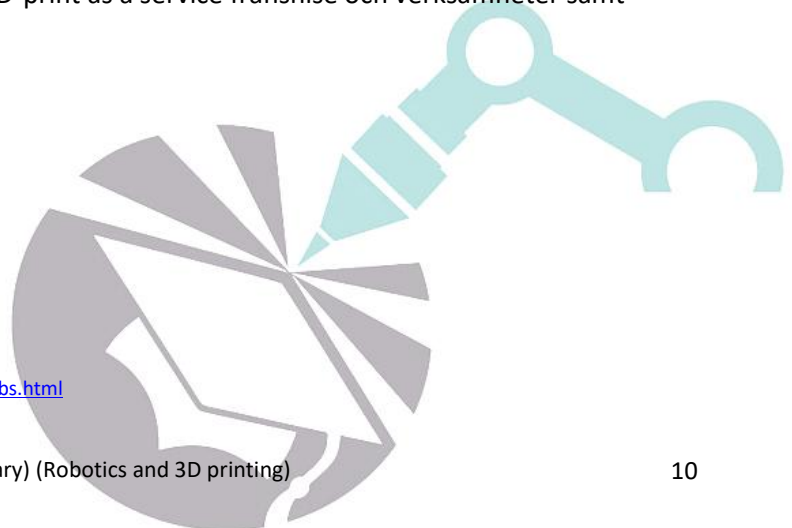
<sup>12</sup> Frey and Osborne 2013

<sup>13</sup> <http://www.bbc.com/news/business-39377353>

<sup>14</sup> Citibank, Frey, Osborne 2016

<sup>15</sup> <http://issues.org/30-3/stuart/>

<sup>16</sup> <http://www.businessnewsdaily.com/5125-3d-printing-jobs.html>



Jobb för formgivare som kan omvandla en produktidé till 3D-utskrivna föremål kommer att dyka upp i 3D-utskriftsföretag som delar av 3D-design team i företag och som frilansare.

Beträffande de färdigheter som kommer att krävas av arbetare inom den nya teknologins områden finns det tre områden med grundkompetenser<sup>17</sup>. Först kognitiva färdigheter, som innefattar digital kunskap, liksom en avancerad förmåga inom problemlösning, kreativitet och kritiskt tänkande. För det andra behövs social- och uppförandeförmåga, som samvetsgrannhet, passion och öppenhet för nya erfarenheter. För det tredje finns det yrkes/jobbspecifika tekniska kompetenser, i detta fall relaterat till robotsystem och 3D-utskriften.

### Slutsats

En global enkät bland de 100 största arbetsgivarna visade att de förväntar sig ett tapp på 7,1 miljoner jobb på grund av automatisering mellan 2015 och 2020.<sup>18</sup> Av dessa kommer två tredjedelar att försvinna inom kontorsjobb och administration. Som motvikt förväntar de sig att 2 miljoner nya jobb skapas, främst inom områden som, datorer, matematik, arkitektur och ingenjörskonst.

**Huruvida robotics och andra teknologier slutligen kommer att skapa fler eller färre jobb än de gör överflödiga är en öppen fråga. Det är dock uppenbart att den personal vars jobb tas över av teknik eller förändras behöver skaffa nya färdigheter och kunskaper och också bli vana vid att jobba tillsammans med robotar. Det samma gäller för alla som söker sitt första jobb och för de som fortfarande tänker på val av karriär.**

## 5. RESULTAT AV ROTENAS EUROPEISKA ENKÄTUNDERSÖKNING

För att kunna avgöra behov och förväntningar samt situationen hos utbildare och arbetsgivare genomförde ROTENA-projektet en stor webb-baserad Europeisk enkät. Det strukturerade frågeformuläret, bestod av 20 frågor, uppdelade i två avsnitt, ett med fokus på robotics (15 frågor) och det andra på 3D-utskrift (5 frågor). Vi fokuserade på tre olika intressentgrupper, yrkesutbildare, små- och medelstora företag som potentiella användare av robotics och 3D-utskriften och arbetsgivare till individer med rätt kompetens samt individer med intresse för att skaffa erforderlig kunskap, färdigheter och karriärmöjlighet i framtiden.

