
Robottisiivouksen kehittämisen moniasiakasprojekti

31.05.2017

Timo Kivistö

Kivisto Consulting 



 **Työteho**seura

 Tampereen
Voimia

PORVOO  BORGÅ

 **TEKME**

Tilapalvelut -liikelaitos

Sisällys

1. Lähtötilanne kohdeorganisaatiossa ja syyt hankkeen käynnistämiseen.....	4
2. Hankkeen kuvaus, tavoitteet ja merkitys hakijalle ja soveltajalle/asiantuntijalle.....	4
2.1. Hankkeen kuvaus.....	4
2.2. Hankkeen tavoitteet.....	5
2.3. Merkitys hakijalle ja soveltajalle/asiantuntijalle	5
2.3.1. Merkitys hakijalle.....	5
2.3.2. Merkitys soveltajalle.....	5
3. Hankkeessa sovellettu tutkimus ja ulkopuolinen asiantuntija	6
3.1. Hankkeessa sovellettava tutkimus	6
3.2. Ulkopuolinen asiantuntija	6
4. Hankkeen toteutuminen ja eteneminen	6
5 Hankkeen tulokset, hyödyt ja vaikutukset	7
5.1. Yleistä	7
5.2. Robottisiivouksen edellytykset.....	7
5.2.1. Robotti toimii ja tiedetään kuinka sitä käytetään	7
5.2.2. Tilojen valmistelu robottisiivoukseen.....	7
5.2.3. Robottisiivouksen organisointi	7
5.3. Vaikutus työn monipuolistumiseen.....	8
5.4. Robottisiivouksen vaikutus tilojen käyttäjiin.....	8
5.5. Robottisiivouksen vaikutus tiloihin ja järjestelmiin.....	9
5.6. Robottisiivouksen käyttöönoton kannusteet	9
5.6.1. Robottisiivouksen vaikutus sisäilmastoon.....	9
5.6.2. Työn tuottavuuden lisääntyminen	9
5.6.3. Vaikutus työn ergonomiaan	10
5.6.4. Vaikutus osatyökykyisten työssä jaksamiseen	10
5.6. Laitteiden toimivuus.....	10
5.6.1. Yhdistelmäkonerobotti.....	10
5.6.2. Ammattikäyttöön suunniteltu robotti-imuri	10
5.6.3. Pienet hybridirobotit	11
5.6.4. Moppaavat robotit	11
5.7. Taloudelliset tulokset	11
5.7.1. Siivoustyön jakauma.....	11
5.7.2. Taloudelliset tulokset	12

6. Hankkeen arviointi ja mahdolliset jatkotoimenpiteet.....	12
6.1. Hankkeen arviointi.....	12
6.2. Mahdolliset jatkotoimenpiteet.....	13
7. Viestintä ja yleinen hyödynnettävyys suomalaisessa työelämässä.....	13
7.1. Viestintä.....	13
7.2. Yleinen hyödynnettävyys.....	13
8. Hakijan ja ulkopuolisen asiantuntijan yhteystiedot	13

1. Lähtötilanne kohdeorganisaatiossa ja syyt hankkeen käynnistämiseen

Siivousrobotteja on ollut markkinoilla useita vuosia, lähinnä kotitalouskäytössä mm. imureita. Ammattikäyttöön tarkoitetut laitteet ovat olleet toiminnaltaan rajoittuneita. Markkinoille on tullut uusi sukupolvi ammattikäyttöön suunniteltuja siivousrobotteja, eli laitteita lattioiden puhtaanapitoon. Pienemmät robotit edustavat markkinoilla 80 % rahallisesta volyymista. Kilpailutilanne pakottaa valmistajat tuomaan uusia, parempia laitteita markkinoille jatkuvasti.

Ammattikäytössä yksi yleisimmistä laitteista on yhdistelmäkone, joka käyttää vettä ja erilaisia laikkoja ja imee puhdistuksen jälkeen likaisen veden pois. Yhdistelmäkoneella saavutetaan hyvä siivoustulos likaisille lattioille. Yhdistelmäkonerobotit pohjautuvat tähän tekniikkaan, johon lisätään tilojen sisällä liittyvään navigointiin ja turvallisuuteen liittyvät lisätoiminnot. Iso siivousrobotti voi toimia yksinkertaisissa tiloissa ns. aluetoiminnolla, mutta joissakin tapauksissa kone vaatii ohjelmointia. Yhdistelmäkonerobotteja on vielä vähän markkinoilla ja ne ovat hintaluokaltaan 10 - 40 000 euroa.

Tavanomaiset kotitalouskäyttöön suunnitellut robotit ovat roskea keräävillä harjoilla varustettuja imureita. Kotitalouskäytössä robotti-imurit pystyvät puhdistamaan 100-200 m² kalustettuja tiloja. Ammattikäyttöön suunnitellut imurit ovat suurempia ja varustettu suuremmalla roska-astialla ja tehokkaammalla akulla. Näin päästään jopa 500 m² tilojen siivoukseen.

Kehittyneemmät kotitalouskäyttöön suunnitellut robotit ovat ns. hybridilaitteita, jotka harjaavat, imuroivat ja moppaavat samanaikaisesti. Näitä on lukumääräisesti vähemmän markkinoilla kuin imurilaitteita. Lisäksi on pelkästään moppaavia laitteita, niitäkin vähäisessä määrin markkinoilla. Nämä pienempikokoiset laitteet sijoittuvat hintaluokaltaan väliin 200-1400 euroa.

