

# ROBOTIZIRANI PRIPOMOČKI ZA NEGO

## ROBOTISED NURSING AIDS

prof. dr. Marko Munih, univ. dipl. inž. el.  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko

### Izvleček

Napredna senzorika, robotska tehnologija in internet stvari danes doživljajo velik razvoj, tako v industrijski revoluciji (Industrija 4.0) kot nasploh v življenju ljudi (internet stvari, internet of things - IoT je omrežje osebnih, domačih in profesionalnih naprav, ki so povezane in dostopne preko internetnih povezav). V prispevku so robotski pripomočki razdeljeni v skupine: roboti za fizično pomoč v zdravstvenih ustanovah, rehabilitacijo in fizično pomoč, osebno fizično pomoč, osebno kognitivno in socialno pomoč ter na druge primere robotizacije in avtomatizacije v zdravstveni negi. Za vsako od teh področij so v nadaljevanju navedeni številni primeri uporabe, ki se prepletajo s ključnimi raziskovalnimi spoznanji.

### Ključne besede:

robot; zdravstvena nega; fizična pomoč; logistika; kognitivna in socialna pomoč; teleprisotnost

### Abstract

*Advanced sensors, robotic technology and internet of things are some of mainstream developments today, both in the industrial revolution Industry 4.0 and in the life of people in general (internet of things - IoT is the network of personal, home and professional devices that are connected and available through the internet). This article first classifies robotic aids into several groups, such as robots for physical assistance in health facilities, rehabilitation and physical assistance, personal physical assistance, personal cognitive and social assistance, and other examples of robotisation and automation in health care. For each of these areas, a number of examples of use are presented, which are interleaved with key research findings.*

### Key words:

*robot; nursing; physical assistance; logistics; cognitive and social assistance; telepresence*

## UVOD

Robotska tehnologija danes doživlja opazen razvoj s številnimi novimi navdušujočimi aplikacijami; eno od aktualnih področij je robotska pomoč in interakcija robotov z ljudmi. Na področju nege so potrebe po novih tehnologijah velike zaradi starajoče se populacije, ki potrebuje pomoč tako pri samostojnem življenju kot tudi v večjih skupnostih z zagotovljeno oskrbo. Številni izzivi v okolju lastnega doma, kot tudi problemi v nadzorovanem okolju bolnišnice, predstavljajo široko paleto priložnosti za nove tehnologije v smislu zasnove, prilagodljivosti, sposobnosti interakcije z okolico, zanesljivosti delovanja, sposobnosti gibanja, sposobnosti zagotavljanja pomoči, sposobnosti zaznavanja okolice, sposobnosti avtonomnega odločanja ter sposobnosti prepoznavanja ukazov, govora ali gest (1, 2).

V primeru popolnoma strukturiranega okolja in ob neposrednem nadzoru osebja zdravstvene nege so funkcionalne že preproste zasnove in načini povezovanja naprav. S povečevanjem avto-

nomnosti je težavnejša že faza načrtovanja mehanike sistema, predvsem pa vsi drugi podporni sistemi, da bi sistem lahko končno deloval v celoti brez nadzora. Posebna okoliščina za naprave je neurejeno ali nepredvidljivo okolje. Ureditev prostora je lahko še dokaj predvidljiva v okolju klinike, na drugi strani pa je popolnoma nedefinirano stanje v domovih ljudi. Še več, sistemi, zasnovani za pomoč, lahko to nudijo na več načinov (3). Interakcija je lahko fizična (4), družabna (5) ali informacijska (6) ter lahko vključuje robotske sisteme z različno stopnjo kompleksnosti. Zato je v nadaljevanju pregled razdeljen v štiri kategorije pomoči, ki opisujejo obstoječe sisteme: bolnišnično logistiko, rehabilitacijo, fizično pomoč in kognitivno pomoč (Tabela 1).