Frågeformuläret togs fram på engelska och översattes sedan till alla partnerspråk. (Portugisiska, Tyska, Svenska, Slovenska). Alla språkversioner lades in i det webbaserade 1KA-systemet och datainsamling genomfördes från februari 2017 till april 2017. Inbjudan skickades ut när undersökningen startade och löpande under tiden den pågick. Flera olika kanaler användes med allt från partnernetverk till personliga invitationer och poster i sociala media och på webbplatser.

När enkäten avslutades hade vi fått in 150 giltiga svar. Av dessa var 28 (19%) från representanter från små- och medelstora företag (SME), 36 (24%) från representanter i utbildningsanordnare och 86 (57%) kom från enskilda individer.

<sup>17</sup> <https://www.brookings.edu/blog/future-development/2016/03/01/preparing-for-the-robots-which-skills-for-21st-century-jobs/>

<sup>18</sup> WEF 2016

## Resultat i huvudsak

- J 36% av respondenterna hade ingen kunskap om automation och robotics i industriell mening.
- J 83% tyckte att robotanvändning i företag kan vara värdefullt
- J 38% av respondenterna använde redan robotenheter i sin verksamhet
- J 79% av de svarande kunde ge exempel på arbetsuppgifter i verksamheten som kan automatiseras eller utföras av en robot
- J 63% av respondenterna sa att deras verksamhet funderar på att använda robotar i framtiden
- J 58% av SMEs indikerade att deras personal skulle ha nytta av mer kunskap och utbildning om robotanvändning
- J 96% av de svarande ansåg att skolor och utbildare behöver erbjuda mer utbildning och praktik för kunskap och färdighet inom robotics
- J 36% de som svarade kunde använda en 3D printer. Svaren visar att det finns behov av ytterligare lättillgängliga utbildnings och vidareutbildningsmöjligheter 3D printing för SMEs.
- J 45% av respondenterna använder redan 3D printing i verksamheten.
- J 82% av SMEs ansåg att deras anställda skulle ha nytta av mer utbildning och praktik i användning av 3D printing.
- J 67% av SMEs ansåg att användning av 3D utskrifter skulle stärka deras konkurrenskraft och/eller minska kostnader
- J 86% av de svarande ansåg att skolor och utbildare behöver erbjuda mer utbildning och praktik för kunskap och färdighet inom 3D printing
- J 90% av respondenterna ansåg att kunskap om robotics skulle ge dem en yrkesmässig fördel i framtida jobbsökande.
- J 83% av de svarande skulle kunna tänka sig att ta en kurs i robotics om den fanns tillgänglig gratis.
- J 58% av de svarande var intresserade av att bygga och programmera robotar medan 42% ville ha introduktion och baskunskap inom robotics.
- J 54% av de svarande kunde föreställa sig att deras normala arbete utfördes av en robot.
- J 23% av de svarande utbildningsanordnarna sa att de ordnar någon form av enstaka kurser i robotics. Det behövs ytterligare fristående kurser inom ämnet robotics som kan anpassas för att passa deras curriculum och behov.
- J 9% av utbildningsanordnarnasvarade att de erbjöd någon form av fristående 3D printing kurs. Emellertid erbjöd 33% någon enstaka modul.

## Slutsatser av enkäten

- J Med mer än två tredjedelar av tillfrågade SMEs som avser att använda robotenheter i framtiden bekräftas ett växande behov av personal med färdigheter inom produktion, underhåll och styrning av sådana enheter
- J Helhetsresultatet visar en ökad efterfrågan på robotenheter och robotar i framtiden samt att efterfrågan på personal som har kunskap och färdigheter i att hantera sådana enheter också kommer att öka.
- J De två tredjedelarna av svaren bekräftar att behov finns inte bara av nya studenter och praktikanter inom robotics utan det finns också behov av att ge nuvarande anställda en möjlighet att skaffa ny kunskap och färdigheter inom detta område.
- J Majoriteten för utökad utbildning i skolor och hos utbildningsanordnare bekräftar också behovet av nätbaserad utbildning och material som kan användas och anpassas till egna specifika upplägg
- J Som med robotics indikerar svaren för 3D-utskrifter att inte enbart framtida anställda utan också nuvarande kan ha ett intresse av att få ytterligare utbildning och färdigheter

- ) Som i fallet med robotics så bekräftar majoriteten som är för en sådan utbildning på skolor och andra utbildningar behoven av online-kurser och material som kan användas och anpassas efter specifika behov inom 3D-printing

--ooOoo--