Moniasiakasprojektissa oli kokeilussa mukana ammattikäyttöön suunniteltu imuri, useita hybridilaitteita, 2 moppaavaa laitetta sekä yksi yhdistelmäkonerobotti. Projektissa otettiin laitteet käyttöön omassa ympäristössä, arvioitiin niiden toimivuutta ja vaikutusta työn organisointiin robottien ja siivoushenkilöstön välillä. Lisäksi analysoitiin tilojen käyttäjien roolia robottien käytössä. Useamman asiakkaan mukanaolo toi mukaan useampia kiinteistöjä ja tiloja. Lisäksi eri organisaatioilla ja eri ihmisillä oli erilaisia tapoja lähestyä kehittämistä.

Syinä hankkeen käynnistämiseen oli uuden teknologian kokeilu puhtauspalvelualalla, ergonomian kehittäminen sekä parempi sisäilmasto.

2. Hankkeen kuvaus, tavoitteet ja merkitys hakijalle ja soveltajalle/asiantuntijalle

2.1. Hankkeen kuvaus

Hanke koostui kahdesta osasta: yhteisestä osiosta ja organisaatiokohtaisesta osasta. Yhteisessä osassa mitattiin työajan käyttöä robottisiivouksessa: mitä robotti suorittaa ja minkälaista välillistä työtä (tyhjennykset, veden vaihto ym.) robotit vaativat. Toinen mitattava asia oli vaikutus sisäilmastoon, kun siivoustiheyttä voidaan lisätä robotteja käyttämällä kustannuksia lisäämättä ja voidaanko siivoojan tekemällä robotiikan ulkopuolisella työllä vaikuttaa sisäilmaston pölyihin. Moniasiakasprojektissa keskusteltiin myös työn organisoinnista ja usean organisaation mukana olo toi useampia havainnointikohteita ja erilaisia työn organisointimalleja (käyttäjä/robotti/siivooja – rinnakkain/peräkkäin – ym.).

Organisaatiokohtaisessa osassa arvioitiin kokeilujen perusteella vaikutuksia työn tuottavuuden kehittymiseen numeerisen aineiston perusteella – mikä oli lattioiden ylläpitosiivouksen osuus siivouskustannuksista ja kuinka monta % lattiapinnoista voitiin siivota robotilla. Lisäksi arvioitiin työn kuormittavuutta numeerisen aineiston perusteella (toistuvien ja kuormittavien työvaiheiden osuus nyt – verrattuna robotiikalla). Lisäksi tehtiin analyysi osatyökykyisistä ja ideoitiin millä tavoin heidän työssä jaksamistansa voitaisiin parantaa robotiikan avulla.

Lopputuloksena projektista tulee yleinen raportti ja organisaatiokohtainen raportti: saadaanko robottisiivouksella työn tuottavuuden parantamista ja perustelut mahdollisille investoinneille, onko tekniikka riittävän hyvää laajamittaiselle käyttöönotolle – mitä vaaditaan seuraavan sukupolven laitteilta, uuden teknologian käyttöönottoon liittyvät työn organisoimisen mallit, työergonomian kehittyminen ja keinoja osatyökykyisten työssä jaksamiseen sekä vaikutukset tilasuunnitteluun.

2.2. Hankkeen tavoitteet

Hankkeen tavoitteena oli

- työn tuottavuuden kehittyminen pitkällä aikavälillä
- uuden teknologian kokeilu puhtaanapitoalalla
- työn ergonomian lisääntymistä toistuvien ja/tai kuormittavien töiden osalta
- työn organisointimahdollisuudet osatyökykyisille
- voidaan tarjota suurempaa siivoustiheyttä eri toimitiloihin
- laitteiden käytön vaikutus sisäilmaan
- tietoa arkkitehti-, rakenne-, sähkö-, LVI- ja kalustesuunnittelussa; fyysiset ja sähköelektroniset esteet

2.3. Merkitys hakijalle ja soveltajalle/asiantuntijalle

2.3.1. Merkitys hakijalle

Työn tuottavuuden kehittyminen pitkällä aikavälillä ja uuden teknologian kokeilu henkilöstön kanssa. Robotiikalla tavoitellaan työn ergonomian lisääntymistä toistuvien tai kuormittavien töiden osalta koskien koko siivoushenkilökuntaa. Robotiikka voi antaa myös organisointimahdollisuuksia osatyökykyisille. Lisäksi tilan käyttäjille voidaan edullisesti tarjota suurempaa siivoustiheyttä, jonka vaikutuksia sisäilmastoon mitataan projektissa. Yksi tärkeä osa kokeilussa oli laitteiden toimivuuden kokeileminen omissa tiloissa, jolloin voitiin kartoittaa myös tilassa olevat fyysiset ja sähköelektroniset esteet omatoimisen robotin toimintaan – kyseinen tieto auttaa arkkitehti-, rakenne-, sähkö-, LVI- ja kalustosuunnittelussa.