## SKUPINE ROBOTSKIH PRIPOMOČKOV

K prvi industrijski revoluciji v 18. in 19. stoletju so prispevali iznajdba parnega stroja, industrializacija z združevanjem proizvodnje v velike obrate, železnica ter razvoj jeklarske in tekstilne

industrije. V drugi industrijski revoluciji 1870-1914 sta se svet in predvsem industrija elektrificirala, to je čas iznajdbe telefona in motorja na notranje izgorevanje kot tudi vpeljave tekočega traku v proizvodnjo. Tretja industrijska revolucija od leta 1980 naprej pomeni vsesplošno avtomatizacijo proizvodnje, osebne računalnike, miniaturizacijo elektronike in tudi internet. Trenutno se dogaja četrta industrijska revolucija z nesluteno vpeljavo informacijske tehnologije v življenje, vsesplošno mobilnostjo in s povezljivostjo sistemov, predvsem pa z industrijsko produkcijo po meri. Vse to na energijski in ekonomsko varčen način, s hitrim potekom od načrtovanja do produkta in s sledenjem produkta med življenjsko dobo. Del teh trendov je tudi robotika kot področje, predvsem pa sodelovanje robota in človeka v proizvodnji ter sodelovanje robota in človeka zunaj proizvodnje. Evropa z Nemčijo na čelu združuje te teme v okviru aktivnosti Industrija 4.0, ZDA v shemi IIC, Tajska Thailand 4.0, Kitajska v programu Made in China 2025, Japonska v shemi Society 5.0.

V okviru Society 5.0, ki seveda zajema internet stvari, robotiko, umetno inteligenco in velike podatkovne zbirke, želi Japonska postati prva družba na svetu, v kateri bo visoka tehnologija služila človeku. Poročilo Human Assisted Robotics in Japan deli robotske pripomočke v nosljive in nenosljive za fizično pomoč, pripomočke za mobilnost zunaj in v prostorih, pripomočke za kopalnico in stranišče, v sisteme za spremljanje stanja v večjih ustanovah in doma, kot tudi v sisteme teleprisotnosti za komunikacijo, kognitivno in socialno pomoč (7). Na teh področjih je aktivnih najmanj 45 japonskih družb. V okviru teh so za nas nekatere informacije nedostopne iz jezikovnih razlogov, zato ta članek uporablja razdelitev v Tabeli 1 (8). V okviru servisne robotike, kamor uvrščamo tudi različne robotske aplikacije v medicini ter v neposredni povezavi s človekom, je po podatkih International Federation of Robotics (IFR) trenutno identificiranih več kot 719 družb na svetu. Kar 307 jih je v Evropi, kar kaže na intenzivnost in moč dogajanja v tem prostoru.

## ROBOTI ZA FIZIČNO POMOČ V ZDRAVSTVENIH USTANOVAH (NPR. BOLNIŠNIČNA LOGISTIKA)

Podporni mobilni robotski sistemi lahko nudijo logistično podporo s polno avtomatizacijo ali le pomoč pri težkih in ponavljajočih se nalogah, kot je prevoz blaga (23). Najbolj znan sistem Aethon, proizvajalca TUG (24), avtomatizira dobavo blaga za lekarne, centralno oskrbo, kuhinje ali pralnice. Evropska družba Swisslog (Kuka spinoff) ima za ta namen serijo RoboCourier (9). HelpMate® (Cardial Help)(25), Hospi (Panasonic)(26), QC Bot (Vecna)(27) in RobCab AB (28) so še drugi prepoznani sistemi za namene logistike.

Prednosti, ki jih ponujajo takšni mobilni roboti, so potrebna nizka raven nadzora, kar omogoča nočno delovanje, tako da se zmanjša motnja osebja in bolnikov. Podobno je napredek pri robotskih napravah, ki pripomorejo k dvigovanju bolnikov ali starejših na polavtomatski način. Robear (1) je robotski sistem, ki ga je razvil japonski raziskovalni inštitut RIKEN. Sposoben

je dvigniti osebo s postelje. Sistem ni komercialno dostopen in je v zgodnji fazi razvoja. Na Japonskem v tem obdobju testirajo v bolnišnicah in domovih za starejše različne izvedbe Cyberdyne naprav, npr. Lumbar za oporo pri dvigovanju (29). Honda Bodyweight Support Assist je eksoskelet, primeren za razbremenitev pri hoji, tudi po stopnicah, v delovnem procesu in pri dvigovanju bremen (30).

Obstajajo nekateri izzivi, povezani s temi obstoječimi sistemi. Prvič, roboti za dostavo potrebujejo poti, ki morajo biti na voljo in jih je najbolje vključiti že v arhitekturno zasnovano domov in institucij za starejše občane. Vendar je v prihodnosti mogoče pričakovati tudi širšo avtomatizacijo številnih storitev v splošnem življenjskem okolju. Po drugi strani so nekatera orodja, kot so roboti za dvigovanje, v zgodnjih fazah razvoja, zahtevajo velik prostor, težko se premikajo iz enega kraja v drugega in so dragi (če je komercialni nakup sploh mogoč). Za širšo uporabnost morajo biti ti roboti bolj mobilni, lažji in bolj dostopni (32).

## REHABILITACIJA IN FIZIČNA POMOČ

Rehabilitacija in fizična pomoč se nanašata tako na spodnje kot zgornje ude. Medtem ko je rehabilitacija zgornjega dela telesa usmerjena predvsem v obnovo in izboljšanje funkcije roke, je robotska pomoč pri spodnjih udih namenjena ponovni vzpostavitvi mobilnosti in učenju hoje nasploh. Prehod od npr. pomoči pri rehabilitaciji po poškodbah do stalne manjše ali izdatnejše podpore pri hoji starejših je mogoč. To demonstrira razvoj izdelkov Hocoma (32). Tudi v Ljubljani je uporaba robotske rehabilitacije mogoča že dalj časa.

Splošni pripomočki za pomoč ljudem s težavami pri gibanju so na trgu že desetletja (npr. pomoč pri hoji). Nedavni razvoj tehnologije povečuje tudi sposobnosti teh pripomočkov. Eden od takih primerov je Lean Empowering Assistant (13), ki je hodulja, robotizirana na način, da je mogoče aktivno usmerjanje, navigacija in gibanje. Drugi primer je robotski sistem za podporo starejšim ljudem pri vstajanju iz postelje. Panasonic je razvil sistem Resyone, ta v osnovi pretvori posteljo v invalidski voziček na mehanski način (33). Mnogim tem tehnologijam je skupna pomoč pri izvajanju telesnih dejavnosti, ki so običajne za siceršnje odrasle. Tehnologije in sistemi za pomoč pri gibanju se torej počasi premikajo iz rehabilitacijske terapije v domove ljudi. Prav takšni sistemi so ključni za podaljšanje obdobja samostojnega bivanja starostnikov.

Na področju napredne mobilnosti in fizične pomoči človeku potekajo intenzivne raziskave, nekatere rešitve pa so ravnokar prišle na trg. Honda U3-X nadomesti običajno hojo človeka (30), podobno kot razne Segway izvedbe (34). Honda Stride Management Assist naprava lahko osebam s šibkejšimi mišicami aktivno pomaga pri gibanju v kolku. Podobno funkcijo imata Lumbar Cyberdyne sistem (29) in Samsung hip eksoskelet. Nekateri prototipi v sedanjih raziskavah omogočajo celo detekcijo in pomoč v situaciji padca, npr.  $\gamma$ -APO (EU projekt Cyberleg++) (35).

**Tabela 1:** Pregled robotskih podpornih sistemov, povzeto po (8).**Table 1.** Overview of robotic support systems, reproduced from (8).