2.3.2. Merkitys soveltajalle

Hankkeessa on yritetty löytää innovaation käyttöönottoon liittyvä projektiformaatti, jota voidaan jatkossa käyttää erilaisiin innovaatioihin sekä robottisiivouksen soveltamiseen erilaisissa tiloissa. Lisäksi projekti antaa tietopohjan vastaavien projektien toteuttamiselle yksittäisissä organisaatioissa – niin siivousta ostavissa kuin siivousta tekevissä organisaatioissa, rakennusten suunnitteluprojekteissa että kalusteiden suunnittelussa. Työtehoseura voi käynnistää robottisiivoukseen liittyviä lyhytkursseja projektin jälkeen erityisesti yksittäisille siivousorganisaatioille.

3. Hankkeessa sovellettu tutkimus ja ulkopuolinen asiantuntija

3.1. Hankkeessa sovellettava tutkimus

Työterveyslaitos: Kajaanin Mamsellin henkilöstön työkyvyn parantaminen ergonomian keinoin

http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/ergonomia_eri_aloille/siivoustyo/Documents/Kajaanin%20Mamselli%20%20TSR.pdf, ladattu 21.6.2016

VTT: Kiinteistö- ja rakennusalojen tuottavuus –esitutkimus 4/2006

Timo Kivisto Consulting Oy:n tekemät analyysit

- Siivouksen organisointi Tampereella
- siivouksen analyysi osana kokonaisuutta Tohmajärvellä
- Äänekosken terveyskeskuksen suunnitteluprojekti

Kivistö and Hallikas (2016): Processes for innovative public procurement, 26th Annual IPSERA conference, Dortmund 2016

Lith, Pekka (2015): Kiinteistöala Suomen kansantaloudessa, Muistio kiinteistöalan yritystoiminnasta, markkinoista ja kehityslinjoista 2014-2015

Robotti-imurit käytännön testissä, Teho 3/15 s. 4-11

Siivousrobotit jouluapulaisina <http://tts.fi/index.php/tts-1?catid=0&id=2026>

3.2. Ulkopuolinen asiantuntija

Ulkopuolisena asiantuntijana toimii Timo Kivisto Consulting Oy, jossa vastaava konsultti on Timo Kivistö. Alihankkijana toimii Työtehoserura ry, joilla on pitkä kokemus työmenetelmien kehittamisestä sekä erilaisten kotitalous- ja ammattilaitteiden testaamisesta.

4. Hankkeen toteutuminen ja eteneminen

Vuoden 2016 ja 2017 alkuvuoden aikana on kokeiltu uusia työmenetelmiä Tampereen ja Porvoon sekä Tekme Oy:ssä Hämeenlinnassa.

Tampereen kokeilussa kohteena oli Vuoreksen koulukeskus, jossa on yleiset tilat, peruskoulu, esikoulu, päiväkotit, hammashoitola ja terveysasema. Yleisiin tiloihin kuuluu liikuntatilat, jotka ovat myös liikuntatoimen käytössä.

Robottisiivousta kokeiltiin Tampereella liikuntatiloissa, käytävillä, koulun luokkahuoneissa ja muutamissa muissa kohteissa. Porvoossa kokeilua tehtiin useissa tiloissa: uimahallissa, vanhainkodissa, 3 koulussa ja terveyskeskussairaalassa. Kussakin kohteessa kokeiltiin useammassa eri tiloissa. Tekme:n kokeilu suoritettiin yhdessä koulussa.

5 Hankkeen tulokset, hyödyt ja vaikutukset

5.1. Yleistä

Hankkeessa on kokeiltu neljää erityyppistä robottia ja niiden puhdistustuloksia. Lisäksi on haettu tapaa, kuinka siivous pitäisi organisoida suhteessa asiakkaisiin, ajallisesti ja työnjakona robottien ja siivoojien välillä. Muutosjohtamisen näkökulmasta on tunnistettu myös kehittämisvaihe omana vaiheenaan.

5.2. Robottisiivouksen edellytykset

5.2.1. Robotti toimii ja tiedetään kuinka sitä käytetään

Kokeilussa käytettiin useampaa robottia, jotta saatiin selville mitkä robotit toimivat ja mitkä eivät. Hybridirobottien osalta havaittiin eroja toiminnassa, ja tietyt robotit saivat enemmän luottamusta toiminnastaan kuin toiset. Pelkät tekniset arvot eivät kertoneet eroja käytännön toiminnassa.

Lisäksi vaadittiin laitteen käytön soveltamista. Esimerkkinä moppaavasta laitteesta oli: ” Työnjälki: jos laittaa säiliöön vettä sekä kostuttaa liinat, niin mielestämme jättää liian kostean jäljen. Kokeilimme joko säiliöön vettä ja kuivana liinat => toimii, tai Kostuttaa liinat, säiliö ilman vettä = > toimii”. Toinen tekijä on eri suunnistusmenetelmien kokeilu, käyttääkö laite systemaattista vai kaottista suunnistustapaa tai muita suunnistustapoja.

Opetteluvaiheen jälkeen robotit olivat yksinkertaisia käyttää. Kaukosäädin nähtiin turhana, kun laitteen voi käynnistää napista. Älypuhelinsovellukset (kahdelle laitteelle) eivät toimineet, joko WLAN poikkesi teknisiltä ominaisuuksiltaan kotikäyttölaitteista tai WLANia ei ollut tiloissa.