Področje uporabe Application areas	Robotski sistem	Primer
<b>Roboti za klinike (logistika)</b> <b>Robots for hospital (logistics)</b>	Bolnišnična lekarna Transport zdravil v bolnišnici Dvigovanje pacientov*	Swisslog (9) (10) Robear (robot za nego)(11)
	Hospital pharmacy Medicine transport in hospital Lifting patients*	Swisslog (9) (10) Robear (robot for care)(11)
<b>Rehabilitacija in fizična pomoč</b> <b>Rehabilitation and physical support</b>	Rehabilitacijski roboti Proteze Eksoskeleti  Robot rehabilitation equipment Prostheses Exoskeletons	Resyone (robotska naprava za nego)(12) Lean Empowering Assistant (LEA)(13)  Resyone (robotic device for nursing care)(12) Lean Empowering Assistant (LEA)(13)
<b>Osebna fizična pomoč</b> <b>Personal physical assistance</b>	Hranjenje (robotska žlica) Za gibanje Dvigovanje in prenašanje bremen Čiščenje Kuhanje* Oblačenje* Higiena*  Eating (eg. Robotic spoons) Movement Lifting and carrying objects Cleaning Cooking* Dressing* Hygiene*	Obi (robot za hranjenje) Lean Empowering Assistant (LEA)(13) Roomba (robot za čiščenje)  Obi (robotic feeding device) Lean Empowering Assistant (LEA)(13) Roomba (vacuum cleaning robot)
<b>Osebna kognitivna in socialna pomoč</b> <b>Personalized cognitive and social assistance</b>	Pomoč pri samooskrbi Robot družabnik Povezovalne naprave (teleprisotnost) Kognitivna pomoč (opomniki, iskanje predmetov*)  Self-care support (eg. to move motivation) Partner robots Support interaction (eg. Telepresence) Cognitive support (eg. reminders, finding objects*)	(4, 5, 6, 14, 15, 16, 17, 18, 19) PARO (robotic seal) (20) NAO (majhen humanoidni robot) Zora robot (NAO za nego) Pepper (humanoidni robot) (21) Care-o-bot (mobilni robotski pomočnik) (22)  PARO (robotic seal) (20) NAO (small humanoid robot) Zora robot (NAO for care) Pepper (humanoidn robot) (21) Care-o-bot (mobile robot assistant) (22)

\* označeni roboti še niso komercialni

\* marked are not yet commercial

V kategorijo naprav za pomoč pri mobilnosti lahko vključimo tudi kompletne eksoskelet robote, ki se jim tukaj posebej ne posvečamo. Vendar so eksoskeleti v zadnjih dveh desetletjih napravili opazen napredek; izvedenih je bilo veliko raziskav (36).

## OSEBNA FIZIČNA POMOČ

Staranje v svojem okolju je prednostna izbira za večino starejših ljudi. Tehnologija lahko podpira njihovo neodvisnost in poveča kakovost življenja tudi s pripomočki za fizično pomoč. Nekatere naprave so komercialno dostopne in se dalj časa uporabljajo v številnih domovih starejših v najbolj razvitih državah (17). Pri fizičnih aktivnostih, kot je prehranjevanje, je pozitivnih izkušenj že kar nekaj.

Naslednja stopnja, robotski pomočnik za manipulacijo manjših predmetov v sobi je pogosto pričakovana v obliki mobilnega robota s sposobnostmi manipulacije. Care-O-bot® je takšna vizija mobilnega robotskega pomočnika za aktivno podporo ljudem v domačem okolju (22). Četrta generacija te uspešne razvojne serije inštituta Fraunhofer IPA je modularno zasnovana glede na svoje predhodnike, hkrati je bolj okretna in ponuja različne načine interakcije z osebo. Trenutno je komercialno dostopna kot raziskovalna platforma. Obetajoča mobilna robotska roka na daljnem vzhodu je Toyota Human support Robot (37), uporabnik jo popolnoma nadzira na daljavo.

V okviru Fp7 projekta Hobbit je bil razvit robot za socialno pomoč starejšim (38). Namen je spodbuditi staranje v svojem domačem okolju in tako odložiti potrebo po prehodu v oskrbo. Robot je s pobiranjem predmetov na tleh, pregledovanjem stanovanj in z uporabo funkcij za opominjanje zasnovan posebej za odkrivanje in preprečevanje padcev. Podpira multimodalno interakcijo z uporabnikom primerno za različne stopnje oviranosti.

Vsi ti osebni roboti za fizično pomoč bodo zagotavljali vsaj neko storitev robotskih pomočnikov. Trenutno se ta orodja razvijajo predvsem v raziskovalnih laboratorijih. Platforme so drage, zato lahko pričakujemo njihov širši vpliv po nadaljnjih 5-10 letih aktivnega razvoja.

## OSEBNA KOGNITIVNA IN SOCIALNA POMOČ

Ker staranje vpliva na kognitivne sposobnosti človeka, je mogoče tehnološke pripomočke uporabiti za učinkovito pomoč, npr. pri opomnikih za zdravila, za vodenje pri vadbi (14) in za kar enostavnejši dostop do družinskih članov ali zdravstvenih pomočnikov, vse preko sistemov teleprisotnosti (15, 39). Takšna podpora lahko poteka preko robotskih sistemov, ki imajo prijazen videz, to so znani roboti NAO-Zora (40) in Pepper (21) (sedaj pod okriljem SoftBank Robotics) in robotski ljubljencek PARO (20), robot CosmoBot ter robotska mačka NeCoRo. POCobee je socialni robot proizvajalca Toyota (37).

Osebna kognitivna in socialna pomoč v resnici ne zahteva fizične platforme prav v obliki robota (41), temveč nek prijazen uporabniški vmesnik, kot je govorni uporabniški vmesnik Amazon Echo. Drugi primeri so še roboti Dinsow, VGo (42), Giraff QB (Anybots) (43) ali RP-Vita (44). Na tem področju je aktiven tudi AvaRobotics (spinoff družbe iRobot) z robotom Ava (45). Nekateri od teh pripomočkov so dokaj preprosti: Ohmni, PadBot P1, Kubi, AMY A1, BotEyes-pad, Double 2, PadBot U1 – Version 2, PadBot P2, BotEyes Mini, PadBot T1, Ubbo maker, Sanbot Elf, TeleMe 2, SelfieBot, TableTop TeleMe, Beam Pro, Beam, Double, Endurance, FURo-I Home, Webot, Synergy Swan, Collaborate i/o, PeopleBot, RP2W Generation 7, Swivl, Teleporter in Carl (46).

Ne samo omenjeni audio-video telekomunikacijski vmesniki, ampak tudi naprave v obliki robotov, kot sta NAO-Zora ali sistem teleprisotnosti Double ter drugi, lahko predstavljajo še neizkoriščene možnosti pri kognitivni in socialni pomoči. Takšne raziskave so sedaj aktualne v raziskovalni skupnosti umetne inteligence. Naslednji opazni koraki so mogoči v naslednjih 2-5 letih. Sedanje izvedbe programske opreme v obliki digitalnih osebnih pomočnikov, kot so Microsoft Iris, Google Personal Assistant in IBM Watson so predvsem razvojna orodja za razvijalce. Na področju nege starejših je zelo verjetno (47), da bodo ta programska orodja prinesla nova orodja, knjižnice kot tudi izvedbe algoritmov umetne inteligence. Ti bodo primerni za široko uporabljane mobilne platforme v naslednjih nekaj letih; skozi to bodo lahko omogočili številne zanimive izdelke.

## DRUGI PRIMERI ROBOTIZACIJE IN AVTOMATIZACIJE V ZDRAVSTVU

Roboti so del širšega trenda digitalizacije in avtomatizacije storitev nasploh. Danes so najbolj uspešni v avtomatizaciji, številni so tudi drugi primeri uporabe in zelo namenske izvedbe v raznih servisnih dejavnostih, od mobilne robotike do robotskih letalnikov. Roboti imajo priložnosti še v drugih storitvenih in tehnoloških procesih v družbi. Takšni scenariji uporabe so najbolj smiselni, če se dotikajo in rešujejo dileme pri masovno proizvedeni opremi ali storitvah (31).

**Napredna diagnostika:** Veebot je namenjen za odvzem krvi. Uporablja ultrazvočni diagnostični aparat, sprti analizira z računalniškim vidom ter z algoritmi strojnega učenja kar v 83 % določi pravilno mesto in globino vene (48). Po detekciji sistem sledi premikanju vene in z robotom pod optimalnim kotom izvede odvzem krvnega vzorca. Uporabnik lahko preko zaslona na dotik tudi sam definira mesto odvzema. Celoten postopek poteka avtonomno in traja eno minuto.