5.2.2. Tilojen valmistelu robottisiivoukseen

Tilojen valmistelu robottisiivoukseen jakaantuu kolmeen rakennuksen elinkaaren vaiheeseen: jokainen siivouskerta, kertaluontoinen valmistelu ja rakentamisvaiheessa tehtävät päätökset.

Jokaisella kerralla tehdään valmistelu sellaisiin kohteisiin, jonne robotti voi jäädä kiinni. Esimerkkinä on lattiaan sijoitettu pistorasiakotelo, jonka päälle asetetaan jakkara nurinpäin tai joku muu mekaaninen este. Matot voi tarvittaessa kääriä rullalle tai kääntää kaksinkerroin.

Kertaluontoisella valmistelulla tunnistetaan sellaiset kohteet, jonne robotti voi jäädä kiinni. Sähköjohtojen kiinnittäminen lattian yläpuolelle on yksi selkeä kohde. Muita esimerkkejä on liian matala kaapin alusta, joka voidaan korjata asettamalla kalustehuopaa jalkojen alle. Nämä kohteet tulevat esille ensimmäisellä kokeilukerralla.

Rakentamisvaiheessa tehtävät päätökset vaikuttavat osaltaan siihen, voidaanko jotakin tilaa ylipäättään siivota robotilla. Robottisiivouksen esiselvitys vaikuttaa rakennuksen suunnitteluun, muun muassa siivoukselle varattuihin tiloihin, kiinto- ja irtokalusteratkaisuihin, lattia- ja kynnyseratkaisuihin sekä sähkö- ja LV-suunnitteluun. Jotkut ratkaisut voivat vaikuttaa siihen, että jossakin tilassa isoja yhdistelmäkoneita ei voi käyttää, ainakaan nykyisten laitteiden ominaisuuksilla.

5.2.3. Robottisiivouksen organisointi

Robottisiivouksen organisointi on kaikkein haasteellisin tehtävä. Robottien tekemä siivous on hidasta, siihen voi kuluu 20 kertaa enemmän aikaa kuin mitä siivoojalle on mitoitettu aikaa lattiasiivoukseen. Tämä vaatii uudelleen asennoitumista niin siivoushenkilöstöltä kuin siivouksen johdoltakin.

Ensimmäinen tunnistettava tekijä on robottisiivouksen aikaikkuna. Lähtökohtana on että asiakas ei ole kyseisessä tilassa läsnä. Esimerkkinä voi käyttää luokkahuonetta tai päiväkodin ryhmätilaa, jossa robotti siivoaa lattiaa esim. 40 minuuttia. Siivoojalla on muuta työtä samaan aikaan tasojen, kalusteiden ja WC-tilojen kanssa, joten työskentely voi tapahtua rinnakkain. Aikaikkuna löytyi helposti koulun iltapäivä-painotteisesta siivouksesta, jolloin iltapäivän aikana kaikki luokkahuoneet vapautuivat siivoukselle. Toinen hyvä aikaikkuna löytyi päiväkodeista: kun lapset menevät ulos leikkimään tai ovat nukkumassa. Jokaisessa rakennuksessa vain täytyy löytää sopiva aikaikkuna.

Toinen tekijä on robotin kuljettaminen tai sijoittaminen kiinteästi johonkin tilaan. Jos käytetään imuritoimintoa, niin robotti voidaan sijoittaa kiinteästi tilaan ja ohjelmoida suorittamaan siivous kerran päivässä. Kokeiluissa kohteissa ei uskallettu jättää robottia tilaan. Arkipäiväistyessään robotti voidaan sijoittaa esim. sisääntuloaulaan tai luokkahuoneeseen ja siivooja voi tyhjentää ja puhdistaa laitteen päivittäin.

Kolmas tunnistettava tekijä on siivousmenetelmien yhdistelmä. Pieniä hybridirobotteja voidaan käyttää joko imuritoiminnolla tai hydriditoiminnolla mopin kanssa. Moppi tuo laitteeseen rajoitteen mopin likaantumisen muodossa, jolloin laitetta voi käyttää itsenäisesti noin 60 m² tilassa. Imuria voi käyttää itsenäisesti periaatteessa niin pitkään kuin latausta kestää tai pölysäiliö täyttyy. Imuroinnilla saadaan pöly ja hiekka pois. Nihkeäpyyhintä poistaa myös vesiliukoiset tahrat. Joissakin työn mitoituksissa oli mainittu 20 % kosteapyyhintää ja 80 % nihkeäpyyhintää – voisiko se korvautua 80 % robotti-imurointi ja 20 % kosteapyyhintää -yhdistelmällä?

Neljäs tekijä on siivoojan oivallus siitä kuinka hän käyttää robotteja apunaan. Joissakin kokeilukohteissa tällaista oivallusta ei tapahtunut ja joissakin taas ei tuntunut olevan ongelmaa. Osatekijänä oli myös se, että täysmittaiseen toimintaan tarvitaan useampia robotteja yhdelle siivoojalle, kun nyt kokeilussa oli yksi tyyppirobotti.