Takšno detekcijo tkiva, sicer poimenovano kot Tissue Active Slam (TAS), bomo srečevali tudi v drugih primerih. Najboljša mamografija je danes mogoča z MRI slikanjem. Vendar naslednji korak, to je odvzem vzorca ob asistenci MRI, traja kar 60 min, to pa je za množično uporabo nedostopno drago. H2020 projekt MURAB kombinira osnovno diagnostično MRI sliko s

kasnejšim sprotim UZ postopkom in hkratno uporabo robota za odvzem vzorca tkiva na definiranem mestu (49). To metodo bo mogoče uporabiti še pri odvzemu drugih mehkih tkiv pod kožo telesa.

**Bolnišnična logistika:** prilagojene izvedbe industrijskih AGV (9, 50), torej mobilnih robotov, bodo v prihodnosti gotovo poskrbele za distribucijo materiala, hrane ali perila na nenamenskih poteh, ki sicer niso predvidene za logistiko.

**Teleprisotnost, nosljivi pripomočki in oddaljeno spremljanje zdravja:** Danes lahko v internet povezane naprave, kot so robot, računalnik, tablica, pametni telefon, pametni zvočnik in podobno posredujejo surove podatke ali rezultate algoritmov v nadzorno-analitični center. Če oseba privoli, je lahko opremljena še z dodatnim kompletom nosljivih senzorjev. Vse to z namenom spremljanja signalov, ki so neposredno povezani z zdravjem ali morda z zaznavanjem specifičnih situacij, npr. padcev. Glede na meritve je mogoče resno ukrepati ali le pravilno načrtovati količino zdravil. V okviru analize lahko programska oprema lokalno ali v nadzornem centru spremlja vrednosti, generira alarme in prikazuje podatke. Tudi ekspertizo medicinskega osebja je mogoče posredovati preko teleprisotnosti, na samo mesto nege. Take rešitve ponuja družba In Touch Health (51).

**Logistika stvari in oseb za podajšanje bivanja doma:** Avtonomna vozila so danes eksperimentalno sposobna logistike blaga, npr. hrane, zdravil, vzorcev in pošte na domove v bolj oddaljena področja na podeželju. Avtonomna vozila danes lahko eksperimentalno tudi v mestih na rednih progah omogočijo prevoz osebam do centra in nazaj domov.

## ZAKLJUČEK

Glede na usmerjenost izjav helsinške deklaracije je prihodnost zdravja bolj osredinjena na preprečevanje kot na zdravljenje. Na prvem mestu aktivno spodbuja zdrav način življenja. Pri tem bodo tehnologija in digitalne storitve igrale pomembno vlogo. V preteklosti je bilo veliko sredstev že usmerjenih v razvoj robotskih podpornih sistemov za zdravje nasploh. Podoben je pogled na prihodnost, saj EU predvideva spodbujanje robotskih raziskav predvsem na štirih področjih: zdravje, Industrija 4.0, kmetijstvo, inšpekcija in odpravljanje napak.

### Literatura:

1. Robotics 2020: multi-annual roadmap for robotics in Europe; 2016. Dostopno na: [https://www.eu-robotics.net/sparc/upload/Newsroom/Press/2016/files/H2020\\_Robotics\\_Multi-Annual\\_Roadmap\\_ICT-2017B.pdf](https://www.eu-robotics.net/sparc/upload/Newsroom/Press/2016/files/H2020_Robotics_Multi-Annual_Roadmap_ICT-2017B.pdf) (citirano 8. 12. 2018).
2. Broadbent E, Stafford R, MacDonald B. Acceptance of healthcare robots for the older population: review and future directions. *Int J Soc Robot.* 2009; 1(4): 319–30.
3. Dahl TS, Boulos, MNK. Robots in health and social care: a complementary technology to home care and telehealthcare? *Robotics.* 2013; 3: 1-21.
4. De Santis A, Siciliano B, De Luca A, Bicchi A. An atlas of physical human–robot interaction. *Mech Mach Theory.* 2008; 43(3): 253-70.
5. Dautenhahn, K. Socially intelligent robots: dimensions of human–robot interaction. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2007; 362: 679-704.
6. Goodrich MA, Schultz AC. Human-robot interaction: a survey. *Found Trends Hum Comput Interact.* 2007; 1(3): 203-75.
7. Neuman D. Human assistant robotics in Japan: challenges and opportunities for European Companies. Tokyo: EU-Japan centre for industrial cooperation; 2016. Dostopno na: [https://www.eu-japan.eu/sites/default/files/publications/docs/2016-03-human-assistant-robotics-in-japan-neumann\\_min\\_0.pdf](https://www.eu-japan.eu/sites/default/files/publications/docs/2016-03-human-assistant-robotics-in-japan-neumann_min_0.pdf) (citirano 8. 12. 2018).
8. Robotics in care services: a finish roadmap; 2017. Dostopno na: [oseproject.aalto.fi/images/publications/Roadmap-final02062017.pdf](http://oseproject.aalto.fi/images/publications/Roadmap-final02062017.pdf) (citirano 8. 12. 2018).
9. Robocourier. Dostopno na: <https://www.swisslog.com> (citirano 8. 12. 2018).
10. Bloss R. Mobile hospital robots cure numerous logistic needs. *Ind Rob.* 2011; 38(6): 567-71.
11. Robear, nursing care robot, RIKEN. Dostopno na: [http://www.riken.jp/en/pr/press/2015/20150223\\_2/](http://www.riken.jp/en/pr/press/2015/20150223_2/) (citirano 8. 12. 2018).
12. Ray C, Mondada F, Siegwart R. What do people expect from robots? *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*; 2008: 3816–21. Dostopno na: [https://infoscience.epfl.ch/record/125291/files/iros08\\_ray\\_final-10.pdf](https://infoscience.epfl.ch/record/125291/files/iros08_ray_final-10.pdf) (citirano 8. 12. 2018).
13. Lean Empowering Assistant (LEA). Dostopno na: <https://www.robotcaresystems.com/lea-trainer/> (citirano 8. 12. 2018).
14. Görer B, Ali Salah A, Akin HL. A robotic fitness coach for the elderly. In: *Ambient intelligence: proceedings, 4th International Joint Conference, Aml 2013, Dublin, Ireland, December 3-5, 2013.* Cham etc.: Springer; 2013: 124-39.
15. Kristoffersson A, Coradeschi S, Loutfi A. A review of mobile robotic telepresence. *Adv Hum-Comput Interact.* 2013: 1-17.
16. Sheridan TB., Human-robot interaction: status and challenges. *Hum Factors.* 2016; 58(4): 525-32.
17. Melkas H, Hennala L, Pekkarinen S, Kyrki V. Human Impact Assessment of robot implementation in Finnish elderly care. The 4th International Conference on Serviceology September 6–8, 2016 Shibaura Institute of Technology, Tokyo, Japan; 2016: 202-206. Dostopno na: [http://roseproject.aalto.fi/images/publications/ICServe\\_Melkas.pdf](http://roseproject.aalto.fi/images/publications/ICServe_Melkas.pdf) (citirano 8. 12. 2019).
18. Johnson DO, Cuijpers RH, Juola JF, Torta E, Simonov M, Frisiello A, et al. Socially assistive robots: a comprehensive