5.3. Vaikutus työn monipuolistumiseen

Robotit tuovat kehittyntä tekniikkaa siivoustyöhön. Tampereella palvelutyöntekijöillä on työnkierto, joten monipuolisuus tulee uusien laitteiden käyttämisestä. Porvoossa ja Tekmellä roboteilla oli pääasiassa yksi käyttäjä kummassakin organisaatiossa. Robottien käytön opettelu ja käyttö nähtiin helppona oppia. Pienten robottien osalta käyttö vaatii veden ja mopin lisäämisen ja sen jälkeen painetaan nappia. Tällöin on jo testattu aikaisemmin, mikä on toimiva siivoustapa. Ison yhdistelmärobotin osalta käyttökuntoon saattaminen ja puhdistaminen oli hankalampaa, käyttö sen sijaan helppoa. Virhetilanteiden selvittäminen oli vaikeaa johtuen ohjelmistosta.

Kehittämisessä kuitenkin nähtiin kaksi erillistä vaihetta: työmenetelmän kehittäminen ja käyttöönotto. Kehittämisvaiheessa täytyy varmistaa, että robotti selviytyy valitun tilan siivoamisesta ja että siivoustulos on riittävä. Tämä vaatii robotin toiminnan seuraamista. Tässä vaiheessa myös opitaan kuinka laitetta pitää käyttää.

Käyttöönottovaiheessa nuo asiat ovat tiedossa ja laitteet voidaan jättää työskentelemään itsenäisesti.

5.4. Robottisiivouksen vaikutus tilojen käyttäjiin

Robottien ja käyttäjien kannalta projektissa nousi esiin ilkeä riski ja turvallisuusriskit törmäämisen tai kompastumisen kautta. Vuoreksen koulukeskuksen aloituspalaverissa ilkeä riski nähtiin marginaalisena koulun osalta, mutta suurempana iltakäytön aikana. Turvallisuusriski liittyen törmäykseen on pieni. Isossa

robotissa on törmäyksen estävät sensorit ja pienten robottien törmäys on niin kevyt, ettei sillä ole merkitystä. Turvallisuusriski kompastumiseen on olemassa, jos käyttäjä ei huomaa lattialla kulkevaa pientä robottia.

Käyttäjät voivat olla satunnaisasiakkaita (uimahalli, kirjasto) tai tunnettuja arvaamattomia asiakkaita (koulut, päiväkodit, vanhainkodit) tai tunnettuja ennustettavia asiakkaita (toimistotilat ilman ulkopuolisia asiakkaita). Toimistotiloissa voidaan ajatella robottien työskentelemistä samaan aikaan asiakkaiden kanssa, kunhan ei mennä työskentelyhuoneisiin. Tekmen kokeilussa robotin ääni häiritsi tiloissa työskenteleviä. Pääasiassa robottien työskentely pitää sijoittaa sellaiseen aikaan, jolloin asiakkaat eivät ole läsnä, ainakaan samassa tilassa.

5.5. Robottisiivouksen vaikutus tiloihin ja järjestelmiin

Projektin aikana havainnoitiin tilojen ominaisuuksia, joita pitää parantaa robottisiivouksen onnistumiseksi. Hälytysjärjestelmän käyttöä voi tilakohtaisesti ajastaa, jos robotin käyttöaika menee normaalin hälytysajan jälkeen tai ennen. Toisaalta havaittiin myös kohteita, jossa laitteistoa pitää kehittää.

5.6. Robottisiivouksen käyttöönoton kannusteet

5.6.1. Robottisiivouksen vaikutus sisäilmastoon

Sisäilmastoon vaikutuksen mittauksena voi käyttää kerätyn pölyn määrää. Porvoon kohteissa havaittiin puhtaalta näyttävissä tiloissa, että robottisiivouksella saatiin pinnoilta poistettua vielä lisää pölyä. Kyseessä voi olla ensimmäiseen kokeilukertaan liittyvä siivoustulos, kun robotit siivoavat pattereiden ja kalusteiden alta. Lisää vaikutuksia voi saavuttaa tasopintojen, kuten kaappien tai kirjahyllyjen päällyksen puhdistamisella pölystä. Robotilla voidaan helpottaa siivousta ja viimeistellä siivoustulos hankalasti siivottavissa kohteissa, kuten kalusteiden ja lämpöpattereiden alustojen puhdistamisessa.

Siivouksen tiheyttä voidaan lisätä pienillä kustannuksilla erityisesti käyttämällä pienrobotteja. Yksi kohde on sisääntuloaulojen siivous esimerkiksi kahden tunnin välein. Pölyn ja hiekan poistaminen nähtiin tärkeimpänä tavoitteena, jolloin imurointi robotilla täyttää tarpeen. Muita kohteita ovat päiväkotien ryhmä- ja lepo huoneet. Koko luokkahuonetta robotti ei ehdi taukojen aikaan puhdistaa, mutta osan kyllä.

5.6.2. Työn tuottavuuden lisääntyminen

Työn tuottavuuden lisääntyminen edellyttää, että robottisiivouksen sisältävällä menetelmäyhdistelmällä voidaan korvata nykyisin käytettyjä työmenetelmiä ja että robottisiivous on taloudellisesti edullisempää kuin perinteisillä menetelmillä. Tampereen kokemusten perusteella ei vielä löydetty sellaisia alueita. Porvoossa ja Tekmellä tunnistettiin sellaisia laitteita, jotka voivat toimia siivoaja apulaisena. Kohteena ovat lattiapinnat.

Tuottavuuteen vaikuttaa myös robottisiivouksen esivalmistelu siltä osin kun se poikkeaa tavallisesta siivouksesta. Tekmen kokeilussa luokkahuoneiden tuolit pystytettiin nostamaan pulpettien päälle. Tämä vaihe kesti 15 minuuttia ja oli ergonomisesti raskas. Robottisiivouksen tulisi pystyä puhdistamaan luokkahuoneet ilman tuolien nostamista, jolleivat oppilaat nosta tuoleja. Porvoon yhdessä koulussa tuolit ja pulpetit sijoitettiin siten, että kierrettäviä jalkoja jäi vähemmän.

Työn tuottavuudessa saadaan tuloksia joissakin vaikeasti siivottavissa kohteissa, kuten kalusteiden ja pattereiden alla. Nämä kohteet ovat kuitenkin työn mitoituksessa tyypillisesti vähäisiä.

Esivalmisteluun liittyy myös robotin siirtäminen paikasta toiseen, jollei robottia ole sijoitettu yhteen tilaan. Tämä rajaa robotin käytöstä pienimmät tilat.

5.6.3. Vaikutus työn ergonomiaan

Robottisiivouksen vaikutus ergonomiaan liittyy toistuvien liikkeiden vähenemiseen, erityisesti moppauksessa. Jos robottisiivouksella voi korvata nihkeä- tai kosteamoppauksen, niin vaikutus olisi jopa 30-50 % luokkaa. Ergonomiatulos toteutuu, jos robottisiivous voidaan tehdä kalusteita nostamatta.

Toinen tarkasteltava kohde on saunan siivouksen osittainen korvaus robotilla. Uimahalleissa ja muissa pitkään auki olevissa paikoissa sauna ei ehdi jäähtyä tarpeeksi. Koulujen yhteydessä olevat saunoissa se voisi onnistua.

5.6.4. Vaikutus osatyökykyisten työssä jaksamiseen

Jos robottisiivouksella voidaan vaikuttaa osatyökykyisten työssä jaksamiseen, niin taloudelliset vaikutukset ovat toisaalta sairauspoissaolojen väheneminen ja toisaalta työkyvyttömyyseläkkeiden välttäminen. Suurten kunnallisten työntekijien osalta työkyvyttömyyseläkkeen kertaluontoinen kustannus on 62 000 euroa, joka on riippumaton työntekijän iästä ja kokemusvuosista. Summa erääntyy maksettavaksi 36 kuukauden aikana.

Jos robottisiivous keskitetään vain osatyökykyisille, silloin muut työntekijät tekevät raskaampaa työtä. Yleinen ergonomian kehittäminen parantaa jo sinänsä osatyökykyisten pärjäämistä.

Robottisiivousta voi käyttää korvaavana työnä.

5.6. Laitteiden toimivuus

5.6.1. Yhdistelmäkonerobotti

Yhdistelmäkone oli kehittämisprojektissa mukana ammattilaislaitteena. Laite oli suurikokoinen, painava ja nimellisteholtaan suuri 750 m² / tunti. Jos ajatellaan laitteen teoreettista soveltuvuutta testi-organisaatioiden tiloihin, niin näin tehokkaalle laitteelle löytyy vähän käyttökohteita. Porvoon terveyskeskussairaalassa laitetta pystyttiin käyttämään useita tunteja, mutta osa siivottavista tiloista oli kerran viikossa siivottavia. Muualla käyttö jäi noin tuntiin päivässä. Laitetta käytettäessä siivooja tulee olla lähellä mahdollisten häiriötilanteiden vuoksi.

Robotin navigointitekniikka perustui kaikuun ja rajoitti tilan koon yli 2 metriä leveisiin käytäviin ja alle 16 metriä leveisiin halleihin. Moni urheiluhalli jäi kokeilun ulkopuolelle 16 metrin rajoitteen vuoksi, samoin kuin kapeat käytävät. Lisäksi sensorit vaativat molemmin puolin suoraa seinää, joka rajoitti käyttöä naulakollisissa tiloissa. Robottia pystyi käyttämään myös manuaalisesti kuten yhdistelmäkonetta, jolla käyttöaika saa jonkin verran lisää.

Siivoustulokseen oltiin tyytyväisiä.

Robotilla siivottavat tilat jäivät määrällisesti niin vähäisiksi, ettei laitteella tule riittävästi käyttöaika taloudelliseen käyttöön.

5.6.2. Ammattikäyttöön suunniteltu robotti-imuri

Projektin käynnistymisen jälkeen hankittiin projektiin vielä ammattikäyttöön tarkoitettu robotti-imuri, kun siivousyhdistelmänä hyväksyttiin myös imurointi. Robotti-imuria voi käyttää myös pelkästään lakaisutoiminnolla. Laitteen voimanlähteenä on irrotettavat, erillisessä latauslaitteessa ladattavat akut (2

kpl). Laitetta voi käyttää myös yhdellä akulla. Vaihdettavien akkujen ansiosta laite voi olla lähes koko ajan käytössä. Tämä robotti ei tarvitse telakkaa, mutta ei myöskään palaa mihinkään tiettyyn paikkaan vaan käyttää akun loppuun ja pysähtyy satunnaiseen paikkaan.