- approach to extending independent living. *Int J Soc Robot.* 2014; 6(2): 195-211.
19. Fischinger D, Einramhof P, Papoutsakis K., Wohlkinger, W. Mayer P, Panek P, et al. Hobbit, a care robot supporting independent living at home: first prototype and lessons learned. *Rob Auton Syst.* 2016; 75, Part A: 60-78.
  20. PARO therapeutic robot. Dostopno na: <http://www.paro-robots.com> (citirano 8. 12. 2018).
  21. Pepper robot. Dostopno na: <https://www.ald.softbankrobotics.com/en/cool-robots/pepper> (citirano 8. 12. 2018).
  22. Care-o-bot mobile robot assistant. Dostopno na: <http://www.care-o-bot-4.de> (citirano 8. 12. 2018).
  23. Bloss R. Mobile hospital robots cure numerous logistic needs. *Ind Rob.* 2011; 38(6): 567-71.
  24. Aethon robot. Dostopno na: <https://aethon.com/about-aethon/> (citirano 8. 12. 2018).
  25. HelpMate®. Dostopno na: <https://www.cardinalhealth.com/en.html> (citirano 8. 12. 2018).
  26. Hospi. Dostopno na: <https://news.panasonic.com/global/topics/2017/45911.html> (citirano 8. 12. 2018).
  27. QC Bot. Dostopno na: <https://www.vecna.com/tag/qc-bot/> (citirano 8. 12. 2018).
  28. RobCap robot. Dostopno na: <https://www.gardinpersson.se/> (citirano 8. 12. 2018).
  29. Cyberdyne. Dostopno na: <https://www.cyberdyne.jp> (citirano 8. 12. 2018).
  30. Honda Bodyweight Support Assist. Dostopno na: <http://asimo.honda.com/innovations/feature/stride-management-assist/> (citirano 8. 12. 2018).
  31. Dutilleul B, Birrer FAJ, Mensink W. Unpacking European living labs: analyzing innovations social dimensions. *Cent Eur J Public Policy.* 2010; 4(1): 60–85.
  32. Hocoma. Dostopno na: <https://www.hocoma.com> (citirano 8. 12. 2018).
  33. Resyone, robotic device for nursing care. Dostopno na: <http://news.panasonic.com/global/topics/2014/26411.html> (citirano 8. 12. 2018).
  34. Seagway drift W1. Dostopno na: [www.segway.com](http://www.segway.com) (citirano 8. 12. 2018).
  35. Cyberlegs ++: the CYBERnetic lowEr-limb coGnitive ortho-prosthesis plus plus: Horizon 2020. Dostopno na: <http://www.cyberlegs.eu> (citirano 8. 12. 2018).
  36. Pyles M. 79 Wearable Robotics companies & University programs around the world: a look at this new industry and Its main players, from Exoskeletons to bionic limbs. M. Pyles; 2016.
  37. Partner robots - living and working closely with people. Dostopno na: [https://www.toyota-global.com/innovation/partner\\_robot](https://www.toyota-global.com/innovation/partner_robot) (citirano 8. 12. 2018).
  38. Hobbit: the mutual care robot. Dostopno na: <http://hobbit.acin.tuwien.ac.at/> (citirano 8. 12. 2018).
  39. Vandemeulebroucke T, de Casterlé B D, Gastmans C. How do older adults experience and perceive socially assistive robots in aged care: a systematic review of qualitative evidence. *Aging Ment Health.* 2018; 22(2): 149-67.
  40. Zora robots. Dostopno na: <http://zorarobotics.be> (citirano 8. 12. 2018).
  41. Laitinen A, Niemelä M, Pirhonen J. Social robotics, elderly care, and human dignity: a recognition-theoretical approach. In: Seibt J, Nørskov M, Schack Andersen S, eds. *What social robots can and should do.* Amsterdam: IOS Press; 2016: 155-63.
  42. VGo: from anywhere. Go anywhere. Dostopno na: <http://www.vgocom.com> (citirano 8. 12. 2018).
  43. Giraff brings people together in the care of those living at home. Dostopno na: <http://www.giraff.org> (citirano 8. 12. 2018).
  44. Vita. Dostopno na: <https://telepresencerobots.com/robots/intouch-health-rp-vita> (citirano 8. 12. 2018).
  45. Ava robotics. Dostopno na: <https://www.avarobotics.com> (citirano 8. 12. 2018).
  46. Telepresence robots. Dostopno na: <https://telepresence-robots.com/robots> (citirano 8. 12. 2018).
  47. Yusif S, Soar J, Hafeez-Baig A. Older people, assistive technologies, and the barriers to adoption: a systematic review. *Int J Med Inform.* 2016; 94: 112-6.
  48. Veebot is re-inventing needle insertion. Dostopno na: <http://www.veebot.com> (citirano 8. 12. 2018).
  49. MURAB: MRI and ultrasound robotic assisted biopsy. Dostopno na: <https://www.murabproject.eu/> (citirano 8. 12. 2018).
  50. Euromed. Dostopno na: <http://www.euromedhk.com> (citirano 8. 12. 2018).
  51. Intouch health. Dostopno na: <https://intouchhealth.com> (citirano 8. 12. 2018).
  52. Health 2050, four scenarios for human-driven health and freedom of choice. Demos Helsinki; 2016. Dostopno na: <http://www.demoshelsinki.fi/en/julkaisut/health-2050/> (citirano 8. 12. 2018).