Laite pystyy nimellistehoon 500m² / 3 tunnin lataus, joka on verrattuna siivoojan moppaukseen hidasta.

Siivoustuloksiin oltiin pääosin tyytyväisiä, erityisesti seinän vierestä puhdisti hyvin. Runsaasti likaantuneessa tilassa koulussa siivoustulos ei ollut riittävä, koska kyseessä on pelkkä imuri.

Käyttösovelluksena ovat isokokoiset tilat, joissa imurointi riittää työmenetelmänä. Laitteen korkeus rajoittaa mahdollisuuksia mennä kalusteiden alle. Toisaalta päivittäisessä siivouksessa ei tarvitsekaan joka päivä puhdistaa kalusteiden alta.

5.6.3. Pienet hybridirobotit

Pienet hybridirobotit erottuvat tavanomaisista robotti-imureista siten, että hybridilaitteissa on myös moppaus. Laitteita voi käyttää pelkällä imuri-toiminnolla, pelkällä moppaus-toiminnolla tai hybriditoiminnolla, joka sekä imuroi että moppaa. Laitteissa on akun latausta varten telakka, johon laite palaa suoritettuaan siivouksen. Kokeilussa olleet hybridilaitteet olivat pienikokoisia n. 350 mm halkaisijaltaan ja 8-12 cm korkeita.

Nämä robotit mahtuvat useimmiten kalusteiden alle ja niillä saa siivottua hankalasti muuten siivottavia tiloja. Parhaimmillaan robotit ovat vähän kalustetuissa tiloissa, jossa kalusteiden jalat ovat selkeitä.

Siivouksen lopputulosta mitattiin useassa kohteessa verrattuna nihkeäpyyhintään. Tulokset olivat samanlaisia parhaimmilla roboteilla. Tosin testattavat tilat olivat jo lähtökohtaisesti siistejä.

Robottien käytössä oli eroja. Jotkin robotit menivät kynnysten yli ja toisissa taas oli rajoitetoiminto liittyen kynnyksiin. Siivoojan apurina paras lausunto oli ”uskaltaa jättää toimimaan yksikseen”.

Pienten hybridirobottien käyttöalue on 20...50...100 m² kevyesti likaantuneet, kohtuullisen vähän kalustetut tilat. Luokahuoneissa käytettävyyteen vaikuttaa kuinka runsaasti tila on kalustettu ja millaiset jalat kalusteilla on. Hybriditoiminnolla siivoojan tulee käynnistää laite, jotta moppi ei tule liian märäksi. Rajoitteena on mopin likaantuminen, jonka vuoksi laitteita voi käyttää kevyesti likaantuneissa tiloissa. Toinen käyttösovellus on pelkkänä imuritoimintona, jolloin laite voidaan ajastaa toimimaan itsenäisesti.

5.6.4. Moppaavat robotit

Moppaavia robotteja oli käytössä kaksi erilaista. Niitä kokeiltiin lattialla, pöytäpinnoilla sekä kaapin ja hyllyn päällä. Yhdessä kohteessa verrattiin aikaa kalustemoppiin. Robotti teki hyllyn päällistä 7 minuuttia ja siivooja kalustemopilla 7 sekuntia.

Näille ei löydetty järkeviä käyttökohteita, koska pölyn osalta ne vain työnsivät sitä edellään. Hybridilaitteilla pölyn saa pois ja mopattua samanaikaisesti.

5.7. Taloudelliset tulokset

5.7.1. Siivoustyön jakauma

Taloudellisten laskelmien pohjalla tulee olla tieto siitä, kuinka monta prosenttia siivousajasta on lattiasiivousta ja vielä tarkemmin, mikä osuus lattiasiivouksesta on nihkeäpyyhintää. Laskentaa tarkennettiin koko projektin aikana.

Tampereella kohteena oli Vuoreksen koulukeskus, jossa lattiasiivouksen osuus oli toiminnoittain:

- Yhteiset tilat (voimistelusalit, pukuhuoneet, aula, ruokasali, katsomo, monitoimitila) 86% lattiasiivousta
- Koulu 31,3 % lattiasiivousta
- Päiväkoti 35,5 % lattiasiivousta
- Esikoulu 40,2% lattiasiivousta
- Hammashoitola 25,7 % lattiasiivousta
- Terveysasema 22,9 % lattiasiivousta

Vuoreksessa nihkeäpyyhinnän osuus lattiasiivouksesta oli noin 60 %.

Hämeenlinnassa kohteena oli Ahveniston koulu, jossa lattiasiivouksen osuus oli 54,5 %.

Porvoossa oli kokeilussa kolme koulua ja terveyskeskus, mutta heidän raporttinsa oli muodostettu eri tavalla.

5.7.2. Taloudelliset tulokset

Taloudellisia tuloksia hybridilaitteista voi arvioida siten, että katsotaan rakennus huonetoiltoittain ja lasketaan työn mitoituksesta nihkeäpyyhinnän työaika ilman apuaikaa ja verrataan tuota aikaa robotin päiväkustannukseen ja robotin käynnistämiseen ja siirtämiseen. Siivouksen apuaika minuuteissa arvioidaan olevan sama moppisiivoukselle ja robottisiivoukselle. Jos robotti voidaan sijoittaa tilaan pysyvästi, niin siirtämiseen ei siinä tapauksessa kulu aikaa.

Robotin hankintakustannukseksi on arvioitu 500 € ja robotin kestoikäksi 250 työpäivää, kun sitä käytetään kahdesti päivässä. Mopit maksavat 0,20 € / kerta. Tällöin robotin kustannus on 2,40 € / pv. Tämä on ehkä hieman korkeaksi arvioitu kustannus, mutta pitkäaikaista käyttötietoa ei ole.

Näillä kustannustiedoilla on laskettu erään koulun robottisiivoukseen soveltuvat tilat (72 % neliöistä, 44 % huoneista). Hyvin pienet ja suuret kalustetut tilat on jätetty pois. Näillä arvoilla laskien robottisiivouksen säästöksi tulee noin 56 %, mutta vaikutukset siivouksen kokonaistyöaikaan ovat vain 10 %, kun nihkeäpyyhinnän osuus on 19 % työajasta.

Ison yhdistelmäkonon osalta käyttömäärät jäävät niin pieneksi, että taloudellista laskentaa ei kannata suorittaa. Vähäisillä käyttömäärillä valmistelun ja puhdistuksen aika tulee niin suureksi verrattuna käyttöaikaan, että laitteita ei kannata käyttää. Näidenkin koneiden osalta tulee miettiä, mikä olisi vastaavan manuaalisen yhdistelmäkonon kustannus, koska jollakin yhdistelmäkonella joka tapauksessa tehdään.

6. Hankkeen arviointi ja mahdolliset jatkotoimenpiteet

6.1. Hankkeen arviointi

Hankkeen aikana kehitettiin kokeilun suorittamistapaa ja kuinka kaupungin sisältä valitaan oikean tyyppinen kiinteistö kokeiluun. Lähinnä rajoitteen asetti yhdistelmäkonorobotti. Ensimmäisen kaupungin kokeilun jälkeen kokeiluun oli nimetty yksi tai useampi henkilö, joilla oli aikaa kokeilla robotteja ilman normaalin työn suorittamispaineita.

Kehittämiprojektissa tunnistettiin, minkälaiset laitteet eivät toimi, millaisissa tiloissa laitteet **eivät** toimi ja käänteisesti mitkä laitteet toimivat ja minkälaisissa tiloissa. Lisäksi jouduttiin kyseenalaistamaan siivousmitoituksen perusteena olevat menetelmäyhdistelmät, mm. arvioitiin uudestaan pelkkää imurointia.

Projektiin lähdetessä ehkä tärkeimpänä lähtökohtana oli taloudelliset tulokset, mutta projektin aikana käyttöönoton kannusteiksi nousi parempi sisäilmasto ja hankalasti siivottavat kohteet. Jälkimmäisessä voidaan saavuttaa myös ergonomisia hyötyjä.

Suurin haaste oli kehittää organisointimalli, jossa nousi esille robottisiivouksen aikaikkuna ja siivoajan oma oivallus kuinka käyttää robotteja apunaan normaalissa työssä.

Jouduimme myös kyseenalaistamaan väliraportin toteamuksen, että siivoaja ottaa robotit mukaansa aina (mahdollisen ilkvallan vuoksi). Robotteja voidaan sijoittaa pysyvästi tilaan, koska ne arkipäiväistyvät.

6.2. Mahdolliset jatkotoimenpiteet

Mahdollisina jatkotoimenpiteinä voi olla muutaman laitteen pitkäaikainen käyttö jossakin kiinteistössä, esimerkiksi sisääntuloaulassa. Toinen mahdollinen muoto kokeilla on muutaman laitteen käyttö siivoajan apuna, jossa etsitään robottisiivouksen organisointia.

Toinen kehityssuunta on antaa kehitysimpulsseja mm. laitevalmistajille.

7. Viestintä ja yleinen hyödynnettävyys suomalaisessa työelämässä

7.1. Viestintä

Hankkeesta on viestitty Tampereen ja Porvoon twittereissä sekä Työtehoseuran tiedotteella ja lehdessä. Kyseiset kanavat ovat tuoneet muutamia yhteydenottoja. Hanketta on esitelty Puhtausalan huippuseminaarissa sekä Siivoustaito ja Puhtausala –lehdissä.

7.2. Yleinen hyödynnettävyys

Hankkeen tuloksia voi soveltaa erilaisissa kiinteistöissä ja eri siivousorganisaatioissa. Jokaisen tulee itse keksiä organisointitapa, jolla löydetään robottisiivoukselle aikaikkuna ja siivoajan oma oivallus, kuinka hän käyttää laitteita apunaan.

8. Hakijan ja ulkopuolisen asiantuntijan yhteystiedot

Hakijakonsortion yhteystiedot:

Tampereen Voimia Liikelaitos
Tampereen kaupunki
Voimakatu 11, 3 krs.
33100 Tampere
www.tampereenvoimia.fi

Elina Ahtiala-Huotari, elina.ahtiala-huotari@tampere.fi

Asiantuntijan yhteystiedot:

Timo Kivisto Consulting Oy
Ylistörmä 5 E
02210 Espoo
www.kivistoconsulting.fi

Timo Kivistö, timo.kivisto@kivistoconsulting.fi

